

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
учебной (технологической (проектно-технологической)) практики**

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 учебной (технологической (проектно-технологической)) практики

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

Рабочая программа учебной (технологической) практики рассмотрена на заседании кафедры «Нанотехнологии и биотехнологии»

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

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

Рабочая программа учебной (технологической (проектно-технологической)) практики 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-317__

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

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

Технический директор
Дзержинского обособленного
поразделения
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	7
4.	Объем практики	10
5.	Содержание практики	11
6.	Формы отчетности по практике	15
7.	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по практике	16
8.	Учебно-методическое и информационное обеспечение работы студента на практике	16
9.	Перечень информационных технологий, используемых при проведении практики	17
10.	Материально-техническое обеспечение практики	18
11.	Средства адаптации образовательного процесса при прохождении практики к потребностям обучающихся с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов	20
12.	Особенности проведения практики с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий	21

1. Вид и форма проведения практики

Вид практики – учебная

Тип практики – технологическая (проектно-технологическая)

Форма проведения практики – концентрированная

Время проведения практики: 1 курс, 1 семестр

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

2.1. В результате прохождения учебной (технологической (проектно-технологической)) практики 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 для электроники и фотоники, применяемых на профильном предприятии – базе практики; - методы анализа назначения и условий применения материалов для электроники и фотоники, используемые в реальном производственном технологическом процессе; Уметь: - определять требования к составу, структуре и характеристикам материалов для электроники и фотоники на основе анализа конкретной производственной задачи, поставленной в ходе практики; - применять нормативно-техническую документацию предприятия – базы практики для обоснования требований к материалам, используемым в технологическом процессе; Владеть: - навыками самостоятельного анализа технологической и нормативной документации при определении требований к материалам в условиях реального производства; - методикой обоснования требований к физико-химическим и эксплуатационным характеристикам материалов применительно к конкретному производственному объекту практики
		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	Знать: - организацию проведения экспериментальных исследований и испытаний материалов для электроники и фотоники, принятую на предприятии (в организации) – базе практики; - современные методы диагностики материалов, используемые в производственных или

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)
		соответствия полученных материалов заданным требованиям	научно-исследовательских подразделениях базы практики для оценки соответствия материалов заданным требованиям; Уметь: - участвовать в организации и координации работ по экспериментальному исследованию и испытаниям материалов для электроники и фотоники в условиях практики; - применять доступные в рамках практики методы диагностики для оценки соответствия исследуемых материалов установленным техническим требованиям; Владеть: - навыками практической организации экспериментальных исследований и испытаний материалов в условиях профильного предприятия – базы практики; - методикой применения современных методов диагностики для анализа и оценки свойств материалов, полученных в ходе выполнения практических заданий
ПК-3	Способность совместного решения научных, производственных и организационных задач с работниками смежных подразделений, связанных с материаловедческим обеспечением технологического процесса	ИПК-3.1. Определяет перечень задач межподраздельного взаимодействия в области материаловедческого обеспечения технологического процесса, анализирует требования к сырью, материалам, параметрам технологических операций, методам контроля и критериям качества, использует действующую нормативную и технологическую документацию	Знать: - структуру взаимодействия подразделений предприятия – базы практики при решении задач материаловедческого обеспечения технологического процесса; - действующую на предприятии – базе практики нормативную и технологическую документацию, регламентирующую требования к сырью, материалам и параметрам технологических операций; Уметь: - определять перечень задач межподразделенческого взаимодействия в области материаловедческого обеспечения технологического процесса в условиях конкретного предприятия – базы практики; - анализировать требования к сырью, материалам, параметрам технологических операций и критериям качества с использованием действующей нормативной и технологической документации предприятия; Владеть: - навыками работы с действующей нормативной и технологической документацией предприятия при решении задач материаловедческого обеспечения производственного процесса; - методикой формирования перечня задач межподразделенческого взаимодействия в рамках прохождения технологической практики
		ИПК-3.2. Осуществляет координацию совместной деятельности работников смежных подразделений при решении задач материаловедческого сопровождения технологического процесса, анализирует результаты взаимодействия между подразделениями, причины отклонений технологических и материа-	Знать: - принципы координации совместной деятельности работников смежных подразделений предприятия при решении задач материаловедческого сопровождения технологического процесса; - причины возможных отклонений технологических и материаловедческих параметров от установленных требований, характерные для профильного производства – базы практики;

