

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»
(НГТУ)**

Институт физико-химических технологий и материаловедения

Выпускающая кафедра: **«Нанотехнологии и биотехнологии»**
наименование кафедры

**УТВЕРЖДАЮ:
Директор ИФХТиМ**

(подпись) **Мацулевич Ж.В.**
(ф. и. о.)
«10» февраля 2026 г.

**Рабочая программа
производственной практики (научно-исследовательская работа)**

Направление подготовки: **11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»**

Направленность: **Технология материалов и компонентов для электроники и фотоники**

Год начала подготовки: **2026**

Квалификация выпускника: магистр

Очная форма обучения

г. Нижний Новгород, 2026 г.

Лист согласования рабочей программы практики

Разработчик рабочей программы производственной практики (научно-исследовательская работа)

Зав. кафедрой НиБ _____ /А.А. Калинина/
(подпись)

Рабочая программа производственной практики (научно-исследовательская работа) рассмотрена на заседании кафедры «Нанотехнологии и биотехнологии»

Протокол заседания от «09» февраля 2026 г. № 5

Зав. кафедрой НиБ _____ /А.А. Калинина/
(подпись)

Рабочая программа производственной практики (научно-исследовательская работа) утверждена на заседании Ученого совета института физико-химических технологий и материаловедения

Протокол заседания от «10» февраля 2026 г. № 4

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий отделом комплектования НТБ _____ /Н.И. Кабанина/

Рабочая программа практики зарегистрирована в ОПиТ под номером __РППм-321__

Начальник ОПиТ _____ /Е.В. Троицкая/ _____ 10.02.2026
(подпись) (дата)

Рабочая программа практики согласована с профильной организацией:
ООО «Фирма «ХОРСТ»

Технический директор
Дзержинского обособленного
подразделения
ООО «Фирма «ХОРСТ»
Козырев И.В.

(подпись) (дата)

ОГЛАВЛЕНИЕ

1.	Вид и форма проведения практики	4
2.	Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП	4
3.	Место практики в структуре ОП	6
4.	Объем практики	9
5.	Содержание практики	12
6.	Формы отчетности по практике	16
7.	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по практике	17
8.	Учебно-методическое и информационное обеспечение работы студента на практике	17
9.	Перечень информационных технологий, используемых при проведении практики	18
10.	Материально-техническое обеспечение практики	19
11.	Средства адаптации образовательного процесса при прохождении практики к потребностям обучающихся с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов	21
12.	Особенности проведения практики с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий	22

1. Вид и форма проведения практики

Вид практики – производственная

Тип практики – научно-исследовательская работа

Форма проведения практики – концентрированная

Время проведения практики: 2 курс, 4 семестр

2. Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

2.1. В результате прохождения производственной практики (научно-исследовательская работа) у обучающегося должны быть сформированы следующие профессиональные компетенции, студент должен приобрести следующие практические навыки и умения:

Код компетенции	Содержание компетенции и ее части	Код и наименование индикатора достижения компетенции (Планируемые результаты освоения ОП)	Дискрипторы достижения компетенций (Планируемые результаты обучения при прохождении практики)
ПК-2	Способен осуществлять, организовывать и координировать работы по созданию и исследованию материалов для энергетики и фотоники	ИПК-2.1. Определяет требования к химическому и фазовому составу, структуре, комплексу физико-химических, электрофизических, оптических и эксплуатационных характеристик материалов для электроники и фотоники на основе анализа назначения, условий применения и нормативно-технической документации	Знать: - требования нормативно-технической документации к химическому и фазовому составу, структуре и эксплуатационным характеристикам материалов, исследуемых в рамках научно-исследовательской работы; - методы анализа назначения и условий применения материалов для электроники и фотоники, используемые при постановке и решении научно-исследовательских задач; Уметь: - определять требования к составу, структуре и характеристикам материалов для электроники и фотоники на основе анализа цели и задач собственного научного исследования; - применять нормативно-техническую документацию для обоснования требований к материалам, изучаемым в рамках научно-исследовательской работы; Владеть: - навыками анализа нормативно-технической документации при определении требований к материалам в процессе выполнения научного исследования; - методикой обоснования требований к физико-химическим, электрофизическим и оптическим характеристикам материалов применительно к теме научно-исследовательской работы
		ИПК-2.2. Осуществляет организацию, координацию и анализ работ по экспериментальному исследованию и испытаниям материалов для электроники и фотоники, использует современные методы диагностики для оценки соответствия полученных материалов заданным требо-	Знать: - порядок организации и проведения экспериментальных исследований и испытаний материалов, применяемый при выполнении научно-исследовательской работы; - современные методы диагностики материалов для электроники и фотоники, используемые для оценки соответствия полученных результатов заданным требованиям; Уметь:

Код компетенции	Содержание компетенции и ее части	Код и наименование индикатора достижения компетенции (Планируемые результаты освоения ОП)	Дискрипторы достижения компетенций (Планируемые результаты обучения при прохождении практики)
		ваниям	- организовывать и координировать экспериментальные исследования и испытания материалов в рамках индивидуального научно-исследовательского задания; - применять современные методы диагностики для анализа и оценки соответствия материалов, полученных в ходе исследования, заданным требованиям; Владеть: - навыками самостоятельной организации экспериментальных исследований и испытаний материалов для электроники и фотоники; - методикой применения современных методов диагностики для оценки результатов, полученных в процессе научно-исследовательской работы
ПК-4	Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности	ИПК-4.1. Осваивает цифровые технологии математического и информационного моделирования используемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной деятельности	Знать: - современные цифровые технологии математического и информационного моделирования процессов, явлений и объектов, применяемые в исследованиях материалов для электроники и фотоники; - программные средства и платформы моделирования, используемые для решения задач научно-исследовательской работы по тематике магистерской программы; Уметь: - осваивать и применять цифровые технологии математического и информационного моделирования для решения задач собственного научного исследования; - выбирать программные средства моделирования, соответствующие характеру исследуемых процессов, явлений и объектов в области материалов для электроники и фотоники; Владеть: - навыками использования цифровых технологий математического и информационного моделирования при выполнении научно-исследовательской работы; - методикой применения программных средств моделирования для анализа процессов и объектов, изучаемых в рамках научного исследования
		ИПК-4.2. Применяет цифровые технологии в профессиональной деятельности	Знать: - основные цифровые технологии, применяемые в профессиональной научно-исследовательской деятельности в области материалов и компонентов для электроники и фотоники; - возможности использования цифровых технологий для обработки, анализа и представления результатов научного исследования; Уметь: - применять цифровые технологии для сбора, обработки и анализа данных, полученных в ходе выполнения научно-исследовательской работы; - использовать цифровые инструменты для визуализации и представления результатов научного исследования материалов для электроники и фотоники;

Код компетенции	Содержание компетенции и ее части	Код и наименование индикатора достижения компетенции (Планируемые результаты освоения ОП)	Дискрипторы достижения компетенций (Планируемые результаты обучения при прохождении практики)
			троники и фотоники; Владеть: - навыками применения цифровых технологий на всех этапах выполнения научно-исследовательской работы; - методикой использования цифровых инструментов для обработки и представления результатов профессиональной исследовательской деятельности

2.2. Трудовые функции, на приобретение опыта которых направлена производственная практика (научно-исследовательская работа)

Прохождение производственной практики (научно-исследовательская работа) позволит выпускнику данной образовательной программы выполнять частично обобщенную трудовую функцию:

- - Разработка групповых технологических процессов и модернизация производства радиоэлектронных средств (ПС 40.058 «Инженер-технолог по производству радиоэлектронных средств»).

Код и наименование ПС	Обобщенная трудовая функция			Трудовая функция		
	Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень квалификации
40.058 «Инженер-технолог по производству радиоэлектронных средств»	D	Разработка групповых технологических процессов и модернизация производства радиоэлектронных средств	7	Выбор технологических процессов и оборудования для внедрения в производство радиоэлектронных средств	D /01.7	7

3. Место производственной практики (научно-исследовательская работа) в структуре ОП

Производственная практика (научно-исследовательская работа) является компонентом ОП, реализуемая в форме практической подготовки, представляет собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся.

Разделы ОП: производственная практика (научно-исследовательская работа) относится к базовой части Блока 2 «Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)» - Б2.П.4 программы подготовки магистратуры по направлению 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», направленность «Технология материалов и компонентов для электроники и фотоники».

Производственная практика (научно-исследовательская работа) в системе подготовки

магистров ориентирована на освоение студентом методики проведения различных этапов научно-исследовательской работы – постановки задач исследования, подготовки научных статей, получение грантов, участия в конкурсе научных работ, соответствующих ОП ВО «Технология материалов и компонентов для электроники и фотоники».

В связи с вышесказанным, целью практики является систематизация, расширение и закрепление профессиональных знаний, умений и навыков, полученных магистрантами в процессе теоретического обучения. Практика направлена на проведение самостоятельных научных исследований, завершение сбора и анализа экспериментального материала для подготовки выпускной квалификационной работы (ВКР) магистра, а также на апробацию полученных результатов в профессиональной научно-производственной среде.

Практика направлена на интеграцию теоретической подготовки магистранта с реальной исследовательской и технологической деятельностью в университетской лаборатории или на предприятии, где решаются задачи, связанные с созданием, модификацией, диагностикой и применением поверхностных и межфазных систем, тонкоплёночных покрытий, функциональных материалов, полупроводниковых структур и элементов электроники.

Важной особенностью данной программы является многонаправленность обучения: студент может работать как в исследовательской лаборатории, так и в промышленной организации, осваивая разные модели научно-производственной деятельности — от фундаментального эксперимента до прикладной технологической верификации.

Для достижения поставленной цели в ходе практики решаются следующие ключевые задачи:

- проведение глубокого патентно-информационного поиска и систематический анализ научно-технической литературы по теме ВКР с использованием современных реферативных баз данных (Scopus, Web of Science, РИНЦ, Google Scholar) и патентных реестров (ФИПС, Espacenet);

- освоение современных физико-химических методов синтеза, модифицирования и исследования материалов электронной и фотонной техники, а также методик эксплуатации сложного аналитического и технологического оборудования;

- изучение и практическое применение методов оценки качества, стандартизации и сертификации материалов и компонентов микро-, наноэлектроники и фотоники (включая высокочистые газовые среды, полупроводниковый кремний, эпитаксиальные структуры и гетероструктуры);

- математическое моделирование физических и химических процессов, протекающих при получении и функционировании материалов и компонентов электроники, с использованием специализированных программных пакетов;

- проведение самостоятельного научного эксперимента, статистическая обработка полученных результатов, оценка их достоверности, сопоставление с известными литературными данными и формулирование научно обоснованных выводов;

3.1. Дисциплины, участвующие в формировании компетенций ПК-2, 4 вместе с производственной практикой (научно-исследовательская работа):

