

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»
(НГТУ)**

Институт физико-химических технологий и материаловедения

Выпускающая кафедра: **«Нанотехнологии и биотехнологии»**
наименование кафедры

**УТВЕРЖДАЮ:
Директор ИФХТиМ**

(подпись) **Мацулевич Ж.В.**
(ф. и. о.)
«10» февраля 2026 г.

Оценочные средства по практикам

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

Направленность: **Технология материалов и компонентво для электроники и фотоники**

Год начала подготовки: **2026**

Квалификация выпускника: магистр

Очная форма обучения

г. Нижний Новгород, 2026 г.

1. Учебная (технологическая (проектно-технологическая)) практика (Б2.У.1)

1.1. Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, соответствующих с планируемыми результатами освоения ОП

В результате прохождения учебной (технологической (проектно-технологической)) практики у обучающегося должны быть сформированы следующие профессиональные компетенции, студент должен приобрести следующие практические навыки и умения:

Код компетенции	Содержание компетенции и ее части	Код и наименование индикатора достижения компетенции (Планируемые результаты освоения ОП)	Дискрипторы достижения компетенций (Планируемые результаты обучения при прохождении практики)
ПК-2	Способен осуществлять, организовывать и координировать работы по созданию и исследованию материалов для энергетики и фотоники	ИПК-2.1. Определяет требования к химическому и фазовому составу, структуре, комплексу физико-химических, электрофизических, оптических и эксплуатационных характеристик материалов для электроники и фотоники на основе анализа назначения, условий применения и нормативно-технической документации	Знать: - требования нормативно-технической документации к химическому и фазовому составу, структуре и эксплуатационным характеристикам материалов для электроники и фотоники, применяемых на профильном предприятии – базе практики; - методы анализа назначения и условий применения материалов для электроники и фотоники, используемые в реальном производственном технологическом процессе; Уметь: - определять требования к составу, структуре и характеристикам материалов для электроники и фотоники на основе анализа конкретной производственной задачи, поставленной в ходе практики; - применять нормативно-техническую документацию предприятия – базы практики для обоснования требований к материалам, используемым в технологическом процессе; Владеть: - навыками самостоятельного анализа технологической и нормативной документации при определении требований к материалам в условиях реального производства; - методикой обоснования требований к физико-химическим и эксплуатационным характеристикам материалов применительно к конкретному производственному объекту практики
		ИПК-2.2. Осуществляет организацию, координацию и анализ работ по экспериментальному исследованию и испытаниям материалов для электроники и фотоники, использует современные методы диагностики для оценки соответствия полученных материалов заданным требованиям	Знать: - организацию проведения экспериментальных исследований и испытаний материалов для электроники и фотоники, принятую на предприятии (в организации) – базе практики; - современные методы диагностики материалов, используемые в производственных или научно-исследовательских подразделениях базы практики для оценки соответствия материалов заданным требованиям; Уметь: - участвовать в организации и координации работ по экспериментальному исследованию и испытаниям материалов для электроники и фотоники в условиях практики; - применять доступные в рамках практики методы диагностики для оценки соответствия исследуемых материалов установлен-

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

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)
			Владеть: - навыками участия в координации взаимодействия смежных подразделений предприятия при решении задач материаловедческого сопровождения технологического процесса; - методикой использования результатов анализа отклонений технологических параметров для формулирования предложений по корректировке технологических решений и повышению качества продукции

1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

При проведении промежуточной аттестации по итогам практики используются следующие показатели оценивания компетенций:

- 1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины
- 2) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов.
- 3) Защита отчета, в т.ч. качество доклада.
- 4) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений.
- 5) Ответы на контрольные вопросы.

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
<u>Знать:</u> - требования нормативно-технической документации к химическому и фазовому составу, структуре и эксплуатационным характеристикам материалов для электроники и фотоники, применяемых на профильном предприятии – базе практики; - методы анализа назначения и условий применения материалов для электроники и фотоники, используемые в реальном производственном технологическом процессе; <u>Уметь:</u> - определять требования к составу, структуре и характеристикам материалов для электроники и фотоники на основе анализа конкретной производственной задачи, поставленной в ходе практики; - применять нормативно-техническую документацию предприятия – базы практики для обоснования требований к материалам, используемым в технологическом процессе; <u>Владеть:</u> - навыками самостоятельного анализа технологической и нормативной документации при определении требований к	Не знает требований НТД предприятия (ГОСТ, ТУ). Не умеет определять требования к составу материалов для фотоники/ электроники по поставленной задаче	Фрагментарное знание НТД. Анализ документации проводится поверхностно, обоснование физико-химических свойств содержит ошибки, требует постоянной помощи руководителя	Уверенно работает с НТД предприятия (например, ООО «Фирма «Хорст»). Грамотно определяет и обосновывает требования к структуре и составу высокочистых веществ по конкретной задаче с незначительными недочетами	Демонстрирует глубокие знания нормативной базы. Самостоятельно и безошибочно анализирует НТД, выполняет исчерпывающее обоснование эксплуатационных характеристик материалов для реального производства	1) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 2) Защита отчета, в т.ч. качество доклада. 3) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений. 4) Ответы на контрольные вопросы

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
материалам в условиях реального производства; - методикой обоснования требований к физико-химическим и эксплуатационным характеристикам материалов применительно к конкретному производственному объекту практики					
Знать: - организацию проведения экспериментальных исследований и испытаний материалов для электроники и фотоники, принятую на предприятии (в организации) – базе практики; - современные методы диагностики материалов, используемые в производственных или научно-исследовательских подразделениях базы практики для оценки соответствия материалов заданным требованиям; Уметь: - участвовать в организации и координации работ по экспериментальному исследованию и испытаниям материалов для электроники и фотоники в условиях практики; - применять доступные в рамках практики методы диагностики для оценки соответствия исследуемых материа-	Не знает методов диагностики. Не способен участвовать в организации экспериментальных исследований	Знает базовые методы, но не умеет применять их на практике. Участие в исследованиях пассивное, результаты диагностики интерпретируются неверно	Успешно координирует часть экспериментальных работ. Правильно применяет современные методы диагностики (спектральные, рентгеноструктурные и др.) для оценки соответствия материалов заданным требованиям	Проявляет инициативу в организации сложных испытаний. Блестяще владеет методиками диагностики, проводит глубокий самостоятельный анализ свойств полученных высокочистых веществ	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 2) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 3) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений. 4) Ответы на контрольные вопросы

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
лов установленным техническим требованиям; Владеть: - навыками практической организации экспериментальных исследований и испытаний материалов в условиях профильного предприятия – базы практики; - методикой применения современных методов диагностики для анализа и оценки свойств материалов, полученных в ходе выполнения практических заданий					
Знать: - структуру взаимодействия подразделений предприятия – базы практики при решении задач материаловедческого обеспечения технологического процесса; - действующую на предприятии – базе практики нормативную и технологическую документацию, регламентирующую требования к сырью, материалам и параметрам технологических операций; Уметь: - определять перечень задач межподразделенческого взаимодействия в области материаловедческого обеспечения технологического процесса в условиях конкретного пред-	Не понимает структуру взаимодействия цехов/отделов. Не знает регламентов требований к сырью	Имеет слабое представление о межподразделенческом взаимодействии. Анализ требований к сырью носит формальный характер, без привязки к реальному техпроцессу	Четко понимает логику взаимодействия лабораторий, службы ОТК и цехов. Грамотно анализирует требования к сырью и операциям с использованием регламентов предприятия	Полностью интегрируется в структуру предприятия. Свободно оперирует технологической документацией смежных отделов, четко формулирует задачи по материаловедческому обеспечению производственного процесса	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 2) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 3) Ответы на контрольные вопросы

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
приятия – базы практики; - анализировать требования к сырью, материалам, параметрам технологических операций и критериям качества с использованием действующей нормативной и технологической документации предприятия; Владеть: - навыками работы с действующей нормативной и технологической документацией предприятия при решении задач материаловедческого обеспечения производственного процесса; - методикой формирования перечня задач межподразделенческого взаимодействия в рамках прохождения технологической практики					
Знать: - принципы координации совместной деятельности работников смежных подразделений предприятия при решении задач материаловедческого сопровождения технологического процесса; - причины возможных отклонений технологических и материаловедческих параметров от установленных требований, характерные для профильного производства – базы практики;	Не способен взаимодействовать с коллективом. Не видит причин отклонений параметров продукции от норм	Координация со смежными специалистами слабая. Причины брака или отклонений определяются ошибочно, корректирующие предложения отсутствуют	Активно участвует в совместном решении задач. Верно выявляет причины отклонений технологических и материаловедческих параметров, предлагает адекватные решения по корректировке	Демонстрирует отличные навыки командной работы. Проводит глубокий аналитический разбор причин отклонений (влияние примесей, режимов) и формулирует высокоэффективные инженерные предложения по повышению чистоты и качества продукции	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 2) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 3) Защита отчета, в т.ч. ка-

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
Уметь: - участвовать в координации совместной деятельности работников смежных подразделений при решении практических задач материаловедческого сопровождения технологического процесса; - анализировать результаты взаимодействия между подразделениями и выявлять причины отклонений технологических параметров от установленных требований в ходе выполнения программы практики; Владеть: - навыками участия в координации взаимодействия смежных подразделений предприятия при решении задач материаловедческого сопровождения технологического процесса; - методикой использования результатов анализа отклонений технологических параметров для формулирования предложений по корректировке технологических решений и повышению качества продукции					чество доклада. 4) Ответы на контрольные вопросы

Основываясь на результатах обучения, разработана шкала оценивания для промежуточной аттестации по итогам практики.

Показатели оценивания	Критерии оценивания результатов			
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение
Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины	Отрицательный отзыв. Отмечены систематические нарушения трудовой дисциплины, пассивность, невыполнение поручений	Отзыв в целом положительный, но отмечена низкая инициативность, потребность в постоянном контроле, мелкие нарушения распорядка	Положительный отзыв. Студент дисциплинирован, выполнил весь объем работ, но редко проявлял инициативу при решении нестандартных задач	Исключительно положительный отзыв (характеристика). Отмечены высокая самостоятельность, техническая грамотность, проактивность и строгая дисциплина
Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов	Отчет не сдан, или абсолютно не соответствует требованиям ГОСТ 7.32-2017 и структуре	Отчет сдан с нарушением сроков. Структура нарушена. Имеются грубые ошибки в оформлении таблиц, рисунков, списка литературы по ГОСТ	Отчет структурирован верно, материал изложен логично. Присутствуют незначительные огрехи в форматировании по ГОСТ (шрифты, отступы, оформление библиографии)	Отчет представляет собой глубокий научно-технический труд. Оформление безукоризненно соответствует ГОСТ 7.32-2017. Иллюстративный и табличный материал выполнен на высоком уровне
Защита отчета, в т.ч. качество доклада	Студент не может связать двух слов, презентация отсутствует или не читаема, доклад не подготовлен	Доклад невнятный, студент читает с листа, презентация оформлена небрежно, регламент нарушен	Доклад ясный, презентация наглядно отражает результаты работы, студент уложился в регламент	Блестящий доклад, свободное владение материалом, презентация профессионального уровня, четкие акценты на личных результатах
Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений	Задание не выполнено. Поиск известных решений (литобзор) отсутствует. Собственных решений не предложено	Задание выполнено формально (поверхностно). Предложенные технические решения тривиальны и не обоснованы	Задание выполнено в полном объеме, проведен качественный патентно-информационный поиск, предложены работоспособные решения	Задание выполнено на научно-исследовательском уровне, предложены оригинальные, технически и экономически обоснованные решения

Показатели оценивания	Критерии оценивания результатов			
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение
Ответы на контрольные вопросы	Студент не может ответить ни на один вопрос по теме своей практики и базовым дисциплинам профиля	Студент отвечает лишь на часть простых вопросов, путается в терминологии. Требуются наводящие вопросы комиссии	Студент уверенно и правильно отвечает на большинство вопросов, но испытывает трудности при ответах на вопросы смежных тематик	Студент дает исчерпывающие, научно аргументированные ответы на все вопросы, свободно оперирует терминами физики и химии поверхностей

1.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, при проведении промежуточной аттестации по учебной (технологической (проектно-технологической) практике

1.3.1 Примерные темы индивидуальных заданий

1. Исследование влияния условий синтеза на степень чистоты и структурное совершенство целевого высокочистого вещества.
2. Анализ технологической схемы производства особо чистого вещества на предприятии ООО «Фирма «Хорст» и предложения по её оптимизации.
3. Сравнительный анализ методов получения высокочистых неорганических веществ, применяемых в электронной промышленности.
4. Исследование влияния примесного состава исходного сырья на эксплуатационные характеристики конечного высокочистого продукта.
5. Разработка предложений по контролю технологических параметров процесса получения высокочистого вещества с целью повышения степени чистоты продукта.
6. Исследование эффективности метода направленной кристаллизации (зонной плавки) для глубокой очистки заданного вещества.
7. Сравнительный анализ дистилляционных и ректификационных методов очистки веществ, применяемых при производстве материалов электронной техники.
8. Изучение адсорбционных и сорбционных методов очистки жидких и газообразных сред от примесей.
9. Исследование и разработка методики аналитического контроля микропримесей в высокочистом веществе с применением спектральных методов анализа.
10. Оценка воспроизводимости и метрологических характеристик методики контроля чистоты вещества, применяемой на предприятии.
11. Разработка математической модели процесса массопереноса при направленной кристаллизации высокочистого вещества.
12. Компьютерное моделирование распределения примеси по длине слитка в процессе зонной очистки.
13. Моделирование тепловых процессов в технологическом реакторе синтеза высокочистого вещества.
14. Разработка модели кинетики химической реакции получения целевого продукта с целью оптимизации технологического режима.
15. Применение методов математического планирования эксперимента для оптимизации параметров технологического процесса очистки вещества.
16. Анализ конструктивных особенностей и режимов эксплуатации технологического оборудования, применяемого для получения высокочистых веществ на предприятии.
17. Исследование влияния конструктивных материалов технологической аппаратуры (реакторов, трубопроводов, ёмкостей) на степень загрязнения производимого высокочистого продукта.
18. Изучение технологии упаковки, хранения и транспортировки высокочистых веществ с целью предотвращения вторичного загрязнения.
19. Анализ систем автоматизации и контроля технологического процесса производства высокочистого вещества на предприятии.
20. Разработка предложений по совершенствованию системы производственного экологического контроля на участке получения высокочистых веществ.

1.3.2 Перечень типовых заданий (вопросов)

1. Как соотношение температуры и давления при синтезе влияет на фазовую чистоту и структурное совершенство неорганических материалов для электроники?

2. Какие «узкие места» в технологической схеме производства особо чистых веществ на предприятии-базе практики ограничивают выход годного продукта?
3. Сравните методы химического осаждения из газовой фазы (CVD) и физического осаждения (PVD) с точки зрения достижимой чистоты материала.
4. Каким образом микропримеси переходных металлов в исходном сырье влияют на электрофизические характеристики конечного полупроводникового продукта?
5. Предложите метод in-line (поточного) мониторинга критических примесей в газовой фазе во время синтеза высокочистого вещества.
6. В чем заключается физический смысл эффективного коэффициента распределения примеси при направленной кристаллизации?
7. Как скорость перемещения расплавленной зоны при зонной плавке влияет на эффективность удаления изоморфных примесей?
8. В каких случаях для очистки прекурсоров фотоники ректификация экономически и технологически целесообразнее простой дистилляции?
9. От каких параметров зависит число теоретических тарелок (ЧТТ) ректификационной колонны, необходимое для достижения чистоты 99,9999%?
10. Какие критерии являются определяющими при выборе сорбента для глубокой очистки технологических газов (например, силана или аммиака)?
11. Опишите механизм хемосорбции при удалении следов кислорода из жидких прекурсоров микроэлектроники.
12. Каковы основные ограничения метода масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) при анализе сверхчистых твердых веществ?
13. Как при спектральном анализе высокочистых материалов учитывается и минимизируется матричный эффект (влияние основного вещества)?
14. Каким образом на предприятии определяется предел обнаружения (LOD) и предел количественного определения (LOQ) для методики контроля микропримесей?
15. Какова роль метрологической службы при вводе в эксплуатацию нового аналитического спектрометра на производственном участке?
16. Какие граничные условия необходимо задать при построении математической модели массопереноса на границе «твердое тело – расплав» при кристаллизации?
17. Как в компьютерной модели процесса зонной очистки учитывается разница коэффициентов диффузии примеси в жидкой и твердой фазах?
18. Какие безразмерные критерии (например, Прандтля, Нуссельта) наиболее критичны при моделировании тепловых полей в реакторе высокотемпературного синтеза?
19. Как по модели кинетики химической реакции синтеза определить энергию активации лимитирующей стадии процесса?
20. Какие параметры технологического процесса очистки чаще всего выбираются в качестве независимых факторов (переменных) при полнофакторном планировании эксперимента?
21. Какие конструкционные материалы наиболее предпочтительны для внутренней футеровки реакторов с целью исключения загрязнения сверхчистых галогенидов?
22. Как температурные градиенты на стенках реактора влияют на однородность осаждаемого полупроводникового слоя?
23. Опишите механизм вторичного загрязнения целевого продукта за счет выщелачивания компонентов из трубопроводов из нержавеющей стали.
24. Каковы требования к микроклимату и классу чистоты «чистой комнаты» при фасовке и упаковке особо чистых веществ?
25. Почему фторполимеры (PFA, PTFE) являются основным стандартом для хранения агрессивных жидких реактивов в электронной промышленности?
26. Какие типы датчиков применяются в системах АСУ ТП для прецизионного контроля расхода сверхчистых газов?

27. Как ПИД-регулятор системы автоматизации справляется с резкими флуктуациями давления в дистилляционной колонне?
28. Какие методы нейтрализации высокотоксичных побочных продуктов (например, хлорсиланов) реализуются в системе экологического контроля предприятия?
29. Как структурно организовано взаимодействие между химико-аналитической лабораторией и отделом технического контроля (ОТК) при забраковке партии продукции?
30. Назовите основные причины плохой воспроизводимости структурного совершенства монокристаллов от партии к партии и методы их устранения.
31. Как экономически и технологически обосновывается выбор между модернизацией узла очистки на предприятии и закупкой более дорогого, но более чистого сырья у поставщика?
32. В чем заключается специфика составления нормативно-технической документации (ТУ) на материалы, чистота которых превышает шесть девяток (99,9999%)?
33. Как организуется логистическая цепочка транспортировки криогенных прекурсоров для предотвращения их деградации?
34. Какие корректирующие действия должны быть предприняты смежными цехами при обнаружении спектроскопией внезапного всплеска углеродных примесей в слитке?
35. Как используются современные методы электронной микроскопии (SEM/TEM) для анализа сегрегации примесей на границах зерен материалов, если ОТК фиксирует ухудшение их свойств?

