

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

УТВЕРЖДЕНО  
решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**ПРОГРАММА  
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ**

*Научно-исследовательская работа*

---

Направление подготовки **11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**

Профиль  
**Новые полупроводниковые технологии**

Квалификация  
магистр

Форма обучения  
очная

Нижний Новгород  
2024 год начала подготовки

Программа составлена на основании Образовательного стандарта ННГУ по направлению 11.04.04 – «Электроника и нанoeлектроника»

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

д.ф.-м.н., доцент, профессор кафедры физического материаловедения М.В. Дорохин

Заведующий кафедрой физического материаловедения, д.ф.-м.н., Нохрин А.В.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 09.01.2024, протокол № б/н.

## 1. Цель практики

Целями **производственной** практики (**Научно-исследовательская работа**) магистрантов являются осуществление научно-исследовательской работы на высоком научно-техническом уровне, овладение методами, формами и видами научно-исследовательской деятельности, развитие у будущих исследователей комплекса необходимых навыков и компетенций.

Задачами **производственной** практики (**Научно-исследовательская работа**) являются:

- закрепление теоретических знаний, полученных в процессе обучения теоретических и профильных дисциплин в области Наук о материалах и в смежных областях;
- проведение научно-исследовательских работ в рамках заданной тематики;
- приобретение практических навыков решения сложных научных задач.

## 2. Место практики в структуре образовательной программы

Производственная практика (научно-исследовательская работа) относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, основной образовательной программы по направлению 11.04.04 – Электроника и нанoeлектроника (направленность: Новые полупроводниковые технологии) проводится во 2 семестре обучения.

Производственная практика (научно-исследовательская работа) базируется на содержании профильных дисциплин бакалавриата в области электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, и на содержании профильных дисциплин магистратуры («Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники», «Технологии полупроводниковых приборов», «Функциональные материалы» и др.).

Вид практики: **производственная**.

Тип практики: **Научно-исследовательская работа**.

Способ проведения: **стационарная**.

Форма проведения: **дискретная** – путем чередования периодов времени для проведения практики и учебного времени для проведения теоретических занятий.

Общая трудоемкость практики составляет:

7 зачетных единиц

252 часа

16 недель.

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

Сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи;

Подготовка научно-технических отчетов, обзоров, рефератов, публикаций по результатам выполненных исследований, подготовка и представление докладов на научные конференции и семинары;

Фиксация и защита объектов интеллектуальной собственности.

Разработка рабочих планов и программ проведения научных исследований и технических разработок, подготовка отдельных заданий для исполнителей;

Использование физических эффектов при разработке новых методов исследований и изготовлении макетов измерительных систем.

Разработка методики и проведение исследований и измерений параметров и характеристик изделий электронной техники, анализ их результатов;

Разработка физических и математических моделей, компьютерное моделирование исследуемых физических процессов, приборов, схем и устройств, относящихся к профессиональной сфере.

Прохождение практической подготовки предусматривает:

а) Контактную работу – практические занятия (30 часов), контроль самостоятельной и иной форм работы (1 час) – текущие консультации с руководителем практики и мероприятия промежуточного контроля успеваемости (собеседование и проверка отчёта руководителем практики)

б) Иную форму работы студента во время практики – 221 час (работа во взаимодействии с руководителем от профильной организации, во взаимодействии с обучающимися в процессе прохождения производственной практики).

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 преддипломной практики и написания выпускной квалификационной работы, а также для применения в профессиональной деятельности.

### **3. Место и сроки проведения практики**

Продолжительность практики для всех форм обучения составляет 16 недель, сроки проведения в соответствии с учебными планами:

<b>Форма обучения</b>	<b>Курс (семестр)</b>
очная	1 курс 2 семестр

Практика проводится в форме практической подготовки в профильных организациях, в т.ч.:

- ООО «Т8», НИИИС им. Ю.Е. Седакова, ЗАО НПП Салют), ООО Форклин, МелСиТек и др. на основе типового договора с предприятиями на прохождение практики;
- в структурных подразделениях ННГУ (НИФТИ ННГУ: лаборатория спиновой и оптической электроники, лаборатория радиофотоники, лаборатория эпитаксиальных технологий, на кафедре физического материаловедения).

