

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 (преддипломная)**

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

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 (преддипломная)

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

Рабочая программа производственной практики (преддипломная) 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 (преддипломная) 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-96/2025 ____

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	9
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	17
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 – преддипломная

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 (преддипломная) 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-3	Способен к расчёту режимов и контролю конкретного технологического процесса	ИПКС – 3.1. Организует и проводит экспериментальные исследования, используя современные средства и методы контроля процессов производства изделий электронной техники	Владеть: - навыками организации и проведению экспериментальных исследований в рамках своего дипломного проекта, используя современные средства и методы контроля процессов производства изделий электронной техники
ПКС-4	Способен к разработке новых технологий производства изделий электронной техники	ИПКС – 4.4. Разрабатывает новые технологии производства электронной техники с повышенным уровнем промышленной экологической безопасности энергоэффективности	Владеть: - навыками разработки новых технологий производства электронной техники в рамках поставленных задач дипломного проекта с использованием экологической безопасности, повышенной энергоэффективности и экономической
ПКС-5	Способен к модернизации технологического оборудования микро- и нано-электроники	ИПКС -5.1. Применяет методики исследования материалов и структур электронной техники для оценки характеристик нового технологического	Знать: - особенности влияния наноразмерных примесей на функциональные и эксплуатационные характеристики технологического оборудования микро- и нано-электроники; Уметь: - эффективно подбирать и применять методы глубокой очистки веществ для оценки характеристик технологического оборудования; Владеть: - навыками прогноза функциональных и эксплуатационных характеристик технологического оборудования микро- и наноэлектроники в зависимости от физических свойств материалов и структур в его составе.

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-6	Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности	ИПКС-6.1. Осваивает цифровые технологии математического и информационного моделирования используемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной деятельности	Знать: - пакеты прикладных программ для расчетов и обработки кинетических данных ферментативных реакций; 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 (преддипломная)

Прохождение производственной практики (преддипломная) 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
40.006 «Инженер-технолог в области производства»	В	Разработка и внедрение современных технологических процессов, освоение нового оборудования	7	Разработка технологических процессов и внедрение их в производство	В/01.7	7

Код и наименование ПС	Обобщенная трудовая функция			Трудовая функция		
	Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень квалификации
наноразмерных полупроводниковых приборов и интегральных схем»		ния, технологической оснастки, необходимых режимов производства на выпускаемую организацию продукцию		Освоение и внедрение технологических процессов и необходимых режимов производства на выпускаемую продукцию	В/03.7	7
				Экспериментальные работы и освоение новых технологических процессов	В/04.7	7

3. Место производственной практики (преддипломная) в структуре ОП

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

Разделы ОП: производственная практика (преддипломная) относится к вариативной части Блока 2 «Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)» - Б2.П.5 программы подготовки магистратуры по направлению 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника», направленность «Физика, химия и технология поверхностей и межфазных границ».

Целью практики является сбор, обобщение данных для непосредственного написания и успешной защиты выпускной квалификационной работы магистра. Практика направлена на закрепление профессиональных компетенций в условиях реального высокотехнологичного производства или академической науки.

Программа реализуется на принципах многонаправленности, что позволяет студентам решать задачи, специфичные для конкретной отрасли:

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

финальная оптимизация процессов синтеза, глубокой очистки и газохроматографического анализа летучих веществ; изучение межфазного распределения примесей.

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

завершение исследований морфологии, структурных дефектов и электрофизических параметров поверхностей полупроводниковых структур и тонких пленок.

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

анализ контактных явлений, трибологических и адгезионных свойств межфазных границ при проектировании и сборке многослойных печатных плат (МПП) и СВЧ-модулей.

Общими (сквозными) задачами производственной практики (научно-исследовательская работа), вне зависимости от направленности являются:

- проведение патентно-информационного поиска по теме ВКР.

3.1. Дисциплины, участвующие в формировании компетенций ПКС-3, 4, 5, 6 вместе с производственной практикой (преддипломная):

