

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.)
«20» марта 2025 г.

**Рабочая программа
производственной практики (практика по получению
профессиональных умений и опыта
научно-исследовательской деятельности)**

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

Направленность: **Физика, химия и технология поверхностей и межфазных границ**

Год начала подготовки: **2025**

Квалификация выпускника: магистр

Очная форма обучения

г. Нижний Новгород, 2025 г.

Лист согласования рабочей программы практики

Разработчик рабочей программы производственной практики (практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности)

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

Рабочая программа производственной практики (практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности) рассмотрена на заседании кафедры «Нанотехнологии и биотехнологии»

Протокол заседания от «07» марта 2025 г. № 5

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

Рабочая программа производственной практики (практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности) утверждена на заседании Ученого совета института физико-химических технологий и материаловедения

Протокол заседания от «20» марта 2025 г. № 7

СОГЛАСОВАНО:

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

Рабочая программа практики зарегистрирована в ОПиТ под номером ____РППм-93/2025____

Начальник ОПиТ _____ /Е.В. Троицкая/ _____ 20.03.2025 _____
(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	5
4.	Объем практики	7
5.	Содержание практики	10
6.	Формы отчетности по практике	13
7.	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по практике	14
8.	Учебно-методическое и информационное обеспечение работы студента на практике	14
9.	Перечень информационных технологий, используемых при проведении практики	15
10.	Материально-техническое обеспечение практики	16
11.	Средства адаптации образовательного процесса при прохождении практики к потребностям обучающихся с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов	18
12.	Особенности проведения практики с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий	19

1. Вид и форма проведения практики

Вид практики – производственная

Тип практики – практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности

Форма проведения практики – концентрированная

Время проведения практики: 1 курс, 2 семестр

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

2.1. В результате прохождения производственной практики (практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности) 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)
ПКС-1	Способен к измерению и анализу результатов измерений параметров технологических операций	ИПКС – 1.3. Анализирует результаты измерений на основе методик расчета химических, дистилляционных, кристаллизационных и мембранных методов глубокой очистки веществ	Уметь: - анализировать полученные результаты измерения параметров технологических операций и определять наиболее выгодные условия проведения измерений, с учетом чистоты материалов; Владеть: - навыками анализа полученных результатов измерения специфических параметров технологических операций
ПКС-2	Способен определять и устранять причины отклонения параметров технологических операций от заданных	ИПКС -2.1. Работает с контрольно-измерительным оборудованием и решает типовые задачи технологического характера	Уметь: - работать с контрольно-измерительным оборудованием лабораторий и предприятий электронной промышленности; Владеть: - навыками работы с контрольно-измерительным оборудованием лабораторий и предприятий электронной промышленности; - навыками решения специфических задач технологического характера.

2.2. Трудовые функции, на приобретение опыта которых направлена производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности)

Прохождение производственной практики (практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности) позволит выпускнику данной образовательной программы выполнять частично обобщенную трудовую функцию:

- Обеспечение функционирования нанoeлектронного производства в соответствии с технологической документацией. Поддержка и улучшение существующих технологических процессов и необходимых режимов производства выпускаемой организацией продукции (ПС 40.006 «Инженер-технолог в области производства наноразмерных полупроводниковых приборов и интегральных схем»).

Код и наименование ПС	Обобщенная трудовая функция			Трудовая функция		
	Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень квалификации
40.006 «Инженер-технолог в области производства наноразмерных полупроводниковых приборов и интегральных схем»	А	Обеспечение функционирования нанoeлектронного производства в соответствии с технологической документацией. Поддержка и улучшение существующих технологических процессов и необходимых режимов производства выпускаемой организацией продукции	7	Контроль параметров технологической операции	А/02.7	7
				Разработка и реализация мероприятий по устранению причин брака выпускаемой продукции	А/06.7	

3. Место производственной практики (практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности) в структуре ОП

Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности) является компонентом ОП, реализуемая в форме практической подготовки, представляет собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся.

Разделы ОП: производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности) относится к вариативной части Блока 2 «Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)» - Б2.П.2 программы подготовки магистратуры по направлению 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника», направленность «Физика, химия и технология поверхностей и межфазных границ».

Целью практики является формирование у обучающихся (магистрантов первого года обучения) устойчивых практических навыков проведения самостоятельной научно-исследовательской работы, овладение современными методами физико-химического анализа и диагностики поверхностей, а также получение первичного профессионального опыта при решении реальных исследовательских и технологических задач на базе профильных предприятий, научно-исследовательских институтов или лабораторий ВУЗа.

