

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 проектной 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 проектной деятельности)

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

Рабочая программа производственной практики (практика по получению профессиональных умений и опыта проектной 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 проектной 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-94/2025____

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	6
4.	Объем практики	8
5.	Содержание практики	11
6.	Формы отчетности по практике	14
7.	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по практике	15
8.	Учебно-методическое и информационное обеспечение работы студента на практике	15
9.	Перечень информационных технологий, используемых при проведении практики	16
10.	Материально-техническое обеспечение практики	17
11.	Средства адаптации образовательного процесса при прохождении практики к потребностям обучающихся с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов	19
12.	Особенности проведения практики с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий	20

1. Вид и форма проведения практики

Вид практики – производственная

Тип практики – практика по получению профессиональных умений и опыта проектной деятельности

Форма проведения практики – концентрированная

Время проведения практики: 2 курс, 4 семестр

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

2.1. В результате прохождения производственной практики (практика по получению профессиональных умений и опыта проектной деятельности) у обучающегося должны быть сформированы следующие универсальные и 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)
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	ИУК-2.1. Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления	Знать: – способы решения поставленной проблемы; – алгоритм проектной деятельности; Уметь: – формулировать на основе поставленной проблемы проектную задачу и способы ее решения; – разрабатывать концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы; – разрабатывать план реализации проекта с учетом возможных рисков реализации и возможностей их устранения, планировать необходимые ресурсы, в том числе с учетом их заменяемости
		ИУК-2.2. Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения	Уметь: – формулировать цель, задачи, обосновывать актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения; – разрабатывать концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы
ПКС-3	Способен к расчёту режимов и контролю конкретного технологического процесса	ИПКС – 3.3. Определяет режимы проведения процессов микро- и наноэлектроники с учетом чистоты веществ, свойств материалов и структур электронной техники	Владеть: - навыками определения необходимых режимов проведения процессов микро- и наноэлектроники с учетом чистоты веществ, свойств материалов и структур электронной техники в рамках поставленной технологической задачи
ПКС-6	Способен осваивать и применять цифровые техно-	ИПКС-6.1. Осваивает цифровые технологии математического и информа-	Знать: - пакеты прикладных программ для расчетов и обработки кинетических данных ферментативных реакций;

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)
	логии для объектов профессиональной деятельности	ционного моделирования используемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной деятельности	Уметь: - использовать пакеты прикладных программ для расчетов и обработки кинетических данных ферментативных реакций; Владеть: - навыками расчетов, обработки и анализа кинетических данных и представления их в табличном и графическом виде с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий
		ИПК-6.2. Применяет цифровые технологии в профессиональной деятельности	Знать: - постановку проблем математического и информационного моделирования сложных систем в профессиональной области; Уметь: - планировать процесс моделирования и вычислительного эксперимента в профессиональной деятельности; - работать на современной электронно-вычислительной технике с объектами профессиональной деятельности; Владеть: - методами постановки задач и обработки результатов компьютерного моделирования в профессиональной деятельности; - навыками самостоятельной работы в лаборатории на современной вычислительной технике

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

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

- Разработка и внедрение современных технологических процессов, освоение нового оборудования, технологической оснастки, необходимых режимов производства на выпускаемую организацией продукцию (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

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»	В	Разработка и внедрение современных технологических процессов, освоение нового оборудования, технологической оснастки, необходимых режимов производства на выпускаемую организацию продукцию	7	Освоение и внедрение технологических процессов и необходимых режимов производства на выпускаемую продукцию	В/03.7	7

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

Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта проектной 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 проектной деятельности) относится к вариативной части Блока 2 «Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)» - Б2.П.3 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 магистрантов компетенций в сфере инженерно-технологического проектирования, приобретение практического опыта разработки, оптимизации и документирования технологических процессов, маршрутов и устройств в области электроники, нанoeлектроники и химии высокочистых веществ, необходимых для выполнения проектной части выпускной квалификационной работы магистра (ВКР).

Учитывая многонаправленность обучения и междисциплинарный характер ОП ВО «Физика, химия и технология поверхностей и межфазных границ», задачи практики дифференцируются в зависимости от специфики выбранного предприятия (базы практики):

1. для химико-технологического направления (например базы практики: ООО Фирма «ХОРСТ», НИЛ получения летучих гидридов и хлоридов кремния каф. НиБ НГТУ и др.):

1.1 разработка и расчет аппаратурно-технологических схем получения и глубокой очистки летучих гидридов и хлоридов кремния;

1.2 проектирование систем газораспределения и контроля чистоты поверхностей.