Код и формулировка компетенций	Наименование дисциплин и практик. Коды индикаторов																
ПКС-3 Способен к расчёту режимов и контролю конкретного технологического процесса	Технология автоматизации производства	1 семестр	ИПКС-3.2	Технология, оборудование и производство материалов и изделий электронной техники	2 семестр	ИПКС-3.2	Технология, оборудование и производство материалов и изделий электронной техники	ИПКС-3.3	Физико-химические методы контроля процессов производства ИЭТ	Наночастицы в двухфазных системах	Научно-исследовательская работа	3 семестр	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	4 семестр	ИПКС-3.1	Преддипломная практика
	Методы исследования материалов и структур электронной техники		ИПКС-3.3	Диагностика материалов, структур и приборов электронной техники		ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1				
	Методы глубокой очистки веществ для микроэлектроники		ИПКС-3.3	Проектирование, технология и электронная гигиена в электронной компонентной базе		ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1				
	Научно-исследовательская работа		ИПКС-3.1	Специальные процессы и аппараты производства изделий электронной техники		ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1					
	Технология автоматизации производства	2 семестр	ИПКС-3.2	Технология, оборудование и производство материалов, структур и приборов электронной техники	3 семестр	ИПКС-3.2	Технология, оборудование и производство материалов и изделий электронной техники	4 семестр	ИПКС-3.2	Технология, оборудование и производство материалов и изделий электронной техники	Преддипломная практика						
	Методы исследования материалов и структур электронной техники		ИПКС-3.3	Диагностика материалов, структур и приборов электронной техники		ИПКС-3.3	ИПКС-3.1		ИПКС-3.3	ИПКС-3.1		ИПКС-3.3	ИПКС-3.1				
	Методы глубокой очистки веществ для микроэлектроники		ИПКС-3.3	Проектирование, технология и электронная гигиена в электронной компонентной базе		ИПКС-3.3	ИПКС-3.1		ИПКС-3.3	ИПКС-3.1		ИПКС-3.3	ИПКС-3.1				
	Физико-химические методы контроля процессов производства ИЭТ		ИПКС-3.1	Специальные процессы и аппараты производства изделий электронной техники		ИПКС-3.1	ИПКС-3.3		ИПКС-3.1	ИПКС-3.3		ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1			
	Наночастицы в двухфазных системах	3 семестр	ИПКС-3.3	Специальные процессы и аппараты производства изделий электронной техники	4 семестр	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1
	Научно-исследовательская работа		ИПКС-3.1	ИПКС-3.3		ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	
	ИПКС-3.1		ИПКС-3.3	ИПКС-3.1		ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1		
	ИПКС-3.3		ИПКС-3.1	ИПКС-3.3		ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	
ИПКС-3.1	4 семестр	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	Преддипломная практика													
ИПКС-3.3		ИПКС-3.1	ИПКС-3.3		ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1				
ИПКС-3.3		ИПКС-3.1	ИПКС-3.3		ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1				
ИПКС-3.1		ИПКС-3.3	ИПКС-3.1		ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1	ИПКС-3.3	ИПКС-3.1			

Код и формулировка компетенций	Наименование дисциплин и практик. Коды индикаторов									
	1 семестр				2 семестр				4 семестр	
	ИПКС-5.2	ИПКС-5.2	ИПКС-5.1	ИПКС-5.1	ИПКС-5.2	ИПКС-5.2	ИПКС-5.1	ИПКС-5.1	ИПКС-5.1	ИПКС-5.1
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 (преддипломная):

ЗНАТЬ:

- современные квантово-механические и термодинамические модели описания поверхностей и межфазных границ;
- физико-химические основы процессов микро- и нанотехнологии;
- требования ГОСТ и ЕСКД к оформлению научно-технической документации;
- основы патентования и защиты интеллектуальной собственности;

УМЕТЬ:

- проводить многофакторный научный эксперимент без постороннего вмешательства;
- эксплуатировать сложные аналитические комплексы (РЭМ, АСМ, масс-спектрометры);
- осуществлять критический анализ англоязычных статей (Scopus/WoS, РИНЦ, ВАК);
- проводить математическое и физическое (TCAD) моделирование исследуемых процессов;

ВЛАДЕТЬ:

- методологией научного познания;
- специализированным ПО для статистической обработки больших массивов данных;

– навыками публичной защиты научных результатов (опыт выступлений на конференциях).

3.3. Производственная практика (преддипломная) является этапом практической подготовки по направлению 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» и проводится для выполнения выпускной квалификационной работы.

4. Объем практики

4.1. Продолжительность практики

Продолжительность производственной практики (преддипломная) составляет 6 недель.

Общая трудоемкость (объем) практики составляет 9 зачетных единиц, 3242 академических часа.