Практика направлена на интеграцию теоретической подготовки магистранта с реальной исследовательской 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.

Программа магистратуры «Физика, химия и технология поверхностей и межфазных границ» отличается выраженной многонаправленностью. В зависимости от специфики пред-

приятия (базы практики) перед обучающимися ставятся следующие задачи:

1. в области химии высокочистых веществ и газофазных процессов (например ООО Фирма «ХОРСТ», НИЛ получения летучих гидридов и хлоридов кремния):

получение опыта синтеза, глубокой очистки и анализа (хроматография, ИК-спектроскопия) летучих соединений кремния и германия;

2. в области твердотельной микроэлектроники (например ФГУП «ФНПЦ НИИИС им. Ю.Е. Седатова», АО «Микрон»):

приобретение навыков исследования морфологии, электрофизических и оптических свойств межфазных границ в полупроводниковых гетероструктурах;

3. в области радиоэлектроники и конструирования электронных средств (например АО «ФНПЦ «ННИИРТ», АО «НПП «Салют», АО «НПП «Полет»):

получение опыта физико-химического анализа поверхностей при создании многослойных печатных плат, исследовании адгезии и контактных явлений.

Общими (сквозными) задачами производственной практики (практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности), вне зависимости от направленности являются:

- проведение патентно-информационного поиска по теме индивидуального задания и ВКР;

- реализация утвержденной программы научного эксперимента или математического моделирования;

- развитие навыков научной коммуникации, включая обсуждение результатов с руководителем, апробацию результатов поэтапных исследований (подготовка тезисов, статей, участие в конференциях).

3.1. Дисциплины, участвующие в формировании компетенций ПКС-1,2 вместе с производственной практикой (практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности):

Код и формулировка компетенций	Наименование дисциплин и практик. Коды индикаторов										
ПКС-1. Способен к разработке новых технологий производства изделий электронной техники	Процессы микро- и нанотехнологии	Методы исследования материалов и структур электронной техники	Методы глубокой очистки веществ для микроэлектроники	Процессы микро- и нанотехнологии	Методы исследования материалов и структур электронной техники	Методы глубокой очистки веществ для микроэлектроники	Технология и производство печатных плат	Технология печатных плат последнего поколения	Наночастицы в двухфазных системах	Практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности	Специальные процессы и аппараты производства изделий электронной техники
	1 семестр			2 семестр							3 семестр
	ИПКС-1.1	ИПКС-1.4	ИПКС-1.4	ИПКС-1.1	ИПКС-1.4	ИПКС-1.4	ИПКС-1.2	ИПКС-1.2	ИПКС-1.3	ИПКС-1.3	ИПКС-1.3

Код и формулировка компетенций	Наименование дисциплин и практик. Коды индикаторов						
ПКС-2. Способен определять и устранять причины отклонения параметров технологических операций от заданных	Процессы микро- и нанотехнологии	Технологическая практика	Физико-химические методы контроля процессов производства ИЭТ	Процессы микро- и нанотехнологии	Технология и производство печатных плат	Технология печатных плат последнего поколения	Практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности
	1 семестр		2 семестр				
	ИПКС-2.2	ИПКС-2.1	ИПКС-2.1	ИПКС-2.2	ИПКС-2.3	ИПКС-2.3	ИПКС-2.1

3.2. Входные требования, необходимые для освоения программы производственной практики (практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности):

ЗНАТЬ:

- теоретические основы физики и химии поверхности;
- термодинамику и кинетику межфазных взаимодействий;
- принципы работы современного вакуумного, аналитического и технологического оборудования;
- методологию поиска информации в международных базах цитирования;

УМЕТЬ:

- читать и переводить англоязычную профильную научно-техническую литературу;
- выполнять предварительные инженерные и физико-химические расчеты;
- планировать эксперимент с учетом фактора воспроизводимости результатов;

ВЛАДЕТЬ:

- базовыми навыками работы с ПК и специализированным ПО для построения графиков;
- культурой академического письма;
- основами метрологического контроля и базовыми правилами безопасной работы в научных лабораториях.

3.3. Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности) является этапом практической подготовки по направлению 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» 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 (практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности) составляет 4 недели.

Общая трудоемкость (объем) практики составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часа.

