

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 (научно-исследовательская работа)**

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 (научно-исследовательская работа)

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

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

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

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

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

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

СОГЛАСОВАНО:

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

Рабочая программа практики зарегистрирована в ОПиТ под номером ____ РППм-95/2025 ____

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	8
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 – научно-исследовательская работа

Форма проведения практики – концентрированная

Время проведения практики: 2 курс, 4 семестр

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

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

Код компетенции	Содержание компетенции и ее части	Код и наименование индикатора достижения компетенции (Планируемые результаты освоения ОП)	Дискрипторы достижения компетенций (Планируемые результаты обучения при прохождении практики)
ПКС-4	Способен к разработке новых технологий производства изделий электронной техники	ИПКС – 4.2. Проектирует устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	Владеть: - навыками проектирования устройств, приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований в рамках научно-исследовательской деятельности
		ИПКС–4.3. Применяет средства автоматизации производства материалов и изделий электронной техники	Владеть: - навыками применения средств автоматизации технологического процесса производства материалов и изделий электронной техники в рамках научно-исследовательской деятельности
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.

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

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

- Разработка 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 наноразмерных полупроводниковых приборов и интегральных схем»	В	Разработка и внедрение современных технологических процессов, освоение нового оборудования, технологической оснастки, необходимых режимов производства на выпускаемую организацией продукцию	7	Экспериментальные работы и освоение новых технологических процессов	В/04.7	7

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

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

Разделы ОП: производственная практика (научно-исследовательская работа) относится к базовой части Блока 2 «Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)» - Б2.П.4 программы подготовки магистратуры по направлению 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», направленность «Физика, химия и технология поверхностей и межфазных границ».

Производственная практика (научно-исследовательская работа) в системе подготовки магистров ориентирована на освоение студентом методики проведения различных этапов научно-исследовательской работы – постановки задач исследования, подготовки научных статей, получение грантов, участия в конкурсе научных работ, соответствующих ОП ВО «Физика, химия и технология поверхностей и межфазных границ».

В связи с вышесказанным, целью практики является формирование и закрепление у магистрантов профессиональных компетенций, необходимых для самостоятельного проведения научных исследований, а также сбор, систематизация, анализ экспериментальных данных и теоретическое обобщение материалов для окончательного написания и успешной защиты выпускной квалификационной работы магистра.

Практика направлена на интеграцию теоретической подготовки магистранта с реальной исследовательской и технологической деятельностью в университетской лаборатории или на предприятии, где решаются задачи, связанные с созданием, модификацией, диагностикой и

применением поверхностных и межфазных систем, тонкоплёночных покрытий, функциональных материалов, полупроводниковых структур и элементов электроники.

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

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

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

1.1 исследование физико-химических процессов глубокой очистки веществ;

1.2 анализ межфазных взаимодействий при синтезе прекурсоров для микроэлектроники.

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

2.1 исследование физики поверхностей полупроводников;

2.2 оптимизация процессов субмикронной литографии, плазмохимического травления и вакуумного осаждения.

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

3.1 исследование адгезионных свойств поверхностей при производстве печатных плат;

3.2 анализ теплофизических интерфейсов при сборке СВЧ-компонентов и модулей фотоники.

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

- проведение патентно-информационного поиска по теме 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-4, 5 вместе с производственной практикой (научно-исследовательская работа):

Код и формулировка компетенций	Наименование дисциплин и практик. Коды индикаторов									
ПКС-4. Способен к разработке новых технологий производства изделий электронной техники	Технология автоматизации производства	Технология, оборудование и производство материалов и изделий электронной техники	Диагностика материалов, структур и приборов электронной техники	Технология автоматизации производства	Технология, оборудование и производство материалов и изделий электронной техники	Диагностика материалов, структур и приборов электронной техники	Проектирование, технология и электронная гигиена в электронной компонентной базе	Специальные процессы и аппараты производства изделий электронной техники	Научно-исследовательская работа	Преддипломная практика
	1 семестр			2 семестр			3 семестр	4 семестр		