Код и формулировка компетенций	Наименование дисциплин и практик. Коды индикаторов																					
ПК–2. Способен осуществлять, организовывать и координировать работы по созданию и исследованию материалов для энергетики и фотоники	Современные методы исследования материалов для электроники и фотоники		Технологическая (проектно-технологическая) практика		Физические и физико-химические методы контроля процессов производства материалов и компонентов для электроники и фотоники		Современные методы исследования материалов для электроники и фотоники		Технология и производство печатных плат		Технология печатных плат последнего поколения		Практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности		Химические и физико-химические основы разделения и глубокой очистки веществ		Практика по получению профессиональных умений и опыта проектной деятельности		Научно-исследовательская работа		Преддипломная практика	
	1 семестр		2 семестр										3 семестр		4 семестр							
	ИПК-2.2		ИПК-2.1 ИПК-2.2		ИПК-2.2		ИПК-2.2		ИПК-2.1 ИПК-2.2		ИПК-2.1 ИПК-2.2		ИПК-2.1 ИПК-2.2		ИПК-2.1		ИПК-2.1 ИПК-2.2		ИПК-2.1 ИПК-2.2		ИПК-2.1 ИПК-2.2	
	Технология автоматизации производства		Научно-исследовательская работа, рассредоточенная		Технология автоматизации производства		Научно-исследовательская работа, рассредоточенная		Практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности		Научно-исследовательская работа, рассредоточенная		Научно-исследовательская работа		Преддипломная практика							
	1 семестр		2 семестр										3 семестр		4 семестр							
	ИПК-4.1 ИПК-4.2		ИПК-4.1 ИПК-4.2		ИПК-4.1 ИПК-4.2		ИПК-4.1 ИПК-4.2		ИПК-4.1 ИПК-4.2		ИПК-4.1 ИПК-4.2		ИПК-4.1 ИПК-4.2		ИПК-4.1 ИПК-4.2		ИПК-4.1 ИПК-4.2		ИПК-4.1 ИПК-4.2		ИПК-4.1 ИПК-4.2	

3.2. Входные требования, необходимые для освоения программы производственной практики (научно-исследовательская работа)

Для успешного прохождения производственной практики (научно-исследовательская работа) магистрант должен обладать фундаментальной подготовкой, сформированной в ходе освоения предшествующих дисциплин и практик бакалавриата и 1–3 семестров магистратуры по направлению 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»

ЗНАТЬ:

- физико-химические основы технологии микро- и нанoeлектроники;
- термодинамика и кинетика процессов в твердых телах и на границах раздела фаз;
- физика полупроводников, диэлектриков и магнитных материалов;
- теоретические основы оптических и фотонных явлений в конденсированных средах;
- современные методы анализа состава и структуры веществ (хромато-масс-спектрометрия, атомно-эмиссионный анализ, рентгенофазовый анализ, растровая и просвечивающая электронная микроскопия);
- требования стандартов серии ГОСТ Р ИСО к организации контроля качества в высокотехнологичных отраслях;

УМЕТЬ:

- работать со специализированным лабораторным оборудованием и аналитическими приборами в соответствии с правилами техники безопасности;
- планировать многофакторный физико-химический эксперимент;
- использовать пакеты прикладных программ для статистической обработки экспериментальных данных (OriginLab, MATLAB, Mathcad, R-Studio);
- проводить информационный поиск в отечественных и зарубежных базах данных научно-технической информации;
- формулировать научные гипотезы и ставить задачи исследования;

ВЛАДЕТЬ:

- навыки работы в чистых помещениях и работы с агрессивными, токсичными и горючими средами (применительно к специфике полупроводникового производства);
- навыки подготовки научных текстов (рефератов, статей, отчетов) в соответствии с требованиями ВАК и ГОСТ;
- навыки презентации результатов научной деятельности на семинарах и конференциях;
- навыки работы с технической документацией (ТУ, ОСТ, СТО, технологические карты).

3.3. Производственная практика (научно-исследовательская работа) является этапом практической подготовки по направлению 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника» и представляет собой вид учебной деятельности, в процессе которой обучающиеся закрепляют полученные профессиональные умения и навыки научно-исследовательской деятельности.

4. Объем практики

4.1. Продолжительность практики

Продолжительность производственной практики (научно-исследовательская работа) составляет 8 недель.

Общая трудоемкость (объем) практики составляет 12 зачетных единиц, 432 академических часа.

4.2. Этапы практики
График производственной практики (научно-исследовательская работа)
в профильной организации