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)
		ловедческих параметров от установленных требований, использует результаты анализа для корректировки технологических решений, повышения качества продукции и обеспечения воспроизводимости производственных процессов	Уметь: - участвовать в координации совместной деятельности работников смежных подразделений при решении практических задач материаловедческого сопровождения технологического процесса; - анализировать результаты взаимодействия между подразделениями и выявлять причины отклонений технологических параметров от установленных требований в ходе выполнения программы практики; Владеть: - навыками участия в координации взаимодействия смежных подразделений предприятия при решении задач материаловедческого сопровождения технологического процесса; - методикой использования результатов анализа отклонений технологических параметров для формулирования предложений по корректировке технологических решений и повышению качества продукции

2.2. Трудовые функции, на приобретение опыта которых направлена учебная (технологическая (проектно-технологическая)) практика

Прохождение учебной (технологической (проектно-технологической)) практики 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 учебной (технологической (проектно-технологической)) практики в структуре ОП

Учебная (технологическая (проектно-технологическая)) практика является компонентом ОП, реализуемая в форме практической подготовки.

Разделы ОП: учебная (технологическая (проектно-технологическая)) практика относится к вариативной части Блока 2 «Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)» (раздел «Учебная практика») - Б2.У.1, основной программы магистратуры по направлению 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» (направленность «Технология материалов и компонентов для электроники и фотоники»).

Целью учебной (технологической (проектно-технологической)) практики является закрепление, углубление и систематизация теоретических знаний, полученных обучающимися в рамках дисциплин первого семестра программы магистратуры, а также формирование у обучающихся практических умений и профессиональных навыков самостоятельной проектно-технологической и научно-исследовательской деятельности в области технологии высокочистых веществ, материалов и компонентов электронной техники и фотоники, необходимых для последующего выполнения выпускной квалификационной работы магистра.

Практика реализуется по двум взаимодополняющим траекториям, между которыми обучающийся осуществляет выбор с учётом предполагаемой тематики будущей ВКР и индивидуальных научных интересов:

- прикладная (технологическая) траектория — ориентирована на решение конкретных производственно-технологических задач профильной организации ООО «Фирма «ХОРСТ», связанных с технологией получения, очистки и контроля качества высокочистых веществ и материалов электронной техники;

- фундаментальная (научно-исследовательская) траектория — ориентирована на проведение теоретических и экспериментальных исследований в рамках научной тематики кафедры «Нанотехнологии и биотехнологии», направленных на получение новых научных знаний о физико-химических процессах, лежащих в основе технологий материалов электроники и фотоники.

Обе траектории обеспечивают единство результатов обучения, предусмотренных ФГОС ВО и ОП ВО по направлению 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», различаясь предметной направленностью выполняемых работ и характером итогового индивидуального задания. Задачами учебной (технологической (проектно-технологической)) практики являются:

- закрепление и углубление теоретических знаний, полученных при изучении дисциплин первого семестра («Методы математического моделирования в научных исследованиях», «Актуальные проблемы современной науки и техники в области наноэлектроники», «Технология автоматизации производства», «Процессы микро- и нанотехнологии», «Современные методы исследования материалов для электроники и фотоники», «Технология, оборудование и производство материалов и компонентов электронной техники»), путём их применения к решению реальных производственных и научно-исследовательских задач;

- формирование у обучающихся умения самостоятельно осуществлять постановку и решение проектно-технологической либо научно-исследовательской задачи в области получения, очистки и анализа высокочистых веществ и материалов электронной техники, включая выбор адекватного метода исследования и обоснование технологического решения;

- приобретение практических навыков работы на технологическом и аналитическом оборудовании, применяемом на кафедре и в профильной организации при производстве и исследовании высокочистых веществ, полупроводниковых и электронных материалов, включая освоение методов контроля чистоты и структуры получаемых веществ;

- развитие навыков сбора, систематизации, критического анализа и обработки научно-технической информации (в том числе с применением методов математического и компьютерного моделирования технологических процессов) для решения поставленной индивиду-

альной задачи;

— формирование компетенций командной работы и профессиональной коммуникации в условиях реального производственного и научного коллектива, включая освоение норм охраны труда, промышленной и экологической безопасности при работе с химическими веществами и технологическим оборудованием;

— приобретение опыта оформления результатов проектно-технологической и научно-исследовательской деятельности в виде отчётной документации, соответствующей требованиям, предъявляемым к научно-техническим отчётам и материалам ВКР.