4.2. Этапы практики

График производственной практики (практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности) в профильной организации

№ п/п	Этапы практики	Трудоемкость в часах		
		<i>Контакт- ная работа с руководи- телем от кафедры</i>	<i>Контакт- ная работа с руководи- телем от проф.орг- ции</i>	<i>Самостоя- тельная работа студента</i>
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		101	56
2.1	Изучение технологических регламентов, стандартов предприятия (СТП), маршрутных карт, ГОСТов. Изучение профильных научных публикаций по теме задания предприятия		8	12
2.2.	Освоение принципов работы промышленного измерительного оборудования. Наблюдение за процессами калибровки. Подготовка тестовых пластин/образцов (очистка поверхностей).		29	12
2.3.	Приобретение навыков работы в должности практиканта: проведение серии технологических операций (например, плазменное травление, осаждение, фотолитография) на тестовых образцах при варьировании параметров.		44	8
2.4.	Исследование обработанных поверхностей методами неразрушающего контроля на базе предприятия (АСМ, РЭМ, эллипсометрия, профилометрия).		12	
2.5.	Статистическая обработка массивов данных. Оценка процента выхода годных, расчет погрешностей измерений		8	24
3.	Заключительный этап	7		34
3.1	Анализ и обобщение полученной информации, консультации с руководителем практики от кафедры	6		12
3.2	Формирование отчетной документации, написание от-			22

№ 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
	чета по практике: оформление текстовой части отчета по практике, оформление расчетно-графических материалов			
3.3.	Защита отчета по практике	1		
	ИТОГО:	13	109	94
	ИТОГО ВСЕГО:	216		

**График производственной практики (практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности)
при прохождении на кафедре**

№п/п	Этапы практики	Трудоемкость в часах	
		Контактная ра- бота с руководи- телем от кафедры	Самостоятельная работа студента
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	101	60
2.1.	Работа в базах Scopus, eLibrary, ФИПС. Составление литературного обзора по теме. Изучение методик проведения эксперимента на конкретном стенде	5	24
2.2.	Выполнение индивидуального задания – проведение экспериментальных исследований в лабораториях кафедры «Нанотехнологии и биотехнологии» или других лабораториях университета или других организациях по научной тематике выпускающей кафедры «Нанотехнологии и биотехнологии»: сборка или наладка лабораторной установки (например вакуумного поста, реактора). Калибровка газового хроматографа или ИК-спектрометра по эталонным смесям	60	
2.3.	Выполнение серии синтезов летучих соединений. Проведение процессов адсорбции/десорбции на поверхностях. Сбор первичных данных.	12	10
2.4.	Отбор проб и их анализ (хромато-масс-спектрометрия, ИК-спектроскопия). Измерение электрофизических параметров (ВАХ, ВФХ) структур.	12	
2.5.	Расчет физико-химических величин, построение калибровочных графиков, расшифровка спектров в специализированном ПО.	12	26
3.	Заключительный этап	7	34

№п/п	Этапы практики	Трудоемкость в часах	
		Контактная работа с руководителем от кафедры	Самостоятельная работа студента
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	6	12
3.2	Формирование отчетной документации, написание отчета по практике: оформление текстовой части отчета по практике, оформление расчетно-графических материалов		22
3.3.	Защита отчета по практике	1	
	ИТОГО:	116	100
	ИТОГО ВСЕГО:	216	

5. Содержание производственной практики (практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности)

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	- определение оптимальных технологических режимов работы оборудования, выбор конструкции, а также использование различных методов исследования материалов микро-и наноэлектроники для модернизации оборудования; - разработка новых технологий производства материалов, изделий и компонентов электронной техники с повышенным уровнем энергоэффективности	- методы исследования материалов и компонентов; - алгоритмы решения типовых задач

Основное место проведения производственной практики (практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности)

– 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 «ННИИРТ»);
- 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 современной приборной базой профильных научно-исследовательских институтов и предприятий;
- с нормативной документацией, регламентирующей проведение научных исследований и производственных процессов (ГОСТ РВ, ISO, СТП);
- с методами обработки и анализа результатов, полученных на контрольно-измерительном оборудовании

Уметь:

- самостоятельно готовить образцы для физико-химического анализа;
- эксплуатировать аналитическое оборудование под контролем специалиста;
- проводить поиск и критический анализ научной информации по теме исследования;
- грамотно интерпретировать физический смысл полученных спектров или графиков;

Владеть:

- методами статистической обработки экспериментальных данных с использованием специализированного ПО;
- базовыми методиками диагностики состояния поверхности (оптическими, зондовыми, спектроскопическими);
- навыками подготовки научно-технических отчетов в строгом соответствии с требованиями ЕСКД и ГОСТ.

