

**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**

Производственно-технологическая практика

Направление подготовки **11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**

Профиль
Новые полупроводниковые технологии

Квалификация
магистр

Форма обучения
очная

Нижеий 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 (Производственно-технологическая практика)** магистрантов являются осуществление опытно-конструкторской, технологической работы на высоком научно-техническом уровне, овладение методами, формами и видами опытно-конструкторской, технологической деятельности, развитие у будущих исследователей комплекса необходимых навыков и компетенций.

Задачами **производственной практики (Производственно-технологическая практика)** являются:

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

2. Место практики в структуре образовательной программы

Производственная практика (производственно-технологическая практика) относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, основной образовательной программы по направлению 11.04.04 – Электроника и нанoeлектроника (направленность: Новые полупроводниковые технологии) проводится в 3 и 4 семестрах обучения.

Производственная практика (производственно-технологическая практика) базируется на содержании профильных дисциплин бакалавриата в области электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, а также на содержании профильных дисциплин магистратуры («Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники», «Технологии полупроводниковых приборов», «Функциональные материалы», «Методы радиофотоники и СВЧ-электроники», «Физико-химические основы технологий радиофотоники», «Практикум по технологиям радиофотоники», «Полупроводниковые приборы и электроника», «Оптика», «Элементная база оптоэлектроники» и др.).

Вид практики: **производственная.**

Тип практики: **Производственно-технологическая практика.**

Способ проведения: **стационарная.**

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

Общая трудоемкость практики составляет:

18 зачетных единиц

648 часов

22 4/6 недели.

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

Анализ состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников;

Определение цели, постановка задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготовка технических заданий на выполнение проектных работ;

Проектирование устройств, приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований;

Разработка проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями.

Разработка технических заданий на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники;

Проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства;

Разработка технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники;

Обеспечение технологичности изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценка экономической эффективности технологических процессов;

Авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и систем электронной техники на этапах проектирования и производства.

Прохождение практической подготовки предусматривает:

а) Контактную работу – практические занятия (42 часа), контроль самостоятельной и иной форм работы (2 часа) – текущие консультации с руководителем практики и мероприятия промежуточного контроля успеваемости (собеседование и проверка отчёта руководителем практики)

б) Иную форму работы студента во время практики – 604 часа (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 22 4/6 недель, сроки проведения в соответствии с учебными планами:

Форма обучения	Курс (семестр)
очная	2 курс 3 семестр
очная	2 курс 4 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 опытно-конструкторских и технологических работ 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 с указанием кода компетенции	Планируемые результаты обучения при прохождении практики
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	<p>- знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации;</p> <p>- уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации;</p> <p>- владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий.</p>
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<p>- знать: этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами;</p> <p>- уметь: 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>- владеть: методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта.</p>
УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели	<p>- знать: методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства;</p> <p>- уметь: разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; разрабатывать командную стратегию; применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели;</p> <p>- владеть: умением анализировать, проектировать и организовывать</p>

Формируемые компетенции с указанием кода компетенции	Планируемые результаты обучения при прохождении практики
	межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом.
ПК-6. Готовность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	<p>- знать: алгоритмы проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения;</p> <p>- уметь: определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения;</p> <p>- владеть: навыками проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготовки технического задания на выполнение проектных работ.</p>
ПК-7. Способность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	<p>- знать: алгоритмы проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием;</p> <p>- уметь: использовать средства автоматизации проектирования;</p> <p>- владеть: навыками выполнения расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения.</p>
ПК-8. Способность разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	<p>- знать: основы технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники;</p> <p>- уметь: разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники;</p> <p>- владеть: навыками проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники.</p>
ПК-9. Готовность осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства	<p>- знать: принципы работы устройств, приборов и систем электронной техники;</p> <p>- уметь: разрабатывать устройства, приборы и системы электронной техники, готов осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств на этапах проектирования и производства;</p> <p>- владеть: навыками разработки устройств, приборов и системы электронной техники.</p>