### **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 *производственной* практики, вырабатываются частично. Полученные обучающимися знания, умения и навыки являются частью планируемых. В результате обучения обучающиеся получают представление о современном состоянии исследований в своей профессиональной области, осваивают сложное исследовательское и/или технологическое оборудование, учатся применять на практике знания, полученные в ходе изучения профильных дисциплин, работать самостоятельно и в составе научной группы.

**Таблица 1**

<b>Формируемые компетенции с указанием кода компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения при прохождении практики</b>
---	---

Формируемые компетенции с указанием кода компетенции	Планируемые результаты обучения при прохождении практики
<b>УК-1.</b> Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<p><b>- знать:</b> методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации;</p> <p><b>- уметь:</b> применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации;</p> <p><b>- владеть:</b> методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий.</p>
<b>УК-2.</b> Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<p><b>- знать:</b> этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами;</p> <p><b>- уметь:</b> разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;</p> <p><b>- владеть:</b> методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта.</p>
<b>ПК-1.</b> Способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач, строить физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	<p><b>- знать:</b> методы построения физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники;</p> <p><b>- уметь:</b> использовать стандартные программные средства для компьютерного моделирования приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения;</p> <p><b>- владеть:</b> навыками разработки алгоритмов решения задач и использования стандартных программных средств их компьютерного моделирования.</p>
<b>ПК-2.</b> Способность аргументировано выбирать и реализовывать на практике современные и эффективные методики экспериментального исследования параметров и	<p><b>- знать:</b> методики измерений параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения;</p> <p><b>- уметь:</b></p>

Формируемые компетенции с указанием кода компетенции	Планируемые результаты обучения при прохождении практики
свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	совершенствовать и внедрять новые методы и методики измерений параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и наноэлектроники; - <b>владеть:</b> навыками использования современных методик экспериментального исследования параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и наноэлектроники.
<b>ПК-4.</b> Готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, и способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	- <b>знать:</b> тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники; - <b>уметь:</b> рассчитывать предельно допустимые и предельные режимы работы изделий микро- и наноэлектроники; - <b>владеть:</b> навыками обоснованного выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и наноэлектроники.
<b>ПК-5.</b> Готовность делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, методически грамотно излагать материал и представлять его в виде научных отчетов, публикаций, презентаций, методических пособий	- <b>знать:</b> методы анализа и систематизации результатов исследований, способы представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций; - <b>уметь:</b> методически грамотно излагать материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций; - <b>владеть:</b> навыками анализа и систематизации результатов исследований, представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.

## 5. Содержание практики

Процесс прохождения практики в форме практической подготовки состоит из этапов:

- подготовительный;
- основной;
- заключительный.

### Технологическая карта

Таблица 2

п/п	Этап	Содержание этапа	Трудоемкость (часов/недель)
-----	------	------------------	--------------------------------

1	Организационный	1. Проведение организационного собрания. Знакомство с целями и задачами практики. Определение способов представления результатов, установление процедур и критериев оценки результативности выполнения задач практики. 2. Подготовка индивидуального плана выполнения программы практики в соответствии с заданием руководителя практики. 3. Проведение инструктажа по технике безопасности руководителем практики или ответственным специалистом.	16/2
2	Основной (экспериментальный)	1. Изучение методов исследований. 2. Проведение необходимых исследований в соответствии с программой практики. 3. Систематизация полученных данных. Анализ и обобщение результатов. Обсуждение результатов с руководителем практики.	230/10
3	Заключительный (обработка и анализ полученной информации)	1. Формирование отчета 2. Сдача зачета по практике	16/4
	<b>ИТОГО:</b>		<b>252 часа / 16 недель</b>

## 6. Форма отчетности

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

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

Формой промежуточной аттестации по практике является зачет с оценкой.