2. для микро- и нанoeлектронного направления (например базы практики: ФГУП «ФНПЦ НИИИС им. Ю.Е. Седатова», АО «Микрон» и др.):

2.1 разработка маршрутных карт создания полупроводниковых структур;

2.2 проектирование топологии ИМС;

2.3 оптимизация режимов формирования межфазных границ (осаждение, травление, литография).

3. для радиоэлектронного и приборостроительного направления (например базы практики: АО «ФНПЦ «ННИИРТ», АО «НПП «Салют», АО «НПП «Полет» и др.):

3.1 проектирование многослойных печатных плат (МПП);

3.2 разработка технологических процессов поверхностного монтажа;

3.3 расчет тепловых интерфейсов электронных модулей.

Общими задачами производственной практики (практика по получению профессиональных умений и опыта проектной деятельности), вне зависимости от базы практики являются:

- составление технического задания (ТЗ) на проектируемый объект/технологию;
- технико-экономическое и экологическое обоснование принимаемых проектных решений;
- разработка проектно-конструкторской и технологической документации в соответствии с ЕСКД и ЕСТД.

3.1. Дисциплины, участвующие в формировании компетенций УК-2, ПКС-3,6 вместе с производственной практикой (практика по получению профессиональных умений и опыта проектной деятельности):

Код и формулировка компетенций	Наименование дисциплин и практик. Коды индикаторов											
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Проектирование, технология и электронная гигиена в электронной компонентной базе						Практика по получению профессиональных умений и опыта проектной деятельности					
ПКС-3 Способен к расчёту режимов и контролю конкретного технологического процесса	Технология автоматизации производства				Методы исследования материалов и структур электронной техники				Методы глубокой очистки веществ для микроэлектроники			
	Научно-исследовательская работа				Технология автоматизации производства				Методы исследования материалов и структур электронной техники			
	Методы глубокой очистки веществ для микроэлектроники				Физико-химические методы контроля процессов производства ИЭТ				Наночастицы в двухфазных системах			
	Научно-исследовательская работа				Научно-исследовательская работа				Практика по получению профессиональных умений и опыта проектной деятельности			
	Преддипломная практика				1 семестр				2 семестр			
	ИПКС-3.2	ИПКС-3.3	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1								
	ИПКС-3.2	ИПКС-3.3	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.1	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1		

Код и формулировка компетенций	Наименование дисциплин и практик. Коды индикаторов			
ПКС-6. Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности	Технология автоматизации производства	Технология автоматизации производства	Практика по получению профессиональных умений и опыта проектной деятельности	Преддипломная практика
	1 семестр	2 семестр	4 семестр	
	ИПКС-6.1 ИПКС-6.2	ИПКС-6.1 ИПКС-6.2	ИПКС-6.1 ИПКС-6.2	ИПКС-6.1 ИПКС-6.2

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

ЗНАТЬ:

- законы физики и химии твердого тела, определяющие свойства поверхностей;
- принципы работы технологического оборудования микроэлектроники;
- стандарты ЕСКД и ЕСТД;
- основы метрологии и стандартизации; принципы бережливого производства;

УМЕТЬ:

- применять пакеты прикладных программ (САПР/CAD) для проектирования электронных средств и технологических процессов;
- выполнять технологические, электрические и тепловые расчеты;
- читать сложные чертежи и электрические схемы;

ВЛАДЕТЬ:

- базовыми навыками работы с измерительной аппаратурой;
- терминологическим аппаратом в области наноэлектроники;
- методами патентного поиска для анализа аналогов проектируемого устройства/процесса.

3.3. Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта проектной деятельности) является этапом практической подготовки по направлению 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» и проводится для накопления материала для подготовки выпускной квалификационной работы магистра.

4. Объем практики

4.1. Продолжительность практики

Продолжительность производственной практики (практика по получению профессиональных умений и опыта проектной деятельности) составляет 2 недели.