Код и формулировка компетенций	Наименование дисциплин и практик. Коды индикаторов									
	ИПКС-4.3	ИПКС-4.4	ИПКС-4.4	ИПКС-4.3	ИПКС-4.4	ИПКС-4.4	ИПКС-4.1 ИПКС-4.2	ИПКС-4.2	ИПКС-4.2 ИПКС-4.3	ИПКС-4.4
ПКС-5. Способен к модернизации технологического оборудования микро- и нанoeлектроники	Технология, оборудование и производство материалов и изделий электронной техники	Диагностика материалов, структур и приборов электронной техники	Методы исследования материалов и структур электронной техники	Методы глубокой очистки веществ для микроэлектроники	Технология, оборудование и производство материалов и изделий электронной техники	Диагностика материалов, структур и приборов электронной техники	Методы исследования материалов и структур электронной техники	Методы глубокой очистки веществ для микроэлектроники	Научно-исследовательская работа	Преддипломная практика
	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

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

ЗНАТЬ:

- современные тенденции развития электроники и нанoeлектроники;
- квантово-механические модели твердого тела;
- физико-химические основы процессов на межфазных границах;
- методы зондовой, электронной микроскопии и спектроскопии;
- методологию планирования многофакторного эксперимента;
- основы защиты интеллектуальной собственности;

УМЕТЬ:

- формулировать научную гипотезу;
- применять аналитический и численный аппарат для решения задач физики и химии поверхностей;
- работать с современным высокотехнологичным измерительным и технологическим оборудованием;
- оформлять научно-техническую документацию;

ВЛАДЕТЬ:

- навыками поиска в международных наукометрических базах;
- методами математической и статистической обработки экспериментальных данных (с применением специализированного ПО).

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

4. Объем практики

4.1. Продолжительность практики

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

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

4.2. Этапы практики

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

№ п/п	Этапы практики	Трудоемкость в часах		
		Контакт- ная работа с руководи- телем от кафедры	Контакт- ная работа с руководи- телем от проф.орг- ции	Самостоя- тельная работа студента
1.	Подготовительный (организационный) этап	6	8	4
1.1.	Проведение собрания студентов; выдача индивидуальных заданий и путевок на практику	2		
1.2.	Ознакомление студентов с программой практики	2		4
1.3.	Разработка рабочего графика (плана) проведения практики. Согласование индивидуального задания с куратором от профильной организации (базы практики)	2	2	
1.4.	Оформление пропусков на предприятия		2	
1.5.	Определение рабочего места. Прохождение инструктажа по охране труда, техники безопасности, пожарной безопасности и производственной санитарии, правилам внутреннего трудового распорядка		4	
2.	Основной (производственный) этап		208	143
2.1	Знакомство со структурой предприятия, его подразделениями, цехами, отделами, работой научно-исследовательских и проектных отделов.		8	26
2.2	Изучение техпроцессов предприятия, анализ промышленных регламентов, ГОСТ РВ. Патентный поиск по технологии предприятия		44	22
2.3.	Приобретение навыков работы в должности практиканта: работа на рабочих местах: запуск экспериментов на промышленных реакторах/литографах; измерение параметров пластин/плат методами неразрушающего контроля; сбор статистики по браку и дефектам поверхностей		102	29
2.4.	Оптимизация промышленных режимов. Расчет экономической и технологической эффективности внедряемого в ВКР решения		24	32
2.5.	Выполнение индивидуального задания. Сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме индивидуального задания		30	34
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 от-			34

№ 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	216	203
	ИТОГО ВСЕГО:	432		