По результатам проверки отчетной документации и защиты отчета на заседании кафедры выставляется оценка.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 7.1 Основная учебная литература:

1. Д.В. Сивухин. Общий курс физики. Т. 4. Оптика : учебное пособие для студентов физических специальностей вузов / Изд. 3-е, стер. – Москва : Физматлит, 2006. – 792 с.
2. А.Н. Матвеев. Оптика: Учебное пособие для физ. специальностей вузов. -М.: Высшая школа, 1985. – 351 с.
3. Пека Г.П., Коваленко В.Ф., Куценко В.Н. Люминесцентные методы контроля параметров полупроводниковых материалов и приборов. Учебное пособие. – Киев: Техника, 1986. - 152 с.
4. В. П. Грибковский. Теория поглощения и испускания света в полупроводниках. Минск: Наука и техника, 1975.

5. Скоков И., Оптические спектральные приборы, «Машиностроение», М., 1984.
6. В.В. Лебедева. Техника оптической спектроскопии, изд-во МГУ, 1977.
7. Гетероструктуры с квантовыми точками: получение свойства лазеры Обзор. Н.Н. Леденцов, В.М. Устинов, В.А. Щукин. ФТП, 1998, Т. 32, С. 385.
8. Рывкин С.М. Фотоэлектрические явления в полупроводниках. М.: Физматгиз, 1963. – 496 с.
9. Шалимова, К.В. Физика полупроводников / К.В. Шалимова. – М.: Энергия, 1971. – 312 с.
10. Савельев, И.В. Курс общей физики; в 3-х т.: Учебное пособие для вузов по техническим и технологическим направлениям / И.В. Савельев. – 10-е изд., стер. – СПб.; М.: Краснодар: Лань, 2008.
11. Ю.И. Уханов. Оптические свойства полупроводников., М.: Наука, 1977.- 368 с.
12. Сушинский М.М. Спектры комбинационного рассеяния молекул и кристаллов. М.: Наука, 1969.
13. Конингстайн И.А. Введение в теорию комбинационного рассеяния света. М.: Мир, 1975.
14. Питер Ю, М. Кардона. Основы физики полупроводников. – М.:Физматлит, 2002.- 560 с.
15. М. Кардона. Рассеяние света в твердых телах, М., 1979.
16. Суворов А.Л., Чаплыгин Ю.А., Тимошенков С.П., Графутин В.И., Залужный А.Г., Калугин В.В., Дьячков С.А., Прокопьев Е.П., Реутов В.Ф., Шарков Б.Ю. Анализ преимуществ, перспектив применений и технологий производства структур КНИ // Препринт ИТЭФ 27-00. 2000. 51 с.
17. Красников Г.Я., Зайцев Н.А. Физико-технологические основы обеспечения качества СБИС. М. "Микрон-принт". 1999.
18. Голото И. Д., Докучаев Б.П., Колмогоров Г. Д., Чистота в производстве полупроводниковых приборов и ИС. М. Энергия. 1975. С. 6.
19. 8. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок./ Под редакцией Л.А. Коледов. -М.: «Радио и связь», 1989, -С400.
20. С.В. Лашко, Н.Ф. Лашко /пайка металлов//москва: «машиностроение», 1988. 7. [http://metallcheckiy-portal.ru/articles/svarka/paika/besflysovaa\\_paika](http://metallcheckiy-portal.ru/articles/svarka/paika/besflysovaa_paika)
21. Маргулис, М.А. Звукохимические реакции и сонолюминесценция / М.А. Маргулис. – М.: Химия, 1986. – 288 с.
22. Сиротюк, М.Г. Экспериментальное исследование ультразвуковой кавитации / М.Г. Сиротюк // В кн. : Мощные ультразвуковые поля.– М.: Наука, 1968. – С. 167–220.
23. Агранат, Б.А. Ультразвук в порошковой металлургии / Б.А. Агранат, А.П. Гудович, Л.Б. Неженко. – М.: Металлургия, 1986. – 168 с.
24. Справочник по пайке/ Под ред. Петрунина И.Е.. 3-е изд., перераб. И доп. М.: Машиностроение, 2003.
25. Максимихин, Б.А. Технологические процессы пайки электромонтажных соединений / Б.А. Максимихин. – Л.: Энергия, 1980. – 80с.