Формируемые компетенции с указанием кода компетенции	Планируемые результаты обучения при прохождении практики
<p>ПК-14-нппт. Способен разрабатывать и тестировать современные изделия радиофотоники</p>	<p>- знать: элементную базу радиофотоники; принципы работы модуляторов света по схеме Маха-Цендера; технологии изготовления модуляторов света по схеме Маха-Цендера;</p> <p>- уметь: задавать рабочие параметры модуляторов света; осуществлять различные виды стабилизации программных алгоритмов, управляющих модулятором по схеме Маха-Цендера;</p> <p>-владеть: методиками измерения основных параметров модуляторов оптические потери, коэффициент передачи S21 и т.д.; практическим опытом работ по изготовлению модуляторов.</p>
<p>ПК-15-нппт. Способен применять современные методы и технологии производства интегральных микросхем и других полупроводниковых приборов</p>	<p>-знать: физику полупроводников и полупроводниковых приборов (зонная теория, MOS, BJT, CMOS и т.д.); методы анализа отказов микросхем (подготовка образцов, скол, FIB, ВИМС, ОЖЕ, электронная микроскопия, тепловизионный анализ и т.д.); основы технологий, используемых при производстве интегральных микросхем и в смежных областях: проекционная фотолитография, плазмохимическое травление, термическая обработка, ионное легирование (имплантация), жидкостно-химическая обработка, осаждение из газовой фазы (CVD), напыление (PVD), химико-механическая полировка (CMP); методы моделирования технологических процессов, методы интеграции процессов; принципы применения системы менеджмента качества при выполнении НИОКР и на производстве.</p> <p>-уметь: применять методы тестирования полупроводниковых приборов, включая методы контроля/анализа дефектности.</p> <p>-владеть: основами технологического процесса изготовления интегральных микросхем в общем смысле: от стадии проектирования до тестирования готовой микросхемы.</p>

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.	3 семестр 20/2 4 семестр 20/ 4/6
2	Основной (<i>опытно-конструкторский, технологический</i>)	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.	3 семестр 284/12 4 семестр 284/4
3	Заключительный (<i>обработка и анализ полученной информации</i>)	1. Формирование отчета 2. Сдача зачета по практике	3 семестр 20/3 4 семестр 20/1
	ИТОГО:		648 часов / 22 4/6 недели

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. Кейси Х., Паниш М. Лазеры на гетероструктурах М., Мир, 1981.
2. Зи, С. Физика полупроводниковых приборов / С. Зи. - в 2-х книгах. кн. 1. пер. с англ. – 2-е перераб. и доп. изд. – М.: Мир, 1984. – 456 с.