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 (практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности) 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»:

1. Исследование зависимости сорбционной емкости углеродных материалов от состояния их поверхности для очистки моносилана.

2. Анализ микропримесей углеводородов в особо чистом хлористом водороде методом газовой хроматографии.

3. Исследование коррозионной стойкости нержавеющей сталей (316L) при контакте с фторидами вольфрама.

4. Определение следовых количеств влаги на внутренних поверхностях газовых баллонов методом ИК-спектроскопии.

5. Физико-химическое исследование процесса осаждения наночастиц германия из газовой фазы.

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

1. Исследование влияния параметров плазмохимического травления на шероховатость поверхности монокристаллического кремния.

2. Атомно-силовая микроскопия морфологии поверхности тонких пленок нитрида титана (TiN).

3. Определение оптических констант и толщины диэлектрических пленок $\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$ методом спектральной эллипсометрии.

4. Рентгенодифракционный анализ структурного совершенства эпитаксиальных слоев арсенида галлия.

5. Исследование вольт-фарадных характеристик (ВФХ) МДП-структур для оценки плотности поверхностных состояний.

6. Анализ профилей распределения легирующих примесей в кремнии методом вторичной ионной масс-спектрометрии (ВИМС)

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

1. Исследование адгезионной прочности межфазной границы «медь – диэлектрик» в СВЧ печатных платах.

2. Металлографический анализ микрошлифов переходных отверстий многослойных печатных плат.

3. Исследование влияния шероховатости медной фольги на затухание сигнала в полосковых линиях передач.

4. Оценка смачиваемости контактных площадок безразмерными припоями в зависимости от типа финишного покрытия (ENIG, HASL).

5. Рентгеноскопический контроль пустот (voids) в паяных соединениях BGA-компонентов.

- 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):

Раздела 1. Анализ современного состояния проблемы на основе 15-20 научных источников не старше 5-10 лет.

Раздел 2. Методика проведения эксперимента (подробное описание: объекты исследования, использованное оборудование с указанием марок/моделей, схемы установок, методы подготовки поверхностей).

Раздел 3. Экспериментальные результаты и их обсуждение (графики, спектры, таблицы, микрофотографии. Обязательна научная интерпретация полученных данных и статистическая оценка погрешностей).

– Заключение или выводы (конкретные научные и технологические выводы)
– Список использованной литературы (ориентировочно 20 актуальных источников)

– Приложения (*по необходимости*) (крупные схемы, массивы исходных данных, листинги кода, копии статей/тезисов при их наличии)

Сроки и формы проведения защиты отчета: очная форма защиты в течение сентября осеннего семестра 2 курса.

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=mruq6208gg807416620)
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
5	Щука А.А.	Электроника: Учебник в 4-х ч. Ч.3: Квантовая и оптическая электроника	М.: Юрайт, 2017	1

№ п/п	Автор (ы)	Заглавие	Издательство, год издания, гриф	Количество экземпляров в библиотеке
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:

- при прохождении на химико-технологических базах (ООО «Фирма «ХОРСТ», НИЛ кафедры НГТУ и другие):

Синтез: вакуумные посты (до 10^{-6} Торр), вытяжные шкафы, перчаточные боксы (Glovebox) с инертной атмосферой, газовые манифольды (линии Шленка).

Анализ: газовые хроматографы (Цвет, Кристалл-5000) с детекторами ПИД, ДТП; хромато-масс-спектрометры (GC-MS); ИК-Фурье спектрометры;

- при прохождении на предприятиях микроэлектроники (ФГУП «ФНПЦ НИИИС им. Ю.Е. Седатова» / АО «Микрон» и другие):

Технологии: установки проекционной фотолитографии, системы магнетронного распыления, реакторы плазмохимического травления (RIE/ICP);

Диагностика поверхности: сканирующие зондовые микроскопы (АСМ/СТМ, например, NT-MDT Ntegra); растровые электронные микроскопы (РЭМ, например, Zeiss, Tescan) с ЭДС-приставками; спектральные эллипсометры; рентгеновские дифрактометры (XRD);

- при прохождении на радиоэлектронных предприятиях (АО «ФНПЦ «ННИИРТ» / АО «НПП «Полет» / АО «НПП «Салют» и другие): Анализаторы цепей (Keysight, Rohde & Schwarz) для СВЧ-измерений; оптические профилометры (для оценки шероховатости плат); рентгентелевизионные установки неразрушающего контроля паяных соединений; микро-твердомеры.

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 плазмотрон; - 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 предзащита 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, Discord (для консультаций, текущего контроля);
- обмен документами и материалами через электронную почту.