#### 7.2 Дополнительная учебная, научная и методическая литература:

1. Аваев, Н.А., Наумов Ю.Е., Фролкин В.Т. Основы микроэлектроники, М. Радио и Связь. 1991 г. 288 С. [2 экз. в фундаментальной библиотеке ННГУ].
2. Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники : учеб. программа дисциплины / сост. : В. А. Юзова, Г. Н. Шелованова. – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – 36 с.
3. Зимин, С. П. Электрические свойства пористого кремния / С. П. Зимин // ФТП. – 2000. – Т. 34 (вып. 3). – С. 359–363.



4. Асеев, А. Л. Перспективы применения структур «кремний-на-изоляторе» в микро-, наноэлектронике и микросистемной технике / А. Л. Асеев и др. // Микросистемная техника. – 2002. – № 9. – С. 25–29.
5. Алферов, Ж. И. История и будущее полупроводниковых гетероструктур / Ж. И. Алферов // Физика и техника полупроводников. – 1998. – Т. 32. – № 1. – С. 3–18.
6. Белоус, И. А. Теория сигналов / И. А. Белоус, Ю. А. Левашов. – Владивосток : Изд-во ВГУЭС. – 2017. – 101 с.
7. Романова, Л. Д. Интегральные преобразования / Л. Д. Романова, Т. А. Шаркунова, Т. В. Елисеева. – Пенза : Изд-во ПГУ. – 2015. – 80 с.
8. Каяцкас, А. А. Основы радиоэлектроники / А. А. Каяцкас. – Москва : Изд-во Высшая школа. – 1988. – 464 с.
9. Букингем, М. Шумы в электронных приборах и системах / М. Букингем. – Москва : Изд-во Мир. – 1986. – 399 с.
10. Зельдин, Е. А. Децибелы / Е. А. Зельдин. – Москва : Изд-во Энергия. – 1977. – 64 с.
11. Гусев, Б. В. Фильтрация сигналов и согласование нагрузок / Б. В. Гусев, Е. В. Лагунов, С. Н. Шабунин. – Екатеринбург : Изд-во Уральского университета. – 2022. – 138 с.
12. Солонин, С. И. Метод гистограмм / С. И. Солонин. – Екатеринбург : Изд-во Уральского федерального университета. – 2014. – 98 с.
13. Степанов, А. В. Синхронный детектор / А. В. Степанов. – Москва : Изд-во МГУ. – 2022. – 14 с.
14. Рогинский, В. Ю. Экранирование в радиоустановках / В. Ю. Рогинский. – Ленинград : Изд-во Энергия. – 1969. – 112 с.
15. Отт, Г. Методы подавления шумов и помех в электронных системах / Г. Отт. – Москва : Изд-во Мир. – 1979. – 317 с.
16. Лупов, С. Ю. LabVIEW в примерах и задачах. Учебно-методические материалы по программе повышения квалификации «Обучение технологиям National Instruments» / С. Ю. Лупов, С. И. Муякшин, В. В. Шарков. – Нижний Новгород : Изд-во Нижегородского государственного университета. – 2007. – 101 с.

### 7.3 Ресурсы сети *Интернет*.

1. <http://www.lib.unn.ru/> - сайт Фундаментальной библиотеки ННГУ.
2. <http://www.unn.ru/books/> - фонд образовательных электронных ресурсов ННГУ.
3. <https://biblio-online.ru/> - сайт электронной библиотеки «Юрайт», содержащий в открытом доступе книги по отдельным разделам Наук о материалах.
4. <https://e.lanbook.com> – сайт электронно-библиотечной системы «ЛАНЬ», содержащий в открытом доступе книги по отдельным разделам Наук о материалах.
5. <http://www.sciencedirect.com> – сайт международного издательства «Elsevier», публикующего статьи и монографии по актуальным направлениям физики конденсированного состояния и физического материаловедения, совпадающим с тематикой отдельных разделов преподаваемой дисциплины.
6. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - российская научная электронная библиотека «Elibrary», публикующая статьи в области Наук о материалах.
7. <http://springer.com> – сайт международного издательства Springer, публикующая статьи в области Наук о материалах.