Оценочные средства для промежуточной аттестации

	Формируемые компетенции	Номера вопросов
1	Компетенция ПК-2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 26, 27, 30, 35 (физика, химия, моделирование процессов, методики синтеза, очистки и аналитическую диагностику материалов)
2	Компетенция ПК-3	10, 15, 21, 23, 24, 25, 28, 29, 31, 32, 33, 34 (взаимодействие с ОТК, экологами, метрологами, вопросы выбора сырья, фурнитуры оборудования, логистики, стандартизации и качества)

1.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

1.4.1 Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся НГТУ:

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/norm_docs_ngtu/polog_kontrol_yspev.pdf?14-11-23

1.4.2 Положение о практической подготовке обучающихся, осваивающих образовательные программы высшего образования в НГТУ:

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/otdel_practiki/polozh-prakt-op-vo.pdf?27-09-24

2. Производственная практика (научно-исследовательская работа, рассредоточенная) (Б2.П.1)

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

В результате прохождения производственной практики (научно-исследовательская работа, рассредоточенная) 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)
УК-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	ИУК-4.1. Устанавливает контакты и организует общение в соответствии с потребностями совместной деятельности, используя современные коммуникационные технологии	Знать: - современные коммуникационные технологии и средства делового и научного общения, применяемые при организации совместной научно-исследовательской деятельности; - особенности установления профессиональных контактов с научным руководителем, коллективом лаборатории и представителями смежных подразделений в ходе выполнения научно-исследовательской работы; Уметь: - устанавливать контакты и организовывать общение с научным руководителем и участниками научно-исследовательского коллектива с использованием современных коммуникационных технологий; - выбирать формы и средства коммуникации, соответствующие задачам совместной научно-исследовательской деятельности по тематике магистерской программы; Владеть: - навыками организации деловой и научной коммуникации с использованием современных информационно-коммуникационных технологий в процессе выполнения научно-исследовательской работы; - методикой выбора и применения средств коммуникации, обеспечивающих эффективное взаимодействие в рамках научно-исследовательского коллектива
		ИУК-4.2. Составляет в соответствии с нормами русского языка деловую документацию разных жанров	Знать: - нормы русского литературного языка и требования к оформлению деловой документации, сопровождающей научно-исследовательскую деятельность (отчеты, заявки, служебные записки); - жанровое разнообразие деловой документации, применяемой при организации и представлении результатов научно-исследовательской работы; Уметь: - составлять в соответствии с нормами русского языка отчетную и иную деловую документацию по результатам выполнения научно-исследовательской работы; - оформлять документы различных жанров (отчеты, аннотации, заявки), необходимые для организации и сопровождения научно-исследовательской деятельности;

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)
			<u>Владеть:</u> - навыками грамотного составления деловой документации на русском языке, сопровождающей научно-исследовательскую работу; - методикой подготовки различных жанров деловых документов, соответствующих задачам научно-исследовательской деятельности в области материалов для электроники и фотоники
		ИУК-4.3. Составляет типовую деловую документацию для академических и профессиональных целей на иностранном языке. Составляет академические и (или) профессиональные тексты на иностранном языке	<u>Знать:</u> - требования к оформлению типовой деловой документации и академических текстов на иностранном языке, применяемой в научно-исследовательской деятельности; - терминологический аппарат иностранного языка, используемый для описания материалов, технологий и результатов исследований в области электроники и фотоники; <u>Уметь:</u> - составлять типовую деловую документацию для академических и профессиональных целей на иностранном языке в рамках выполнения научно-исследовательской работы; - составлять академические и (или) профессиональные тексты на иностранном языке по результатам собственных исследований материалов и компонентов для электроники и фотоники; <u>Владеть:</u> - навыками подготовки деловой документации на иностранном языке, необходимой для представления результатов научно-исследовательской работы; - методикой составления академических и профессиональных текстов на иностранном языке по тематике магистерской программы
		ИУК-4.4. Организует обсуждение результатов исследовательской и проектной деятельности на различных публичных мероприятиях на русском языке, выбирая подходящий формат	<u>Знать:</u> - форматы публичных мероприятий (конференции, семинары, научные секции), используемые для обсуждения результатов исследовательской и проектной деятельности на русском языке; - принципы организации обсуждения результатов научно-исследовательской работы, учитывающие специфику аудитории и цели мероприятия; <u>Уметь:</u> - организовывать обсуждение результатов собственной исследовательской деятельности на публичных мероприятиях на русском языке, выбирая формат, соответствующий целям представления результатов; - формулировать вопросы и вести дискуссию по результатам научно-исследовательской работы в рамках научных семинаров и конференций; <u>Владеть:</u> - навыками организации и проведения обсуждения результатов исследовательской деятельности на публичных мероприятиях на русском языке;

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)
			- методикой выбора формата представления и обсуждения результатов научно-исследовательской работы в зависимости от состава аудитории
		ИУК-4.5. Представляет результаты исследовательской и проектной деятельности на различных публичных мероприятиях, участвует в академических и профессиональных дискуссиях на иностранном языке	Знать: - правила подготовки и представления результатов исследовательской и проектной деятельности на публичных мероприятиях на иностранном языке; - особенности ведения академической и профессиональной дискуссии на иностранном языке по тематике материалов и компонентов для электроники и фотоники; Уметь: - представлять результаты собственной исследовательской и проектной деятельности на публичных мероприятиях на иностранном языке; - участвовать в академических и профессиональных дискуссиях на иностранном языке по вопросам, связанным с тематикой научно-исследовательской работы; Владеть: - навыками публичного представления результатов исследований на иностранном языке в рамках научных и профессиональных мероприятий; - методикой участия в академической и профессиональной дискуссии на иностранном языке по проблематике магистерской программы
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	ИУК-6.1. Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), целесообразно их использует для успешного выполнения порученного задания	Знать: - методы оценки собственных личностных, временных и ситуативных ресурсов, необходимых для успешного выполнения задания в рамках научно-исследовательской работы; - принципы целесообразного распределения ресурсов при планировании и выполнении этапов научно-исследовательской деятельности; Уметь: - оценивать собственные личностные, временные и ситуативные ресурсы при планировании выполнения научно-исследовательской работы; - целесообразно использовать имеющиеся ресурсы для успешного выполнения порученных этапов исследовательской работы в установленные сроки; Владеть: - навыками самооценки личностных и временных ресурсов при организации собственной научно-исследовательской деятельности; - методикой рационального распределения ресурсов для достижения результатов, предусмотренных программой научно-исследовательской работы
		ИУК-6.2. Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям	Знать: - критерии самооценки профессиональной деятельности, применимые к научно-исследовательской работе в области материалов и компонентов для электроники и фотоники;

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)
			- способы совершенствования собственной научно-исследовательской деятельности на основе результатов самооценки; Уметь: - определять приоритеты собственного профессионального роста в области технологии материалов для электроники и фотоники на основе самооценки результатов научно-исследовательской работы; - выбирать способы совершенствования собственной исследовательской деятельности на основе анализа достигнутых результатов; Владеть: - навыками самооценки результатов научно-исследовательской деятельности по выбранным профессиональным критериям; - методикой определения приоритетных направлений собственного профессионального развития в области материаловедения электронной техники
		ИУК-6.3. Выбирает и реализует с использованием инструментов непрерывного образования возможности развития профессиональных компетенций и социальных навыков	Знать: - инструменты непрерывного образования (курсы повышения квалификации, научные школы, стажировки), применимые для развития профессиональных компетенций в области технологии материалов для электроники и фотоники; - возможности развития социальных навыков, необходимых для эффективной научно-исследовательской деятельности в профессиональном коллективе; Уметь: - выбирать инструменты непрерывного образования, соответствующие задачам развития профессиональных компетенций в рамках научно-исследовательской работы; - реализовывать выбранные возможности дополнительного образования для развития профессиональных и социальных навыков, необходимых в исследовательской деятельности; Владеть: - навыками самостоятельного выбора инструментов непрерывного образования для развития профессиональных компетенций в области материалов для электроники и фотоники; - методикой реализации индивидуальной траектории развития профессиональных и социальных навыков средствами непрерывного образования
		ИУК-6.4. Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, с учётом накопленного опыта профессиональной деятельности, изменяющихся требований рынка труда и стратегии личного развития	Знать: - тенденции развития рынка труда в области технологии материалов и компонентов для электроники и фотоники, влияющие на построение профессиональной траектории; - принципы формирования гибкой профессиональной траектории с учетом накопленного опыта научно-исследовательской деятельности; Уметь: - выстраивать собственную профессиональную траекторию с учетом опыта, полученного

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)
			в ходе научно-исследовательской работы, и изменяющихся требований рынка труда; - корректировать стратегию личного профессионального развития с учетом результатов, достигнутых в процессе научно-исследовательской деятельности; Владеть: - навыками анализа изменяющихся требований рынка труда в области материалов для электроники и фотоники при планировании профессиональной траектории; - методикой построения гибкой профессиональной траектории с учетом накопленного опыта научно-исследовательской деятельности и стратегии личного развития
ПК-1	Способен создавать новые материалы для электроники и фотоники с заданным комплексом свойств для конкретных изделий с учетом рационального расходования основных и вспомогательных материалов и экологических последствий применения	ИПК-1.1. Определяет физические, физико-химические и технологические закономерности формирования состава, структуры и свойств материалов для электроники и фотоники а также анализирует факторы, влияющие на рациональный расход основных и вспомогательных материалов и экологические последствия применения материалов и компонентов	Знать: - физические, физико-химические и технологические закономерности формирования состава, структуры и свойств материалов для электроники и фотоники, исследуемые в рамках научно-исследовательской работы; - факторы, влияющие на рациональный расход основных и вспомогательных материалов, а также экологические последствия применения исследуемых материалов и компонентов; Уметь: - определять физические, физико-химические и технологические закономерности формирования состава и свойств материалов на основе результатов собственного научного исследования; - анализировать факторы, влияющие на рациональный расход материалов и экологические последствия их применения, при интерпретации результатов научно-исследовательской работы; Владеть: - навыками выявления закономерностей формирования состава, структуры и свойств материалов для электроники и фотоники по результатам собственных исследований; - методикой анализа факторов ресурсосбережения и экологической безопасности при оценке результатов, полученных в ходе научно-исследовательской работы
		ИПК-1.2. Разрабатывает технологические решения по созданию новых материалов и компонентов для изделий электроники и фотоники с заданным комплексом функциональных, эксплуатационных и технологических свойств с учетом требований ресурсосбережения, электронной гигиены и экологической безопасности	Знать: - подходы к разработке технологических решений по созданию новых материалов и компонентов для электроники и фотоники, применяемые в рамках выполнения научно-исследовательской работы; - требования ресурсосбережения, электронной гигиены и экологической безопасности, учитываемые при разработке технологических решений в области создания новых материалов; Уметь: - разрабатывать технологические решения по созданию новых материалов и компонентов с заданными свойствами в рамках выполнения индивидуального научно-исследовательского задания; - учитывать требования ресурсосбережения,

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)
			электронной гигиены и экологической безопасности при формировании предложений по разработке новых материалов; Владеть: - навыками формирования технологических решений по созданию новых материалов и компонентов для электроники и фотоники по результатам собственного исследования; - методикой обоснования разрабатываемых технологических решений с учетом требований ресурсосбережения и экологической безопасности
		ИПК-1.3. Осуществляет выбор и применяет физические и физико-химические методы контроля процессов производства материалов и компонентов для электроники и фотоники, анализирует соответствие полученных характеристик заданным требованиям к качеству, надежности, материалов, эффективности, санитарно-гигиеническим условиям производства и экологической безопасности	Знать: - физические и физико-химические методы контроля процессов получения материалов и компонентов, применяемые при выполнении научно-исследовательской работы; - требования к качеству, надежности, эффективности и санитарно-гигиеническим условиям производства, используемые при анализе результатов научного исследования; Уметь: - осуществлять выбор физических и физико-химических методов контроля, соответствующих задачам собственного научно-исследовательского проекта; - анализировать соответствие полученных в ходе исследования характеристик материалов заданным требованиям к качеству и экологической безопасности; Владеть: - навыками применения физических и физико-химических методов контроля для анализа материалов, полученных в рамках научно-исследовательской работы; - методикой оценки соответствия экспериментально полученных характеристик материалов установленным требованиям к качеству и безопасности
ПК-4	Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности	ИПК-4.1. Осваивает цифровые технологии математического и информационного моделирования используемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной деятельности	Знать: - современные цифровые технологии математического и информационного моделирования процессов, явлений и объектов, применяемые в исследованиях материалов для электроники и фотоники; - программные средства и платформы, используемые для моделирования технологических процессов и свойств материалов в рамках научно-исследовательской работы; Уметь: - осваивать и применять цифровые технологии математического и информационного моделирования для решения задач собственного научно-исследовательского проекта; - выбирать программные средства моделирования, соответствующие характеру исследуемых процессов, явлений и объектов; Владеть: - навыками использования цифровых технологий математического и информационного моделирования при выполнении научно-исследовательской работы; - методикой применения программных

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)
			средств моделирования для анализа процессов и объектов, относящихся к тематике научного исследования
		ИПК-4.2. Применяет цифровые технологии в профессиональной деятельности	Знать: - основные цифровые технологии, применяемые в профессиональной деятельности исследователя материалов и компонентов для электроники и фотоники; - возможности использования цифровых технологий для обработки, анализа и представления результатов научно-исследовательской работы; Уметь: - применять цифровые технологии для сбора, обработки и анализа данных, полученных в ходе научно-исследовательской работы; - использовать цифровые инструменты для представления и визуализации результатов исследования материалов для электроники и фотоники; Владеть: - навыками применения цифровых технологий на всех этапах выполнения научно-исследовательской работы; - методикой использования цифровых инструментов для обработки и представления результатов профессиональной исследовательской деятельности

2.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

При проведении промежуточной аттестации по итогам практики используются следующие показатели оценивания компетенций:

- 1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины
- 2) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов.
- 3) Защита отчета, в т.ч. качество доклада.
- 4) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений.
- 5) Ответы на контрольные вопросы.

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
<u>Знать:</u> - современные коммуникационные технологии и средства делового и научного общения, применяемые при организации совместной научно-исследовательской деятельности; - особенности установления профессиональных контактов с научным руководителем, коллективом лаборатории и представителями смежных подразделений в ходе выполнения научно-исследовательской работы; <u>Уметь:</u> - устанавливать контакты и организовывать общение с научным руководителем и участниками научно-исследовательского коллектива с использованием современных коммуникационных технологий; - выбирать формы и средства коммуникации, соответствующие задачам совместной научно-исследовательской деятельности по тематике магистерской программы; <u>Владеть:</u> - навыками организации деловой и научной коммуникации с использованием современных информационно-коммуникационных технологий в процессе выполнения научно-исследовательской работы; - методикой выбора и применения средств коммуникации, обеспечивающих эффективное взаимодействие в рамках научно-исследовательского коллектива	Студент избегает профессиональных контактов. Не умеет пользоваться корпоративными средствами связи и трекерами задач. Взаимодействие с руководителем отсутствует	Контакты с руководителем нерегулярны. Средства коммуникации используются неэффективно (несвоевременные ответы, нарушение субординации). Затрудняется в формулировании научных запросов	Студент поддерживает стабильный рабочий контакт с руководителем и коллективом. Адекватно использует электронную почту, мессенджеры и корпоративные системы. Соблюдает нормы научной этики	Проявляет проактивность в коммуникации. Самостоятельно инициирует обсуждения, грамотно модерирует потоки информации. Выступает связующим звеном при решении задач между смежными подразделениями предприятия	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 2) Ответы на контрольные вопросы

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
Знать: - нормы русского литературного языка и требования к оформлению деловой документации, сопровождающей научно-исследовательскую деятельность (отчеты, заявки, служебные записки); - жанровое разнообразие деловой документации, применяемой при организации и представлении результатов научно-исследовательской работы; Уметь: - составлять в соответствии с нормами русского языка отчетную и иную деловую документацию по результатам выполнения научно-исследовательской работы; - оформлять документы различных жанров (отчеты, аннотации, заявки), необходимые для организации и сопровождения научно-исследовательской деятельности; Владеть: - навыками грамотного составления деловой документации на русском языке, сопровождающей научно-исследовательскую работу; - методикой подготовки различных жанров деловых документов, соответствующих задачам научно-исследовательской деятельности в области материалов для электроники и фотоники	Отчет и документация не представлены или написаны без соблюдения норм русского языка (массовые стилистические и грамматические ошибки). Отсутствует структура	Документация составлена с нарушениями требований стандартов (ГОСТ). Научный стиль подменяется разговорным. Жанровая специфика (заявка, служебная записка, аннотация) не соблюдается	Отчет и индивидуальное задание оформлены грамотно, в соответствии с нормами русского литературного и технического языка. Присутствуют незначительные огрехи в форматировании или стилистике	Тексты отличаются высокой академической грамотностью, строгой логикой изложения и безупречным оформлением. Подготовленные документы (статьи, заявки на патенты/гранты) полностью готовы к публикации или официальной подаче	1) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 2) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений
Знать: - требования к оформлению типовой деловой документации и академических текстов на ино-	Полное отсутствие способности составить текст на иностранном языке. Использование машинно-	Слабое владение профильной терминологией по электронике и фотонике. Текст содержит грубые лексиче-	Студент уверенно оперирует профильной англоязычной терминологией. Аннотации и деловые письма составле-	Свободное владение профессиональным иностранным языком. Способность писать сложные академи-	1) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
странном языке, применяемой в научно-исследовательской деятельности; - терминологический аппарат иностранного языка, используемый для описания материалов, технологий и результатов исследований в области электроники и фотоники; Уметь: - составлять типовую деловую документацию для академических и профессиональных целей на иностранном языке в рамках выполнения научно-исследовательской работы; - составлять академические и (или) профессиональные тексты на иностранном языке по результатам собственных исследований материалов и компонентов для электроники и фотоники; Владеть: - навыками подготовки деловой документации на иностранном языке, необходимой для представления результатов научно-исследовательской работы; - методикой составления академических и профессиональных текстов на иностранном языке по тематике магистерской программы	го перевода без редактирования с искажением смысла	ские и грамматические ошибки, затрудняющие понимание	ны корректно, смысл передан точно, есть незначительные языковые ошибки	ческие тексты (статьи, эссе) и техническую документацию на уровне, близком к носителю языка (native-like)	требованиям действующих стандартов. 2) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений
Знать: - форматы публичных мероприятий (конференции, семинары, научные секции), используемые для обсуждения результатов исследовательской и проектной деятельности на русском языке; - принципы организации обсуждения результатов научно-	Не умеет выступать публично (читает с листа, не отрывая глаз). Презентация неинформативна. Не способен ответить на базовые вопросы по своей работе	Выступление сбивчивое, логика доклада нарушена. На вопросы аудиторией/комиссии отвечает уклончиво или не по существу. Дискуссию поддерживать не может	Доклад структурирован, студент держится уверенно. Формат презентации соответствует аудитории. Уверенно отвечает на вопросы и грамотно аргументирует свою позицию в дискуссии	Выдающиеся навыки публичного выступления. Блестящая подача материала с использованием инфографики. Студент мастерски ведет научную дискуссию, убедительно парирует критику и вовлекает комиссию в обсуждение	1) Защита отчета, в т.ч. качество доклада. 2) Ответы на контрольные вопросы

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
исследовательской работы, учитывающие специфику аудитории и цели мероприятия; Уметь: - организовывать обсуждение результатов собственной исследовательской деятельности на публичных мероприятиях на русском языке, выбирая формат, соответствующий целям представления результатов; - формулировать вопросы и вести дискуссию по результатам научно-исследовательской работы в рамках научных семинаров и конференций; Владеть: - навыками организации и проведения обсуждения результатов исследовательской деятельности на публичных мероприятиях на русском языке; - методикой выбора формата представления и обсуждения результатов научно-исследовательской работы в зависимости от состава аудитории					
Знать: - правила подготовки и представления результатов исследовательской и проектной деятельности на публичных мероприятиях на иностранном языке; - особенности ведения академической и профессиональной дискуссии на иностранном языке по тематике материалов и компонентов для электроники и фотоники; Уметь: - представлять результаты соб-	Отказ или полная неспособность представить результаты работы на иностранном языке	Представление сводится к механическому чтению слайдов с сильным акцентом и ошибками. Студент не понимает вопросов комиссии на иностранном языке	Доклад на иностранном языке понятен, терминология используется верно. Студент способен понять вопросы и дать на них осмысленные ответы в рамках своей тематики (материалы и компоненты)	Свободная устная речь. Студент способен не только доложить результаты, но и вести глубокую, аргументированную академическую полемику на иностранном языке, быстро подбирая нужные термины	1) Защита отчета, в т.ч. качество доклада

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
ственной исследовательской и проектной деятельности на публичных мероприятиях на иностранном языке; - участвовать в академических и профессиональных дискуссиях на иностранном языке по вопросам, связанным с тематикой научно-исследовательской работы; Владеть: - навыками публичного представления результатов исследований на иностранном языке в рамках научных и профессиональных мероприятий; - методикой участия в академической и профессиональной дискуссии на иностранном языке по проблематике магистерской программы					
Знать: - методы оценки собственных личностных, временных и ситуативных ресурсов, необходимых для успешного выполнения задания в рамках научно-исследовательской работы; - принципы целесообразного распределения ресурсов при планировании и выполнении этапов научно-исследовательской деятельности; Уметь: - оценивать собственные личностные, временные и ситуативные ресурсы при планировании выполнения научно-исследовательской работы; - целесообразно использовать имеющиеся ресурсы для успешного выполнения порученных этапов исследовательской работы в уста-	Срывы всех сроков (дедлайнов). Неспособность спланировать работу даже на день. Полная несамостоятельность, отсутствие дисциплины	Временные ресурсы распределяются нерационально (авральная работа в конце практики). Этапы работы выполняются с задержкой, требуется постоянный контроль со стороны руководителя	Студент адекватно оценивает свои силы и время. График выполнения практики соблюдается. Возникающие ситуативные трудности преодолеваются без существенного ущерба для работы	Идеальный тайм-менеджмент. Проактивное планирование: студент заранее предвидит риски (например, задержку реактивов или занятость оборудования) и гибко перераспределяет свои ресурсы для досрочного выполнения задач	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 2) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
новленные сроки; Владеть: - навыками самооценки личностных и временных ресурсов при организации собственной научно-исследовательской деятельности; - методикой рационального распределения ресурсов для достижения результатов, предусмотренных программой научно-исследовательской работы					
Знать: - критерии самооценки профессиональной деятельности, применимые к научно-исследовательской работе в области материалов и компонентов для электроники и фотоники; - способы совершенствования собственной научно-исследовательской деятельности на основе результатов самооценки; Уметь: - определять приоритеты собственного профессионального роста в области технологии материалов для электроники и фотоники на основе самооценки результатов научно-исследовательской работы; - выбирать способы совершенствования собственной исследовательской деятельности на основе анализа достигнутых результатов; Владеть: - навыками самооценки результатов научно-исследовательской деятельности по выбранным профессиональным критериям; - методикой определения приоритетных направлений собственно-	Отсутствие критического взгляда на свою работу. Не понимает, какие навыки приобрел за время практики и зачем они нужны	Самооценка формальная (ради галочки). Затрудняется назвать приоритеты своего дальнейшего развития в сфере материаловедения и нанoeлектроники	В отчете и на защите студент адекватно оценивает успешность своих действий, признает допущенные в ходе экспериментов ошибки. Видит пути своего дальнейшего роста и темы для ВКР	Глубокая профессиональная рефлексия. Студент формулирует четкую траекторию своего научного и карьерного развития, опираясь на передовые тренды отрасли электроники и фотоники. Анализ собственных результатов становится основой для инновационных предложений	1) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 2) Ответы на контрольные вопросы