№ п/п	Этапы практики	Трудоемкость в часах		
		Контакт- ная работа с руководи- телем от кафедры	Контакт- ная работа с руководи- телем от проф.орг- ции	Самостоя- тельная работа студента
1.	Подготовительный (организационный) этап	6	8	4
1.1.	Проведение собрания студентов; выдача индивидуальных заданий и путевок на практику	2		
1.2.	Ознакомление студентов с программой практики	2		4
1.3.	Разработка рабочего графика (плана) проведения практики. Согласование индивидуального задания с куратором от профильной организации (базы практики)	2	2	
1.4.	Оформление пропусков на предприятия		2	
1.5.	Определение рабочего места. Прохождение инструктажа по охране труда, техники безопасности, пожарной безопасности и производственной санитарии, правилам внутреннего трудового распорядка		4	
2.	Основной (производственный) этап		208	143
2.1	Ознакомление со структурой предприятия, технологическими регламентами, стандартами предприятия (СТО), действующей системой менеджмента качества (СМК) по ГОСТ Р ИСО 9001		8	36
2.2	Сбор и анализ научно-технической информации по теме индивидуального задания с использованием библиотечных фондов предприятия и электронных баз данных. Составление аналитического обзора.		44	32
2.3.	Приобретение навыков работы в должности практиканта: ознакомление с конкретной технологической линией (например, участком синтеза газов, фотолитографии, эпитаксии, диффузии). Изучение паспортов оборудования и карт технологических процессов. Выполнение практической части индивидуального задания под руководством наставника: проведение измерений, участие в технологических операциях, отбор проб, регистрация параметров процессов		102	39
2.4.	Изучение методик входного контроля сырья, межоперационного контроля и выходного контроля готовой продукции (например, хроматографический анализ примесей в газах, измерение удельного сопротивления кремния)		54	36
3.	Заключительный этап	7		56
3.1	Анализ и обобщение полученной информации, консультации с руководителем практики от кафедры	6		22
3.2	Формирование отчетной документации, написание отчета по практике: оформление текстовой части отчета по практике, оформление расчетно-графических материалов			34
3.3.	Защита отчета по практике	1		
	ИТОГО:	13	216	203

№ п/п	Этапы практики	Трудоемкость в часах		
		Контакт- ная работа с руководи- телем от кафедры	Контакт- ная работа с руководи- телем от проф.орг- ции	Самостоя- тельная работа студента
	ИТОГО ВСЕГО:	432		

**График производственной практики (научно-исследовательская работа)
при прохождении на кафедре**

№п/п	Этапы практики	Трудоемкость в часах	
		Контактная ра- бота с руководи- телем от кафедры	Самостоятельная работа студента
1 семестр			
1.	Подготовительный (организационный) этап	8	6
1.1.	Проведение собрания студентов; выдача индивидуальных заданий и путевок на практику	2	
1.2.	Ознакомление студентов с программой практики	2	4
1.3.	Разработка рабочего графика (плана) проведения практики	2	2
1.4.	Прохождение инструктажа по охране труда, техники безопасности, пожарной безопасности и производственной санитарии, правилам внутреннего трудового распорядка	2	
2.	Основной (производственный) этап	212	143
2.1.	Глубокий патентно-информационный поиск (Scopus, Web of Science, eLibrary) по фундаментальной проблематике индивидуального задания (по теме ВКР). Разработка методики эксперимента	26	36
2.2.	Выполнение индивидуального задания – Разработка физико-математических моделей исследуемых процессов или структур (например, моделирование распределения примесей при диффузии, расчет зонной структуры фотонного кристалла). Подготовка химической посуды, реактивов, калибровка аналитических приборов (спектрофотометров, хроматографов, рН-метров), настройка вакуумных и термических систем	128	46
2.3.	Выполнение индивидуального задания – Проведение экспериментов по синтезу наноматериалов, получению тонкопленочных покрытий методами золь-гель технологии, магнетронного напыления или химического осаждения из газовой фазы. Характеризация полученных образцов методами атомно-силовой микроскопии, рентгенофазового анализа, оптической спектроскопии. Сопоставление экспериментальных данных с результатами теоретического моделирования и литературными аналогами. Выявление закономерностей «состав – структура – свойство»	58	61
3.	Заключительный этап	7	56
3.1	Подготовка, систематизация, анализ и оформление текстовых материалов отчета на основе данных, полученных в ходе проведения экспериментальных исследова-	6	22

№п/п	Этапы практики	Трудоемкость в часах	
		Контактная работа с руководителем от кафедры	Самостоятельная работа студента
1 семестр			
	ний, консультации с руководителем практики от кафедры		
3.2	Формирование отчетной документации, написание отчета по практике: оформление текстовой части отчета по практике, оформление расчетно-графических материалов		34
3.3.	Защита отчета по практике	1	
	ИТОГО:	227	205
	ИТОГО ВСЕГО:	432	

5. Содержание производственной практики (научно-исследовательская работа)

Обучающиеся в период прохождения практики выполняют индивидуальные задания, предусмотренные программой практики, соблюдают правила внутреннего распорядка, соблюдают требования охраны труда и пожарной безопасности.

Содержание практики соотносится с видом и задачами профессиональной деятельности, определяемой ОП:

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания)
40. Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере эксплуатации электронных средств)	научно-исследовательский	- <i>разработка перспективных материалов и структур</i> (проведение фундаментальных и поисковых исследований, направленных на создание новых активных и пассивных оптических сред, фотонных кристаллов, метаматериалов и наноразмерных диэлектриков/проводников с заданным комплексом электрофизических и оптических свойств. Адаптация разработанных материалов под требования перспективной энергетики, радиофотоники и квантовой электроники); - <i>организация экспериментальных исследований и подготовка научно-технической документации</i> (планирование и проведение натурных экспериментов с использованием диагностических комплексов для изучения структурных и электрофизических свойств экспе-	- полупроводниковые, проводящие, диэлектрические, магнитные и оптические материалы, применяемые в микроэлектронике и фотонике; - высокочистые газы для электроники и фотоники; - активные и пассивные оптические среды, фотонные кристаллы, метаматериалы и оптические волокна; - электронная компонентная база (ЭКБ) микро- и нанoeлектроники (интегральные схемы, транзисторы, диоды, микроэлектромеханические системы — МЭМС); - элементы и устройства оптоэлектроники, радиофотоники и квантовой электроники (полупроводниковые лазеры, светодиоды, фотодетекторы, модуляторы); - фотонные интегральные схемы (ФИС) и сенсорные системы на их основе; - технологические процес-