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

Установленные в учебных классах физического факультета ННГУ и научно-исследовательских лабораторий НИФТИ ННГУ пакеты компьютерных аналитических и графических вычислений для персонального компьютера. Допускается применение сред Wolfram Mathematica, Matlab, пакетов ANSYS Workbench, свободно распространяемого

программного обеспечения для анализа результатов металлографических и электронно-микроскопических исследований, рентгеновских дифрактограмм, результатов электрохимических испытаний и др.

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

Библиотечные залы и компьютерные классы ННГУ и НИФТИ ННГУ, обеспечивающие доступ к Интернет-ресурсам. Для чтения лекций со стороны физического факультета и НИФТИ ННГУ предоставляются аудитории с презентационным оборудованием.

Учебно-лабораторный интерактивный комплекс «Схемотехника радиофотоники» для Учебно-лабораторные интерактивные комплексы «Схемотехника радиофотоники» (рук. Бобров А.И., г. Н. Новгород, пр-кт Гагарина, д.23 корп.3, ауд. 121, ауд.226, ауд. 228, ауд. 339, ауд.534) и «Технологии интегральных схем» (рук. Дорохин М.В., г. Н. Новгород, пр-кт Гагарина, д.23 корп.3, ауд.412а, ауд.437) для проведения занятий со студентами с использованием современного технологического оборудования, современных условий производства (чистых зон), современных методов измерений характеристик изделий микроэлектроники, предусмотренных программой, оснащенный

- чистой зоной (ISO-7) для обеспечения технологического процесса и ознакомления студентов с правилами работы в чистых помещениях;

- высокотехнологичным оборудованием:

- фемтосекундный лазер FX200 – для исследования динамических эффектов в элементах оптоэлектроники, развития методической базы и привлечения студентов к современным методам измерений характеристик оптоэлектронных компонент;

- пикосекундный лазер PX110 – для исследования динамических эффектов в элементах оптоэлектроники, элемент технологического цикла оптоэлектроники, разработка новой технологической линейки с использованием методов лазерного отжига, обучение студентов современным технологическим процессам;

- установка микросварки RM-BW – технологический компонент для присоединения контактов к полупроводниковым компонентам, обучение студентов практическим навыкам работы на автоматизированном монтажном оборудовании.

Для выполнения работ в рамках производственной практики со стороны НИФТИ ННГУ предоставляется доступ к современному исследовательскому и технологическому оборудованию, необходимому для проведения практических занятий, в том числе:

- вакуумная установка для нанесения металлических слоёв Torr International;

- установка импульсного лазерного нанесения в вакууме;

- комплект фотолитографического оборудования на базе установки совмещения и экспонирования ЭМ-5026M1;

- универсальная установка для гальваномагнитных и оптических исследований на базе криостата Janis CCS-300S/202;

- оптический стол с набором оптических элементов;

- установка для измерения магнитооптических эффектов Керра и Фарадея;

- комплексе рамановской спектроскопии NTEGRA Spectra производства компании NT-MDT;

- установка сверхточного монтажа fineplacer lambda;

- установка для микросварки проволокой и лентой hb 16;

- вытяжной шкаф с химическими реактивами;

- установка для исследования термоэлектрических свойств материалов.

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

По результатам практики в форме практической подготовки магистрант 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 профессиональных компетенций, определенных образовательной программой, с описанием решения задач практики.

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

Проверка отчетов по учебным практикам 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 магистрантом 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 производственной (Научно-исследовательская работа) ( в форме практической подготовки)**

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции	Планируемые результаты обучения	Наименование оценочного средства
1	<b>УК-1</b>	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<p><b>- знать:</b> методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации;</p> <p><b>- уметь:</b> применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации;</p> <p><b>- владеть:</b> методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий.</p>	Отчет по практике Вопросы к устному собеседованию при защите отчета по практике

2	<b>УК-2</b>	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<p><b>- знать:</b> этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами;</p> <p><b>- уметь:</b> разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта</p> <p>управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;</p> <p><b>- владеть:</b> методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта.</p>	Отчет по практике Вопросы к устному собеседованию при защите отчета по практике
3	<b>ПК-1</b>	Способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач, строить физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	<p><b>- знать:</b> методы построения физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники;</p> <p><b>- уметь:</b> использовать стандартные программные средства для компьютерного моделирования приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;</p> <p><b>- владеть:</b> навыками разработки алгоритмов решения задач и использования стандартных программных средств их компьютерного моделирования.</p>	Отчет по практике Вопросы к устному собеседованию при защите отчета по практике