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

4.2. Этапы практики

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

№ п/п	Этапы практики	Трудоемкость в часах		
		Контактная работа с руководителем от кафедры	Контактная работа с руководителем от проф. организации	Самостоятельная работа студента
1.	Подготовительный (организационный) этап	5	8	2
1.1.	Проведение собрания студентов; выдача индивидуальных заданий и путевок на практику	1		
1.2.	Ознакомление студентов с программой практики	2		2
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		42	29
2.1	Знакомство со структурой предприятия, его подразделениями, цехами, отделами, работой научно-исследовательских и проектных отделов		4	2
2.2	Изучение стандартов предприятия (СТП), маршрутных карт, ТУ на продукцию. Патентный поиск аналогов проектируемого технологического процесса/продукта/технологии/метода и т.д.		6	8
2.3	Знакомство с материально-технической базой для выполнения проекта		6	2
2.4.	Приобретение навыков работы в должности практиканта: работа на рабочем месте: разработка/корректировка технологического маршрута (составление маршрутных карт); проектирование топологии (в САПР); тестирование спроектированных режимов (например, литографии) на тестовых пластинах; консультации с цеховыми технологами		20	6
2.5.	Расчет процента выхода годных, расчет норм расхода материалов (фоторезистов, газов). Оценка экологической безопасности внедряемого процесса		2	3
2.6.	Выполнение индивидуального задания. Сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме индивидуального задания		4	8
3.	Заключительный этап	4		18
3.1	Анализ и обобщение полученной информации, консультации с руководителем практики от кафедры	3		6
3.2	Формирование отчетной документации, написание отчета по практике: оформление текстовой части отчета			12

№ 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
	по практике, оформление расчетно-графических мате- риалов			
3.3.	Защита отчета по практике	1		
	ИТОГО:	9	50	49
	ИТОГО ВСЕГО:	108		

**График производственной практики (практика по получению профессиональных
умений и опыта проектной 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	6	6
1.1.	Проведение собрания студентов; выдача индивидуаль- ных заданий и путевок на практику	2	
1.2.	Ознакомление студентов с программой практики	1	4
1.3.	Разработка рабочего графика (плана) проведения прак- тики	1	2
1.4.	Прохождение инструктажа по охране труда, техники безопасности, пожарной безопасности и производ- ственной санитарии, правилам внутреннего трудового распорядка	2	
2.	Основной (производственный) этап	47	16
2.1	Подбор ГОСТов на методы анализа высокочистых ве- ществ. Изучение литературы по схемотехнике или кон- струкциям химических реакторов	4	2
2.2	Глубокий литературный обзор (Scopus, Web of Science, eLibrary) по фундаментальной проблематике индиви- дуального задания (по теме ВКР)	2	8
2.3	Выполнение индивидуального задания в лабораториях кафедры «Нанотехнологии и биотехнологии» или дру- гих лабораториях университета или других организа- циях по ВКР: например, расчет геометрических и тер- модинамических параметров реактора синтеза; проек- тирование газораспределительного щита (ГРЩ); со- здание 3D-модели узла в Компас-3D, проведение пи- лотного синтеза/анализа на спроектированном узле и др.	39	3
2.4.	Расчет материального и теплового баланса процесса очистки (ректификации). Математическое моделиро- вание потоков (гидродинамика) в реакторе	2	3
3.	Заключительный этап	5	28
3.1	Подготовка, систематизация, анализ и оформление тек- стовых материалов отчета на основе данных, получен- ных в ходе проведения экспериментальных исследова-	3	10

№п/п	Этапы практики	Трудоемкость в часах	
		Контактная работа с руководителем от кафедры	Самостоятельная работа студента
	ний, консультации с руководителем практики от кафедры		
3.2	Формирование отчетной документации, написание отчета по практике: оформление текстовой части отчета по практике, оформление расчетно-графических материалов	2	18
3.3.	Защита отчета по практике	1	
	ИТОГО:	58	50
	ИТОГО ВСЕГО:	108	

5. Содержание производственной практики (практика по получению профессиональных умений и опыта проектной 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)	производственно-технологический	- сбор, обработка, анализ и систематизация научнотехнической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи; - определение отклонения параметров продукции от установленных норм с помощью тестовых мероприятий и разработка методик их устранения; - компьютерное и математическое моделирование процессов, приборов, схем и устройств производства изделий электронной техники и использование современных средств и методов аналитического контроля	- проектирование и конструирование электронных приборов, устройств и установок; - технологические процессы производства; - диагностическое и технологическое оборудование; - математические модели; - современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и нанoeлектроники