3. Жуков А.Е. Основы физики и технологии полупроводниковых лазеров СПб. : Изд-во Академ. ун-та, 2016. – 364с.
4. Курносов А.И., Юдин В.В. Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем. – М.: Высш. Шк., 1986 – 368 с.
5. Справочник по пайке. Под ред. Петрунина И.Е.. 3-е изд., перераб. И доп. М.: Машиностроение, 2003.
6. Егоров В.Н. Сплавы и соединения для электронной техники: Учебное пособие. - Иваново, 2003.
7. В. Л. Ланин, А. П. Достанко, Е. В. Телеш. Формирование токопроводящих контактных соединений в изделиях электроники. - Минск, "Издательский центр БГУ" , - 2007.
8. В.А. Геловани, А.П. Скороходов, В.И. Швейкин // М.: Эдиториал УРСС. 2005.
9. Блихер, А. Физика тиристоры: Пер. с англ. / Под ред. И. В. Грехова. – Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1981. – 264 с.
10. Пасынков, В.В., Полупроводниковые приборы / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1987. – 479 с.
11. Кублановский Я. С. Тиристорные устройства / Я. С. Кублановский. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Радио и связь. – 1987. – 112 с.
12. Тейлор, П. Расчет и проектирование тиристоры / П. Тейлор. – пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 208 с.
13. Шалимова, К. В. Физика полупроводников / К. В. Шалимова. – СПб.: Изд-во «Лань», 2010. – 400 с.
14. Гуртов, В.А. Оптоэлектроника и волоконная оптика / В. А. Гуртов. – Петрозаводск: Изд во ПетрГУ, 2005. — 100 с.
15. Шуберт, Ф.Е. Светодиоды / Ф.Е. Шуберт. – М.: Физматлит, 2008. – 495 с.
16. Верещагин, И.К. Косяченко Л.А., Кокин С.М. Введение в оптоэлектронику / И.К. Верещагин, Л.А. Косяченко, С.М. Кокин. – М.: Высшая школа, 1991. – 189с.
20. Стриха, В.И. Полупроводниковые приборы с барьером Шоттки (физика, технология применение) / В.И. Стриха, Е.В. Бузанева, И.А. Радзиевский // Москва: Сов. радио. - 1974. – 248 С.
21. Ефимов, И.Е. Основы микроэлектроники. Учебник для студентов /И.Е. Ефимов, И.Я. Козырь // М.: Высш. шк. - 1983. - 384 С.
- 22.Щука, А.А. Нанозлектроника / А.А. Щука // М.: Физматкнига. - 2007. - 464 С.
23. Родерик, Э.Х. Контакты металл-полупроводник / Э.Х. Родерик // Москва: Радио и связь. - 1982. - 209 С.
24. Технология СБИС / под ред. С. Зи // Москва. Мир. - 1986. - книга 2. - 453 С.
25. Технология тонких плёнок Т.1 / под ред. Л. Майссела, Р. Глэнга // Сов. Радио. - 1977. – 664 С.
26. Технология тонких плёнок Т.2 / под ред. Л. Майссела, Р. Глэнга // Сов. Радио. - 1977. – 768 С.
27. Курносов, А.И. Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем / М. Высш. Шк. - 1986. - 368 С.
28. Аваев, Н.А. Основы микроэлектроники / Н.А. Аваев, Ю.Е. Наумов, В.Т. Фролкин // Москва. Радио и связь. - 1991. – 288 С.
29. 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.
30. Прокопьев Е.П., Тимошенков С.П., Суворов А.Л. и др. Особенности технологии изготовления КНИ структур прямым сращиванием пластин кремния и контроля их качества // Институт теоретической и экспериментальной физики. 2000. С. 2 - 11.

31. Красников Г.Я., Зайцев Н.А. Физико-технологические основы обеспечения качества СБИС. М. "Микрон-принт". 1999.
32. Валиев К.А., Кармазинский А.Н., Королев М.А. Цифровые интегральные схемы на МДП-транзисторах. М. Сов. Радио. 1971. С. 377.
33. Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем / Под редакцией А.И. Курносов, В.В.Юдин -М.: «Высшая школа», 1986, - С.107.
34. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок./ Под редакцией Л.А. Коледов. -М.: «Радио и связь», 1989, -С400.
35. Малышева Н. А. Технология производства микроэлектронных устройств. М.: Высшая школа. 1991.
36. Черняев В. Н. Технология производства интегральных микросхем и микропроцессоров. М.: Радио и связь. 1987.

7.2 Дополнительная учебная, научная и методическая литература:

1. Пузин И.Б., Шейнкман М.К., Шерварлы Г.К. Определение важнейших параметров непрерывных инжекционных лазеров из анализа их электрофизических характеристик. Электронная техника, сер.11, Лазерная техника и оптоэлектроника, вып.1(57), стр. 3-16, 1991.
2. П.В. Павлов, А.Ф. Хохлов Физика твёрдого тела // М. ВШ. 1985. 384 С. [5 экз. в фундаментальной библиотеке ННГУ].
3. Карзанова М. В., Дикарева Н.В., Некоркин С.М. Высокоточный монтаж лазерных чипов с помощью установки Fineplacer lambda-96. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014. – 83 с.
4. Микаэлян Г.Т. Анализ тепловых режимов мощных полупроводниковых лазеров и наборных решеток. - Квантовая электроника, - 2006, - Т.36, - вып.3, - С.222.
5. В. Ланин, Е. Телеш Алмазные теплоотводы для изделий электроники повышенной мощности. - Силовая электроника, - 2008, - вып.3, - С. 120.
6. И.А. Андреев, О.Ю. Серебренникова, Н.Д. Ильинская, А.А. Пивоварова, Г.Г. Коновалов, Е.В. Куницына, В.В. Шерстнев, Ю.П. Яковлев// ФТП. 2015. В. 12 (49). С. 1720
7. А.В. Сорочкин, В.С. Варавин, А.В. Предеин, И.В. Сабина, М.В. Якушев// ФТП 2012. В. 4 (46). С. 551.
8. Н.Б. Звонков, Б.Н. Звонков, А.В. Ершов, Е.А. Ускова, Г.А. Максимов // Квантовая электроника. 1998. Т. 25 (7). С. 622.
9. В.Я. Алешкин, Т.С. Бабушкина, А.А. Бирюков, А.А. Дубинов, Б.Н. Звонков, М.Н. Колесников, С.М. Некоркин //Квантовая электроника. 2010. Т.40 (10). С.855.
10. С.О. Слипенченко, Д.А. Винокуров, Н.А. Пихтин, З.Н. Соколова, А.П. Станкевич, И.С. Тарасов, Ж.И. Алферов //ФТП. 2004. Т.38 (1). С. 477.
11. Войтович, В. Si, GaAs, SiC, GaN – силовая электроника. Сравнение, новые возможности / В. Войтович, А. Гордеев, А. Думаневич // Силовая Электроника. – 2010. – № 5 – С.4-10.
12. Вайнштейн, С.Н. Сравнительное исследование процесса включения арсенидгаллиевых и кремниевых тиристоров / С.Н. Вайнштейн, Ю.В. Жилиев, М.Е. Левинштейн // ЖТФ. – 1986. – т. 56, вып. 7. – С. 1343-1347.
13. ГОСТ 107.750878.001-87. Технология изготовления тонкопленочных плат.
14. Микитась Н.К., Минкин М.Л., Сухопаров А.И. Организационно-технические аспекты создания производства СБИС уровня технологии 0,8-1,2 мкм на кремниевых пластинах диаметром 150 мм // Труды 2А. Вып. 2. 1997.

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 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 (производственно-технологическая практика) (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>- знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации;</p> <p>- уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации;</p> <p>- владеть: 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	УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<p>- знать: этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами;</p> <p>- уметь: 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>- владеть: методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и</p>	Отчет по практике Вопросы к устному собеседованию при защите отчета по практике

			эффективности проекта.	
3	УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	<p>- знать: методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства;</p> <p>- уметь: разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; разрабатывать командную стратегию; применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели;</p> <p>- владеть:</p>	Отчет по практике Вопросы к устному собеседованию при защите отчета по практике

			умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом.	
4	ПК-6	Готовность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	<p>- знать: алгоритмы проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения;</p> <p>- уметь: определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения;</p> <p>- владеть: навыками проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготовки технического задания на выполнение проектных работ.</p>	Отчет по практике Вопросы к устному собеседованию при защите отчета по практике

5	ПК-7	Способность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	<p>- знать: алгоритмы проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием;</p> <p>- уметь: использовать средства автоматизации проектирования;</p> <p>- владеть: навыками выполнения расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения.</p>	Отчет по практике Вопросы к устному собеседованию при защите отчета по практике
6	ПК-8	Способность разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	<p>- знать: основы технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники;</p> <p>- уметь: разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники;</p> <p>- владеть: навыками проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники.</p>	Отчет по практике Вопросы к устному собеседованию при защите отчета по практике

7	ПК-9	Готовность осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства	<p>- знать: принципы работы устройств, приборов и систем электронной техники;</p> <p>- уметь: разрабатывать устройства, приборы и системы электронной техники, готов осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств на этапах проектирования и производства;</p> <p>- владеть: навыками разработки устройств, приборов и системы электронной техники.</p>	Отчет по практике Вопросы к устному собеседованию при защите отчета по практике
8	ПК-14-нппт	Способен разрабатывать и тестировать современные изделия радиофотоники	<p>- знать: элементную базу радиофотоники; принципы работы модуляторов света по схеме Маха-Цендера; технологии изготовления модуляторов света по схеме Маха-Цендера;</p> <p>- уметь: задавать рабочие параметры модуляторов света; осуществлять различные виды стабилизации программных алгоритмов, управляющих модулятором по схеме Маха-Цендера;</p> <p>-владеть: методиками измерения основных параметров модуляторов оптические потери, коэффициент передачи S21 и т.д.; практическим опытом работ по изготовлению модуляторов.</p>	Отчет по практике Вопросы к устному собеседованию при защите отчета по практике
9	ПК-15-нппт	. Способен применять современные методы и технологии производства	- знать: физику полупроводников и полупроводниковых приборов (зонная теория,	Отчет по практике Вопросы к устному собеседованию при защите отчета по