4	<b>ПК-2</b>	Способность аргументировано выбирать и реализовывать на практике современные и эффективные методики экспериментального исследования параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	<p><b>- знать:</b> методики измерений параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения;</p> <p><b>- уметь:</b> совершенствовать и внедрять новые методы и методики измерений параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и нанoeлектроники;</p> <p><b>- владеть:</b> навыками использования современных методик экспериментального исследования параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и нанoeлектроники.</p>	Отчет по практике Вопросы к устному собеседованию при защите отчета по практике
5	<b>ПК-4</b>	Готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, и способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	<p><b>- знать:</b> тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники;</p> <p><b>- уметь:</b> рассчитывать предельно допустимые и предельные режимы работы изделий микро- и нанoeлектроники;</p> <p><b>- владеть:</b> навыками обоснованного выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и нанoeлектроники.</p>	Отчет по практике Вопросы к устному собеседованию при защите отчета по практике

6	<b>ПК-5</b>	<p>Готовность делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, методически грамотно излагать материал и представлять его в виде научных отчетов, публикаций, презентаций, методических пособий</p>	<p><b>- знать:</b> методы анализа и систематизации результатов исследований, способы представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций;</p> <p><b>- уметь:</b> методически грамотно излагать материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций;</p> <p><b>- владеть:</b> навыками анализа и систематизации результатов исследований, представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.</p>	<p>Отчет по практике Вопросы к устному собеседованию при защите отчета по практике</p>
---	-------------	---	---	--

**Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций**

Индикаторы компетенции	<b>ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ</b>						
	<b>плохо</b>	<b>неудовлетворительно</b>	<b>удовлетворительно</b>	<b>хорошо</b>	<b>очень хорошо</b>	<b>отлично</b>	<b>превосходно</b>
	<b>не зачтено</b>		<b>зачтено</b>				
<b>Полнота знаний</b>	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
<b>Наличие умений</b>	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 и недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме без недочетов

<b>Наличие навыков (владение опытом)</b>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа на вопросы собеседования	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач
<b>Мотивация (личностное отношение)</b>	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
<b>Характеристика сформированности компетенции</b>	Компетенция не сформирована. Отсутствуют знания, умения, навыки, необходимые для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям, но есть недочеты. Имеющихся знаний, умений,	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для	Сформированность компетенции превышает стандартные требования. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для



	обучение	Требуется повторное обучение	достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	навыков и мотивации в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется отработка дополнительных практических навыков	целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	решения сложных практических (профессиональных) задач	применения творческого подхода к решению сложных практических (профессиональных) задач
<b>Уровень сформированности компетенций</b>	Нулевой	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий	Очень высокий
	низкий		достаточный				

### Критерии итоговой оценки результатов практики

Критериями оценки результатов прохождения обучающимися практики являются сформированность предусмотренных программой компетенций, т.е. полученных теоретических знаний, практических навыков и умений, а также личностной мотивации (самостоятельность, творческая активность, работоспособность).

Оценивание результатов практики производится по системе «Зачет с оценкой».

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.

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

### 10.2.1. Требования к отчету по практике

При оформлении отчета по практике рекомендуется придерживаться требований, установленных ГОСТ 7.32-2017 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

Титульный лист отчета оформляется в соответствии с Приложением 1.

Рекомендуемый объем отчета по практике – не менее 50 стр.

Рекомендуемыми структурными элементами отчета являются:

- Титульный лист
- Содержание
- Определения (термины)
- Обозначения и сокращения
- Введение
- Литературный обзор (не менее 20% объема, но не более 40% объема отчета)
- Основная часть (описание результатов экспериментальных / теоретических исследований)
- Выводы
- Список литературы
- Приложения

*Содержание* включает введение, наименование всех разделов, подразделов, пунктов (если они имеют наименование), выводы, список использованных источников и приложений с указанием номеров соответствующих страниц.

Раздел «*Определения*» содержит перечень ключевых терминов, которые используются в отчете, с их расшифровкой (определениями).