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
го профессионального развития в области материаловедения электронной техники					
<u>Знать:</u> - инструменты непрерывного образования (курсы повышения квалификации, научные школы, стажировки), применимые для развития профессиональных компетенций в области технологии материалов для электроники и фотоники; - возможности развития социальных навыков, необходимых для эффективной научно-исследовательской деятельности в профессиональном коллективе; <u>Уметь:</u> - выбирать инструменты непрерывного образования, соответствующие задачам развития профессиональных компетенций в рамках научно-исследовательской работы; - реализовывать выбранные возможности дополнительного образования для развития профессиональных и социальных навыков, необходимых в исследовательской деятельности; <u>Владеть:</u> - навыками самостоятельного выбора инструментов непрерывного образования для развития профессиональных компетенций в области материалов для электроники и фотоники; - методикой реализации индивидуальной траектории развития профессиональных и социальных навыков средствами непрерывного образования	Не знает о базах научных публикаций, стажировках и курсах. Не способен работать в коллективе лаборатории	Называет единичные инструменты самообразования, но не применяет их. Взаимодействие с коллегами пассивно, возникают проблемы с субординацией	Грамотно выбирает ресурсы (Scopus, eLibrary, курсы) для решения текущих задач НИР. Поддерживает конструктивный рабочий контакт с научным руководителем и коллективом	Самостоятельно формирует план повышения квалификации (например, освоение нового ПО или метода анализа). Проявляет проактивность и лидерские качества в коллективе, инициирует научные дискуссии	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 2) Ответы на контрольные вопросы

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
Знать: - тенденции развития рынка труда в области технологии материалов и компонентов для электроники и фотоники, влияющие на построение профессиональной траектории; - принципы формирования гибкой профессиональной траектории с учетом накопленного опыта научно-исследовательской деятельности; Уметь: - выстраивать собственную профессиональную траекторию с учетом опыта, полученного в ходе научно-исследовательской работы, и изменяющихся требований рынка труда; - корректировать стратегию личного профессионального развития с учетом результатов, достигнутых в процессе научно-исследовательской деятельности; Владеть: - навыками анализа изменяющихся требований рынка труда в области материалов для электроники и фотоники при планировании профессиональной траектории; - методикой построения гибкой профессиональной траектории с учетом накопленного опыта научно-исследовательской деятельности и стратегии личного развития	Не понимает требований рынка труда (в т.ч. специфики базы практики ООО «Фирма «ХОРСТ»)	Имеет поверхностное представление об отрасли. Не может связать опыт, полученный на практике, со своей будущей карьерой	Адекватно оценивает тенденции рынка в области высокочистых веществ. Корректирует свою карьерную цель на основе приобретенных во время практики навыков	Проводит глубокий анализ рынка импортозамещения в микроэлектронике. Формирует гибкий и детальный план профессионального развития (поступление в аспирантуру, трудоустройство на конкретные позиции R&D)	1) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 2) Ответы на контрольные вопросы
Знать: - физические, физико-химические и технологические закономерности формирования состава, структуры и свойств материалов для	Не знает физико-химических основ синтеза. Игнорирует вопросы расхода реагентов и экологии	Закономерности описывает с ошибками. Оценка экологических последствий носит формальный характер, без привязки к конкретным	Уверенно выявляет связь между технологией и свойствами материалов (например, изотопным составом и теплопроводностью). Про-	Демонстрирует глубокое понимание физической химии процессов. Предлагает конкретные пути оптимизации, снижающие	1) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
электроники и фотоники, исследуемые в рамках научно-исследовательской работы; - факторы, влияющие на рациональный расход основных и вспомогательных материалов, а также экологические последствия применения исследуемых материалов и компонентов; Уметь: - определять физические, физико-химические и технологические закономерности формирования состава и свойств материалов на основе результатов собственного научного исследования; - анализировать факторы, влияющие на рациональный расход материалов и экологические последствия их применения, при интерпретации результатов научно-исследовательской работы; Владеть: - навыками выявления закономерностей формирования состава, структуры и свойств материалов для электроники и фотоники по результатам собственных исследований; - методикой анализа факторов ресурсосбережения и экологической безопасности при оценке результатов, полученных в ходе научно-исследовательской работы		прекурсорам	водит корректный анализ расхода материалов	экологическую нагрузку и потери ценных компонентов	стандартов. 2) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений
Знать: - подходы к разработке технологических решений по созданию новых материалов и компонентов для электроники и фотоники, применяемые в рамках выполнения научно-исследовательской	Не способен предложить технологическое решение. Не знает требований к чистым помещениям	Разрабатывает технологию с грубыми нарушениями логики. Требования ресурсосбережения и электронной гигиены учитываются слабо	Успешно разрабатывает рабочие процессы получения/очистки материалов. Учитывает класс чистоты помещений и базовые требования безопасности	Предлагает инновационные, энергоэффективные технологические решения. Безукоризненно интегрирует в процесс строжайшие нормы эко-безопасности и стандарты ультрачистых	1) Защита отчета, в т.ч. качество доклада. 2) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск из-

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
работы; - требования ресурсосбережения, электронной гигиены и экологической безопасности, учитываемые при разработке технологических решений в области создания новых материалов; Уметь: - разрабатывать технологические решения по созданию новых материалов и компонентов с заданными свойствами в рамках выполнения индивидуального научно-исследовательского задания; - учитывать требования ресурсосбережения, электронной гигиены и экологической безопасности при формировании предложений по разработке новых материалов; Владеть: - навыками формирования технологических решений по созданию новых материалов и компонентов для электроники и фотоники по результатам собственного исследования; - методикой обоснования разрабатываемых технологических решений с учетом требований ресурсосбережения и экологической безопасности				производств	вестных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений
Знать: - физические и физико-химические методы контроля процессов получения материалов и компонентов, применяемые при выполнении научно-исследовательской работы; - требования к качеству, надежности, эффективности и санитарно-гигиеническим условиям производства, используемые при анали-	Не владеет методами контроля (спектроскопия, хроматография и др.)	); Знает методы теоретически, но не может подобрать нужный для конкретной задачи (например, для следов влаги в HCl)	Правильно выбирает и применяет физико-химические методы. Корректно анализирует соответствие полученных материалов техническим условиям (ТУ) и паспортам качества	Свободно оперирует сложными аналитическими методиками. Самостоятельно выявляет причины отклонений качества и предлагает методы повышения чувствительности контроля (снижения предела обнаружения)	1) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 2) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск из-

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
зе результатов научного исследования; Уметь: - осуществлять выбор физических и физико-химических методов контроля, соответствующих задачам собственного научно-исследовательского проекта; - анализировать соответствие полученных в ходе исследования характеристик материалов заданным требованиям к качеству и экологической безопасности; Владеть: - навыками применения физических и физико-химических методов контроля для анализа материалов, полученных в рамках научно-исследовательской работы; - методикой оценки соответствия экспериментально полученных характеристик материалов установленным требованиям к качеству и безопасности					вестных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений
Знать: - современные цифровые технологии математического и информационного моделирования процессов, явлений и объектов, применяемые в исследованиях материалов для электроники и фотоники; - программные средства и платформы, используемые для моделирования технологических процессов и свойств материалов в рамках научно-исследовательской работы; Уметь: - осваивать и применять цифровые технологии математического и информационного моделирования для решения задач собственного	Не имеет навыков использования программ для моделирования	Знаком с ПО, но допускает грубые ошибки при задании граничных условий (гидродинамика, тепломассоперенос)	Успешно применяет профильное ПО (например, COMSOL, Ansys, Aspen HYSYS) для решения задач индивидуального проекта	Строит сложные, многофизические модели. Делает глубокие аналитические выводы, результаты моделирования полностью готовы к внедрению в реальный производственный процесс	1) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 2) Защита отчета, в т.ч. качество доклада. 3) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
научно-исследовательского проекта; - выбирать программные средства моделирования, соответствующие характеру исследуемых процессов, явлений и объектов; Владеть: - навыками использования цифровых технологий математического и информационного моделирования при выполнении научно-исследовательской работы; - методикой применения программных средств моделирования для анализа процессов и объектов, относящихся к тематике научного исследования					
Знать: - основные цифровые технологии, применяемые в профессиональной деятельности исследователя материалов и компонентов для электроники и фотоники; - возможности использования цифровых технологий для обработки, анализа и представления результатов научно-исследовательской работы; Уметь: - применять цифровые технологии для сбора, обработки и анализа данных, полученных в ходе научно-исследовательской работы; - использовать цифровые инструменты для представления и визуализации результатов исследования материалов для электроники и фотоники; Владеть: - навыками применения цифровых технологий на всех этапах выполнения научно-исследовательской	Не умеет обрабатывать экспериментальные данные. Презентация и отчет не содержат графиков	Обработка данных примитивна. Визуализация не наглядна, таблицы оформлены не по ГОСТ	Грамотно использует цифровые платформы (Origin, Excel, Python) для стат. обработки. Визуализация в презентации логична и понятна	Применяет передовые инструменты цифрового анализа. Графика и визуализация выполнены на уровне высокорейтинговых научных журналов, обеспечивая идеальное понимание сложных процессов	1) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 2) Защита отчета, в т.ч. качество

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
работы; - методикой использования цифровых инструментов для обработки и представления результатов профессиональной исследовательской деятельности					

Основываясь на результатах обучения, разработана шкала оценивания для промежуточной аттестации по итогам практики.

Показатели оценивания	Критерии оценивания результатов			
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение
Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины	Негативный отзыв. Нарушения ТБ и дисциплины. Полная неспособность к самостоятельной работе	Положительный отзыв с замечаниями. Студент безынициативен, нарушал график, требовал микроменеджмента	Хороший отзыв. Студент дисциплинирован, выполнил задачи, но показал средний уровень самоорганизации	Отличный отзыв. Отмечены высокая техническая грамотность, ответственность, эффективный тайм-менеджмент
Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов	Отчет не сдан, или абсолютно не соответствует требованиям ГОСТ 7.32-2017 и структуре	Материал изложен неполно. Имеются логические разрывы, серьезные нарушения ГОСТ (оформление списка литературы, графиков)	Отчет логичен, полно отражает ход НИР. Имеются незначительные стилистические или оформительские недочеты	Отчет представляет собой глубокий научно-технический труд. Оформление безукоризненно соответствует ГОСТ 7.32-2017. Иллюстративный и табличный материал выполнен на высоком уровне
Защита отчета, в т.ч. качество доклада	Доклад отсутствует или зачитывается с трудом. Презентация не отражает суть проделанной работы	Доклад невнятный, студент читает с листа, презентация оформлена небрежно, регламент нарушен. Визуальные материалы некачественные, графики без осей/легенд	Доклад ясный, презентация наглядно отражает результаты работы, студент уложился в регламент. Логика исследования понятна	Блестящий доклад, свободное владение материалом, презентация профессионального уровня, четкие акценты на личных результатах
Качество выполнения индивидуального задания на	Задание не выполнено. Постановка задачи неверная.	Задание выполнено формально (поверхностно). Проведен	Задание выполнено в полном объеме, проведен каче-	Задание выполнено на научно-исследовательском

Показатели оценивания	Критерии оценивания результатов			
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение
практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений	Собственные решения отсутствуют	слабый поиск известных решений. Технические/организационные решения тривиальны и не аргументированы	свойственный патентно-информационный поиск, предложены и реализованы стандартные, но эффективные решения	уровне, предложены инновационные технические или организационные решения по оптимизации процессов
Ответы на контрольные вопросы	Студент не ориентируется в теме практики и физико-химии поверхностей	Отвечает только на базовые вопросы. Путается в терминологии, не может объяснить физический смысл результатов	Уверенные ответы на большинство вопросов. Возникают небольшие заминки при углубленном обсуждении смежных тем	Студент дает исчерпывающие, научно аргументированные ответы на все вопросы, свободно оперирует терминами физики и химии поверхностей

2.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, при проведении промежуточной аттестации по производственной практике (научно-исследовательская работа, рассредоточенная)

2.3.1 Примерные темы индивидуальных заданий

Тематики формируются на стыке научных интересов кафедры «Нанотехнологии и биотехнологии» и прямых производственных потребностей базы практики (ООО «Фирма «ХОРСТ»).

1. Оптимизация процесса глубокой очистки моносилана от микропримесей углеводов для нужд микроэлектроники.
2. Исследование процессов адсорбционной очистки аммиака для эпитаксии нитрида галлия.
3. Разработка технологии получения высокочистого германа с изотопным обогащением.
4. Синтез и исследование свойств металлоорганических прекурсоров на основе индия для MOCVD-технологий.
5. Исследование кинетики разложения диэтилтеллура при получении тонких пленок халькогенидов.
6. Разработка методики газохроматографического определения следовых количеств влаги в высокочистом хлористом водороде.
7. Исследование физико-химических свойств изотопно-чистого кремния-28 для квантовых вычислений.
8. Разработка методики разделения изотопов углерода методом низкотемпературной ректификации оксида углерода.
9. Влияние изотопного состава на теплопроводность материалов для теплоотводящих элементов электроники.
10. Оптимизация синтеза высокочистого тетрахлорида кремния для производства оптических волокон с низким затуханием.
11. Разработка технологии получения фторидных стекол с ультранизким содержанием гидроксильных групп для ИК-оптики.
12. Исследование процессов легирования кварцевого стекла редкоземельными элементами из газовой фазы.
13. Синтез и оптические свойства халькогенидных стекол для интегральной фотоники.
14. Математическое моделирование гидродинамики газовых потоков в реакторах синтеза элементоорганических соединений.
15. Повышение коррозионной стойкости газопроводов и арматуры при работе с галогенсодержащими агрессивными газами.
16. Разработка системы автоматизированного контроля чистоты технологических газов в режиме «on-line».
17. Оптимизация режимов регенерации сорбентов в системах финишной очистки инертных газов (аргон, гелий).
18. Разработка безопасных технологий утилизации токсичных газовых смесей (абгазов), образующихся при эпитаксии полупроводников.
19. Исследование влияния шероховатости и методов пассивации внутренней поверхности баллонов на стабильность высокочистых газовых смесей.
20. Оценка экономической эффективности внедрения мембранных технологий концентрирования изотопов криптона на производственной базе ООО «Фирма «ХОРСТ».

2.3.2 Перечень типовых заданий (вопросов)

Примерный перечень заданий на базе заявленных в п. 2.3.1 тем индивидуальных заданий, направленных на проверку исследовательских, технологических и организационных навыков студента-практиканта:

1. Какие физико-химические ограничения не позволяют очистить моносилан от микропримесей углеводородов простой дистилляцией?
2. Объясните механизм влияния следовых количеств влаги в высокочистом аммиаке на концентрацию фоновых дефектов при эпитаксии нитрида галлия.
3. В чем заключается технологическое преимущество использования центрифуг перед термодиффузией при получении изотопно-обогащенного германа?
4. Как летучесть и термическая стабильность металлоорганических прекурсоров индия определяют температурно-барические параметры MOCVD-процесса?
5. Напишите брутто-уравнение термического разложения диэтилтеллура и объясните, как энергия активации этого процесса влияет на скорость роста пленок.
6. Какие специфические детекторы применяются в газовой хроматографии для предотвращения коррозии при анализе примесей в хлористом водороде?
7. С помощью каких цифровых алгоритмов или ПО производится интеграция пиков хроматограмм для определения сверхмалых концентраций примесей?
8. Почему изотопная чистота кремния-28 является критическим требованием для создания долгоживущих кубитов в квантовых компьютерах?
9. Объясните термодинамические причины, по которым низкотемпературная ректификация оксида углерода является предпочтительной для разделения изотопов C-12 и C-13.
10. Какой физический механизм лежит в основе снижения теплопроводности природных полупроводниковых материалов по сравнению с их изотопно-чистыми аналогами?
11. Назовите основные источники загрязнения тетрахлорида кремния переходными металлами и методы их минимизации.
12. Почему наличие гидроксильных групп (ОН-) катастрофически снижает пропускание фторидных стекол в среднем ИК-диапазоне?
13. В чем состоит отличие процессов газофазного легирования кварцевого стекла редкоземельными ионами от традиционного метода варки в тиглях?
14. Какие безразмерные критерии подобия (например, Рейнольдса, Прандтля) необходимо учитывать при математическом моделировании газовых потоков в реакторах?
15. Какие граничные условия (скорость потока, температура стенок, давление) задавались вами в цифровой модели гидродинамики газофазного реактора?
16. Сравните возможности программных комплексов COMSOL и Ansys (или аналогов) для решения задач массопереноса в реакторах синтеза.
17. Опишите механизм фторирующей пассивации внутренней поверхности трубопроводов: какие химические соединения образуются на поверхности нержавеющей стали?
18. С какими проблемами оцифровки и передачи сигналов от датчиков сталкивается разработчик при внедрении on-line системы контроля чистоты газов?
19. Опишите физические процессы, происходящие в порах цеолитов при их термовакuumной регенерации в системах очистки аргона.
20. В чем заключаются экологические преимущества использования систем жидкостной нейтрализации (скрубберов) абгазов MOCVD перед их сжиганием в атмосфере?
21. Как шероховатость внутренней поверхности газовых баллонов влияет на кинетику адсорбции примесей и срок стабильности поверочных газовых смесей?
22. По каким экономическим критериям (NPV, срок окупаемости, CAPEX/OPEX) следует оценивать эффективность внедрения мембранных технологий для концентрирования криптона?

23. Опишите вашу стратегию поиска зарубежных научных статей по теме исследования: какие ключевые слова и базы данных вы использовали?
24. Как вы адаптировали сложную физико-химическую терминологию вашего исследования при подготовке презентации (или реферата) на иностранном языке?
25. Если в ходе НИР результаты ваших анализов разошлись с данными лаборатории ОТК предприятия, как вы выстроите коммуникацию для решения проблемы?
26. Приведите примеры профессиональной коммуникации, которые потребовались вам для получения доступа к аналитическому оборудованию или реактивам на базе практики.
27. Смоделируйте ситуацию: вам нужно убедить руководство базы практики профинансировать покупку нового сорбента. На какие аргументы вы будете опираться?
28. Основываясь на результатах практики, каких узкоспециализированных знаний вам сейчас не хватает для работы инженером-технологом, и как вы планируете их получить?
29. Как изменилось ваше видение темы вашей будущей магистерской диссертации после столкновения с реальными производственными потребностями ООО «Фирма «ХОРСТ»?
30. Каким образом вы расставляли приоритеты при планировании своего рабочего дня, когда выполнение эксперимента и сроки сдачи документации накладывались друг на друга?
31. Как современные тенденции импортозамещения в микроэлектронике РФ влияют на востребованность технологий, которые вы исследовали во время практики?
32. Какое программное обеспечение вы применяли для аппроксимации экспериментальных кривых, и почему был выбран именно этот инструмент?
33. Как использование CAD-систем (например, КОМПАС-3D) может помочь в устранении «мертвых зон» при проектировании газораспределительных систем?
34. Предложите метод замкнутого цикла или рециклинга, позволяющий минимизировать потери дорогостоящего изотопно-обогащенного газа в вашем процессе.
35. Как обеспечить рациональный расход инертных газов высокой чистоты при проведении длительных процессов дегазации аппаратуры?