		<p>интегральных микросхем и других полупроводниковых приборов</p>	<p>MOS, BJT, CMOS и т.д.); методы анализа отказов микросхем (подготовка образцов, скол, FIB, ВИМС, ОЖЕ, электронная микроскопия, тепловизионный анализ и т.д.); основы технологий, используемых при производстве интегральных микросхем и в смежных областях: проекционная фотолитография, плазмохимическое травление, термическая обработка, ионное легирование (имплантация), жидкостно-химическая обработка, осаждение из газовой фазы (CVD), напыление (PVD), химико-механическая полировка (CMP); методы моделирования технологических процессов, методы интеграции процессов; принципы применения системы менеджмента качества при выполнении НИОКР и на производстве.</p> <p>-уметь: применять методы тестирования полупроводниковых приборов, включая методы контроля/анализа дефектности.</p> <p>-владеть: основами технологического процесса изготовления интегральных микросхем в общем смысле: от стадии проектирования до тестирования готовой микросхемы.</p>	<p>практике</p>
--	--	---	---	-----------------

Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

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

Наличие навыков (владение опытом)	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить 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
Мотивация (личностное отношение)	Полное отсутствие учебной активности и мотивации, пропущена большая часть периода практики	Учебная активность и мотивация слабо выражены, готовность решать поставленные задачи качественно отсутствует	Учебная активность и мотивация низкие, слабо выражены, стремление решать задачи на низком уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на среднем уровне, демонстрируется готовность выполнять поставленные задачи на среднем уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на уровне выше среднего, демонстрируется готовность выполнять большинство поставленных задач на высоком уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на высоком уровне, демонстрируется готовность выполнять все поставленные задачи на высоком уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на очень высоком уровне, демонстрируется готовность выполнять нестандартные дополнительные задачи на высоком уровне качества
Характеристика сформированности компетенции	Компетенция не сформирована. Отсутствуют знания, умения, навыки, необходимые для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное	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
Уровень сформированности компетенций	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 (производственно-технологическая практика)

№	Вопрос	Код компетенции
1.	Определите цель и новизну заданий, выполняемых в ходе практики	УК-1
2.	Какие конкретные задания выполнены в ходе практики	УК-2

3.	Каким образом осуществлялось взаимодействие с работниками предприятия/ группы исследователей	УК-3
4.	Какие объекты, приборы, оборудование использовалось в ходе выполнения заданий практики	ПК-6
5.	Какие математические модели объектов и процессов, методы их исследования и реализации использовались при выполнении заданий практики?	ПК-7
6.	Какие методы оценки и расчёта параметров систем (устройств) были использованы в рамках практики? Поясните суть этих методов.	ПК-14-нппт
7.	Какие методы контроля технологических процессов были использованы	ПК-15-нппт
8.	Каким образом обеспечивалась безопасность выполнения работ на лабораторном/технологическом оборудовании	ПК-8
9.	Объясните принципы работы устройств, приборов, используемых в рамках практики	ПК-9

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.

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

Анализ состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников;

Определение цели, постановка задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготовка технических заданий на выполнение проектных работ;

Проектирование устройств, приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований;

Разработка проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями.

Разработка технических заданий на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники;

Проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства;

Разработка технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники;

Обеспечение технологичности изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценка экономической эффективности технологических процессов;

Авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и систем электронной техники на этапах проектирования и производства.

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
Производственно-технологическая практика

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ

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

Выполнил:
студент __ курса группы _____
Фамилия И.О.

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

Нижний Новгород
2023 г.

Предписание на практику распечатывается из личного кабинета на portal.unn.ru