Раздел «*Обозначения и сокращения*» содержит перечень обозначений и сокращений, применяемых в отчете по практике. Допускается определения, обозначения и сокращения приводить в одном разделе «*Определения, обозначения сокращения*».

Раздел «*Введение*» должен содержать описание решаемой научно-технической проблемы, ее актуальности (научной и практической) и новизны, а также общее описание подхода к решаемой проблеме. Раздел «*Введение*» должен заканчиваться *целью* работы и описанием *задач*, которые решаются в научной работе для достижения поставленной цели.

Во введении также отражаются:

1. Сроки прохождения практики:
2. Место прохождения практики (структурное подразделение, лаборатория)

Рекомендуемый объем *литературного обзора* должен составлять ~ 25% от общего объема текста работы. В литературном обзоре, кроме анализа современного состояния исследований по изучаемой проблеме, рекомендуется также отразить описание специфики изучаемого объекта (материала); описание физических (химических, механических) основ и специфики методик, с помощью которых проводится аттестация материала – объекта исследования, а также описание специфики и физических основ технологии, которая используется для получения материала.

(ВАЖНО – Литературный обзор должен быть направлен на формирование у исследователя целостной научной картины мира в отношении изучаемого явления/материала. В связи с этим литературный обзор не должен представлять собой простое переписывание известных книг и статей без подробного анализа приведенной в них информации).

Обязательное требование к литературному обзору – наличие в списке цитируемой литературы статей (или монографий) на английском языке.

Рекомендуемый минимальный объем списка цитируемой литературы для литературного обзора – не менее 10 классических монографий и/или обзорных статей и не менее 20

современных актуальных статей по теме исследования, опубликованных в ведущих научных журналах за последние 10 лет.

*Основная часть* отчета (для экспериментальных работ) должна содержать следующие обязательные элементы (подпункты):

*Объект(ы) исследования и экспериментальные методики*

- Объект(ы) исследования (подробное описание химического состава материала (марки материала), способа его получения и обработки, а также любой другой существенной для научного исследования информации);
- *Экспериментальные методики* (для каждой используемой методики - подробное описание инструментальной базы, с помощью которой проводились исследования; описание процедуры измерения; описание измеряемых параметров; описание процедуры расчета погрешностей измерения; описание процедуры пробоподготовки);
- *Используемые технологии* (в том случае, если работа предполагает получение образцов с использованием технологического оборудования – описание используемой установки и принципов ее работы; описание режимов (диапазона режимов) в которых проводилось получение образцов; описание процедуры обработки образцов после получения – если это предусмотрено технологическим процессом);
- Информация о знакомстве с *требованиями техники безопасности* при работе с исследовательским и/или технологическим оборудованием, в том числе – в области природоохранных технологий.

*Описание экспериментальных результатов* – подробное описание полученных экспериментальных результатов с графиками и таблицами, иллюстрирующими ключевые моменты исследования.

*Обобщение и анализ полученных результатов* – раздел, в котором необходимо описать и проанализировать закономерности (явления, эффекты), обнаруженные в работе.

*Список используемых источников* содержит ссылки на литературные источники. Этот раздел рекомендуется оформлять в соответствии с требованиями журналов к публикациям.

В раздел «*Приложения*» выносятся акты изготовления образцов, протоколы исследований (испытаний), а также фотографии микроструктур, которые не вошли в основной текст отчета, тексты программ и т.д.

Наименования структурных элементов отчета "СОДЕРЖАНИЕ", "ОПРЕДЕЛЕНИЯ", "ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ", "ВВЕДЕНИЕ", "ЗАКЛЮЧЕНИЕ", "СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ", "ПРИЛОЖЕНИЕ" служат заголовками структурных элементов отчета. Заголовки структурных элементов следует располагать в середине строки без точки в конце и печатать прописными буквами, не подчеркивая.

Слово «*рисунок*» и его наименование располагают посередине строки. Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисовочный текст).

Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных.

*Таблицу* следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. На все таблицы должны быть ссылки в отчете. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

Итоговый текст отчета по практике должен быть предоставлен руководителю практики для составления отзыва не менее, чем за 5 дней до даты защиты отчета на заседании кафедры.