Оценочные средства для промежуточной аттестации

	Формируемые компетенции	Номера вопросов
1	Компетенция УК-4	23, 24, 25, 26, 27 (оценивает навыки работы с иноязычной литературой, деловую переписку, разрешение производственных споров, аргументацию технологических решений)
2	Компетенция УК-6	22, 28, 29, 30, 31 (оценивает саморефлексию, тайм-менеджмент, понимание экономической эффективности своего труда и адаптацию карьерной траектории под рынок)
3	Компетенция ПК-1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 19, 20, 21, 34, 35 (физика и химия процессов очистки, легирования, свойства изотопов, стекловарение, электронная гигиена, экологическая безопасность и ресурсосбережение)
4	Компетенция ПК-4	7, 14, 15, 16, 18, 32, 33 (оценивает навыки работы со специализированным ПО, математическое моделирование газовых потоков и реакторов, CAD-проектирование и цифровую обработку данных)

2.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

2.4.1 Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся НГТУ:

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/norm_docs_ngtu/polog_kontrol_yspev.pdf?14-11-23

2.4.2 Положение о практической подготовке обучающихся, осваивающих образовательные программы высшего образования в НГТУ:

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/otdel_practiki/polozh-prakt-op-vo.pdf?27-09-24

3. Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности) (Б2.П.2)

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

В результате прохождения производственной практики (практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности) у обучающегося должны быть сформированы следующие профессиональные компетенции, студент должен приобрести следующие практические навыки и умения:

Код компетенции	Содержание компетенции и ее части	Код и наименование индикатора достижения компетенции (Планируемые результаты освоения ОП)	Дискрипторы достижения компетенций (Планируемые результаты обучения при прохождении практики)
ПК-1	Способен создавать новые материалы для энергетики и фотоники с заданным комплексом свойств для конкретных изделий с учетом рационального расходования основных и вспомогательных материалов и экологических последствий применения	ИПК-1.1. Определяет физические, физико-химические и технологические закономерности формирования состава, структуры и свойств материалов для энергетики и фотоники а также анализирует факторы, влияющие на рациональный расход основных и вспомогательных материалов и экологические последствия применения материалов и компонентов	Знать: - физические, физико-химические и технологические закономерности формирования состава, структуры и свойств материалов для электроники и фотоники, изучаемые в ходе практики; - факторы, влияющие на рациональный расход материалов и экологические последствия их применения, характерные для объекта практики; Уметь: - определять закономерности формирования состава и свойств материалов на основе наблюдений и данных, полученных в период прохождения практики; - анализировать факторы рационального расходования материалов и экологические последствия их применения на базе практики; Владеть: - навыками выявления физико-химических и технологических закономерностей формирования свойств материалов в условиях практической деятельности; - методикой анализа ресурсосберегающих и экологических аспектов применения материалов на объекте практики
		ИПК-1.2. Разрабатывает технологические решения по созданию новых материалов и компонентов для изделий электроники и фотоники с заданным комплексом функциональных, эксплуатационных и технологических свойств с учетом требований ресурсосбережения, электронной гигиены и экологической безопасности	Знать: - подходы к разработке технологических решений по созданию новых материалов и компонентов, применяемые на предприятии (в организации) – базе практики; - требования ресурсосбережения, электронной гигиены и экологической безопасности, предъявляемые к технологическим решениям на объекте практики; Уметь: - участвовать в разработке технологических решений по созданию материалов и компонентов с заданными свойствами в рамках индивидуального задания на практику; - учитывать требования ресурсосбережения и экологической безопасности при формировании предложений по совершенствованию технологических решений на базе практики; Владеть: - навыками формирования предложений по технологическим решениям создания новых материалов и компонентов в условиях прак-

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)
			тической деятельности; - методикой обоснования технологических решений с учетом требований ресурсосбережения, полученной в ходе практики
		ИПК-1.3. Осуществляет выбор и применяет физические и физико-химические методы контроля процессов производства материалов и компонентов для электроники и фотоники, анализирует соответствие полученных характеристик заданным требованиям к качеству, надежности, материалов, эффективности, санитарно-гигиеническим условиям производства и экологической безопасности	Знать: - физические и физико-химические методы контроля процессов производства материалов и компонентов, применяемые на предприятии (в организации) – базе практики; - требования к качеству, надежности и санитарно-гигиеническим условиям производства, предъявляемые на объекте практики; Уметь: - осуществлять выбор физических и физико-химических методов контроля, доступных в условиях базы практики, для решения поставленных задач; - анализировать соответствие характеристик исследуемых материалов заданным требованиям к качеству и безопасности в условиях практики; Владеть: - навыками применения физических и физико-химических методов контроля процессов производства материалов в условиях практической деятельности; - методикой оценки соответствия полученных характеристик материалов установленным требованиям на базе практики
ПК-2	Способен осуществлять, организовывать и координировать работы по созданию и исследованию материалов для энергетики и фотоники	ИПК-2.1. Определяет требования к химическому и фазовому составу, структуре, комплексу физико-химических, электрофизических, оптических и эксплуатационных характеристик материалов для электроники и фотоники на основе анализа назначения, условий применения и нормативно-технической документации	Знать: - требования нормативно-технической документации предприятия – базы практики к химическому и фазовому составу и эксплуатационным характеристикам материалов для электроники и фотоники; - методы анализа назначения и условий применения материалов, используемые на объекте практики для обоснования требований к материалам; Уметь: - определять требования к составу и структуре материалов для электроники и фотоники на основе анализа задачи, поставленной в рамках практики; - использовать нормативно-техническую документацию базы практики для обоснования требований к характеристикам исследуемых материалов; Владеть: - навыками анализа нормативно-технической документации при определении требований к материалам в условиях реальной практической деятельности; - методикой обоснования требований к физико-химическим характеристикам материалов применительно к задачам практики

Код компетенции	Содержание компетенции и ее части	Код и наименование индикатора достижения компетенции (Планируемые результаты освоения ОП)	Дискрипторы достижения компетенций (Планируемые результаты обучения при прохождении практики)
		ИПК-2.2. Осуществляет организацию, координацию и анализ работ по экспериментальному исследованию и испытаниям материалов для электроники и фотоники, использует современные методы диагностики для оценки соответствия полученных материалов заданным требованиям	Знать: - порядок организации и проведения экспериментальных исследований и испытаний материалов, принятый на предприятии (в организации) – базе практики; - современные методы диагностики материалов, применяемые на объекте практики для оценки соответствия полученных материалов заданным требованиям; Уметь: - участвовать в организации и проведении экспериментальных исследований и испытаний материалов для электроники и фотоники в рамках практики; - применять доступные методы диагностики для оценки соответствия исследуемых в ходе практики материалов установленным требованиям; Владеть: - навыками практического проведения экспериментальных исследований и испытаний материалов в условиях базы практики; - методикой применения современных методов диагностики для анализа результатов, полученных в период прохождения практики
ПК-4	Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности	ИПК-4.1. Осваивает цифровые технологии математического и информационного моделирования используемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной деятельности	Знать: - цифровые технологии математического и информационного моделирования, применяемые на предприятии (в организации) – базе практики для анализа технологических процессов и объектов; - программные средства моделирования свойств материалов и технологических процессов, используемые в условиях практической деятельности; Уметь: - осваивать цифровые технологии моделирования, применяемые на объекте практики, для решения поставленных практических задач; - использовать доступные программные средства моделирования для анализа процессов и объектов, изучаемых в ходе практики; Владеть: - навыками применения цифровых технологий математического и информационного моделирования в условиях реальной профессиональной деятельности; - методикой использования программных средств моделирования для решения практических задач, поставленных в период прохождения практики

Код компетенции	Содержание компетенции и ее части	Код и наименование индикатора достижения компетенции (Планируемые результаты освоения ОП)	Дискрипторы достижения компетенций (Планируемые результаты обучения при прохождении практики)
		ИПК-4.2. Применяет цифровые технологии в профессиональной деятельности	Знать: - цифровые технологии, применяемые в профессиональной деятельности на предприятии (в организации) – базе практики, для решения производственных и исследовательских задач; - возможности использования цифровых инструментов для обработки и анализа данных, получаемых в ходе практики; Уметь: - применять цифровые технологии для сбора, обработки и анализа данных, полученных в рамках выполнения программы практики; - использовать цифровые инструменты, принятые на объекте практики, для решения профессиональных задач в области материалов и компонентов электроники; Владеть: - навыками применения цифровых технологий на всех этапах выполнения практических заданий в период прохождения практики; - методикой использования цифровых инструментов для представления и оформления результатов, полученных в ходе практики

3.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

При проведении промежуточной аттестации по итогам практики используются следующие показатели оценивания компетенций:

- 1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины
- 2) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов.
- 3) Защита отчета, в т.ч. качество доклада.
- 4) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений.
- 5) Ответы на контрольные вопросы.

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
Знать: - физические, физико-химические и технологические закономерности формирования состава, структуры и свойств материалов для электроники и фотоники, изучаемые в ходе практики; - факторы, влияющие на рациональный расход материалов и экологические последствия их применения, характерные для объекта практики; Уметь: - определять закономерности формирования состава и свойств материалов на основе наблюдений и данных, полученных в период прохождения практики; - анализировать факторы рационального расходования материалов и экологические последствия их применения на базе практики; Владеть: - навыками выявления физико-химических и технологических закономерностей формирования свойств материалов в условиях практической деятельности; - методикой анализа ресурсосберегающих и экологических аспектов применения материалов на объекте практики	Магистрант не понимает физико-химических основ формирования материалов, изучаемых на предприятии. Игнорирует экологические последствия и факторы расхода материалов	Имеет слабое теоретическое представление о закономерностях. При анализе данных предприятия допускает ошибки в связях «состав-структура-свойство». Оценка экологических факторов носит формальный характер, без привязки к реальному объекту практики	Уверенно определяет закономерности формирования свойств материалов на основе реальных данных, полученных на базе практики. Грамотно анализирует ресурсосберегающие и экологические аспекты применяемых на предприятии технологий	Демонстрирует глубокий, системный анализ физико-химических процессов. Самостоятельно выявляет скрытые технологические закономерности на базе эмпирических данных предприятия и предлагает обоснованные пути снижения экологической нагрузки	1) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 2) Защита отчета, в т.ч. качество доклада. 3) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений. 4) Ответы на контрольные вопросы.
Знать: - подходы к разработке технологических решений по созданию новых материалов и компонентов, применяемые на предприятии (в организации) – базе практики; - требования ресурсосбережения, электронной гигиены и экологической безопасности, предъявляемые к технологическим решениям	Не способен участвовать в разработке технологических решений. Не знает и нарушает требования электронной гигиены базы практики	Предлагает шаблонные технологические решения, оторванные от реалий и возможностей предприятия. Требования электронной гигиены и ресурсосбережения учитываются частично или с ошибками	Принимает активное участие в разработке рабочих технологических решений по индивидуальному заданию. Формирует предложения строго с учетом производственных возможностей, требований электронной гигиены и экологической безопасности предприятия	Проявляет высокую самостоятельность и инженерный подход. Разрабатывает инновационные технологические решения/улучшения для базы практики. Безукоризненно интегрирует в свои предложения строгие стандарты чистых помещений и ресурсосбережения	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 2) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
на объекте практики; Уметь: - участвовать в разработке технологических решений по созданию материалов и компонентов с заданными свойствами в рамках индивидуального задания на практику; - учитывать требования ресурсосбережения и экологической безопасности при формировании предложений по совершенствованию технологических решений на базе практики; Владеть: - навыками формирования предложений по технологическим решениям создания новых материалов и компонентов в условиях практической деятельности; - методикой обоснования технологических решений с учетом требований ресурсосбережения, полученной в ходе практики					ям действующих стандартов. 3) Защита отчета, в т.ч. качество доклада. 4) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений
Знать: - физические и физико-химические методы контроля процессов производства материалов и компонентов, применяемые на предприятии (в организации) – базе практики; - требования к качеству, надежности и санитарно-гигиеническим условиям производства, предъявляемые на объекте практики; Уметь: - осуществлять выбор физических и физико-химических методов контроля, доступных в условиях базы практики, для решения поставленных задач; - анализировать соответствие	Не знает методов контроля, применяемых на предприятии. Не способен оценить качество материалов	Знает методы контроля в теории, но затрудняется осуществить их выбор для конкретной производственной задачи. Анализ соответствия качества материалов требованиям предприятия проведен поверхностно	Правильно выбирает и применяет доступные на базе практики физические и физико-химические методы контроля. Адекватно оценивает соответствие характеристик материалов санитарно-гигиеническим условиям и стандартам качества предприятия	иртуозно владеет аналитическим оборудованием базы практики. Проводит глубокий, критический анализ качества материалов, способен самостоятельно выявить причины производственного брака и предложить корректирующие действия на основе результатов контроля	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 2) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 3) Ответы на контрольные вопросы.

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
характеристик исследуемых материалов заданным требованиям к качеству и безопасности в условиях практики; Владеть: - навыками применения физических и физико-химических методов контроля процессов производства материалов в условиях практической деятельности; - методикой оценки соответствия полученных характеристик материалов установленным требованиям на базе практики					
Знать: - требования нормативно-технической документации предприятия – базы практики к химическому и фазовому составу и эксплуатационным характеристикам материалов для электроники и фотоники; - методы анализа назначения и условий применения материалов, используемые на объекте практики для обоснования требований к материалам; Уметь: - определять требования к составу и структуре материалов для электроники и фотоники на основе анализа задачи, поставленной в рамках практики; - использовать нормативно-техническую документацию базы практики для обоснования требований к характеристикам исследуемых материалов; Владеть: - навыками анализа нормативно-технической документации при определении требований к мате-	Не умеет работать с ГОСТ, ТУ и внутренними регламентами предприятия. Не понимает требований к материалам	Ссылается на НТД, но не умеет вычлнить из нее конкретные требования к химическому и фазовому составу для своей задачи. Обоснование характеристик материалов содержит ошибки	Уверенно анализирует нормативно-техническую документацию базы практики. Четко и обоснованно формулирует требования к составу, структуре и эксплуатационным свойствам материалов, исходя из условий их реального применения	Свободно ориентируется в сложной НТД (включая международные стандарты, если применимо на предприятии). Демонстрирует безупречный навык перевода эксплуатационных требований заказчика/предприятия в конкретные физико-химические параметры разрабатываемого материала	1) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 2) Защита отчета, в т.ч. качество доклада. 3) Ответы на контрольные вопросы.

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
риалам в условиях реальной практической деятельности; - методикой обоснования требований к физико-химическим характеристикам материалов применительно к задачам практики					
Знать: - порядок организации и проведения экспериментальных исследований и испытаний материалов, принятый на предприятии (в организации) – базе практики; - современные методы диагностики материалов, применяемые на объекте практики для оценки соответствия полученных материалов заданным требованиям; Уметь: - участвовать в организации и проведении экспериментальных исследований и испытаний материалов для электроники и фотоники в рамках практики; - применять доступные методы диагностики для оценки соответствия исследуемых в ходе практики материалов установленным требованиям; Владеть: - навыками практического проведения экспериментальных исследований и испытаний материалов в условиях базы практики; - методикой применения современных методов диагностики для анализа результатов, полученных в период прохождения практики	Не способен организовать и провести эксперимент. Не владеет методами диагностики материалов на базе практики	Участвует в испытаниях только в роли пассивного наблюдателя. При самостоятельной работе допускает нарушения порядка проведения экспериментов, принятого на предприятии. Результаты диагностики интерпретирует слабо	Самостоятельно (под контролем наставника) организует и проводит экспериментальные исследования в соответствии с регламентами предприятия. Грамотно применяет современные методы диагностики и корректно обрабатывает полученные результаты	Демонстрирует уровень полноценного инженера-исследователя. Самостоятельно планирует эксперимент, безупречно проводит испытания на реальном производственном оборудовании. Интерпретация данных диагностики отличается глубиной и высокой научной и практической ценностью для базы практики	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 2) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 3) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений. 4) Ответы на контрольные вопросы.
Знать: - цифровые технологии математического и информационного моделирования, применяемые на пред-	Магистрант не знает о существовании или назначении программных комплексов для модели-	Знает теоретические основы цифрового моделирования, но не способен применить профильное	Уверенно использует доступные на базе практики программные средства для построения адекватных	Демонстрирует продвину-тый уровень владения технологиями моделирования (написание собственных	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственно-

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
приятти (в организации) – базе практики для анализа технологических процессов и объектов; - программные средства моделирования свойств материалов и технологических процессов, используемые в условиях практической деятельности; Уметь: - осваивать цифровые технологии моделирования, применяемые на объекте практики, для решения поставленных практических задач; - использовать доступные программные средства моделирования для анализа процессов и объектов, изучаемых в ходе практики; Владеть: - навыками применения цифровых технологий математического и информационного моделирования в условиях реальной профессиональной деятельности; - методикой использования программных средств моделирования для решения практических задач, поставленных в период прохождения практики	рования технологических процессов. В отчете и индивидуальном задании отсутствуют элементы математического или информационного моделирования. На вопросы по цифровым моделям ответить не может	ПО (TCAD, COMSOL, Aspen, HFSS и др.) для решения практической задачи. Допускает грубые ошибки при задании граничных условий. Отзыв руководителя указывает на недостаток навыков работы с САПР/CAE системами	цифровых моделей процессов и свойств материалов. В индивидуальном задании представлены корректные результаты моделирования. На защите обоснованно объясняет выбор софта и параметров модели	скриптов, многофизичное моделирование, оптимизация параметров). Результаты моделирования не просто описаны, но и сопоставлены с реальными экспериментальными данными предприятия. Отзыв руководителя подчеркивает высокую самостоятельность	го этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 2) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 3) Защита отчета, в т.ч. качество доклада. 4) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений. 5) Ответы на контрольные вопросы.
Знать: - цифровые технологии, применяемые в профессиональной деятельности на предприятии (в организации) – базе практики, для решения производственных и исследовательских задач; - возможности использования цифровых инструментов для обработки и анализа данных, получаемых в ходе практики; Уметь: - применять цифровые технологии для сбора, обработки и анализа	Не умеет применять цифровые инструменты (Origin, Excel, Python, специализированное ПО приборов) для обработки экспериментальных данных. Отчет оформлен небрежно, без должной визуализации результатов. Защита отчета (презентация) не подготовлена с использованием современных ИТ-решений	Обработывает данные примитивными методами, не использует статистический анализ. Визуализация (графики, таблицы) в отчете и презентации не соответствует академическим стандартам. Затрудняется объяснить алгоритм обработки массива данных, полученных с приборов	Грамотно применяет цифровые технологии для сбора, обработки (в т.ч. статистической) и анализа данных. Отчет и презентация логично структурированы, содержат наглядные, качественно оформленные с помощью ИТ-инструментов графики и диаграммы	Свободно владеет специализированными пакетами для обработки больших массивов данных или спектров. Автоматизирует рутинные процессы обработки информации. Визуализация результатов на защите отчета выполнена на высоком профессиональном уровне (качество публикаций в ведущих научных журналах)	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 2) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 3) Защита отчета, в т.ч. качество доклада. 4) Ответы на контрольные

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
данных, полученных в рамках выполнения программы практики; - использовать цифровые инструменты, принятые на объекте практики, для решения профессиональных задач в области материалов и компонентов электроники; Владеть: - навыками применения цифровых технологий на всех этапах выполнения практических заданий в период прохождения практики; - методикой использования цифровых инструментов для представления и оформления результатов, полученных в ходе практики					вопросы.

Основываясь на результатах обучения, разработана шкала оценивания для промежуточной аттестации по итогам практики.

Показатели оценивания	Критерии оценивания результатов			
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение
Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины	Негативный отзыв. Нарушения ТБ и дисциплины. Полная неспособность к самостоятельной работе	Положительный отзыв с замечаниями. Студент безынициативен, нарушал график, требовал микроменеджмента	Хороший отзыв. Студент дисциплинирован, выполнил задачи, но показал средний уровень самоорганизации	Отличный отзыв. Отмечены высокая техническая грамотность, ответственность, эффективный тайм-менеджмент
Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов	Отчет не сдан, или абсолютно не соответствует требованиям ГОСТ 7.32-2017 и структуре	Материал изложен неполно. Имеются логические разрывы, серьезные нарушения ГОСТ (оформление списка литературы, графиков)	Отчет логичен, полно отражает ход НИР. Имеются незначительные стилистические или оформительские недочеты	Отчет представляет собой глубокий научно-технический труд. Оформление безукоризненно соответствует ГОСТ 7.32-2017. Иллюстративный и табличный материал выполнен на

Показатели оценивания	Критерии оценивания результатов			
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение
				высоком уровне
Защита отчета, в т.ч. качество доклада	Доклад отсутствует или зачитывается с трудом. Презентация не отражает суть проделанной работы	Доклад невнятный, студент читает с листа, презентация оформлена небрежно, регламент нарушен. Визуальные материалы некачественные, графики без осей/легенд	Доклад ясный, презентация наглядно отражает результаты работы, студент уложился в регламент. Логика исследования понятна	Блестящий доклад, свободное владение материалом, презентация профессионального уровня, четкие акценты на личных результатах
Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений	Задание не выполнено. Постановка задачи неверная. Собственные решения отсутствуют	Задание выполнено формально (поверхностно). Проведен слабый поиск известных решений. Технические/организационные решения тривиальны и не аргументированы	Задание выполнено в полном объеме, проведен качественный патентно-информационный поиск, предложены и реализованы стандартные, но эффективные решения	Задание выполнено на научно-исследовательском уровне, предложены инновационные технические или организационные решения по оптимизации процессов
Ответы на контрольные вопросы	Студент не ориентируется в теме практики и физико-химии поверхностей	Отвечает только на базовые вопросы. Путается в терминологии, не может объяснить физический смысл результатов	Уверенные ответы на большинство вопросов. Возникают небольшие заминки при углубленном обсуждении смежных тем	Студент дает исчерпывающие, научно аргументированные ответы на все вопросы, свободно оперирует терминами физики и химии поверхностей

3.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, при проведении промежуточной аттестации по производственной практике (практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности)

3.3.1 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», ИХВВ им. Г.Г. Девярых РАН:

1. Оптимизация процесса глубокой очистки моносилана для задач полупроводниковой эпитаксии.
2. Исследование кинетики примесного состава в процессе ректификации высокочистого аммиака.
3. Разработка методики газохроматографического анализа следовых примесей в технологических газах.
4. Синтез и характеристика металлоорганических прекурсоров для MOCVD технологий.
5. Исследование процессов деградации чистоты газов при хранении в баллонах с различным типом пассивации внутренней поверхности.

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

6. Анализ влияния параметров ионной имплантации на радиационную стойкость КМОП-структур.
7. Оптимизация процессов плазмохимического травления при формировании топологии субмикронных транзисторов.
8. Разработка и моделирование тестовой структуры для контроля качества оксида затвора.
9. Исследование влияния термообработок на диффузию легирующих примесей в кремниевых пластинах большого диаметра.
10. Анализ причин возникновения дефектов в процессе формирования многоуровневой металлизации СБИС.