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания)
		риментальных образцов (полупроводниковых лазеров, МЭМС, фотодетекторов). Взаимодействие со смежными научно-исследовательскими лабораториями и технологическими группами при изготовлении тестовых структур. Обобщение результатов в виде научных отчетов, публикаций и патентной документации); - цифровое физико-математическое моделирование (разработка математических, физических и компьютерных моделей разрабатываемых структур, приборов оптоэлектроники и технологических процессов эпитаксии/ травления. Написание алгоритмов и использование специализированного программного обеспечения для обработки массивов данных экспериментальных исследований, верификации созданных моделей и оптимизации конструкции приборов фотоники до этапа их физического изготовления)	сы и маршруты микрофабрикации (эпитаксиальный рост, фото- и электронно-лучевая литография, плазмохимическое и жидкостное травление, ионная имплантация, нанесение тонких пленок); - специализированное технологическое оборудование для производства материалов и компонентов электроники и фотоники (вакуумные, плазменные, термические, оптические и лазерные установки и др.); - контрольно-измерительные и диагностические комплексы для исследования структурных, электрофизических и оптических свойств материалов и параметров готовых приборов; - математические, физические и компьютерные модели технологических процессов, структур, приборов и устройств электроники и фотоники; - алгоритмы и программное обеспечение для управления технологическим и измерительным оборудованием, а также для обработки результатов экспериментальных исследований; - нормативно-техническая, конструкторская и технологическая документация (технические условия, технические задания, маршрутные карты, регламенты контроля качества); - процессы управления качеством на производстве ЭКБ и приборов фотоники, стандарты серии ИСО и отраслевые стандарты; - научные отчеты, публикации, патентная документация в области нанотехнологий, электроники и материаловедения

Основное место проведения производственной практики (научно-исследовательская работа)

- кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии»,
а также профильные организации;
- основной профильной организацией является ООО «Фирма «ХОРСТ». С данной организацией НГТУ заключен договор о практической подготовке обучающихся при реализации дисциплин и при проведении всех видов практик;
- Филиал ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ «НИИИС им. Ю.Е. Седатова»;
- АО «Орбита»;
- АО «ПО «Электроприбор»;
- ФГУП НПП «Салют»;
- ОАО НПО «ЭРКОН»;
- Акционерное общество «Опытное конструкторское бюро машиностроения имени И. И. Африкантова»;

- АО «Нормаль»;
- АО «Полет»;
- АО «Арзамасский приборостроительный завод имени П. И. Пландина»;
- АО «Федеральный научно-производственный центр «Нижегородский научно-исследовательский институт радиотехники»» (АО «ФНПЦ «НИИРТ»);
- ПАО «НИТЕЛ»;
- предприятия России: «Плазма» (г. Рязань), АО «НПП «Радар ммс» (г. Санкт-Петербург), ЗАО НПФ «Микран» (г. Томск), ОАО НИИ ПП (г. Томск), ОАО «Катод» (г. Новосибирск), ОАО «НПП «Восток» (г. Новосибирск), ОАО «Новосибирский завод полупроводниковых приборов» (г. Новосибирск), «ЦКБ «Автоматика» (г. Омск), ОАО «НИИ приборостроения» (г. Омск), ОАО «Ангстрем» (г. Зеленоград Московская обл.), «Микрон» (г. Зеленодольск), «Исток» (г. Фрязино), «Лыткаринский завод оптического стекла» (г. Лыткарино).

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбор мест прохождения практик согласуется с требованиями их доступности для данных обучающихся.

Во время прохождения практики студент обязан:

Ознакомиться:

- с передовыми отечественными и зарубежными технологиями производства материалов электроники и фотоники;
- с нормативно-технической документацией, определяющей требования к качеству электронных компонентов и особо чистых веществ;
- с принципами бережливого производства и организации труда в R&D подразделениях;

Уметь:

- самостоятельно формулировать научную гипотезу;
- эксплуатировать современное аналитическое оборудование (спектрометры, хроматографы, профилометры, зондовые микроскопы);
- применять методы статистического контроля технологических процессов (SPC);
- интерпретировать результаты измерений с позиций физики твердого тела и химии материалов;

Владеть:

- методами планирования полного факторного эксперимента;
- программным обеспечением для визуализации и аппроксимации данных;
- профессиональной научной терминологией;
- навыками академического письма и публичной защиты результатов интеллектуальной деятельности.

Выполнить следующие виды работ по приобретению практических навыков:

Собрать материал по теме индивидуального задания для подготовки отчета по практике.

Индивидуальные задания выдаются студенту на период производственной практики (научно-исследовательская работа) с целью расширения его профессионального кругозора, развития инженерной логики, обучения принципам анализа и синтеза, привития навыков самостоятельного принятия решений и самостоятельного изучения литературы по конкретному вопросу, накопления материалов для выпускной квалификационной работы.