4.2. Этапы практики

График производственной практики (преддипломная) в профильной организации

№ п/п	Этапы практики	Трудоемкость в часах		
		Контакт- ная работа с руководи- телем от кафедры	Контакт- ная работа с руководи- телем от проф.орг- зации	Самостоя- тельная работа студента
1.	Подготовительный (организационный) этап	6	8	4
1.1.	Проведение собрания студентов; выдача индивидуальных заданий и путевок на практику	2		
1.2.	Ознакомление студентов с программой практики	2		4
1.3.	Разработка рабочего графика (плана) проведения практики. Согласование индивидуального задания с куратором от профильной организации (базы практики)	2	2	
1.4.	Оформление пропусков на предприятия		2	
1.5.	Определение рабочего места. Прохождение инструктажа по охране труда, техники безопасности, пожарной безопасности и производственной санитарии, правилам внутреннего трудового распорядка		4	
2.	Основной (производственный) этап		155	88
2.1	Актуализация литературного обзора: изучение новейших нормативных документов, патентов и СТП предприятия, внедренных за последний год		8	26
2.2	Приобретение навыков работы в должности практиканта: например, ревизия и калибровка контрольно-измерительного оборудования на линии. Подготовка финальной партии кремниевых пластин / печатных плат. Проведение контрольных технологических циклов (например, ионная имплантация, осаждение диэлектриков) в условиях реального производства для набора статистики. Исследование топологии и дефектности поверхностей методами неразрушающего контроля (РЭМ, АСМ, профилометрия, Оже-спектроскопия) и т.д.		93	8
2.3.	Оптимизация промышленных режимов. Расчет экономической и технологической эффективности внедряе-		24	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
	мого в ВКР решения			
2.5.	Выполнение индивидуального задания. Сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме индивидуального задания		30	32
3.	Заключительный этап	7		56
3.1	Анализ и обобщение полученной информации, консультации с руководителем практики от кафедры	6		22
3.2	Формирование отчетной документации, написание отчета по практике: оформление текстовой части отчета по практике, оформление расчетно-графических материалов			34
3.3.	Защита отчета по практике	1		
	ИТОГО:	13	163	148
	ИТОГО ВСЕГО:	324		

**График производственной практики (преддипломная)
при прохождении на кафедре**

№п/п	Этапы практики	Трудоемкость в часах	
		Контактная ра- бота с руководи- телем от кафедры	Самостоятельная работа студента
1 семестр			
1.	Подготовительный (организационный) этап	8	6
1.1.	Проведение собрания студентов; выдача индивидуальных заданий и путевок на практику	2	
1.2.	Ознакомление студентов с программой практики	2	4
1.3.	Разработка рабочего графика (плана) проведения прак- тики	2	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	159	88
2.1.	Актуализация литературного обзора ВКР (поиск ста- тей, вышедших за последние 6 месяцев в WoS/Scopus, РИНЦ, ВАК).	8	26
2.2.	Выполнение индивидуального задания – проведение экспериментальных исследований в лабораториях ка- федры «Нанотехнологии и биотехнологии» или других лабораториях университета или других организациях по научной тематике выпускающей кафедры «Нано- технологии и биотехнологии»: Вакуумирование, обез- гаживание и наладка лабораторных реакторов. Приго- товление эталонных газовых или жидких смесей. Про- ведение финальных серий химического синтеза или получения наноструктур. Варьирование граничных	113	20

№п/п	Этапы практики	Трудоемкость в часах	
		Контактная работа с руководителем от кафедры	Самостоятельная работа студента
1 семестр			
	условий эксперимента. Физико-химический анализ полученных фаз (хроматография, ИК- и УФ-спектроскопия, измерение краевого угла смачивания).		
2.3.	Математическое моделирование механизмов реакций или процессов на границе раздела фаз. Оценка погрешностей измерений.	8	22
2.4.	Выполнение индивидуального задания. Сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме индивидуального задания	30	32
3.	Заключительный этап	7	56
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	22
3.2	Формирование отчетной документации, написание отчета по практике: оформление текстовой части отчета по практике, оформление расчетно-графических материалов		34
3.3.	Защита отчета по практике	1	
	ИТОГО:	174	150
	ИТОГО ВСЕГО:	324	

5. Содержание производственной практики (преддипломная)

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
	производственно-	- сбор, обработка, анализ и	- проектирование и конструирование электрон-

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

Основное место проведения производственной практики (преддипломная)

– 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. Седакова»;

– 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 экономическими и экологическими аспектами внедрения разрабатываемых технологий на конкретном предприятии;
- процедурой патентования технологических решений;
- принципами управления качеством (QMS) на производстве электроники или химических реактивов;
- основные способы и технологические параметры производства изделий электроники и нанoeлектроники;
- с методами обработки и анализа результатов, полученных на контрольно-измерительном оборудовании;

Уметь:

- самостоятельно проводить законченное научное исследование от постановки задачи до внедрения;
- выявлять причины аномалий при протекании физико-химических процессов на поверхностях;
- выявлять корреляции между структурно-химическим состоянием поверхности и электрофизическими параметрами приборов;
- применять программные пакеты при представлении результатов исследований;
- формулировать обоснованные научные выводы;
- аргументированно защищать свои научные решения перед экспертным сообществом;

Владеть:

- информацией о современных тенденциях и перспективах развитии электроники и электронной промышленности;
- современными инструментальными методами контроля качества высокочистых веществ и полупроводниковых структур;
- приемами обработки экспериментальных данных, анализа результатов исследований, используя современные информационные технологии;
- полным спектром аппаратных и программных средств, необходимых для решения задач профиля;
- методологией комплексной оценки физико-химического состояния межфазных границ.