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

11. Разработка технологии формирования микрополосковых линий передачи для СВЧ-устройств на основе керамических подложек.
12. Исследование радиопоглощающих свойств нанокompозитных материалов для применения в антенных системах.
13. Оптимизация процессов сборки и монтажа компонентов на печатные платы с высокой плотностью компоновки.
14. Исследование тепловых режимов работы мощных СВЧ-транзисторов и выбор термоинтерфейсных материалов.
15. Технология получения и характеристика тонких пьезоэлектрических пленок для акустоэлектронных устройств

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

16. Разработка однореакторной установки для каталитического синтеза силана и тетрахлорида кремния с использованием анионитного катализатора.
17. Переработка тетрахлорида кремния в трихлорсилан.
18. Анализ высокочистых силоксановых прекурсоров для оптических систем на содержание «красящих примесей».
19. Плазмохимическое восстановление тетрахлорида кремния до трихлорсилана.
20. УФ-спектрометрический контроль эффективности очистки баллонов под высокочистые вещества от масляных загрязнений
21. Адсорбционная очистка тетрахлорида кремния от примеси бензола

3.3.2 Перечень типовых заданий (вопросов)

Примерный перечень заданий на базе заявленных в п. 3.3.1 тем индивидуальных заданий, направленных на проверку исследовательских, технологических и организационных навыков студента-практиканта:

- по тематикам индивидуальных заданий для студентов, проходящих практику на предприятиях химико-технологического направления, например, ООО «Фирма «ХОРСТ»:

1. Какие физико-химические ограничения необходимо учитывать при выборе сорбента для глубокой очистки моносилана от углеводов?
2. Как флегмовое число в процессе низкотемпературной ректификации аммиака влияет на кинетику удаления летучих примесей?
3. Обоснуйте выбор газа-носителя и типа детектора для газохроматографического анализа следовых примесей кислорода в технологических газах.
4. По каким физико-химическим критериям (летучесть, температура разложения) вы определяли пригодность синтезированных металлоорганических прекурсоров для процесса МОСVD?
5. Объясните химический механизм пассивации внутренней поверхности баллонов и как он предотвращает деградацию высокочистых смесей.
6. Какие цифровые алгоритмы и функции ПО газового хроматографа использовались вами для интегрирования пиков на уровне предела обнаружения?
7. Как с помощью специализированного ПО (например, Aspen HYSYS) можно смоделировать процесс тепломассопереноса в ректификационной колонне?
8. Как на предприятии организован контроль и координация работ при синтезе высокотоксичных и пирофорных прекурсоров для соблюдения техники безопасности?

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

9. Как доза и энергия при ионной имплантации коррелируют с плотностью радиационных дефектов и радиационной стойкостью КМОП-структур?
10. Какие параметры плазмохимического травления являются критическими для обеспечения строго вертикального профиля субмикронных транзисторов?
11. Какое программное обеспечение (TCAD или аналоги) целесообразно использовать для моделирования тестовой структуры контроля оксида затвора?
12. С какими организационными и технологическими трудностями сталкивается технолог при масштабировании процессов термодиффузии на кремниевые пластины диаметром 300 мм?
13. Опишите физические механизмы, приводящие к электромиграции и дефектам в многоуровневой металлизации СБИС.
14. С помощью каких цифровых инструментов вы производили аппроксимацию профиля распределения легирующей примеси по глубине структуры?

15. Как на современной линии организован межоперационный автоматизированный оптический контроль (АОК) дефектов топологии?

16. Какие методы утилизации токсичных абгазов применяются на участке плазмохимического травления для минимизации экологического ущерба?

- по тематикам индивидуальных заданий для студентов, проходящих практику на предприятиях радиоэлектронной и СВЧ промышленности, например, АО «ФНПЦ «ННИИРТ» / АО «НПП «Полет» / АО «НПП «Салют» и другие:

17. Почему диэлектрическая проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь керамической подложки критичны для расчета микрополосковых линий?

18. Какие структурные параметры нанокompозитных материалов определяют ширину полосы и коэффициент радиопоглощения антенных систем?

19. По каким критериям координируется выбор термопрофиля оплавления при автоматизированном монтаже компонентов на многослойные печатные платы?

20. Какие программные комплексы (например, Ansys Iserak) вы применяли для моделирования теплоотвода мощных СВЧ-транзисторов?

21. Какие методы используются для экспериментальной оценки коэффициента электрохимической связи в синтезированных тонких пьезоэлектрических пленках? 22. Каким образом вы задавали граничные условия в САПР электродинамического моделирования (HFSS/CST) при расчете СВЧ-устройств?

23. Опишите последовательность организации климатических и тепловых испытаний СВЧ-модулей в рамках исследовательских работ.

24. Как можно оптимизировать технологию формирования контактных площадок СВЧ-плат для снижения расхода драгоценных металлов без потери качества?

25. Какое программное обеспечение использовалось для обработки S-параметров, полученных с векторного анализатора цепей?

- по тематикам индивидуальных заданий для студентов, проходящих практику на кафедре «Нанотехнологии и биотехнологии» НГТУ:

26. В чем заключается физико-химическая роль анионитного катализатора при протекании реакций диспропорционирования в однореакторной установке?

27. Напишите базовые уравнения химических реакций, лежащих в основе процессов гидрирования тетрахлорида кремния до трихлорсилана.

28. Какими цифровыми базами спектральных данных вы пользовались для идентификации «красящих примесей» в силоксанах?

29. По каким параметрам вы оценивали термодинамическую эффективность плазмохимического восстановления SiCl_4 по сравнению с термическим?

30. Как с помощью цифровых инструментов строится и обрабатывается калибровочная кривая в УФ-спектрометрии для контроля масляных загрязнений?

31. Обоснуйте выбор адсорбента для удаления бензола из SiCl_4 с точки зрения размера пор и полярности молекул.

32. Как вы организовывали безопасное рабочее место в лаборатории кафедры для проведения НИР с легкогидролизуемыми хлорсиланами?

33. Оцените экологическую и экономическую целесообразность переработки тетрахлорида кремния в трихлорсилан в рамках замкнутого цикла поликремниевых производств.

34. Как регламентируется и кем координируется процесс поверки/калибровки УФ-спектрометра, на котором вы проводили исследования?

35. Можно ли использовать программные комплексы термодинамического моделирования (например, HSC Chemistry или Терра) для предсказания состава продуктов в плазмохимическом реакторе?

Оценочные средства для промежуточной аттестации

	Формируемые компетенции	Номера вопросов
1	Компетенция ПК-1	1, 2, 4, 5, 9, 10, 13, 16, 17, 18, 21, 24, 26, 27, 29, 31, 33 (фундаментальные знания физики, химии, технологий, а также понимание экологических и ресурсосберегающих аспектов создания материалов)
2	Компетенция ПК-2	3, 8, 12, 15, 19, 23, 32, 34 (понимание аппаратного оформления, организации процессов, масштабирования производства, метрологии, контроля качества и техники безопасности)
3	Компетенция ПК-4	6, 7, 11, 14, 20, 22, 25, 28, 30, 35 (проверка навыков работы с САПР, математическим моделированием, цифровой обработкой баз данных и экспериментальных спектров)

3.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

3.4.1 Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся НГТУ:

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/norm_docs_ngtu/polog_kontrol_yspev.pdf?14-11-23

3.4.2 Положение о практической подготовке обучающихся, осваивающих образовательные программы высшего образования в НГТУ:

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/otdel_practiki/polozh-prakt-op-vo.pdf?27-09-24

4. Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта проектной деятельности) (Б2.П.3)

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

В результате прохождения производственной практики (практика по получению профессиональных умений и опыта проектной деятельности) у обучающегося должны быть сформированы следующие профессиональные компетенции, студент должен приобрести следующие практические навыки и умения:

Код компетенции	Содержание компетенции и ее части	Код и наименование индикатора достижения компетенции (Планируемые результаты освоения ОП)	Дискрипторы достижения компетенций (Планируемые результаты обучения при прохождении практики)
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	ИУК-2.4. Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта	Знать: - методы мониторинга хода реализации проекта, применяемые при разработке и внедрении новых материалов и компонентов для электроники и фотоники на предприятии – базе практики; - способы выявления и корректировки отклонений от плана реализации проекта в области материаловедческого и технологического обеспечения производства; Уметь: - осуществлять мониторинг хода выполнения проектных задач, поставленных в рамках практики, и выявлять отклонения от установленного плана; - вносить обоснованные изменения в план реализации проекта и уточнять зоны ответственности участников проектной команды на объекте практики; Владеть: - навыками практического мониторинга реализации проектных задач в области технологии материалов для электроники и фотоники; - методикой корректировки плана проекта и распределения зон ответственности участников с учетом результатов, полученных в ходе прохождения практики
		ИУК-2.5. Предлагает процедуры и механизмы оценки качества проекта, инфраструктурные условия для внедрения результатов проекта	Знать: - процедуры и механизмы оценки качества проектов, связанных с разработкой и внедрением материалов и компонентов для электроники и фотоники; - инфраструктурные условия, необходимые для внедрения результатов проектной деятельности на предприятии – базе практики; Уметь: - предлагать процедуры и механизмы оценки качества проектных решений, разрабатываемых в рамках практики по тематике материалов для электроники и фотоники; - определять инфраструктурные условия, необходимые для внедрения результатов проекта на объекте практики; Владеть: - навыками разработки предложений по процедурам оценки качества проектных решений в области технологии материалов и компонентов.

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)
			- методикой обоснования инфраструктурных условий, необходимых для практического внедрения результатов проектной деятельности
ПК-2	Способен осуществлять, организовывать и координировать работы по созданию и исследованию материалов для энергетики и фотоники	ИПК-2.1. Определяет требования к химическому и фазовому составу, структуре, комплексу физико-химических, электрофизических, оптических и эксплуатационных характеристик материалов для электроники и фотоники на основе анализа назначения, условий применения и нормативно-технической документации	Знать: - требования нормативно-технической документации предприятия – базы практики к химическому и фазовому составу и эксплуатационным характеристикам материалов для электроники и фотоники; - методы анализа назначения и условий применения материалов, используемые при выполнении проектных задач в рамках практики; Уметь: - определять требования к составу, структуре и характеристикам материалов для электроники и фотоники на основе анализа проектной задачи, поставленной в ходе практики; - применять нормативно-техническую документацию предприятия – базы практики для обоснования требований к материалам в рамках проектной деятельности; Владеть: - навыками анализа нормативно-технической документации при определении требований к материалам в условиях выполнения проектных задач практики; - методикой обоснования требований к физико-химическим и эксплуатационным характеристикам материалов применительно к проектируемому изделию или процессу
		ИПК-2.2. Осуществляет организацию, координацию и анализ работ по экспериментальному исследованию и испытаниям материалов для электроники и фотоники, использует современные методы диагностики для оценки соответствия полученных материалов заданным требованиям	Знать: - порядок организации и проведения экспериментальных исследований и испытаний материалов, принятый на предприятии – базе практики, в рамках проектной деятельности; - современные методы диагностики материалов, применяемые для оценки соответствия полученных в ходе проекта материалов заданным требованиям; Уметь: - участвовать в организации и координации работ по экспериментальному исследованию и испытаниям материалов в рамках выполнения проектного задания практики; - применять современные методы диагностики для оценки соответствия материалов, исследуемых в ходе проектной деятельности, заданным требованиям; Владеть: - навыками организации экспериментальных исследований и испытаний материалов в условиях выполнения проектных задач практики; - методикой применения современных методов диагностики для анализа результатов, полученных при реализации проекта
ПК-3	Способность совместного решения научных, производственных и	ИПК-3.1. Определяет перечень задач межподраздельного взаимодействия в области материаловедческого обеспечения технологическо-	Знать: - структуру взаимодействия подразделений предприятия – базы практики при решении проектных задач материаловедческого обеспечения технологического процесса;

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)
	организационных задач с работниками смежных подразделений, связанных с материаловедческим обеспечением технологического процесса	го процесса, анализирует требования к сырью, материалам, параметрам технологических операций, методам контроля и критериям качества, использует действующую нормативную и технологическую документацию	- действующую нормативную и технологическую документацию, регламентирующую требования к сырью, материалам и параметрам технологических операций в рамках проектной деятельности; Уметь: - определять перечень задач межподразделенческого взаимодействия в области материаловедческого обеспечения технологического процесса в ходе выполнения проекта на практике; - анализировать требования к сырью, материалам и критериям качества с использованием действующей нормативной документации при реализации проектного задания; Владеть: - навыками работы с нормативной и технологической документацией предприятия при решении проектных задач материаловедческого обеспечения; - методикой формирования перечня задач межподразделенческого взаимодействия в рамках выполнения проекта в период практики
		ИПК-3.2. Осуществляет координацию совместной деятельности работников смежных подразделений при решении задач материаловедческого сопровождения технологического процесса, анализирует результаты взаимодействия между подразделениями, причины отклонений технологических и материаловедческих параметров от установленных требований, использует результаты анализа для корректировки технологических решений, повышения качества продукции и обеспечения воспроизводимости производственных процессов	Знать: - принципы координации совместной деятельности работников смежных подразделений предприятия при решении проектных задач материаловедческого сопровождения; - причины возможных отклонений технологических и материаловедческих параметров от установленных требований, характерные для проектируемого технологического процесса; Уметь: - участвовать в координации совместной деятельности работников смежных подразделений при решении проектных задач в рамках практики; - анализировать результаты взаимодействия между подразделениями и причины отклонений параметров от установленных требований при выполнении проекта; Владеть: - навыками участия в координации взаимодействия смежных подразделений предприятия при решении проектных задач материаловедческого сопровождения; - методикой использования результатов анализа отклонений для корректировки проектных и технологических решений, разрабатываемых в ходе практики

4.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

При проведении промежуточной аттестации по итогам практики используются следующие показатели оценивания компетенций:

- 1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины
- 2) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов.

- 3) Защита отчета, в т.ч. качество доклада.
- 4) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений.
- 5) Ответы на контрольные вопросы.

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоение	4. Отличное усвоение	
Знать: - методы мониторинга хода реализации проекта, применяемые при разработке и внедрении новых материалов и компонентов для электроники и фотоники на предприятии – базе практики; - способы выявления и корректировки отклонений от плана реализации проекта в области материаловедческого и технологического обеспечения производства; Уметь: - осуществлять мониторинг хода выполнения проектных задач, поставленных в рамках практики, и выявлять отклонения от установленного плана; - вносить обоснованные изменения в план реализации проекта и уточнять зоны ответственности участников проектной команды на объекте практики; Владеть: - навыками практического мониторинга реализации проектных задач в области технологии материалов для электроники и фотоники; - методикой корректировки плана проекта и распределения зон ответственности участников с учетом результатов, полученных в ходе прохождения практики	Не знает методов мониторинга. Не способен выявить отклонения от плана проекта. В отчете отсутствует анализ хода выполнения работ	Знает методы мониторинга теоретически, но на практике фиксирует отклонения с опозданием. Предлагает корректировки плана без должного обоснования зон ответственности	Своевременно выявляет отклонения в ходе проектных задач. Грамотно вносит обоснованные изменения в план-график и корректно уточняет зоны ответственности участников команды базы практики	демонстрирует проактивный подход. Не только выявляет, но и прогнозирует возможные срывы плана, предлагая эффективные превентивные корректировки. Отзыв руководителя отмечает высокие навыки управления задачами	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 2) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 3) Защита отчета, в т.ч. качество доклада. 4) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений. 5) Ответы на контрольные вопросы.
Знать: - процедуры и механизмы оценки качества проектов, связанных с разработкой и внедрением материалов и компонентов для электроники и фотоники; - инфраструктурные условия, необходимые для внедрения результатов проектной деятельности на	Не имеет представления о процедурах оценки качества и инфраструктуре, необходимой для внедрения проекта на предприятии	Предлагает шаблонные критерии качества, слабо привязанные к специфике фотоники и электроники. Оценка инфраструктурных условий предприятия поверхностна	Адекватно определяет процедуры оценки качества проектных решений. Грамотно анализирует и описывает технологическую и лабораторную инфраструктуру, необходимую для внедрения результатов	Разрабатывает комплексную систему оценки качества (включая экономические и технические метрики). Детально обосновывает потребность в дооснащении или модернизации инфраструктуры предприятия для успешного внедрения проек-	1) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 2) Защита отчета, в т.ч.

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
предприятия – базе практики; Уметь: - предлагать процедуры и механизмы оценки качества проектных решений, разрабатываемых в рамках практики по тематике материалов для электроники и фотоники; - определять инфраструктурные условия, необходимые для внедрения результатов проекта на объекте практики; Владеть: - навыками разработки предложений по процедурам оценки качества проектных решений в области технологии материалов и компонентов. - методикой обоснования инфраструктурных условий, необходимых для практического внедрения результатов проектной деятельности				та	качество доклада. 3) Ответы на контрольные вопросы.
Знать: - требования нормативно-технической документации предприятия – базы практики к химическому и фазовому составу и эксплуатационным характеристикам материалов для электроники и фотоники; - методы анализа назначения и условий применения материалов, используемые при выполнении проектных задач в рамках практики; Уметь: - определять требования к составу, структуре и характеристикам материалов для электроники и фотоники на основе анализа проектной задачи, поставленной в ходе практики;	Игнорирует нормативно-техническую документацию (ГОСТ, ТУ, ОСТ). Не умеет формулировать требования к материалам	Ссылается на НТД, но допускает ошибки при переносе требований в проект. Обоснование физико-химических свойств для проектируемого изделия аргументировано слабо	Уверенно анализирует НТД базы практики. Точно определяет требования к химическому/ фазовому составу и структуре материалов, исходя из условий эксплуатации приборов	Свободно ориентируется в сложной внутренней и внешней НТД. Безупречно переводит технические требования заказчика (ТЗ) в конкретные материаловедческие характеристики для проектной задачи	1) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 2) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений.

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
- применять нормативно-техническую документацию предприятия – базы практики для обоснования требований к материалам в рамках проектной деятельности; Владеть: - навыками анализа нормативно-технической документации при определении требований к материалам в условиях выполнения проектных задач практики; - методикой обоснования требований к физико-химическим и эксплуатационным характеристикам материалов применительно к проектируемому изделию или процессу					3) Ответы на контрольные вопросы.
Знать: - порядок организации и проведения экспериментальных исследований и испытаний материалов, принятый на предприятии – базе практики, в рамках проектной деятельности; - современные методы диагностики материалов, применяемые для оценки соответствия полученных в ходе проекта материалов заданным требованиям; Уметь: - участвовать в организации и координации работ по экспериментальному исследованию и испытаниям материалов в рамках выполнения проектного задания практики; - применять современные методы диагностики для оценки соответствия материалов, исследуемых в ходе проектной деятельности, заданным требованиям; Владеть: - навыками организации экспериментальных исследований и испы-	Не способен организовать испытания. Не владеет методами диагностики материалов, предусмотренными проектом	Выполняет эксперименты только по прямой указке наставника. Допускает методические ошибки при диагностике. Анализ полученных данных поверхностен	Самостоятельно координирует и проводит экспериментальные исследования согласно плану проекта. Корректно применяет современные методы диагностики для подтверждения соответствия материалов ТЗ	Выступает полноценным организатором исследований. Способен адаптировать или улучшить методику диагностики. Проводит глубокий, всесторонний анализ результатов, подтверждающий успешность проектного решения	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 2) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 3) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
таний материалов в условиях выполнения проектных задач практики; - методикой применения современных методов диагностики для анализа результатов, полученных при реализации проекта					собственных организационных и технических решений. 4) Ответы на контрольные вопросы.
Знать: - структуру взаимодействия подразделений предприятия – базы практики при решении проектных задач материаловедческого обеспечения технологического процесса; - действующую нормативную и технологическую документацию, регламентирующую требования к сырью, материалам и параметрам технологических операций в рамках проектной деятельности; Уметь: - определять перечень задач межподразделенческого взаимодействия в области материаловедческого обеспечения технологического процесса в ходе выполнения проекта на практике; - анализировать требования к сырью, материалам и критериям качества с использованием действующей нормативной документации при реализации проектного задания; Владеть: - навыками работы с нормативной и технологической документацией предприятия при решении проектных задач материаловедческого обеспечения; - методикой формирования перечня задач межподразделенческого взаимодействия в рамках выполнения проекта в период практики	Не понимает структуру взаимодействия цехов/отделов на предприятии. Не умеет работать с маршрутными картами и регламентами.	Понимает структуру взаимодействия в теории, но затрудняется определить конкретный перечень задач между подразделениями для своего проекта. Работа с документацией сопровождается ошибками	Четко определяет задачи взаимодействия (например, технологов, конструкторов и метрологов) в рамках своего проекта. Грамотно анализирует требования к сырью на основе действующей тех. документации	Оптимизирует схемы информационного и материального обмена между подразделениями в рамках проектной задачи. Отзыв руководителя подтверждает отличное владение внутренней документацией предприятия	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 2) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 3) Ответы на контрольные вопросы.
Знать:	Не способен работать в ко-	Пассивен в совместной дея-	Активно участвует в коор-	Проявляет лидерские каче-	1) Отзыв руководителя

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
- принципы координации совместной деятельности работников смежных подразделений предприятия при решении проектных задач материаловедческого сопровождения; - причины возможных отклонений технологических и материаловедческих параметров от установленных требований, характерные для проектируемого технологического процесса; Уметь: - участвовать в координации совместной деятельности работников смежных подразделений при решении проектных задач в рамках практики; - анализировать результаты взаимодействия между подразделениями и причины отклонений параметров от установленных требований при выполнении проекта; Владеть: - навыками участия в координации взаимодействия смежных подразделений предприятия при решении проектных задач материаловедческого сопровождения; - методикой использования результатов анализа отклонений для корректировки проектных и технологических решений, разрабатываемых в ходе практики	манде со смежными отделами. Не умеет выявлять причины технологического брака или отклонений	тельность. При анализе причин брака ссылается на очевидные факторы, не проводя глубокого материаловедческого расследования	динации проектных задач со смежными отделами. Успешно применяет инженерные методы для выявления причин отклонений параметров от нормы и предлагает меры корректировки	ства при разрешении технических противоречий между подразделениями. Предлагает системные проектные решения, полностью устраняющие корневые причины производственных отклонений	практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 2) Защита отчета, в т.ч. качество доклада. 3) Ответы на контрольные вопросы.