Примерные темы индивидуальных заданий

Тематики индивидуальных заданий определяются исходя из специфики профильной организации (базы практики), а также тематики выпускной квалификационной работы магистра:

- для практикантов, проходящих практику на предприятиях химико-технологического направления, например, ООО «Фирма «ХОРСТ», ИХВВ им. Г.Г. Девярых РАН:

1. Исследование методов глубокой очистки моносилана для полупроводниковой промышленности.
2. Газохроматографический анализ следовых примесей в высокочистом аммиаке для оптоэлектроники.
3. Разработка методики синтеза изотопически обогащенных прекурсоров для кремниевой фотоники.
4. Оценка влияния газовой среды на процесс химического осаждения из газовой фазы (CVD) тонких пленок.
5. Исследование оптического пропускания халькогенидных стекол для ИК-фотоники в зависимости от степени чистоты шихты

- для практикантов, проходящих практику на предприятиях микроэлектронной промышленности, например, ФГУП «ФНПЦ НИИИС им. Ю.Е. Седякова» / АО «Микрон» и другие:

6. Анализ дефектообразования в монокристаллическом кремнии на этапе эпитаксиального наращивания.
7. Оптимизация процессов плазмохимического травления при формировании топологии СВЧ-транзисторов.
8. Исследование влияния режимов термического отжига на омические контакты в нитрид-галлиевых гетероструктурах.
9. Оценка радиационной стойкости КМОП-структур на основе «кремния-на-изоляторе» (КНИ).
10. Разработка топологии и исследование СВЧ-фильтров на основе многослойных керамических материалов (LTCC)

- для практикантов, проходящих практику на предприятиях радиоэлектронной и СВЧ промышленности, например, АО «ФНПЦ «ННИИРТ» / АО «НПП «Полет» / АО «НПП «Салют» и другие:

11. Исследование диэлектрических свойств высокочастотных ламинатов для печатных плат радиолокационных систем.
12. Термическое профилирование процессов поверхностного монтажа (SMD) компонентов оптоэлектроники.
13. Разработка методов контроля качества паяных соединений электронных блоков неразрушающими методами (рентгеновская дефектоскопия).
14. Исследование теплоотвода в модулях активных фазированных антенных решеток (АФАР) с использованием новых термоинтерфейсов.

15. Анализ деградации волоконно-оптических компонентов в условиях жестких механических воздействий.

- для практикантов, проходящих практику на кафедре «Нанотехнологии и биотехнологии» НГТУ:

1. Разработка одnoreакторной установки для каталитического синтеза силана и тетрахлорида кремния с использованием анионитного катализатора.
2. Переработка тетрахлорида кремния в трихлорсилан.
3. Анализ высокочистых силоксановых прекурсоров для оптических систем на содержание «красящих примесей».
4. Плазмохимическое восстановление тетрахлорида кремния до трихлорсилана.
5. УФ-спектрометрический контроль эффективности очистки баллонов под высокочистые вещества от масляных загрязнений
6. Адсорбционная очистка тетрахлорида кремния от примеси бензола

6. Формы отчетности по практике

Организация проведения практик, предусмотренных ОП ВО, осуществляется на основе договоров о практической подготовке обучающихся между НГТУ и профильными организациями, деятельность которых соответствует профессиональным компетенциям, осваиваемым в рамках ОП ВО.

Направление студентов на практику осуществляется путем издания соответствующих приказов ректора, в которых указываются места прохождения практики каждого обучающегося, вид и сроки прохождения практики, руководители практики от НГТУ и от профильной организации.

При проведении практики в профильной организации руководителем практики от НГТУ и руководителем практики от профильной организации составляется совместный рабочий график (план) проведения практики.

Отчетные документы по практике включают в себя:

- индивидуальное задание, согласованное с руководителем практики от предприятия;
- совместный рабочий график (план) проведения практики;
- отчет студента по прохождению практики;
- подтверждение с места практики (ответная часть бланка путевки) или характеристика (отзыв) руководителя практики от предприятия.

Форма промежуточной аттестации по практике – зачет с оценкой

Требования к содержанию и оформлению отчета

Объем отчета должен составлять не менее 15–20 листов (без приложений) (шрифт – TimesNewRoman, размер шрифта – 12 или 14, межстрочный интервал – полуторный или одинарный, соответственно. Все поля – 2 см, табуляция – 1,25 см, выравнивание – по ширине, таблицы – выравнивание по ширине (текст в таблице по центру), рисунки – выравнивание по центру (подписи к рисункам по центру). Рисунки и таблицы располагаются по тексту и нумеруются по разделам или сквозной нумерацией, обязательное упоминание в тексте). Количество приложений не ограничивается и в указанный объем не включается.

Структура отчета должна быть следующей:

- Титульный лист (с подписями студента и руководителей от ВУЗа и предприятия);
- Содержание
- Введение (компетенции, сформированные в ходе прохождения практики; индивидуальное задание на практику; информация о месте и времени прохождения практики).
- Календарный план-график

– Основная часть отчета (обычно 2-3 раздела):

Раздел 1: Аналитический обзор литературы (патентный поиск по теме индивидуального задания).

Раздел 2: Материалы, оборудование и методики проведения исследований (подробное описание установок базы практики).

Раздел 3: Результаты собственных экспериментов/расчетов и их обсуждение (графики, таблицы, спектры).

– Заключение или выводы (конкретные научные и технологические выводы)

– Список использованной литературы (ориентировочно 20 актуальных источников)

– Приложения (*по необходимости*) (копии опубликованных статей, актов внедрения, листинги программ, масштабные чертежи, спецификации на газы/реактивы)

Сроки и формы проведения защиты отчета: очная форма защиты в течение 2х недель после окончания практики.