3.1. Дисциплины, участвующие в формировании компетенции ПК-2, 3 вместе с учебной (технологической (проектно-технологической)) практикой:

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		Технология, оборудование и производство материалов и компонентов электронной техники		Технологическая (проектно-технологическая) практика		Технология автоматизации производства		Технология, оборудование и производство материалов и компонентов электронной техники		Диагностика материалов, компонентов и структур электронной техники		Специальные процессы и аппараты производства изделий электронной техники		Практика по получению профессиональных умений и опыта проектной деятельности		Преддипломная практика					
ПК-3. Способность совместного решения научных, производственных и организационных задач с работниками смежных подразделений, связанных с материаловедческим обеспечением	1 семестр				2 семестр				3 семестр		4 семестр											

Код и формулировка компетенций	Наименование дисциплин и практик. Коды индикаторов									
технологическо-го процесса	ИПК-3.1	ИПК-3.1	ИПК-3.1 ИПК-3.2	ИПК-3.1	ИПК-3.1	ИПК-3.2	ИПК-3.1 ИПК-3.2	ИПК-3.1 ИПК-3.2	ИПК-3.1 ИПК-3.2	

3.2. Входные требования, необходимые для освоения программы учебной (технологической (проектно-технологической)) практики:

ЗНАТЬ:

- основные принципы и методы математического моделирования физических и технологических процессов, применяемые в научных исследованиях;
- современное состояние, тенденции развития и актуальные научно-технические проблемы в области нанoeлектроники, наноматериалов и нанотехнологий;
- принципы построения и функционирования автоматизированных систем управления технологическими процессами производства электронной компонентной базы;
- физико-химические основы процессов микро- и нанотехнологии (эпитаксия, диффузия, ионное легирование, литография, травление, осаждение тонких плёнок и др.);
- современные физические и физико-химические методы исследования структуры, состава и свойств материалов электронной техники и фотоники (спектральные, микроскопические, рентгеноструктурные, электрофизические и др.);
- технологические маршруты, оборудование и организацию производства материалов и компонентов электронной техники, включая базовые представления о технологии высокочистых веществ;

УМЕТЬ:

- формулировать и математически формализовать задачу исследования применительно к физико-технологическим процессам;
- проводить критический анализ научно-технической и патентной литературы по заданной тематике;
- интерпретировать данные, полученные с применением современных методов исследования материалов;
- работать с нормативно-технической документацией, регламентирующей технологические процессы производства электронной компонентной базы;
- применять базовые пакеты прикладных программ для инженерных и научных расчётов, а также для обработки экспериментальных данных;

ВЛАДЕТЬ (иметь навыки):

- навыками самостоятельной работы с научно-технической информацией, в том числе с использованием баз данных научного цитирования и патентных баз;
- навыками самостоятельной работы с научно-технической информацией, в том числе с использованием баз данных научного цитирования и патентных баз;
- навыками безопасной работы с химическими реактивами, электрофизическим и вакуумным оборудованием в объёме, предусмотренном программами лабораторных практикумов первого семестра;
- навыками подготовки и публичного представления результатов учебно-исследовательской работы (доклады, презентации, отчёты).

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

тельности и логически продолжает дисциплины первого семестра, предшествуя дисциплинам и практикам последующих семестров (в том числе научно-исследовательской работе и производственным практикам), а также предваряет выполнение выпускной квалификационной работы. Результаты прохождения практики являются основой для выбора и обоснования темы ВКР.

4. Объем практики

4.1. Продолжительность практики

Продолжительность учебной (технологической (проектно-технологической)) практики составляет 2 недели.

Общая трудоемкость (объем) практики составляет 3 зачетных единицы, 108 академических часов.