Основываясь на результатах обучения, разработана шкала оценивания для промежуточной аттестации по итогам практики.

Показатели оценивания	Критерии оценивания результатов			
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение
Отзыв руководителя прак-	Негативный отзыв. Нару-	Положительный отзыв с заме-	Хороший отзыв. Студент	Отличный отзыв. Отмечены

Показатели оценивания	Критерии оценивания результатов			
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение
тики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины	шения ТБ и дисциплины. Полная неспособность к самостоятельной работе	чаниями. Студент безынициативен, нарушал график, требовал микроменеджмента	дисциплинирован, выполнил задачи, но показал средний уровень самоорганизации	высокая техническая грамотность, ответственность, эффективный тайм-менеджмент
Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов	Отчет не сдан, или абсолютно не соответствует требованиям ГОСТ 7.32-2017 и структуре	Материал изложен неполно. Имеются логические разрывы, серьезные нарушения ГОСТ (оформление списка литературы, графиков)	Отчет логичен, полно отражает ход НИР. Имеются незначительные стилистические или оформительские недочеты	Отчет представляет собой глубокий научно-технический труд. Оформление безукоризненно соответствует ГОСТ 7.32-2017. Иллюстративный и табличный материал выполнен на высоком уровне
Защита отчета, в т.ч. качество доклада	Доклад отсутствует или зачитывается с трудом. Презентация не отражает суть проделанной работы	Доклад невнятный, студент читает с листа, презентация оформлена небрежно, регламент нарушен. Визуальные материалы некачественные, графики без осей/легенд	Доклад ясный, презентация наглядно отражает результаты работы, студент уложился в регламент. Логика исследования понятна	Блестящий доклад, свободное владение материалом, презентация профессионального уровня, четкие акценты на личных результатах
Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений	Задание не выполнено. Постановка задачи неверная. Собственные решения отсутствуют	Задание выполнено формально (поверхностно). Проведен слабый поиск известных решений. Технические/организационные решения тривиальны и не аргументированы	Задание выполнено в полном объеме, проведен качественный патентно-информационный поиск, предложены и реализованы стандартные, но эффективные решения	Задание выполнено на научно-исследовательском уровне, предложены инновационные технические или организационные решения по оптимизации процессов
Ответы на контрольные вопросы	Студент не ориентируется в теме практики и физико-химии поверхностей	Отвечает только на базовые вопросы. Путается в терминологии, не может объяснить физический смысл результа-	Уверенные ответы на большинство вопросов. Возникают небольшие заминки при углубленном обсужде-	Студент дает исчерпывающие, научно аргументированные ответы на все вопросы, свободно оперирует

Показатели оценивания	Критерии оценивания результатов			
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение
		тов	нии смежных тем	терминами физики и химии поверхностей

4.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, при проведении промежуточной аттестации по производственной практике (практика по получению профессиональных умений и опыта проектной деятельности)

4.3.1 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», ФГУП «ИХВВ им. Г.Г. Девятовых» РАН:

1. Исследование влияния технологических параметров ректификации на степень очистки высокочистых веществ, применяемых в электронной технологии.

2. Разработка и апробация методики контроля содержания примесей в высокочистых технологических газах, используемых при эпитаксиальном наращивании полупроводниковых структур.

3. Анализ факторов, влияющих на стабильность метрологических характеристик газоаналитического оборудования в условиях производства.

4. Исследование методов аттестации чистоты особо чистых веществ методами спектрального и хроматографического анализа.

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

5. Исследование влияния режимов эпитаксиального наращивания на структурное совершенство слоёв кремния.

6. Разработка методики контроля толщины и однородности легирования эпитаксиальных слоёв кремния.

7. Анализ влияния технологических дефектов на электрофизические характеристики кремниевых пластин.

8. Исследование процессов диффузии и ионной имплантации при формировании полупроводниковых структур.

9. Разработка методов неразрушающего контроля качества монокристаллического кремния

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

10. Исследование технологических факторов, влияющих на надёжность и стабильность параметров изделий электронной компонентной базы.

11. Разработка методики контроля качества сборочно-монтажных операций при производстве СВЧ-компонентов.

12. Анализ отказов и деградационных процессов в полупроводниковых приборах в процессе эксплуатации.

13. Исследование влияния конструктивно-технологических параметров на характеристики приборов СВЧ-диапазона.

- для практикантов, проходящих практику на предприятиях в области технологии и материаловедения оптоэлектронных и фотонных компонентов и производственного приборостроения, например, АО «ФНПЦ «ННИИРТ» / АО «НПП «Полет» / АО «НПП «Салют» и другие:

14. Исследование оптических и структурных характеристик тонкоплёночных покрытий для оптоэлектронных устройств.

15. Разработка методики контроля оптических потерь в волоконно-оптических и фотонных компонентах.

16. Исследование влияния технологических параметров нанесения покрытий на эксплуатационные характеристики оптических элементов.

17. Разработка и апробация системы статистического контроля качества технологического процесса производства электронных компонентов.

18. Исследование метрологического обеспечения контрольно-измерительного оборудования на этапах производства изделий электронной техники.

19. Анализ и оптимизация технологического маршрута производства изделия электронной техники с целью повышения выхода годных изделий.

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

20. Разработка одnoreакторной установки для каталитического синтеза силана и тетрахлорида кремния с использованием анионитного катализатора.

21. Переработка тетрахлорида кремния в трихлорсилан.

22. Анализ высокочистых силоксановых прекурсоров для оптических систем на содержание «красящих примесей».

23. Плазмохимическое восстановление тетрахлорида кремния до трихлорсилана.

24. УФ-спектрометрический контроль эффективности очистки баллонов под высокочистые вещества от масляных загрязнений

25. Адсорбционная очистка тетрахлорида кремния от примеси бензола.

4.3.2 Перечень типовых заданий (вопросов)

Примерный перечень заданий на базе заявленных в п. 4.3.1 тем индивидуальных заданий, направленных на проверку исследовательских, технологических и организационных навыков студента-практиканта:

- по тематикам индивидуальных заданий для студентов, проходящих практику на предприятиях химико-технологического направления, например, ООО «Фирма «ХОРСТ»:

1. Какие параметры ректификационной колонны вы корректировали в ходе проекта для достижения требуемой НТД степени очистки вещества?

2. Как вы будете перестраивать план-график проекта, если метрологическая аттестация газоанализатора затянется на две недели?

3. В чем заключается специфика координации действий технологического цеха и аналитической лаборатории при отбраковке партии высокочистого газа?

4. Какие инфраструктурные требования (чистые зоны, газовые магистрали) вы заложили в проект внедрения новой методики контроля примесей?

5. Обоснуйте выбор хроматографического метода контроля вместо спектрального, исходя из требований технического задания на газ для эпитаксии.

6. Как осуществляется процедура утверждения изменений в технологическом регламенте очистки при выявлении систематических отклонений чистоты?

7. Каков алгоритм ваших действий при несовпадении результатов аттестации чистоты вещества вашим отделом и отделом технического контроля (ОТК)?

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

8. Каким образом структурные дефекты, возникающие при эпитаксии кремния, влияют на электрофизические параметры конечных КМОП-структур?

9. Какие методы неразрушающего контроля были интегрированы в маршрутную карту в рамках вашего проекта для повышения выхода годных пластин?

10. С какими смежными подразделениями (конструкторы, измерители) вы согласовывали допуски на толщину легированных слоев кремния?

11. Как вы корректировали режимы термодиффузии, если промежуточный контроль показывал отклонение слоевого сопротивления от плана проекта?

12. Какие этапы жизненного цикла проекта необходимо пройти для внедрения нового режима ионной имплантации на действующей производственной линии?

13. Назовите основные причины отклонений концентрации примеси при эпитаксиальном наращивании и методы их оперативного устранения.

14. По каким метрикам оценивалась экономическая и технологическая эффективность предложенной вами методики контроля монокристаллического кремния?

- по тематикам индивидуальных заданий для студентов, проходящих практику на предприятиях радиоэлектронной и СВЧ промышленности, например, АО «ФНПЦ «ННИИРТ» / АО «НПП «Полет» / АО «НПП «Салют» и другие:

15. Какие конструктивно-технологические параметры микрополосковых плат оказывают наибольшее влияние на деградацию СВЧ-приборов?

16. Как организован межоперационный контроль качества сборочно-монтажных операций согласно действующей документации предприятия?

17. Кто несет зону ответственности за сбой в работе СВЧ-модуля, если анализ отказов показал нарушение температурного профиля пайки?

18. Какие метрики хода реализации проекта вы использовали при разработке новой топологии печатной платы?

19. Каким образом результаты анализа отказов возвращаются смежным подразделениям для корректировки технологического маршрута?

20. Если испытания на надежность показали перегрев компонента, какие изменения вы внесете в план разработки устройства?

21. Опишите инфраструктуру (испытательные камеры, вибростенды), необходимую для подтверждения стабильности параметров СВЧ-изделий.

- по тематикам индивидуальных заданий для студентов, проходящих практику на предприятиях в области технологии и материаловедения оптоэлектронных и фотонных компонентов и производственного приборостроения, например, АО «ФНПЦ «ННИИРТ» / АО «НПП «Полет» / АО «НПП «Салют» и другие:

22. Как шероховатость и структурные дефекты тонкопленочных покрытий влияют на оптические потери в фотонных компонентах?

23. Разработка системы статистического контроля требует данных. Как вы организовывали сбор данных с контрольно-измерительного оборудования?

24. Как вы распределите зоны ответственности в команде при внедрении новой методики контроля оптических потерь в оптоволокне?

25. Какие аргументы вы приведете отделу метрологии для обоснования закупки нового спектрометра в рамках реализации вашего проекта?

26. В чем заключалась оптимизация технологического маршрута сборки электронного изделия: снижение времени, снижение брака или экономия материалов?

27. Какие отклонения технологических параметров напыления приводят к несоответствию коэффициента пропускания оптического элемента требованиям ТУ?

28. Каким образом осуществляется управление рисками при масштабировании производства новых оптоэлектронных компонентов?

- по тематикам индивидуальных заданий для студентов, проходящих практику на кафедре «Нанотехнологии и биотехнологии» НГТУ:

29. Как вы осуществляли мониторинг стабильности работы анионитного катализатора в однореакторной установке с течением времени?

30. По каким критериям качества вы оценивали успешность плазмохимического восстановления тетрахлорида кремния?

31. Если УФ-спектрометрический контроль стабильно показывает наличие масляных следов, как вы скорректируете проектный план очистки баллонов?

32. Как регламентируется передача данных о составе силоксановых прекурсоров от химиков-синтетиков инженерам-оптикам в рамках совместного проекта?

33. Опишите последовательность этапов проекта по созданию стенда для адсорбционной очистки SiCl_4 от бензола.

34. Какие методы диагностики вы применяли для доказательства отсутствия «красящих примесей» в высокочистых веществах?

35. В случае нарушения герметичности установки синтеза трихлорсилана, как регламентируется взаимодействие исследователя со службой охраны труда?

Оценочные средства для промежуточной аттестации

	Формируемые компетенции	Номера вопросов
1	Компетенция УК-2	2, 4, 6, 12, 14, 18, 20, 24, 28, 31, 33 (оценивает навыки планирования, корректировки графиков, управления рисками, понимание жизненного цикла ПД и инфраструктуры)
2	Компетенция ПК-2	1, 5, 8, 9, 11, 13, 15, 16, 21, 22, 23, 26, 29, 30, 34 (оценивает глубокие технологические знания, выбор методов диагностики, работу с НТД, экспериментальную работу)
3	Компетенция ПК-3	3, 7, 10, 17, 19, 25, 27, 32, 35 (оценивает понимание зон ответственности, умение выстраивать информационный и документальный обмен между отделами, цехами и лабораториями)

4.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

4.4.1 Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся НГТУ:

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/norm_docs_ngtu/polog_kontrol_yspev.pdf?14-11-23

4.4.2 Положение о практической подготовке обучающихся, осваивающих образовательные программы высшего образования в НГТУ:

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/otdel_practiki/polozh-prakt-op-vo.pdf?27-09-24

5. Производственная практика (научно-исследовательская работа, концентрированная) (Б2.П.4)

5.1. Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, соответствующих с планируемыми результатами освоения ОП

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

Код компетенции	Содержание компетенции и ее части	Код и наименование индикатора достижения компетенции (Планируемые результаты освоения ОП)	Дискрипторы достижения компетенций (Планируемые результаты обучения при прохождении практики)
ПК-2	Способен осуществлять, организовывать и координировать работы по созданию и исследованию материалов для энергетики и фотоники	ИПК-2.1. Определяет требования к химическому и фазовому составу, структуре, комплексу физико-химических, электрофизических, оптических и эксплуатационных характеристик материалов для электроники и фотоники на основе анализа назначения, условий применения и нормативно-технической документации	Знать: - требования нормативно-технической документации к химическому и фазовому составу, структуре и эксплуатационным характеристикам материалов, исследуемых в рамках научно-исследовательской работы; - методы анализа назначения и условий применения материалов для электроники и фотоники, используемые при постановке и решении научно-исследовательских задач; Уметь: - определять требования к составу, структуре и характеристикам материалов для электроники и фотоники на основе анализа цели и задач собственного научного исследования; - применять нормативно-техническую документацию для обоснования требований к материалам, изучаемым в рамках научно-исследовательской работы; Владеть: - навыками анализа нормативно-технической документации при определении требований к материалам в процессе выполнения научного исследования; - методикой обоснования требований к физико-химическим, электрофизическим и оптическим характеристикам материалов применительно к теме научно-исследовательской работы
		ИПК-2.2. Осуществляет организацию, координацию и анализ работ по экспериментальному исследованию и испытаниям материалов для электроники и фотоники, использует современные методы диагностики для оценки соответствия полученных материалов заданным требованиям	Знать: - порядок организации и проведения экспериментальных исследований и испытаний материалов, применяемый при выполнении научно-исследовательской работы; - современные методы диагностики материалов для электроники и фотоники, используемые для оценки соответствия полученных результатов заданным требованиям; Уметь: - организовывать и координировать экспериментальные исследования и испытания материалов в рамках индивидуального научно-исследовательского задания; - применять современные методы диагностики для анализа и оценки соответствия материалов, полученных в ходе исследования, заданным требованиям; Владеть: - навыками самостоятельной организации

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)
			экспериментальных исследований и испытаний материалов для электроники и фотоники; - методикой применения современных методов диагностики для оценки результатов, полученных в процессе научно-исследовательской работы
ПК-4	Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности	ИПК-4.1. Осваивает цифровые технологии математического и информационного моделирования используемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной деятельности	Знать: - современные цифровые технологии математического и информационного моделирования процессов, явлений и объектов, применяемые в исследованиях материалов для электроники и фотоники; - программные средства и платформы моделирования, используемые для решения задач научно-исследовательской работы по тематике магистерской программы; Уметь: - осваивать и применять цифровые технологии математического и информационного моделирования для решения задач собственного научного исследования; - выбирать программные средства моделирования, соответствующие характеру исследуемых процессов, явлений и объектов в области материалов для электроники и фотоники; Владеть: - навыками использования цифровых технологий математического и информационного моделирования при выполнении научно-исследовательской работы; - методикой применения программных средств моделирования для анализа процессов и объектов, изучаемых в рамках научного исследования
		ИПК-4.2. Применяет цифровые технологии в профессиональной деятельности	Знать: - основные цифровые технологии, применяемые в профессиональной научно-исследовательской деятельности в области материалов и компонентов для электроники и фотоники; - возможности использования цифровых технологий для обработки, анализа и представления результатов научного исследования; Уметь: - применять цифровые технологии для сбора, обработки и анализа данных, полученных в ходе выполнения научно-исследовательской работы; - использовать цифровые инструменты для визуализации и представления результатов научного исследования материалов для электроники и фотоники; Владеть: - навыками применения цифровых технологий на всех этапах выполнения научно-исследовательской работы; - методикой использования цифровых инструментов для обработки и представления результатов профессиональной исследовательской деятельности

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

При проведении промежуточной аттестации по итогам практики используются следующие показатели оценивания компетенций:

- 1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины
- 2) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов.
- 3) Защита отчета, в т.ч. качество доклада.
- 4) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений.
- 5) Ответы на контрольные вопросы.

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
Знать: - требования нормативно-технической документации к химическому и фазовому составу, структуре и эксплуатационным характеристикам материалов, исследуемых в рамках научно-исследовательской работы; - методы анализа назначения и условий применения материалов для электроники и фотоники, используемые при постановке и решении научно-исследовательских задач; Уметь: - определять требования к составу, структуре и характеристикам материалов для электроники и фотоники на основе анализа цели и задач собственного научного исследования; - применять нормативно-техническую документацию для обоснования требований к материалам, изучаемым в рамках научно-исследовательской работы; Владеть: - навыками анализа нормативно-технической документации при определении требований к материалам в процессе выполнения научного исследования; - методикой обоснования требований к физико-химическим, электрофизическим и оптическим характеристикам материалов применительно к теме научно-исследовательской работы	Магистрант не знаком с требованиями НТД к исследуемым материалам. Не способен сформулировать физико-химические и эксплуатационные требования к материалу в контексте цели своего исследования	Приводит перечень стандартов, но не умеет связать их требования с задачами своей НИР. Обоснование характеристик материала носит поверхностный, описательный характер без глубокого анализа	Грамотно анализирует НТД. Уверенно определяет и обосновывает требования к химическому, фазовому составу и электрофизическим свойствам материалов, исходя из конкретных задач своего научного исследования	Демонстрирует глубокий аналитический подход. Способен критически оценивать действующую НТД, выявлять её ограничения для новых (разрабатываемых) материалов фотоники и предлагать научно обоснованные дополнения к спецификациям	1) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 2) Защита отчета, в т.ч. качество доклада. 3) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений. 4) Ответы на контрольные вопросы
Знать: - порядок организации и проведения экспериментальных исследований и испытаний материалов, применяемый при выполнении научно-	Не владеет навыками постановки эксперимента. Не понимает физических принципов работы диагностического оборудования базы	Выполняет экспериментальную часть строго по шаблону, без понимания сути процессов. Допускает методические ошибки при диагности-	Самостоятельно организует и проводит экспериментальные исследования в рамках задания. Правильно выбирает и применяет современные	Проводит исследования на уровне самостоятельного научного сотрудника. Способен оптимизировать экспериментальную установку	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производ-

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
исследовательской работы; - современные методы диагностики материалов для электроники и фотоники, используемые для оценки соответствия полученных результатов заданным требованиям; Уметь: - организовывать и координировать экспериментальные исследования и испытания материалов в рамках индивидуального научно-исследовательского задания; - применять современные методы диагностики для анализа и оценки соответствия материалов, полученных в ходе исследования, заданным требованиям; Владеть: - навыками самостоятельной организации экспериментальных исследований и испытаний материалов для электроники и фотоники; - методикой применения современных методов диагностики для оценки результатов, полученных в процессе научно-исследовательской работы	практики	ке. Интерпретация полученных результатов слабая или ошибочная	методы диагностики (РФА, СЭМ, хроматография и др.) для оценки соответствия материалов заданным требованиям	или методику измерений. Делает глубокие, научно значимые выводы на основе комплексной диагностики	ственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 2) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 3) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений. 4) Ответы на контрольные вопросы
Знать: - современные цифровые технологии математического и информационного моделирования процессов, явлений и объектов, применяемые в исследованиях материалов для электроники и фотоники; - программные средства и платформы моделирования, используемые для решения задач научно-исследовательской работы по тематике магистерской программы; Уметь: - осваивать и применять цифровые технологии математического и	Не использует методы цифрового моделирования в своей НИР. Не знает специализированного программного обеспечения в своей предметной области	Пытается применять ПО для моделирования, но допускает ошибки при выборе физических моделей или граничных условий. Результаты моделирования не коррелируют с физическим смыслом процесса	Адекватно выбирает и использует программные средства (TCAD, COMSOL, специализированные калькуляторы) для моделирования объектов НИР. Результаты моделирования корректно описаны в отчете	Строит сложные, многофизические или высокоточные модели. Способен верифицировать цифровую модель путем сопоставления с результатами собственного натурного эксперимента, доказывая ее адекватность	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 2) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандар-

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
информационного моделирования для решения задач собственного научного исследования; - выбирать программные средства моделирования, соответствующие характеру исследуемых процессов, явлений и объектов в области материалов для электроники и фотоники; Владеть: - навыками использования цифровых технологий математического и информационного моделирования при выполнении научно-исследовательской работы; - методикой применения программных средств моделирования для анализа процессов и объектов, изучаемых в рамках научного исследования					тов. 3) Защита отчета, в т.ч. качество доклада. 4) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений. 5) Ответы на контрольные вопросы
Знать: - основные цифровые технологии, применяемые в профессиональной научно-исследовательской деятельности в области материалов и компонентов для электроники и фотоники; - возможности использования цифровых технологий для обработки, анализа и представления результатов научного исследования; Уметь: - применять цифровые технологии для сбора, обработки и анализа данных, полученных в ходе выполнения научно-исследовательской работы; - использовать цифровые инструменты для визуализации и представления результатов научного исследования материалов для электроники и фотоники;	Не умеет обрабатывать массивы данных. Графики построены некорректно. Презентация НИР на защите не структурирована и не наглядна	Использует базовые функции электронных таблиц, не применяет методы математической статистики для оценки погрешностей. Визуализация данных (спектров, вольтамперных характеристик) выполнена небрежно	Уверенно применяет цифровые технологии (Origin, Python, специализированное ПО спектрометров) для обработки данных. Проводит оценку достоверности результатов. Презентация и отчет содержат качественный визуальный материал	Свободно владеет скриптовыми языками или продвинутым ПО для автоматизации обработки больших массивов научных данных. Визуализация результатов исследования выполнена на высоком эстетическом и академическом уровне, готовом к публикации в рецензируемом журнале	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 2) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 3) Защита отчета, в т.ч. качество доклада. 4) Ответы на контрольные вопросы

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
Владеть: - навыками применения цифровых технологий на всех этапах выполнения научно-исследовательской работы; - методикой использования цифровых инструментов для обработки и представления результатов профессиональной исследовательской деятельности					

Основываясь на результатах обучения, разработана шкала оценивания для промежуточной аттестации по итогам практики.