7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по практике

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по всем видам и типам практик, предусмотренных учебным планом по данной ОП ВО, оформляются отдельным документом в качестве Приложения к РПП.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение работы студента на практике

8.1. Основная литература

№ п/п	Автор (ы)	Заглавие	Издательство, год издания, гриф	Количество экземпляров в библиотеке
1	Родионов Ю.А.	Технологические процессы в микро- и наноэлектронике. 2-е изд.: Учеб. пособие	Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2025. – 352 с.	Электронный вариант (http://www.iprbookshop.ru/45105.html)
2	Величко А.А., Гришина И.В., Игнатов А.Н., Фадеева Н.Е., Филимонов Н.И.	Химико-технологические основы микро- и наноэлектроники: Учеб. пособие	Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. – 352 с.	Электронный вариант (https://www.directmedia.ru/book-727532-himiko-tehnologicheskie-osnovyi-mikro-i-nanoelektroniki/?ysclid=mrug6208gg807416620)
3	Щука А.А.	Электроника: Учебник в 4-х ч. Ч.1: Вакуумная и плазменная электроника	М.: Юрайт, 2017	1
4	Щука А.А.	Электроника: Учебник в 4-х ч. Ч.2: Микроэлектроника	М.: Юрайт, 2017	1

№ п/п	Автор (ы)	Заглавие	Издательство, год издания, гриф	Количество экземпляров в библиотеке
5	Щука А.А.	Электроника: Учебник в 4-х ч. Ч.3: Квантовая и оптическая электроника	М.: Юрайт, 2017	1
6	Щука А.А.	Электроника: Учебник в 4-х ч. Ч.4: Функциональная электроника	М.: Юрайт, 2017	1
9	Хорин И.А.	Технологии электронной компонентной базы: Учеб. пособие	Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018	2
10	Капустин В.И., Сигов А.С.	Материаловедение и технологии электроники: Учеб. пособие	М.: ИНФРА-М, 2017	1
11	Шишкин Г.Г., Шишкин А.Г.	Электроника: Учеб. пособие	М.: Юрайт, 2014	1
12	Лачин В.И., Савелов Н.С.	Электроника: Учеб. пособие	Ростов н/Д: Феникс, 2009	1

8.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Реферативная и справочная база данных рецензируемой литературы Scopus. URL: <https://www.scopus.com>
2. СПС Консультант Плюс URL: <http://Consultant.ru/> (Свободный доступ)
3. Единая база ГОСТов РФ <http://gostexpert.ru/gost/67.120> (дата обращения 28.02.2021)
4. Национальная электронная библиотека <http://нэб.рф>
5. ЭБС издательства «Лань» Пакеты «Технологии пищевых производств», книги <http://e.lanbook.com/books> (дата обращения 28.02.2021)
6. Техэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно технической документации <http://docs.cntd.ru/document> (дата обращения 28.02.2021)
7. Электронные книги по наноэлектронике: <http://bookash.pro/ru/t/Наноэлектроника/>
8. IEEE Xplore Digital Library — главная мировая база по электронике, радиофизике и технологиям печатных плат

9. Перечень информационных технологий, используемых при проведении практики

Перечень информационных технологий:

- подготовка отчета по практике;
- проверка отчета и консультирование посредством электронной почты;
- поисковая работа с использованием сети Интернет.

Практика предполагает использование информационных технологий как вспомогательного инструмента для выполнения задач, таких как:

- оформление учебных работ, отчетов;
- использование электронной образовательной среды университета;

–организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты.

9.1. Общее программное обеспечение

Наименование ПО	Краткое описание
Microsoft Windows XP(×32)	Операционная система
Microsoft Office 2007	Пакет офисных программ
DrWeb	Антивирусная программа

9.2. Специальное программное обеспечение

Наименование ПО	Краткое описание
MathCad	система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением

10. Материально-техническое обеспечение практики

Практика организуется на базе профильных организаций, с которыми заключены договоры о практической подготовке обучающихся, и которые обладают необходимой материально-технической базой:

- производственные площади: чистые помещения классов ISO 4 – ISO 7, специализированные участки газоподготовки, установки эпитаксии, фотолитографии, ионной имплантации и плазмохимического травления;

- аналитическое оборудование: гГазовые хроматографы с масс-спектрометрическим (GC-MS) и плазменно-ионизационным детекторами; атомно-эмиссионные спектрометры с индуктивно связанной плазмой (ICP-AES); Фурье-ИК спектрометры; сканирующие электронные микроскопы (SEM) с EDS приставками; установки измерения вольт-фарадных характеристик, профилометры, эллипсометры;

- обеспечение безопасности: средства индивидуальной защиты (СИЗ), системы непрерывного газового контроля, вытяжные шкафы для работы с агрессивными средами.

По месту прохождения практики в профильной организации обучающимся предоставлено рабочее место, оборудованное необходимыми средствами для работы с документами и подготовки письменных материалов к отчету.