4.2. Этапы практики

График учебной (технологической (проектно-технологической)) практики при прохождении на кафедре

№п/п	Этапы практики	Трудоемкость в часах	
		Контактная работа с руководителем от кафедры	Самостоятельная работа студента
1.	Подготовительный (организационный) этап	10	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	4	
2.	Основной (производственный) этап	45	26
2.1.	Систематический поиск и анализ научно-технической и патентной информации по теме индивидуального задания; составление аналитического обзора состояния вопроса	4	2
2.2.	Изучение устройства, принципа действия и правил эксплуатации конкретного технологического или аналитического оборудования (в зависимости от траектории — производственное оборудование ООО «Фирма «Хорст» или научное оборудование кафедры)	4	2
2.3.	Участие (под руководством наставника от предприятия) в выполнении конкретных технологических операций получения, очистки либо контроля качества высокочистых веществ; фиксация технологических параметров	25	6
2.4.	Проведение теоретических расчётов, компьютерного моделирования технологического процесса или лабораторного эксперимента в рамках научной тематики кафедры; фиксация и первичная обработка результатов	4	6

№п/п	Этапы практики	Трудоемкость в часах	
		Контактная работа с руководителем от кафедры	Самостоятельная работа студента
2.5.	Статистическая и/или графическая обработка экспериментальных, технологических или расчётных данных; сопоставление полученных результатов с литературными и справочными данными.	8 (интегрированы в другие этапы)	10 (интегрированы в другие этапы)
3.	Заключительный этап	5	16
3.1	Подготовка, систематизация, анализ и оформление текстовых материалов отчета на основе данных, полученных в ходе проведения экспериментальных исследований, консультации с руководителем практики от кафедры	2	8
3.2	Формирование отчетной документации, написание отчета по практике: оформление текстовой части отчета по практике, оформление расчетно-графических материалов	2	8
3.3.	Защита отчета по практике	1	
	ИТОГО:	58	50
	ИТОГО ВСЕГО:	108	

5. Содержание учебной (технологической (проектно-технологической)) практики

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)	производственно-технологический	- <i>оптимизация и масштабирование технологических маршрутов и взаимодействия подразделений</i> (разработка, внедрение и контроль технологических процессов микрофабрикации (эпитаксиальный рост, литография, травление, имплантация) для серийного производства материалов и компонентов для электронной компонентной базы и фотоники. Организация бесперебойного материаловедческого обеспечения технологического процесса путем совместного решения производственных и организационных задач с работниками смежных цехов и лабораторий. Разработка и утверждение маршрутных карт и технологической документации); - <i>метрологическое обеспечение, контроль качества и экологический аудит произ-</i>	- 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, моду-

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания)
		<i>водства</i> (проведение входного контроля высокочистых газов, основных и вспомогательных полупроводниковых и оптических материалов. Управление качеством на производстве с использованием контрольно-измерительных комплексов в соответствии со стандартами ИСО. Обеспечение рационального расходования сырья и минимизация негативных экологических последствий (в т. ч. от использования токсичных газов и химикатов при жидкостном/ плазмохимическом травлении); - <i>автоматизация производства и цифровизация управления оборудованием</i> (внедрение и эксплуатация программного обеспечения, алгоритмов и цифровых интерфейсов для автоматизированного управления специализированным технологическим оборудованием (вакуумными, плазменными, термическими, лазерными установками). Применение цифровых технологий для мониторинга технологических параметров в режиме реального времени и формирования регламентов контроля качества)	ляторы); - фотонные интегральные схемы (ФИС) и сенсорные системы на их основе; - технологические процессы 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;
	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 экспериментальных образцов (полупроводниковых лазеров, МЭМС, фотодетекторов). Взаимодействие со смежными	- 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

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания)
		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)	

Основное место проведения учебной (технологической (проектно-технологической) практики – кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии» и 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.

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:

- технологические процессы получения, глубокой очистки и анализа высокочистых веществ и материалов, применяемых в электронике и фотонике, реализуемые на базе ООО «Фирма «Хорст» и/или кафедры «Нанотехнологии и биотехнологии»;
- принципы работы и устройство основного технологического и аналитического оборудования, используемого при производстве и исследовании высокочистых веществ и электронных материалов;
- методы математического и компьютерного моделирования технологических процессов получения и очистки веществ;
- требования охраны труда, промышленной, химической и экологической безопасности, действующие на профильном предприятии и в лабораториях кафедры;
- требования к оформлению научно-технической и отчётной документации по результатам проектно-технологической и научно-исследовательской деятельности;

Уметь:

- самостоятельно ставить и решать конкретную технологическую либо научно-исследовательскую задачу в рамках выбранного индивидуального задания;
- выбирать и обосновывать методику эксперимента, технологический режим или расчётную модель, адекватные поставленной задаче;
- эксплуатировать (под руководством наставника) технологическое и аналитическое оборудование в соответствии с установленными регламентами;