Показатели оценивания	Критерии оценивания результатов			
	2. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение
Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины	Негативный отзыв. Нарушения ТБ и дисциплины. Полная неспособность к самостоятельной работе	Положительный отзыв с замечаниями. Студент безынициативен, нарушал график, требовал микроменеджмента	Хороший отзыв. Студент дисциплинирован, выполнил задачи, но показал средний уровень самоорганизации	Отличный отзыв. Отмечены высокая техническая грамотность, ответственность, эффективный тайм-менеджмент
Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов	Отчет не сдан, или абсолютно не соответствует требованиям ГОСТ 7.32-2017 и структуре	Материал изложен неполно. Имеются логические разрывы, серьезные нарушения ГОСТ (оформление списка литературы, графиков)	Отчет логичен, полно отражает ход НИР. Имеются незначительные стилистические или оформительские недочеты	Отчет представляет собой глубокий научно-технический труд. Оформление безукоризненно соответствует ГОСТ 7.32-2017. Иллюстративный и табличный материал выполнен на высоком уровне
Защита отчета, в т.ч. качество доклада	Доклад отсутствует или зачитывается с трудом. Презентация не отражает суть проделанной работы	Доклад невнятный, студент читает с листа, презентация оформлена небрежно, регламент нарушен. Визуальные материалы некачественные,	Доклад ясный, презентация наглядно отражает результаты работы, студент уложился в регламент. Логика исследования понятна	Блестящий доклад, свободное владение материалом, презентация профессионального уровня, четкие акценты на личных резуль-

Показатели оценивания	Критерии оценивания результатов			
	2. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение
		графики без осей/легенд		татах
Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений	Задание не выполнено. Постановка задачи неверная. Собственные решения отсутствуют	Задание выполнено формально (поверхностно). Проведен слабый поиск известных решений. Технические/организационные решения тривиальны и не аргументированы	Задание выполнено в полном объеме, проведен качественный патентно-информационный поиск, предложены и реализованы стандартные, но эффективные решения	Задание выполнено на научно-исследовательском уровне, предложены инновационные технические или организационные решения по оптимизации процессов
Ответы на контрольные вопросы	Не ориентируется в физико-химических процессах НИР	Отвечает только на базовые вопросы. Отвечает неуверенно, путает термины (методы очистки, виды автоматизации)	Дает полные ответы по существу, демонстрирует хорошее знание процессов	Исчерпывающие ответы, подкрепленные знанием смежных областей физики поверхности и схмотехники

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, при проведении промежуточной аттестации по производственной практике (научно-исследовательская работа, концентрированная)

5.3.1 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», ИХВВ им. Г.Г. Девярых РАН:

1. Исследование методов глубокой очистки моносилана для полупроводниковой промышленности.
2. Газохроматографический анализ следовых примесей в высокочистом аммиаке для оптоэлектроники.
3. Разработка методики синтеза изотопически обогащенных прекурсоров для кремниевой фотоники.
4. Оценка влияния газовой среды на процесс химического осаждения из газовой фазы (CVD) тонких пленок.
5. Исследование оптического пропускания халькогенидных стекол для ИК-фотоники в зависимости от степени чистоты шихты

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

6. Анализ дефектообразования в монокристаллическом кремнии на этапе эпитаксиального наращивания.
7. Оптимизация процессов плазмохимического травления при формировании топологии СВЧ-транзисторов.
8. Исследование влияния режимов термического отжига на омические контакты в нитрид-галлиевых гетероструктурах.
9. Оценка радиационной стойкости КМОП-структур на основе «кремния-на-изоляторе» (КНИ).
10. Разработка топологии и исследование СВЧ-фильтров на основе многослойных керамических материалов (LTCC)

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

11. Исследование диэлектрических свойств высокочастотных ламинатов для печатных плат радиолокационных систем.
12. Термическое профилирование процессов поверхностного монтажа (SMD) компонентов оптоэлектроники.
13. Разработка методов контроля качества паяных соединений электронных блоков неразрушающими методами (рентгеновская дефектоскопия).
14. Исследование теплоотвода в модулях активных фазированных антенных решеток (АФАР) с использованием новых термоинтерфейсов.
15. Анализ деградации волоконно-оптических компонентов в условиях жестких механических воздействий.

- 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

5.3.2 Перечень типовых заданий (вопросов)

Примерный перечень заданий на базе заявленных в п. 5.3.1 тем индивидуальных заданий, направленных на проверку исследовательских, технологических и организационных навыков студента-практиканта:

- по тематикам индивидуальных заданий для студентов, проходящих практику на предприятиях химико-технологического направления, например, ООО «Фирма «ХОРСТ»:

1. Какие физико-химические механизмы лимитируют процесс глубокой очистки моносилана при использовании сорбционных методов?
2. Какие цифровые алгоритмы сглаживания базовой линии вы применяли при обработке хроматограмм высокочистого аммиака?
3. По каким критериям (масс-спектрометрическим или оптическим) вы оценивали изотопную чистоту синтезированных прекурсоров для фотоники?
4. Какое программное обеспечение целесообразно использовать для термодинамического моделирования газофазных реакций в процессе CVD?
5. Как примеси переходных металлов в шихте влияют на спектр оптического пропускания халькогенидных стекол в ИК-диапазоне?
6. Как вы организовывали процесс отбора газовых проб, чтобы исключить контаминацию высокочистого аммиака атмосферным кислородом?
7. Каким образом в программном обеспечении спектрометра осуществляется расчет коэффициента экстинкции на основе данных пропускания?
8. Как метод газовой хромато-масс-спектрометрии позволяет идентифицировать неизвестные следовые примеси в технологических газах?
9. Какие граничные условия необходимо задать при компьютерном моделировании потоков газа в реакторе химического осаждения?

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

10. Какие методы диагностики (например, рентгеновская топография или избирательное травление) вы использовали для выявления дефектов упаковки в эпитаксиальном кремнии?
11. Какими цифровыми инструментами вы пользовались для аппроксимации вольтамперных характеристик (ВАХ) СВЧ-транзисторов после плазмохимического травления?
12. Как температура термического отжига влияет на фазообразование на границе раздела «металл – нитрид галлия» при формировании омического контакта?
13. Опишите физическую модель, которую вы использовали в САПР (например, Sentaurus TCAD) для симуляции накопления заряда в скрытом диэлектрике КНИ-структур при облучении.

14. Какие экспериментальные методы применяются для измерения контактного сопротивления омических контактов к GaN (например, метод TLM)?
15. Как программные комплексы электродинамического моделирования (HFSS/CST) помогают оптимизировать топологию СВЧ-фильтров на LTCC-керамике?
16. С помощью какого ПО вы проводили статистическую обработку данных о плотности дефектов на кремниевых пластинах?
17. Объясните механизм радиационной деградации порогового напряжения в КМОП-структурах, который вы исследовали.
18. Как вы координировали технологический маршрут изготовления многослойных керамических структур с измерительной лабораторией?

- по тематикам индивидуальных заданий для студентов, проходящих практику на предприятиях радиоэлектронной и СВЧ промышленности, например, АО «ФНПЦ «ННИИРТ» / АО «НПП «Полет» / АО «НПП «Салют» и другие:

19. Какие методы диагностики применяются для измерения диэлектрической проницаемости СВЧ-ламинатов на частотах свыше 10 ГГц?
20. Какое программное обеспечение вы использовали для построения и анализа термического профиля пайки SMD компонентов?
21. По каким критериям, согласно НТД, рентгеновская дефектоскопия бракует паяные соединения типа BGA?
22. Как вы моделировали распределение тепловых полей в модулях АФАР с применением новых термоинтерфейсов?
23. Опишите физику процесса деградации волоконно-оптических компонентов при циклических механических напряжениях.
24. Как организован эксперимент по измерению теплового сопротивления «кристалл-корпус» с использованием цифровых измерителей температуры?
25. Какие цифровые фильтры применяются при обработке рентгеновских снимков электронных блоков для повышения контрастности пустот в припое?
26. Каким образом вы статистически обосновывали выбор конкретного типа высокочастотного ламината по результатам серии измерений?

- по тематикам индивидуальных заданий для студентов, проходящих практику на кафедре «Нанотехнологии и биотехнологии» НГТУ:

27. В чем заключается механизм каталитического действия анионита при диспропорционировании хлорсиланов?
28. Какое ПО вы применяли для аппроксимации калибровочных графиков при УФ-спектрометрическом контроле масляных загрязнений?
29. Как экспериментально определяется динамическая емкость адсорбента по бензолу при очистке тетрахлорида кремния?
30. Какие термодинамические базы данных (например, NIST) вы использовали для расчета энтальпии плазмохимического восстановления SiCl_4 ?
31. Как вы идентифицировали полосы поглощения «красящих примесей» в силоксанах при анализе ИК- и УФ-спектров?
32. С помощью каких цифровых инструментов вы производили расчет кинетических констант процесса переработки тетрахлорида кремния?
33. Опишите порядок подготовки и вакуумирования экспериментальной однореакторной установки перед запуском синтеза силана.
34. Как цифровые методы обработки сигналов спектрометра позволяют снизить предел обнаружения следов масел в баллонах?
35. Как вы координировали исследования адсорбционной очистки с требованиями техники безопасности при работе с токсичными хлоридами?

Оценочные средства для промежуточной аттестации

	Формируемые компетенции	Номера вопросов
1	Компетенция ПК-2	1, 3, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 17, 18, 19, 21, 23, 24, 27, 29, 31, 33, 35 (направлен на проверку понимания физико-химических процессов, методов экспериментальной диагностики, организации лабораторной работы, анализа структур и свойств материалов, работы с НТД)
2	Компетенция ПК-4	2, 4, 7, 9, 11, 13, 15, 16, 20, 22, 25, 26, 28, 30, 32, 34 (проверяет навыки математического моделирования (TCAD, электродинамика, тепловые поля), использование ПО для обработки спектров, статистического анализа, аппроксимации данных и цифровой фильтрации)

5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

5.4.1 Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся НГТУ:

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/norm_docs_ngtu/polog_kontrol_yspev.pdf?14-11-23

5.4.2 Положение о практической подготовке обучающихся, осваивающих образовательные программы высшего образования в НГТУ:

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/otdel_practiki/polozh-prakt-op-vo.pdf?27-09-24

6. Производственная практика (преддипломная) (Б2.П.5)

6.1. Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, соответствующих с планируемыми результатами освоения ОП

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)
ПК-1	Способен создавать новые материалы для энергетики и фотоники с заданным комплексом свойств для конкретных изделий с учетом рационального расходования основных и вспомогательных материалов и экологических последствий применения	ИПК-1.1. Определяет физические, физико-химические и технологические закономерности формирования состава, структуры и свойств материалов для энергетики и фотоники а также анализирует факторы, влияющие на рациональный расход основных и вспомогательных материалов и экологические последствия применения материалов и компонентов	Знать: - физические, физико-химические и технологические закономерности формирования состава, структуры и свойств материалов, исследуемых в рамках выпускной квалификационной работы; - факторы, влияющие на рациональный расход основных и вспомогательных материалов и экологические последствия их применения, анализируемые при подготовке выпускной квалификационной работы; Уметь: - определять физические и физико-химические закономерности формирования свойств материалов на основе результатов, полученных при подготовке выпускной квалификационной работы; - анализировать факторы ресурсосбережения и экологические последствия применения материалов и компонентов, исследуемых в рамках преддипломной практики; Владеть: - навыками выявления закономерностей формирования состава и свойств материалов по результатам исследований, обобщаемых в выпускной квалификационной работе; - методикой анализа факторов рационального расхода материалов и их экологических последствий применительно к теме выпускной квалификационной работы
		ИПК-1.2. Разрабатывает технологические решения по созданию новых материалов и компонентов для изделий электроники и фотоники с заданным комплексом функциональных, эксплуатационных и технологических свойств с учетом требований ресурсосбережения, электронной гигиены и экологической безопасности	Знать: - подходы к разработке технологических решений по созданию новых материалов и компонентов, обобщаемые и систематизируемые в рамках подготовки выпускной квалификационной работы; - требования ресурсосбережения, электронной гигиены и экологической безопасности, учитываемые при разработке технологических решений, представляемых в выпускной квалификационной работе; Уметь: - разрабатывать и обосновывать технологические решения по созданию новых материалов и компонентов в рамках содержания выпускной квалификационной работы; - формулировать предложения по совершенствованию технологических решений с учетом требований ресурсосбережения и экологической безопасности при подготовке к

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)
			защите выпускной квалификационной работы; Владеть: - навыками формирования и обоснования технологических решений по созданию новых материалов и компонентов для итогового изложения в выпускной квалификационной работе; - методикой аргументации технологических решений с учетом требований ресурсосбережения и экологической безопасности в тексте выпускной квалификационной работы
		ИПК-1.3. Осуществляет выбор и применяет физические и физико-химические методы контроля процессов производства материалов и компонентов для электроники и фотоники, анализирует соответствие полученных характеристик заданным требованиям к качеству, надежности, материалов, эффективности, санитарно-гигиеническим условиям производства и экологической безопасности	Знать: - физические и физико-химические методы контроля процессов производства материалов и компонентов, использованные при выполнении исследований для выпускной квалификационной работы; - требования к качеству, надежности и экологической безопасности, применяемые при итоговом анализе характеристик материалов, представленных в выпускной квалификационной работе; Уметь: - осуществлять выбор и применение физических и физико-химических методов контроля для завершения экспериментальной части выпускной квалификационной работы; - анализировать и обобщать соответствие полученных характеристик материалов заданным требованиям к качеству и безопасности при подготовке итоговых выводов к выпускной квалификационной работе; Владеть: - навыками применения физических и физико-химических методов контроля для завершения исследований, представленных в выпускной квалификационной работе; - методикой итогового анализа соответствия полученных характеристик материалов установленным требованиям в рамках подготовки выпускной квалификационной работы
ПК-2	Способен осуществлять, организовывать и координировать работы по созданию и исследованию материалов для энергетики и фотоники	ИПК-2.1. Определяет требования к химическому и фазовому составу, структуре, комплексу физико-химических, электрофизических, оптических и эксплуатационных характеристик материалов для электроники и фотоники на основе анализа назначения, условий применения и нормативно-технической документации	Знать: - требования нормативно-технической документации к химическому и фазовому составу и эксплуатационным характеристикам материалов, обобщаемые в выпускной квалификационной работе; - методы анализа назначения и условий применения материалов, использованные при формировании итоговых положений выпускной квалификационной работы; Уметь: - определять и систематизировать требования к составу и характеристикам материалов для электроники и фотоники при подготовке заключительной части выпускной квалификационной работы; - применять нормативно-техническую документацию для обоснования итоговых требований к материалам, представленных в выпускной квалификационной работе; Владеть:

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)
			- навыками итогового анализа нормативно-технической документации при формулировании требований к материалам в тексте выпускной квалификационной работы; - методикой обоснования требований к физико-химическим и эксплуатационным характеристикам материалов в заключительных положениях выпускной квалификационной работы
		ИПК-2.2. Осуществляет организацию, координацию и анализ работ по экспериментальному исследованию и испытаниям материалов для электроники и фотоники, использует современные методы диагностики для оценки соответствия полученных материалов заданным требованиям	Знать: - порядок организации и обобщения результатов экспериментальных исследований и испытаний материалов, представляемых в выпускной квалификационной работе; - современные методы диагностики материалов, использованные для итоговой оценки соответствия полученных результатов заданным требованиям в рамках диссертационного исследования; Уметь: - обобщать и систематизировать результаты организации экспериментальных исследований и испытаний материалов при подготовке итогового текста выпускной квалификационной работы; - применять современные методы диагностики для формулирования окончательных выводов о соответствии материалов заданным требованиям в выпускной квалификационной работе; Владеть: - навыками итоговой организации и анализа результатов экспериментальных исследований материалов, представляемых в выпускной квалификационной работе; - методикой применения современных методов диагностики для формулирования выводов выпускной квалификационной работы.
ПК-3	Способность совместного решения научных, производственных и организационных задач с работниками смежных подразделений, связанных с материаловедческим обеспечением технологического процесса	ИПК-3.1. Определяет перечень задач межподраздельного взаимодействия в области материаловедческого обеспечения технологического процесса, анализирует требования к сырью, материалам, параметрам технологических операций, методам контроля и критериям качества, использует действующую нормативную и технологическую документацию	Знать: - структуру взаимодействия подразделений при решении задач материаловедческого обеспечения технологического процесса, отраженную в материалах выпускной квалификационной работы; - действующую нормативную и технологическую документацию, использованную при анализе требований к сырью и материалам в рамках выпускной квалификационной работы; Уметь: - определять и систематизировать перечень задач межподразделенческого взаимодействия применительно к результатам, представленным в выпускной квалификационной работе; - анализировать требования к сырью, материалам и критериям качества с использованием нормативной документации при подготовке итоговых выводов выпускной квалификационной работы; Владеть: - навыками итоговой систематизации задач межподразделенческого взаимодействия в

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)
			тексте выпускной квалификационной работы; - методикой анализа требований к сырью и материалам на основе нормативной документации для формулирования заключений выпускной квалификационной работы
		ИПК-3.2. Осуществляет координацию совместной деятельности работников смежных подразделений при решении задач материаловедческого сопровождения технологического процесса, анализирует результаты взаимодействия между подразделениями, причины отклонений технологических и материаловедческих параметров от установленных требований, использует результаты анализа для корректировки технологических решений, повышения качества продукции и обеспечения воспроизводимости производственных процессов	Знать: - принципы координации совместной деятельности работников смежных подразделений, отраженные в результатах, обобщаемых в выпускной квалификационной работе; - причины отклонений технологических и материаловедческих параметров от установленных требований, анализируемые в рамках выпускной квалификационной работы; Уметь: - обобщать результаты взаимодействия между подразделениями и анализировать причины отклонений параметров при подготовке итогового текста выпускной квалификационной работ; - использовать результаты анализа отклонений для формулирования рекомендаций по корректировке технологических решений в выпускной квалификационной работе; Владеть: - навыками итогового анализа результатов взаимодействия подразделений для формулирования выводов выпускной квалификационной работы; - методикой использования результатов анализа отклонений технологических параметров для разработки рекомендаций, представленных в выпускной квалификационной работе
ПК-4	Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности	ИПК-4.1. Осваивает цифровые технологии математического и информационного моделирования используемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной деятельности	Знать: - цифровые технологии математического и информационного моделирования, примененные при выполнении исследовательской части выпускной квалификационной работы; - программные средства моделирования процессов, явлений и объектов, использованные для получения результатов, представленных в выпускной квалификационной работе; Уметь: - применять освоенные цифровые технологии моделирования для завершения расчетной и аналитической части выпускной квалификационной работы; - использовать программные средства моделирования для проверки и обоснования ито-

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)
			говых результатов, представленных в выпускной квалификационной работе; Владеть: - навыками применения цифровых технологий математического и информационного моделирования при подготовке выпускной квалификационной работы; - методикой использования программных средств моделирования для обоснования и иллюстрации результатов выпускной квалификационной работы
		ИПК-4.2. Применяет цифровые технологии в профессиональной деятельности	Знать: - цифровые технологии, применяемые для обработки, анализа и оформления результатов профессиональной деятельности при подготовке выпускной квалификационной работы; - возможности использования цифровых инструментов для представления итоговых результатов исследования в тексте и презентации выпускной квалификационной работы; Уметь: - применять цифровые технологии для итоговой обработки и анализа данных, полученных в ходе подготовки выпускной квалификационной работы; - использовать цифровые инструменты для оформления, визуализации и представления результатов выпускной квалификационной работы при публичной защите; Владеть: - навыками применения цифровых технологий на завершающем этапе подготовки выпускной квалификационной работы; - методикой использования цифровых инструментов для оформления и представления результатов выпускной квалификационной работы к защите

6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

При проведении промежуточной аттестации по итогам практики используются следующие показатели оценивания компетенций:

- 1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины
- 2) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов.
- 3) Защита отчета, в т.ч. качество доклада.
- 4) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений.
- 5) Ответы на контрольные вопросы.