Материально-техническое оснащение аудиторий и лабораторий кафедры при проведении практики на кафедре «Нанотехнологии и биотехнологии» НГТУ:

1342	Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии")	1. Рабочее место преподавателя, 2. Рабочее место студента на 24 чел. 3. Переносное мультимедийное оборудование (мультимедийный проектор, экран, ноутбук)
------	---	--

1221	Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии")	1. Рабочее место преподавателя, 2. Рабочее место студента на 50 чел. 3. Переносное мультимедийное оборудование (мультимедийный проектор, экран, ноутбук)
1334-4	НГТУ, Мультимедийная аудитория (компьютерный класс для проведения виртуального лабораторного практикума по процессам и аппаратам) (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии")	1. Рабочие столы, оснащенные компьютером (10 посадочных мест); 2. Рабочие столы (22 посадочных места); 3. Рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером; 4. Переносное мультимедийное оборудование (мультимедийный проектор, экран)
1334-1	Образовательно-научная лаборатория (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии")	1. Лабораторные столы (6 посадочных мест); 2. Лабораторное оборудование: - лабораторные аналитические весы; - высокочастотный генератор СЭЛТ-ВЧИ-2,0/40; - высокочастотный дуговой плазматрон; - стенд плазмохимической установки; - шкаф сушильный; - магнитная мешалка; - источник водорода с оборудованием для приготовления специальной воды; - вытяжной шкаф; - атомно-абсорбционный спектрофотометр Shimadzu AA-7000; 3. Химическая посуда: чашки Петри, колбы плоскодонные - 750 мл, колбы Эрленмейера (100-500 мл), химические стаканы (50-1000мл), мерные колбы (25 мл, 50 мл, 100 мл, 250 мл), мерные цилиндры (50 мл, 100 мл, 500 мл), пробирки, бюретки
1334-3	Образовательно-научная лаборатория (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии")	1. Лабораторные столы (6 посадочных мест); 2. Лабораторное оборудование: - комплекс хроматографический газовый «Хромос ГХ-1000»; - исследовательская лаборатория моделирования вакуумных процессов; - плита электрическая; - вытяжной шкаф; - магнитная мешалка; - водяная баня; 3. Химическая посуда: чашки Петри, колбы плоскодонные - 750мл, колбы Эрленмейера (100-500мл), химические стаканы (50-1000мл), мерные колбы (25мл, 50 мл, 100 мл, 250 мл), мерные цилиндры (50 мл, 100 мл, 500 мл), пробирки, бюретки

1330-1	Образовательно-научная лаборатория (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии")	1. Лабораторные столы (10 посадочных мест); 2. Лабораторное оборудование: - вискозимет – плотномер Штабингера SVL3001; - хромато-масс-спектрометр; - планетарная мельница РМ100; - комплекс автоматический Porometer metcats plus; - вытяжной шкаф; - магнитная мешалка; - водяная баня; - комплекс хроматографический газовый «Цвет»; - спектрофотометр ИК-Фурье; - сканирующий зондовый микроскоп Shimadzu SPM-9700; 3. Химическая посуда: чашки Петри, колбы плоскодонные - 750мл, колбы Эрленмейера (100-500 мл), химические стаканы (50-1000мл), мерные колбы (25 мл, 50 мл, 100 мл, 250 мл), мерные цилиндры (50 мл, 100 мл, 500 мл), пробирки, бюретки
--------	---	---

11. Средства адаптации образовательного процесса при прохождении практики к потребностям обучающихся с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов

Практика для обучающихся с ОВЗ и инвалидов проводится с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

Выбор мест прохождения практики для инвалидов и лиц с ОВЗ осуществляется с учетом требований их доступности для данной категории обучающихся.

Для организации практики и процедуры промежуточной аттестации по итогам практики для обучающихся, относящихся к категории инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, могут быть приняты РПП, устанавливающие:

- фонды оценочных средств, адаптированные для данной категории обучающихся и позволяющие оценить достижение ими запланированных в программе практик результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в ПП;
- формы проведения аттестации по итогам практики с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ОВЗ:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потерь данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества;
- создание возможности для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников – например, так, чтобы лица с нарушением слуха получали информацию визуально, с нарушением зрения – аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счет альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступление с докладами и защитой выполненных работ, проведение тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ОВЗ форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи: зачет, проводимый в устной форме – не более чем на 20 мин.

Конкретное содержание программы практики и условия ее организации и проведения для обучающихся с ОВЗ и инвалидов разрабатывается при наличии факта зачисления таких обучающихся с учетом конкретных нозологий.

12. Особенности проведения практики с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

Полностью дистанционный формат для экспериментальной НИР в магистратуре не допускается, однако ЭО и ДОТ активно применяются для реализации отдельных этапов:

1. примерный календарный график практики может предусматривать проведение организационного и производственного этапа с использованием дистанционных образовательных технологий (веб-собрания с руководителем практики, онлайн-консультации с руководителем практики, обмен документами с использованием электронной почты и другие).

Для организации дистанционной работы разрабатываются и направляются студентам индивидуальное задание на практику, график проведения практики.

2. Коммуникация с руководителями: регулярные консультации с научным руководителем от кафедры и куратором от предприятия через корпоративные платформы (MS Teams, Zoom, Яндекс.Телемост, портал электронного обучения НГТУ/Moodle) для корректировки хода НИР.

3. Отчетность: загрузка промежуточных результатов экспериментов, графиков и черновиков отчета в СДО ВУЗа. В случае форс-мажорных (эпидемиологических) ограничений защита отчета может проводиться в формате видеоконференции с демонстрацией презентации и экрана с результатами расчетов.

В случае осуществления практики в дистанционной форме, отчет направляется студентом в электронном виде руководителю практики для контроля и согласования. Защита отчета по практике осуществляется в этом случае посредством дистанционных образовательных технологий.

При осуществлении образовательного процесса могут использоваться следующие дистанционные образовательные технологии:

- электронная платформа дистанционного обучения e-Learning НГТУ;
- система управления обучением Moodle НГТУ;
- веб-конференций (для проведения лекций и консультаций);
- Яндекс-Телемост, Skype, Zoom, Discord (для консультаций, текущего контроля);
- обмен документами и материалами через электронную почту.