- обрабатывать, анализировать и интерпретировать полученные экспериментальные и/или расчётные данные;
- оформлять результаты проведённой работы в виде структурированного отчёта, соответствующего требованиям, предъявляемым к научно-технической документации;

Владеть:

- навыками практической работы на конкретных единицах технологического и аналитического оборудования, задействованного при выполнении индивидуального задания;
- навыками применения программных средств моделирования технологических процессов и обработки экспериментальных данных;
- навыками командной работы в производственном и научном коллективе;
- навыками научной коммуникации, включая устное и письменное представление результатов проектно-технологической либо научно-исследовательской деятельности;
- навыками самостоятельного планирования и организации собственной работы в рамках выбранной траектории (прикладной или фундаментальной).

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 учебной (технологической (проектно-технологической)) практики 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 курсового проекта по дисциплине «Специальные процессы и аппараты производства изделий электронной техники» и выпускной квалификационной работы, а также для дальнейшего изучения дисциплин «Физические и физико-химические методы контроля процессов производства материалов и компонентов для электроники и фотоники», «Функциональные материалы фотоники, компоненты фотоники», «Современные методы исследования материалов для электроники и фотоники» и др.

Примерные темы индивидуальных заданий

1. Исследование влияния условий синтеза на степень чистоты и структурное совершенство целевого высокочистого вещества.
2. Анализ технологической схемы производства особо чистого вещества на предприятии ООО «Фирма «Хорст» и предложения по её оптимизации.
3. Сравнительный анализ методов получения высокочистых неорганических веществ, применяемых в электронной промышленности.
4. Исследование влияния примесного состава исходного сырья на эксплуатационные характеристики конечного высокочистого продукта.
5. Разработка предложений по контролю технологических параметров процесса получения высокочистого вещества с целью повышения степени чистоты продукта.
6. Исследование эффективности метода направленной кристаллизации (зонной плавки) для глубокой очистки заданного вещества.
7. Сравнительный анализ дистилляционных и ректификационных методов очистки веществ, применяемых при производстве материалов электронной техники.
8. Изучение адсорбционных и сорбционных методов очистки жидких и газообразных сред от примесей.
9. Исследование и разработка методики аналитического контроля микропримесей в высокочистом веществе с применением спектральных методов анализа.
10. Оценка воспроизводимости и метрологических характеристик методики контроля чистоты вещества, применяемой на предприятии.
11. Разработка математической модели процесса массопереноса при направленной кристаллизации высокочистого вещества.

12. Компьютерное моделирование распределения примеси по длине слитка в процессе зонной очистки.
13. Моделирование тепловых процессов в технологическом реакторе синтеза высоко-чистого вещества.
14. Разработка модели кинетики химической реакции получения целевого продукта с целью оптимизации технологического режима.
15. Применение методов математического планирования эксперимента для оптимизации параметров технологического процесса очистки вещества.
16. Анализ конструктивных особенностей и режимов эксплуатации технологического оборудования, применяемого для получения высокочистых веществ на предприятии.
17. Исследование влияния конструктивных материалов технологической аппаратуры (реакторов, трубопроводов, ёмкостей) на степень загрязнения производимого высокочистого продукта.
18. Изучение технологии упаковки, хранения и транспортировки высокочистых веществ с целью предотвращения вторичного загрязнения.
19. Анализ систем автоматизации и контроля технологического процесса производства высокочистого вещества на предприятии.
20. Разработка предложений по совершенствованию системы производственного экологического контроля на участке получения высокочистых веществ.

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 состояния вопроса по теме индивидуального задания (по результатам изучения литературы и нормативно-технической документации);
- Раздел 2 — описание объекта, методов и оборудования, использованных при выполнении задания;
- Раздел 3 — изложение хода выполнения работы (экспериментальной, технологической либо расчётно-теоретической части) с приведением полученных данных;
- Раздел 4 — анализ и обсуждение полученных результатов, их сопоставление с литературными данными.
- Заключение или выводы (конкретные научные и технологические выводы)
- Список использованной литературы (ориентировочно 20 актуальных источников)
- Приложения (*при необходимости*) (графики, таблицы первичных данных, схемы технологического оборудования, протоколы измерений, копии нормативных документов (при отсутствии ограничений на их разглашение), иллюстративные материалы)

Сроки и формы проведения защиты отчета: очная форма защиты в течение февраля 2 семестра.