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

№п/п	Этапы практики	Трудоемкость в часах	
		Контактная ра- бота с руководи- телем от кафедры	Самостоятельная работа студента
1 семестр			
1.	Подготовительный (организационный) этап	8	6
1.1.	Проведение собрания студентов; выдача индивидуальных заданий и путевок на практику	2	
1.2.	Ознакомление студентов с программой практики	2	4
1.3.	Разработка рабочего графика (плана) проведения практики	2	2
1.4.	Прохождение инструктажа по охране труда, техники безопасности, пожарной безопасности и производственной санитарии, правилам внутреннего трудового распорядка	2	
2.	Основной (производственный) этап	212	143
2.1.	Глубокий патентно-информационный поиск (Scopus, Web of Science, eLibrary) по фундаментальной проблематике индивидуального задания (по теме ВКР). Разработка методики эксперимента	26	36
2.2.	Выполнение индивидуального задания – проведение экспериментальных исследований в лабораториях кафедры «Нанотехнологии и биотехнологии» или других лабораториях университета или других организациях по научной тематике выпускающей кафедры «Нанотехнологии и биотехнологии»: синтез, глубокая очистка (ректификация) соединений кремния на стендах НИЛ летучих гидридов и хлоридов кремния кафедры «Нанотехнологии и биотехнологии». Изучение устройства лабораторных установок и методов анализа (ИК-спектроскопия, хроматография, АСМ).	148	46
2.3.	Математическое моделирование кинетики реакций, квантово-химические расчеты поверхностных состояний и т.д. в зависимости от цели исследования/эксперимента. Статистическая обработка массива полученных данных	38	61
3.	Заключительный этап	7	56
3.1	Подготовка, систематизация, анализ и оформление тек-	6	22

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

5. Содержание производственной практики (научно-исследовательская работа)

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

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

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания)
40. Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере эксплуатации электронных средств)	научно-исследовательский	- определение оптимальных технологических режимов работы оборудования, выбор конструкции, а также использование различных методов исследования материалов микро-и нанoeлектроники 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 (научно-исследовательская работа)

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

- ОАО НПО «ЭРКОН»;
 - Акционерное общество «Опытное конструкторское бюро машиностроения имени И. И. Африкантова»;
 - АО «Нормаль»;
 - АО «Полет»;
 - АО «Арзамасский приборостроительный завод имени П. И. Пландина»;
 - АО «Федеральный научно-производственный центр «Нижегородский научно-исследовательский институт радиотехники»» (АО «ФНПЦ «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 новейшими мировыми достижениями в узкой области своего исследования;
- с нормативной базой (ISO, ГОСТ) конкретного предприятия;
- виды технологических процессов, особенности организации технологического процесса производства материалов, компонентов и изделий электронной техники;
- с устройством и принципом действия уникального исследовательского оборудования (хромато-масс-спектрометров, эллипсометров, степперов, установок газофазного эпитаксального роста);
- основные способы и технологические параметры производства изделий электроники и нанoeлектроники;
- с методами обработки и анализа результатов, полученных на контрольно-измерительном оборудовании

Уметь:

- самостоятельно планировать сложный эксперимент;
- калибровать измерительную аппаратуру;
- выявлять корреляции между структурно-химическим состоянием поверхности и электрофизическими параметрами приборов;
- применять программные пакеты при представлении результатов исследований;
- формулировать обоснованные научные выводы;

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;
- комплексом первоначальных знаний и представлений об организации производства материалов электроники и изделий на их основе;
- навыками изложения полученных знаний в виде отчета о прохождении практики, описания исходных материалов, технологической схемы производства, контроля качества готовой продукции.

Выполнить следующие виды работ по приобретению практических навыков:

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

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

Примерные темы индивидуальных заданий

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

- для практикантов, проходящих практику на предприятиях химико-технологического направления, например, ООО «Фирма «ХОРСТ»:

1. Исследование кинетики образования примесных центров при низкотемпературном синтезе моносилана.

2. Оптимизация процессов ректификационной очистки трихлорсилана для нужд полупроводниковой промышленности.

3. Исследование коррозионного воздействия галогенидов кремния на металлические поверхности трубопроводов высокочистых сред.