Основными местами проведения производственной практики (практика по получению профессиональных умений и опыта проектной деятельности) являются:

- 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»;
- кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии»,
- 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:

- со структурой проектно-конструкторских подразделений предприятия;
- с жизненным циклом изделия электронной техники (от НИОКР до серийного выпуска);
- с корпоративными стандартами контроля качества (ISO 9001, ГОСТ РВ);

Уметь:

- составлять грамотное техническое задание (ТЗ);
- разрабатывать технологические маршруты изготовления микроэлектронных, радиоэлектронных компонентов или синтеза веществ;
- выполнять технико-экономическое обоснование проектных решений; читать и составлять технологические карты (КТП, МК);

Владеть:

- навыками работы в системах автоматизированного проектирования (САПР: Компас-3D, Altium Designer, AutoCAD, TCAD);
- навыками оформления конструкторской и технологической документации по ЕСКД и ЕСТД;
- методами оценки надежности проектируемых устройств.

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 проектной 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 магистра.

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. Проектирование аппаратурно-технологической схемы участка ректификационной очистки тетрахлорида кремния.
2. Разработка технологического маршрута синтеза высокочистого гексафтордисилана для процессов микроэлектроники.
3. Проектирование системы газораспределения и подачи сверхчистого моносилана в реактор эпитаксии.
4. Разработка методики количественного анализа углеводородных примесей в технологических газах.
5. Проектирование абсорбционной колонны для утилизации хлорсодержащих отходов газов производства.

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

1. Разработка технологического маршрута формирования глубоких щелевых структур методом Боша (Bosch-process).
2. Проектирование топологии тестового кристалла для оценки контактного сопротивления переходных отверстий.
3. Оптимизация технологического процесса магнетронного распыления для создания барьерных слоев TiN.
4. Разработка маршрутной карты химико-механической планаризации (ХМП) оксида кремния.
5. Проектирование процесса имплантации и последующего термического отжига для создания мелкозалегающих p-n переходов.
6. Технологическое проектирование участка плазмохимического осаждения диэлектрических пленок (PECVD).

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

1. Проектирование топологии 6-слойной гибридной печатной платы с контролируемым импедансом.
2. Разработка технологического процесса поверхностного монтажа (SMT) СВЧ-компонентов на керамику (LTCC).
3. Конструкторско-технологическое проектирование блока СВЧ-генератора с учетом теплоотвода.
4. Разработка технологического процесса лазерной микросварки выводов оптических модулей.
5. Проектирование оснастки для трафаретной печати паяльной пасты при сборке BGA-компонентов.
6. Разработка методики неразрушающего рентгеноскопического контроля качества паяных соединений.

- 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. Разработка аппаратурной схемы лабораторной установки для получения пористого кремния методом анодного травления

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. Техничко-экономическое обоснование:
 - Анализ существующих аналогов (по патентам и технической литературе).
 - Обоснование выбора материалов, элементной базы и технологии.
 - Раздел 2: Описание разработанного технологического маршрута / устройства (технологические, физико-химические или схмотехнические расчеты; спецификация используемого оборудования)
 - Раздел 3: Безопасность и экологичность проекта (анализ вредных факторов на спроектированном участке).

- Заключение или выводы (конкретные научные и технологические выводы)
- Список использованной литературы (ориентировочно 20 актуальных источников)
- Приложения (*обязательная часть для проектной практики*) (копии маршрутных/операционных карт, листинги программ, чертежи ГРЩ, топологии плат (в форматах САПР или PDF-выгрузках), 3D-модели)

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

7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по практике

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

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

8.1. Основная литература

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

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

- лабораторные стенды для верификации проектов: эллипсометры, профилометры, анализаторы спектра, установки термоциклирования, вытяжные шкафы для синтеза, вакуумные посты и т.д.;
- промышленные линии (на базах практик): степперы, реакторы PECVD, линии поверхностного монтажа, установки очистки газов и т.д.
- программное обеспечение (на базах практики):
 - для САПР и чертежей: КОМПАС-3D V21+, AutoCAD, SolidWorks.
 - для электроники: Altium Designer, P-CAD (legacy), KiCad.
 - для моделирования технологий (TCAD): Synopsys Sentaurus TCAD, Silvaco TCAD (или отечественный СИМБИС).
 - для математики: MathCAD, MATLAB.

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.