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	Ямпурин Н.П., Баранова А.В., Обухов В.И.	Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур: Учеб. пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 227 с. —	Электронный вариант (http://www.iprbookshop.ru/45105.html)
2	Марков В.Ф., Мухамедзянов Х.Н., Маскаева Л.Н., Маркова В.Ф.	Материалы современной электроники: Учеб.пособие	Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014, 272 с	Электронный вариант (978-5-7996-1186-6, http://www.iprbookshop.ru/69626.html)
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/>

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 образовательно-научных лабораторий кафедры «Нанотехнологии и биотехнологии» и ООО «Фирма «ХОРСТ», с которыми заключены договоры о практической подготовке обучающихся, и которые обладают необходимой материально-технической базой:

Материально-техническая база профильной организации ООО «Фирма «ХОРСТ»:

- производственные и лабораторные помещения предприятия, оснащённые технологическим оборудованием для синтеза и глубокой очистки высокочистых веществ (реакторное оборудование, установки ректификации, дистилляции, направленной кристаллизации/зонной плавки - в соответствии с профилем и номенклатурой выпускаемой продукции предприятия);
- аналитическое оборудование производственно-технической (заводской) лаборатории предприятия для контроля чистоты и качества выпускаемой продукции (спектральные и иные методы аналитического контроля примесного состава веществ);
- средства индивидуальной защиты, спецодежда и оборудование для обеспечения безопасных условий труда при работе с химическими веществами, предоставляемые предприятием обучающимся на период прохождения практики в соответствии с требованиями охраны труда и промышленной безопасности;
- нормативно-техническая документация предприятия (технологические регламенты, стандарты предприятия, технические условия), предоставляемая обучающимся для изучения в объёме, необходимом для выполнения индивидуального задания, с соблюдением требований о неразглашении сведений, составляющих коммерческую тайну предприятия;
- рабочие места, оборудованные для ведения записей, обработки первичных данных и подготовки отчётной документации (при необходимости — с доступом к персональному компьютеру предприятия для оформления расчётных материалов). 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:

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 22 чел. 3. Переносное мультимедийное оборудование (мультимедийный проектор, экран)
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)
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; 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 плазмотрон; - плита электрическая; - шкаф сушильный; - магнитная мешалка; - источник водорода с оборудованием для приготовления специальной воды; - спектрофотометр; - поляриметр. 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: - хроматографический комплекс; - исследовательская лаборатория моделирования вакуумных процессов; - спектрофотометр; - плита электрическая; - вытяжной шкаф; - магнитная мешалка; - водяная баня; - цифровой биологический микроскоп; - прибор для измерения удельной поверхности дисперсных пористых материалов. 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 «Хромос ГХ-1000»; - спектрофотометр ИК-Фурье. 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, выступления 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

При необходимости, практика может быть организована частично без непосредственного нахождения обучающегося на рабочем месте в профильной организации либо в вузе (дистанционная форма).

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.

Виды работ, связанные с будущей профессиональной деятельностью, которые будут выполняться обучающимися в формате дистанционной (удаленной) работы при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии с руководителями практики как со стороны вуза, так и со стороны профильной организации:

- Проведение собрания студентов; выдача индивидуальных заданий и путевок на практику;

- Ознакомление студентов с программой практики;
- Разработка рабочего графика (плана) проведения практики;
- Оформление пропусков на предприятие;
- Прохождение инструктажа по охране труда, техники безопасности, пожарной безопасности и производственной санитарии, правилам внутреннего трудового распорядка;
- Знакомство со структурой предприятия, его подразделениями, цехами, отделами, работой научно-исследовательских и проектных отделов;
- Знакомство с организацией производственных и технологических процессов и процессов, обеспечивающих жизненный цикл изделия на предприятии;
- Знакомство с материально-технической базой для выполнения проекта;
- Приобретение навыков работы в должности практиканта;
- Выполнение индивидуального задания;

- Анализ и обобщение полученной информации, консультации с руководителем практики от кафедры;
- Формирование отчетной документации, написание отчета по практике;
- Защита отчета по практике.

В случае осуществления практики в дистанционной форме, отчёт 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 НГГУ;
- система управления обучением Moodle НГГУ;
- веб-конференций (для проведения лекций и консультаций);
- Яндекс-Телемост, Skype, Zoom, Discord (для консультаций, текущего контроля);
- обмен документами и материалами через электронную почту.