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 (преддипломная) 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. Термодинамика и кинетика сорбционного концентрирования фосфина на поверхности активированных углей.
2. Исследование каталитического влияния металлических поверхностей на термораспад высших гидридов кремния.
3. Разработка методики ИК-спектроскопического контроля следов кислородсодержащих примесей в гексафториде вольфрама.

4. Оптимизация процессов химической пассивации внутренних поверхностей тары для хранения особо чистых газов.

5. Физико-химические основы газофазного синтеза эпитаксиальных слоев карбида кремния.

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

1. Исследование механизмов образования радиационных дефектов на межфазной границе Si/SiO₂ в КМОП-микросхемах.

2. Оптимизация профиля плазмохимического травления глубоких канавок (Deep RIE) для МЭМС-структур.

3. Исследование влияния режимов отжига на структуру и проводимость тонких пленок силицида титана.

4. Эллипсометрический контроль оптических параметров high-k диэлектриков (HfO₂, ZrO₂) на кремнии.

5. Анализ шероховатости поверхности и магнитных свойств сверхтонких пленок кобальта методом АСМ.

6. Влияние процессов жидкостной химической очистки на плотность поверхностных состояний монокристаллического кремния.

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

1. Исследование деградации адгезионной прочности границы «полиимид – медь» при термоциклировании гибко-жестких плат.

2. Оптимизация микроструктуры иммерсионного золота (ENIG) для обеспечения надежности паяных соединений СВЧ-плат.

3. Теплофизическое моделирование и анализ межфазных тепловых интерфейсов при монтаже мощных GaN-транзисторов.

4. Исследование влияния микрорельефа поверхности диэлектрика на волновое сопротивление полосковых СВЧ-линий.

5. Рентгеноструктурный анализ интерметаллических соединений в зоне контакта «бессвинцовый припой – контактная площадка».

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

1. Разработка однореакторной 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 органи-

зациями, 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
- Заключение или выводы (конкретные научные и технологические выводы)
- Список использованной литературы (ориентировочно 20 актуальных источников)
- Приложения (*по необходимости*) (копии опубликованных статей, актов внедрения, листинги программ, масштабные чертежи, спецификации на газы/реактивы)

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

7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по практике

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

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

8.1. Основная литература

№ п/п	Автор (ы)	Заглавие	Издательство, год издания, гриф	Количество экземпляров в библиотеке
1	Родионов Ю.А.	Технологические процессы в микро- и нанoeлектронике. 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 нанoeлектроники: 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
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:

- при прохождении на химико-технологических базах (ООО «Фирма «ХОРСТ», НИЛ кафедры НГТУ и другие): газовые хроматографы («Цвет», «Кристалл») с масс-спектрометрическими детекторами (GC-MS) для анализа примесей на уровне ppb (частей на миллиард); линии Шленка, перчаточные боксы (Mbraun) для работы с самовозгорающимися

(пирофорными) гидридами; установки ректификации и мембранного газоразделения;

- при прохождении на предприятиях микроэлектроники (ФГУП «ФНПЦ НИИИС им. Ю.Е. Седатова» / АО «Микрон» и другие): комплексы «чистых комнат» (класс ИСО 4 – ИСО 6); высоковакуумные установки молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ) и плазмохимического осаждения (PECVD); комплексы зондовой микроскопии (АСМ NT-MDT Ntegra Aura), растровые двулучевые электронные микроскопы (FIB-SEM, например, Helios); Оже-электронные спектрометры и рентгеновские фотоэлектронные спектрометры (РФЭС) для химического анализа поверхности;

- при прохождении на радиоэлектронных предприятиях (АО «ФНПЦ «ННИИРТ» / АО «НПП «Полет» / АО «НПП «Салют» и другие): векторные анализаторы электрических цепей (диапазон до 50–110 ГГц); установки 3D-рентгеновской томографии печатных узлов (GE Phoenix); климатические камеры (тепло-холод-влажа) для испытаний межфазных соединений на надежность; лазерные профилометры для оценки шероховатости фольгированных диэлектриков..

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 воз-

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

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

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

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

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

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

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

При осуществлении образовательного процесса могут использоваться следующие дистанционные образовательные технологии:

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