4. Разработка методики хроматографического экспресс-анализа следовых примесей в технологических газах.

5. Физико-химическое моделирование процессов осаждения поликристаллического кремния в реакторах типа «Сименс».

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

1. Влияние режимов плазмохимического травления на морфологию поверхности кремниевых структур с глубокими траншеями.

2. Исследование процессов формирования тонких диэлектрических пленок (high-k) на границе раздела Si/SiO₂.

3. Оптимизация параметров фоторезистивного слоя для субмикронной ультрафиолетовой литографии.

4. Исследование физики отказов КМОП-структур, связанных с дефектами межфазных границ.

5. Разработка методов контроля шероховатости поверхности полупроводниковых пластин с помощью атомно-силовой микроскопии.

- 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 металлизационных слоев на диэлектрических подложках СВЧ-модулей.

2. Анализ тепловых интерфейсов при монтаже мощных полупроводниковых компонентов на радиаторы.

3. Исследование влияния шероховатости медной фольги на потери в СВЧ-трактах многослойных печатных плат.

4. Оптимизация процессов химического осаждения иммерсионного золота в производстве печатных плат.

5. Исследование процессов деградации паяных соединений при термоциклировании.

- 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 организациями, деятельность которых соответствует профессиональным компетенциям, осваиваемым в рамках ОП ВО.

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

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

Отчетные документы по практике включают в себя:

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

Форма промежуточной аттестации по практике – зачет с оценкой

Требования к содержанию и оформлению отчета

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

Структура отчета должна быть следующей:

- Титульный лист (с подписями студента и руководителей от ВУЗа и предприятия);
- Содержание
- Введение (компетенции, сформированные в ходе прохождения практики; индивидуальное задание на практику; информация о месте и времени прохождения практики).
- Календарный план-график
- Основная часть отчета (обычно 2-3 раздела):
Раздел 1: Аналитический обзор литературы (патентный поиск по теме индивидуального задания).

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

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

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

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

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

7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по практике

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

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

8.1. Основная литература

№ п/п	Автор (ы)	Заглавие	Издательство, год издания, гриф	Количество экземпляров в библиотеке
1	Родионов Ю.А.	Технологические процессы в микро- и наноэлектронике. 2-е изд.: Учеб. пособие	Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2025. – 352 с.	Электронный вариант (http://www.iprbookshop.ru/45105.html)
2	Величко А.А., Гришина И.В., Игнатов А.Н., Фадеева Н.Е., Филимонов Н.И.	Химико-технологические основы микро- и наноэлектроники: Учеб. пособие	Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. – 352 с.	Электронный вариант (https://www.directmedia.ru/book-727532-himiko-tehnologicheskie-osnovyi-mikro-i-nanoelektroniki/?ysclid=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 нанoeлектронике: <http://bookash.pro/ru/t/Нанoeлектроника/>
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): вытяжные шкафы, линии Шленка для работы в инертной атмосфере, установки ректификации из нержавеющей стали/кварца; газовые хроматографы (типа «Кристалл», «Цвет»), масс-спектрометры, Фурье-ИК спектрометры; баллонные парки с чистыми газами (Ar, He);

- при прохождении на предприятиях микроэлектроники (ФГУП «ФНПЦ НИИИС им. Ю.Е. Седакова» / АО «Микрон» и другие): гермозоны («чистые комнаты» классов ИСО 3–6), установки проекционной фотолитографии, установки плазмохимического травления (ПХТ) и газофазной эпитаксии (MOCVD), растровые электронные микроскопы (РЭМ), атомно-силовые микроскопы (АСМ);

- при прохождении на радиоэлектронных предприятиях (АО «ФНПЦ «ННИИРТ» / АО «НПП «Полет» / АО «НПП «Салют» и другие): автоматические линии поверхностного монтажа (SMD), установки гальванического и химического меднения/золочения печатных плат, векторные анализаторы цепей (СВЧ-измерения), климатические камеры для термоциклирования.

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.