### 10.2.2. Вопросы к собеседованию по практике

№	Вопрос	Код компетенции
1.	Проведите критический анализ сильных и слабых сторон Вашей научной работы, в том числе – в свете современных достижений в области электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники	УК-1

2.	Расскажите о том, как была решена поставленная задача (желательно – в рамках проектного подхода)	УК-2
3.	Предложите альтернативные варианты решения поставленных перед Вами задач, в том числе – с учетом ограниченных ресурсов	ПК-1
4.	Какие методологические проблемы возникали перед Вами в процессе выполнения научно-исследовательской работы?	УК-1
5.	Какие информационные технологии, стандартное программное обеспечение и специализированные программные продукты Вы использовали при выполнении работы?	ПК-2
6.	В каких информационно-библиотечных системах Вы проводили поиск с целью анализа современного состояния исследований в Вашей профессиональной области?	ПК-2
7.	Опишите принципы, в соответствии с которыми Вы проводили аналитический обзор по своей тематике.	ПК-4
8.	Опишите наиболее перспективные направления развития науки и техники в своей профессиональной области и в смежных областях, которые были Вами выявлены в ходе проведения литературного обзора	ПК-4
9.	Опишите состав и уровень квалификации научной группы, в которой Вы работали в ходе выполнения своей научно-исследовательской работы	УК-2
10.	Какие Вам необходимы дополнительные квалификации (знания, умения, навыки) для дальнейшего успешного выполнения научно-исследовательской работы?	ПК-5
11.	Какие Вам необходимы дополнительные квалификации (знания, умения, навыки) для решения прикладных задач, связанных с внедрением полученных инновационных решений? Опишите примерный уровень и уровень квалификации научной группы, которая могла бы осуществить такое внедрение.	ПК-5
12.	Соотнесите полученные результаты с мировым уровнем исследований в своей предметной области	ПК-5
13.	Опишите, какие именно методики Вы использовали для своей работы. Обоснуйте их выбор. Как Вы проверяли достоверность получаемых результатов? Какие еще методики Вам необходимы для продолжения работы над тематикой?	ПК-2
14.	Опишите, как Вы видите дальнейшее развитие своей тематики. Как следует скорректировать дальнейший план Вашей экспериментальной / теоретической работы?	ПК-5
15.	Какие теоретические модели были Вами использованы для анализа полученных экспериментальных результатов?	ПК-1
16.	Опишите принципы коммуникации внутри Вашей научной группы? С какими сложностями Вы столкнулись при взаимодействии в рамках научной группы?	УК-2
17.	Соответствуют ли полученные Вами результаты известным физическим моделям и/или результатам, полученным другими авторами?	ПК-5
18.	Опубликованы ли Ваши результаты в рецензируемом научном журнале или представлены ли в форме доклада на конференции?	ПК-5
19.	Опишите требования нормативной документации, регламентирующей правила составления отчетов, аналитических обзоров и патентных исследований.	ПК-5

20.	Какие основные отечественные и зарубежные научные журналы публикуют результаты исследований по Вашей тематике, и какие требования к публикациям они выдвигают?	ПК-5
21.	Обоснуйте научную актуальность проведенных Вами исследований и научную новизну полученных Вами результатов – с учетом требований, которые выдвигают ведущие отечественные и зарубежные научные журналы в Вашей профессиональной области.	ПК-5

### 10.2.3. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль может проводиться во время консультаций и представлять собой контроль хода выполнения индивидуального задания. Периодичность контроля – раз в неделю. Продолжительность контроля – 45 мин.

**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

«УТВЕРЖДАЮ»  
Руководитель производственной практики

---

**ОТЧЁТ ПО ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ**  
*Научно-исследовательская работа*

**НАЗВАНИЕ РАБОТЫ**

Направление 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профиль: Новые полупроводниковые технологии

Выполнил:  
студент \_\_ курса группы \_\_\_\_\_  
**Фамилия И.О.**

---

Руководитель практики:  
Должность, степень, звание  
**Фамилия И.О.**

---

Нижегород  
2024 г.

Предписание на практику распечатывается из личного кабинета на [portal.unn.ru](http://portal.unn.ru)