

**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 Ученого совета ННГУ

протокол № 7 от 28.06.2023 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  
2023 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., профессор В.Н. Чувильдеев

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета, протокол б/н от 20.05.2023.

## 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:

| Форма обучения | Курс (семестр)   |
|----------------|------------------|
| очная          | 1 курс 2 семестр |

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

- ООО «Т8», НИИИС им. Ю.Е. Седакова и др.;
- 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**

| Формируемые компетенции<br>с указанием кода<br>компетенции                          | Планируемые результаты обучения<br>при прохождении практики  |
|---|--|
| <b>УК-1.</b> Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе | <b>- знать:</b><br>методы системного и критического анализа;<br>методики разработки стратегии действий для выявления и |

| Формируемые компетенции<br>с указанием кода<br>компетенции  | Планируемые результаты обучения<br>при прохождении практики   |
|---|---|
| системного подхода,<br>вырабатывать стратегию<br>действий   | <p>решения проблемной ситуации;</p> <p><b>- уметь:</b><br/>применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций;<br/>разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации;</p> <p><b>- владеть:</b><br/>методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций;<br/>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><br/>этапы жизненного цикла проекта;<br/>этапы разработки и реализации проекта;<br/>методы разработки и управления проектами;</p> <p><b>- уметь:</b><br/>разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ;<br/>объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;</p> <p><b>- владеть:</b><br/>методиками разработки и управления проектом;<br/>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><br/>методы построения физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники;</p> <p><b>- уметь:</b><br/>использовать стандартные программные средства для компьютерного моделирования приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения;</p> <p><b>- владеть:</b><br/>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 свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и нанoeлектроники  | <p><b>- знать:</b><br/>методики измерений параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения;</p> <p><b>- уметь:</b><br/>совершенствовать и внедрять новые методы и методики измерений параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и нанoeлектроники;</p>  |

| <b>Формируемые компетенции с указанием кода компетенции</b>   | <b>Планируемые результаты обучения при прохождении практики</b>   |
|---|---|
| различного функционального назначения   | - <b>владеть:</b><br>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><br>тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники;<br>- <b>уметь:</b><br>рассчитывать предельно допустимые и предельные режимы работы изделий микро- и наноэлектроники;<br>- <b>владеть:</b><br>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><br>методы анализа и систематизации результатов исследований, способы представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций;<br>- <b>уметь:</b><br>методически грамотно излагать материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций;<br>- <b>владеть:</b><br>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*

| <b>п/п</b> | <b>Этап</b>     | <b>Содержание этапа</b>   | <b>Трудоемкость (часов/неделя)</b> |
|------------|-----------------|---|------------------------------------|
| 1          | Организационный | 1. Проведение организационного собрания. Знакомство с целями и задачами практики. Определение способов представления результатов, установление процедур и критериев | 16/2                               |

|   |  |  |                             |
|---|--|--|-----------------------------|
|   |  | оценки результативности выполнения задач практики.<br>2. Подготовка индивидуального плана выполнения программы практики в соответствии с заданием руководителя практики.<br>3. Проведение инструктажа по технике безопасности руководителем практики или ответственным специалистом. |                             |
| 2 | Основной<br>(экспериментальный)                              | 1. Изучение методов исследований.<br>2. Проведение необходимых исследований в соответствии с программой практики.<br>3. Систематизация полученных данных. Анализ и обобщение результатов. Обсуждение результатов с руководителем практики.   | 230/10                      |
| 3 | Заключительный<br>(обработка и анализ полученной информации) | 1. Формирование отчета<br>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., Тимошенко 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://metallicheskiy-portal.ru/articles/svarka/paika/besflysovaa\\_paika](http://metallicheskiy-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 нанoeлектроники : 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-, нанoeлектронике 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 госуниверситета. – 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 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 отчётов 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     | УК-1            | Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий | <p><b>- знать:</b><br/>методы системного и критического анализа;<br/>методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации;</p> <p><b>- уметь:</b><br/>применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций;<br/>разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации;</p> <p><b>- владеть:</b><br/>методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций;<br/>методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий.</p> | Отчет по практике<br>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><br/>этапы жизненного цикла проекта;<br/>этапы разработки и реализации проекта;<br/>методы разработки и управления проектами;</p> <p><b>- уметь:</b><br/>разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ;<br/>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><br/>методиками разработки и управления проектом;<br/>методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта.</p> | Отчет по практике<br>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><br/>методы построения физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники;</p> <p><b>- уметь:</b><br/>использовать стандартные программные средства для компьютерного моделирования приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;</p> <p><b>- владеть:</b><br/>навыками разработки алгоритмов решения задач и использования стандартных программных средств их компьютерного моделирования.</p>  | Отчет по практике<br>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><br/>методики измерений параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения;</p> <p><b>- уметь:</b><br/>совершенствовать и внедрять новые методы и методики измерений параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и нанoeлектроники;</p> <p><b>- владеть:</b><br/>навыками использования современных методик экспериментального исследования параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и нанoeлектроники.</p> | Отчет по практике<br>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><br/>тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники;</p> <p><b>- уметь:</b><br/>рассчитывать предельно допустимые и предельные режимы работы изделий микро- и нанoeлектроники;</p> <p><b>- владеть:</b><br/>навыками обоснованного выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и нанoeлектроники.</p>  | Отчет по практике<br>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><br/>методы анализа и систематизации результатов исследований, способы представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций;</p> <p><b>- уметь:</b><br/>методически грамотно излагать материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций;</p> <p><b>- владеть:</b><br/>навыками анализа и систематизации результатов исследований, представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.</p> | <p>Отчет по практике<br/>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 (подрисуночный 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 нанoeлектроники, 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»**

Передовая инженерная школа

«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  
2023 г.

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