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
Знать: - физические, физико-химические и технологические закономерности формирования состава, структуры и свойств материалов, исследуемых в рамках выпускной квалификационной работы; - факторы, влияющие на рациональный расход основных и вспомогательных материалов и экологические последствия их применения, анализируемые при подготовке выпускной квалификационной работы; Уметь: - определять физические и физико-химические закономерности формирования свойств материалов на основе результатов, полученных при подготовке выпускной квалификационной работы; - анализировать факторы ресурсосбережения и экологические последствия применения материалов и компонентов, исследуемых в рамках преддипломной практики; Владеть: - навыками выявления закономерностей формирования состава и свойств материалов по результатам исследований, обобщаемых в выпускной квалификационной работе; - методикой анализа факторов рационального расхода материалов и их экологических последствий применительно к теме выпускной квалификационной работы	Магистрант не знает фундаментальных физических и физико-химических закономерностей формирования структуры исследуемых материалов. Не способен выявить факторы, влияющие на расход материалов, и полностью игнорирует экологические аспекты в контексте своей ВКР	Демонстрирует фрагментарные знания. При попытке определить закономерности формирования свойств материалов допускает грубые физические или химические ошибки. Анализ факторов ресурсосбережения носит поверхностный характер и слабо увязан со спецификой ВКР	Уверенно описывает закономерности формирования состава и свойств материалов. Корректно анализирует факторы рационального расхода материалов и экологические последствия. Навыки обобщения данных в тексте отчета присутствуют, но требуют незначительной стилистической или логической корректировки	Демонстрирует глубокие, системные знания. Проводит исчерпывающий, научно обоснованный анализ физико-химических закономерностей. Безупречно владеет методикой оценки экологических рисков и ресурсосбережения, органично интегрируя эти данные в теоретическую базу выпускной квалификационной работы	1) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 2) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений. 3) Ответы на контрольные вопросы
Знать: - подходы к разработке технологических решений по созданию новых материалов и компонентов, обобщаемые и систематизируемые в рамках	Магистрант не имеет представления о подходах к разработке технологических решений. Не учитывает требования электронной гиги-	Предлагаемые технологические решения скопированы или не имеют должного научного обоснования. Студент слабо ориентируется в	Способен самостоятельно разрабатывать и обосновывать адекватные технологические решения. Учитывает требования ресурсосбереже-	Демонстрирует высокий уровень инженерного и научного мышления. Предлагает инновационные или глубоко оптимизированные	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производ-

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
подготовки выпускной квалификационной работы; - требования ресурсосбережения, электронной гигиены и экологической безопасности, учитываемые при разработке технологических решений, представляемых в выпускной квалификационной работе; Уметь: - разрабатывать и обосновывать технологические решения по созданию новых материалов и компонентов в рамках содержания выпускной квалификационной работы; - формулировать предложения по совершенствованию технологических решений с учетом требований ресурсосбережения и экологической безопасности при подготовке к защите выпускной квалификационной работы; Владеть: - навыками формирования и обоснования технологических решений по созданию новых материалов и компонентов для итогового изложения в выпускной квалификационной работе; - методикой аргументации технологических решений с учетом требований ресурсосбережения и экологической безопасности в тексте выпускной квалификационной работы	ны. Не способен сформулировать предложения по созданию новых материалов и компонентов	требованиях электронной гигиены и экологической безопасности. Аргументация в тексте отчета/ВКР выстроена нелогично	ния и чистоты производственных процессов. Успешно формулирует предложения по совершенствованию технологий, допуская лишь мелкие недочеты в аргументации	технологические решения. Блестяще владеет методикой аргументации, полностью учитывая специфику создания компонентов фотоники и строгие требования электронной гигиены	ственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 2) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 3) Защита отчета, в т.ч. качество доклада. 4) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений.
Знать: - физические и физико-химические методы контроля процессов производства материалов и компонентов, использованные при выполнении исследований для выпускной квалификационной работы; - требования к качеству, надежности	Не знает современных методов контроля процессов производства. Не способен осуществить выбор физико-химических методов для завершения экспериментальной части ВКР. Не понимает критериев качества и	Выбор методов контроля осуществлен с ошибками или не соответствует задачам исследования. Анализ соответствия характеристик материалов заданным требованиям проведен поверхностно, без использования	Правильно выбирает и применяет физико-химические методы контроля (СЭМ, РФА, спектроскопия и др.). Корректно анализирует полученные характеристики материалов, сопоставляя их с требованиями к качеству и	Свободно ориентируется в широком спектре методов контроля и диагностики. Самостоятельно проводит сложный, многофакторный анализ качества материалов. Демонстрирует выдающиеся навыки обобщения экспери-	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
и экологической безопасности, применяемые при итоговом анализе характеристик материалов, представленных в выпускной квалификационной работе; Уметь: - осуществлять выбор и применение физических и физико-химических методов контроля для завершения экспериментальной части выпускной квалификационной работы; - анализировать и обобщать соответствие полученных характеристик материалов заданным требованиям к качеству и безопасности при подготовке итоговых выводов д выпускной квалификационной работы; Владеть: - навыками применения физических и физико-химических методов контроля для завершения исследований, представленных в выпускной квалификационной работе; - методикой итогового анализа соответствия полученных характеристик материалов установленным требованиям в рамках подготовки выпускной квалификационной работы	надежности материалов	математической статистики или оценки погрешностей.	безопасности. Делает обоснованные итоговые выводы	ментальных данных для формирования безупречных итоговых выводов ВКР	2) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 3) Защита отчета, в т.ч. качество доклада. 4) Ответы на контрольные вопросы
Знать: - требования нормативно-технической документации к химическому и фазовому составу и эксплуатационным характеристикам материалов, обобщаемые в выпускной квалификационной работе; - методы анализа назначения и условий применения материалов, использованные при формировании итоговых положений выпускной квалификационной работы;	Магистрант не знаком с требованиями действующих ГОСТ, ТУ, ОСТ к исследуемым материалам. Не умеет систематизировать требования к химическому и фазовому составу	Приводит перечень нормативных документов, но не умеет применять их положения для обоснования требований к материалам в своей ВКР. Анализ условий эксплуатации компонентов фотоники и электроники выполнен формально	Уверенно работает с НТД. Грамотно определяет и систематизирует требования к составу и эксплуатационным характеристикам материалов. Умеет обосновывать итоговые положения ВКР ссылками на соответствующие стандарты	Демонстрирует профессиональное владение навыками работы с НТД. Проводит глубокий, критический анализ стандартов, увязывая их с экстремальными или специфическими условиями применения разрабатываемых материалов. Формулировки требований к материалам в тексте безупречны	1) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 2) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поста-

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
Уметь: - определять и систематизировать требования к составу и характеристикам материалов для электроники и фотоники при подготовке заключительной части выпускной квалификационной работы; - применять нормативно-техническую документацию для обоснования итоговых требований к материалам, представленных в выпускной квалификационной работе; Владеть: - навыками итогового анализа нормативно-технической документации при формулировании требований к материалам в тексте выпускной квалификационной работы; - методикой обоснования требований к физико-химическим и эксплуатационным характеристикам материалов в заключительных положениях выпускной квалификационной работы					вить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений. 3) Ответы на контрольные вопросы
Знать: - порядок организации и обобщения результатов экспериментальных исследований и испытаний материалов, представляемых в выпускной квалификационной работе; - современные методы диагностики материалов, использованные для итоговой оценки соответствия полученных результатов заданным требованиям в рамках диссертационного исследования; Уметь: - обобщать и систематизировать результаты организации экспериментальных исследований и испытаний материалов при подготовке	Магистрант не знает порядка организации экспериментальных исследований. Не способен обобщить результаты испытаний. Практическая часть работы для ВКР не выполнена или выполнена чужими руками	Экспериментальные исследования организованы бессистемно. Навыки применения современных методов диагностики развиты слабо. Обобщение результатов в тексте отчета имеет вид набора разрозненных данных без четких логических связей и окончательных выводов	Самостоятельно организует и проводит экспериментальные исследования на хорошем научном уровне. Эффективно применяет современные методы диагностики. Систематизирует результаты испытаний, формулируя четкие выводы о соответствии материалов заданным параметрам	Демонстрирует уровень подготовки, соответствующий квалификации самостоятельного научного сотрудника. Виртуозно организует эксперимент, применяет передовые методы диагностики и сложную обработку данных. Итоговые выводы отличаются научной новизной, высокой достоверностью и полностью готовы для защиты ВКР	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 2) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 3) Защита отчета, в т.ч. качество доклада.

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
итогового текста выпускной квалификационной работы; - применять современные методы диагностики для формулирования окончательных выводов о соответствии материалов заданным требованиям в выпускной квалификационной работе; Владеть: - навыками итоговой организации и анализа результатов экспериментальных исследований материалов, представляемых в выпускной квалификационной работе; - методикой применения современных методов диагностики для формулирования выводов выпускной квалификационной работы.					4) Ответы на контрольные вопросы
Знать: - структуру взаимодействия подразделений при решении задач материаловедческого обеспечения технологического процесса, отраженную в материалах выпускной квалификационной работы; - действующую нормативную и технологическую документацию, использованную при анализе требований к сырью и материалам в рамках выпускной квалификационной работы; Уметь: - определять и систематизировать перечень задач межподразделенческого взаимодействия применительно к результатам, представленным в выпускной квалификационной работе; - анализировать требования к сырью, материалам и критериям качества с использованием нормативной документации при подготовке ито-	Студент не знает нормативную базу (ГОСТ, ТУ), применимую к теме ВКР. Задачи взаимодействия со смежными подразделениями не определены. В отчете отсутствует анализ требований к материалам	Нормативная документация перечислена формально, без глубокого анализа. Задачи межподразделенческого взаимодействия описаны поверхностно. Выводы для ВКР сформулированы нечетко	Студент уверенно анализирует требования к сырью и критериям качества по ГОСТ/ТУ. Систематизация задач взаимодействия подразделений логично встроена в текст отчета и готова для переноса в ВКР	Проведен исчерпывающий, критический анализ нормативной документации. Студент безупречно систематизировал регламенты передачи материалов между структурами предприятия, выявил узкие места и сформулировал аргументированные заключения для ВКР	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 2) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 3) Защита отчета, в т.ч. качество доклада. 4) Ответы на контрольные вопросы

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
говых выводов выпускной квалификационной работы; Владеть: - навыками итоговой систематизации задач межподразделенческого взаимодействия в тексте выпускной квалификационной работы; - методикой анализа требований к сырью и материалам на основе нормативной документации для формулирования заключений выпускной квалификационной работы					
Знать: - принципы координации совместной деятельности работников смежных подразделений, отраженные в результатах, обобщаемых в выпускной квалификационной работе; - причины отклонений технологических и материаловедческих параметров от установленных требований, анализируемые в рамках выпускной квалификационной работы; Уметь: - обобщать результаты взаимодействия между подразделениями и анализировать причины отклонений параметров при подготовке итогового текста выпускной квалификационной работ; - использовать результаты анализа отклонений для формулирования рекомендаций по корректировке технологических решений в выпускной квалификационной работе; Владеть: - навыками итогового анализа результатов взаимодействия подразделений для формулирования выводов выпускной квалификационной работы; - методикой использования резуль-	Студент не понимает причин отклонений технологических и материаловедческих параметров. Не способен обобщить результаты работы и предложить рекомендации для ВКР	Причины отклонений названы (переписаны из литературы), но физико-химическая суть не раскрыта. Предложенные рекомендации носят тривиальный характер, координация деятельности со смежниками не отражена	Студент грамотно анализирует причины сбоев технологии/брака материалов. На основе взаимодействия с лабораториями предприятия разработаны адекватные рекомендации по корректировке режимов, пригодные для включения в ВКР	Проведен глубокий научный анализ первопричин отклонений параметров. Студент предлагает инновационные рекомендации по корректировке технологических решений, составляющие основу научной новизны ВКР	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 2) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 3) Защита отчета, в т.ч. качество доклада.

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
татов анализа отклонений технологических параметров для разработки рекомендаций, представленных в выпускной квалификационной работе					
Знать: - цифровые технологии математического и информационного моделирования, примененные при выполнении исследовательской части выпускной квалификационной работы; - программные средства моделирования процессов, явлений и объектов, использованные для получения результатов, представленных в выпускной квалификационной работе; Уметь: - применять освоенные цифровые технологии моделирования для завершения расчетной и аналитической части выпускной квалификационной работы; - использовать программные средства моделирования для проверки и обоснования итоговых результатов, представленных в выпускной квалификационной работе; Владеть: - навыками применения цифровых технологий математического и информационного моделирования при подготовке выпускной квалификационной работы; - методикой использования программных средств моделирования для обоснования и иллюстрации результатов выпускной квалификационной работы	Цифровые технологии моделирования не применялись. Расчетная часть для ВКР отсутствует. Студент не знает профильного ПО	Программные средства использованы на примитивном уровне (по готовому шаблону). Студент не может обосновать выбор граничных условий или физический смысл полученных результатов	Уверенное владение профильным ПО. Моделирование процессов выполнено корректно, результаты использованы для проверки и обоснования экспериментальной части ВКР	Продemonстрирован высокий уровень владения цифровым моделированием. Созданы сложные адекватные модели процессов, результаты симуляции верифицированы экспериментально и формируют сильную доказательную базу ВКР	1) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 2) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений. 3) Ответы на контрольные вопросы
Знать: - цифровые технологии, применяе-	Данные не обработаны или обработаны неверно. Графи-	Использованы простейшие инструменты обработки	Данные корректно обработаны с применением про-	Применены продвинутые методы цифровой обработки	1) Качество подготовки отчета, в том числе

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
мые для обработки, анализа и оформления результатов профессиональной деятельности при подготовке выпускной квалификационной работы; - возможности использования цифровых инструментов для представления итоговых результатов исследования в тексте и презентации выпускной квалификационной работы; Уметь: - применять цифровые технологии для итоговой обработки и анализа данных, полученных в ходе подготовки выпускной квалификационной работы; - использовать цифровые инструменты для оформления, визуализации и представления результатов выпускной квалификационной работы при публичной защите; Владеть: - навыками применения цифровых технологий на завершающем этапе подготовки выпускной квалификационной работы; - методикой использования цифровых инструментов для оформления и представления результатов выпускной квалификационной работы к защите	ки нечитаемы, оформление не соответствует стандартам. Презентация к защите отсутствует или выполнена крайне небрежно	данных. В визуализации много ошибок (отсутствуют оси, размерности, легенды). Презентация перегружена текстом, цифровые инструменты визуализации применены слабо	фильных программ. Иллюстрации в отчете оформлены по ГОСТ. Презентация структурирована, наглядно отражает результаты работы для подготовки к защите ВКР	и статистического анализа. Идеальное визуальное оформление результатов (уровень научных публикаций). Презентация демонстрирует высочайший уровень применения инфографики и цифровых инструментов	полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 2) Защита отчета, в т.ч. качество доклада

Основываясь на результатах обучения, разработана шкала оценивания для промежуточной аттестации по итогам практики.

Показатели оценивания	Критерии оценивания результатов			
	3. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение
Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины	Негативный отзыв. Нарушения ТБ и дисциплины. Полная неспособность к самостоятельной работе	Положительный отзыв с замечаниями. Студент безынициативен, нарушал график, требовал микроменеджмента	Хороший отзыв. Студент дисциплинирован, выполнил задачи, но показал средний уровень самоорганизации	Отличный отзыв. Отмечены высокая техническая грамотность, ответственность, эффективный тайм-менеджмент
Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов	Отчет не сдан, или абсолютно не соответствует требованиям ГОСТ 7.32-2017 и структуре	Материал изложен неполно. Имеются логические разрывы, серьезные нарушения ГОСТ (оформление списка литературы, графиков)	Отчет логичен, полно отражает ход НИР. Имеются незначительные стилистические или оформительские недочеты	Отчет представляет собой глубокий научно-технический труд. Оформление безукоризненно соответствует ГОСТ 7.32-2017. Иллюстративный и табличный материал выполнен на высоком уровне
Защита отчета, в т.ч. качество доклада	Доклад отсутствует или зачитывается с трудом. Презентация не отражает суть проделанной работы	Доклад невнятный, студент читает с листа, презентация оформлена небрежно, регламент нарушен. Визуальные материалы некачественные, графики без осей/легенд	Доклад ясный, презентация наглядно отражает результаты работы, студент уложился в регламент. Логика исследования понятна	Блестящий доклад, свободное владение материалом, презентация профессионального уровня, четкие акценты на личных результатах
Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений	Задание не выполнено. Постановка задачи неверная. Собственные решения отсутствуют	Задание выполнено формально (поверхностно). Проведен слабый поиск известных решений. Технические/организационные решения тривиальны и не аргументированы	Задание выполнено в полном объеме, проведен качественный патентно-информационный поиск, предложены и реализованы стандартные, но эффективные решения	Задание выполнено на научно-исследовательском уровне, предложены инновационные технические или организационные решения по оптимизации процессов
Ответы на контрольные во-	Не ориентируется в физико-	Отвечает только на базовые	Дает полные ответы по су-	Исчерпывающие ответы,

Показатели оценивания	Критерии оценивания результатов			
	3. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение
просы	химических процессах НИР	вопросы. Отвечает неуверенно, путает термины (методы очистки, виды автоматизации)	ществу, демонстрирует хорошее знание процессов	подкрепленные знанием смежных областей физики поверхности и схемотехники

6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, при проведении промежуточной аттестации по производственной практике (преддипломная)

6.3.1 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. Разработка и оптимизация адсорбционных методов глубокой очистки тетрафторида кремния от примесей фторсиланов.

2. Исследование влияния материала контейнеров на деградацию высокочистого моно-силана при длительном хранении.

3. Разработка методики хромато-масс-спектрометрического контроля ультраследовых примесей в аммиаке для GaN-эпитаксии.

4. Оптимизация процесса ректификационной очистки триметилгаллия (ТМГ) для MOCVD технологии.

5. Физико-химическое исследование процесса синтеза изотопно-чистого кремния-28 для квантовой фотоники.

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

6. Исследование влияния параметров плазмохимического травления на профиль края затвора СВЧ-транзисторов.

7. Анализ причин возникновения дислокаций несоответствия при эпитаксиальном росте кремния на сапфире (KHC).

8. Оптимизация температурно-временных режимов формирования омических контактов к карбиду кремния (SiC).

9. Исследование радиационной деградации подзатворного диэлектрика в КМОП-микросхемах космического назначения.

10. Разработка технологического маршрута создания микроэлектромеханических (МЭМС) датчиков давления на кремнии.

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

11. Исследование влияния термопрофиля поверхностного монтажа на образование интерметаллидов в бессвинцовых паяных соединениях.

12. Электродинамическое моделирование и технологическая реализация полосно-пропускающих фильтров на технологии LTCC.

13. Оптимизация систем кондуктивного теплоотвода в приемопередающих модулях активных фазированных антенных решеток (АФАР).

14. Исследование деградации волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) в условиях воздействия криогенных температур.

15. Разработка методики неразрушающего контроля BGA-соединений многослойных печатных плат методом рентгеновской томографии.

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

16. Разработка одnoreакторной установки для каталитического синтеза силана и тетрахлорида кремния с использованием анионитного катализатора.
17. Переработка тетрахлорида кремния в трихлорсилан.
18. Анализ высокочистых силоксановых прекурсоров для оптических систем на содержание «красящих примесей».
19. Плазмохимическое восстановление тетрахлорида кремния до трихлорсилана.
20. УФ-спектрометрический контроль эффективности очистки баллонов под высокочистые вещества от масляных загрязнений
21. Адсорбционная очистка тетрахлорида кремния от примеси бензола

6.3.2 Перечень типовых заданий (вопросов)

Примерный перечень заданий на базе заявленных в п. 6.3.1 тем индивидуальных заданий, направленных на проверку исследовательских, технологических и организационных навыков студента-практиканта:

- по тематикам индивидуальных заданий для студентов, проходящих практику на предприятиях химико-технологического направления, например, ООО «Фирма «ХОРСТ»:

1. В чем заключается физико-химический механизм адсорбционной очистки тетрафторида кремния от примесей фторсиланов?
2. Какие меры экологической безопасности необходимо учитывать при разработке методов утилизации отработанных фторсиланов?
3. Каким образом материал стенок газовых баллонов влияет на кинетику деградации высокочистого моносилана при хранении?
4. Какое программное обеспечение вы применяли для расшифровки масс-спектров при поиске ультраследовых примесей?
5. Как регламентируется передача данных о примесях в аммиаке между аналитической лабораторией и заказчиком (отделом эпитаксии)?
6. По каким термодинамическим критериям вы проводили оптимизацию процесса ректификации триметилгаллия (ТМГ)?
7. Чем физические и тепловые свойства изотопно-чистого кремния-28 отличаются от природного кремния в контексте применения в фотонике?
8. Какие действующие ГОСТы или ТУ определяют предельно допустимое содержание влаги и кислорода в прекурсорах для MOCVD?

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

9. Как давление и состав газовой смеси при плазмохимическом травлении влияют на угол наклона края затвора СВЧ-транзистора?
10. Какие цифровые инструменты (например, модули TCAD) использовались для моделирования профиля травления и как задавались граничные условия?
11. Объясните кристаллографические причины возникновения дислокаций несоответствия на границе раздела «кремний-сапфир» (KHC).
12. Опишите структуру взаимодействия: кто и в какой форме передает технологам данные о выявленных на пластинах дислокациях для корректировки процесса?
13. Почему формирование омических контактов к карбиду кремния (SiC) требует специфических (высокотемпературных) временных режимов по сравнению с кремнием?
14. В чем заключается физический механизм радиационной деградации (накопления заряда) в подзатворном диэлектрике космических КМОП-микросхем?
15. Обоснуйте логику предложенного вами технологического маршрута создания МЭМС-датчиков давления (какие операции являются критическими).
16. С помощью каких программных средств вы проводили статистическую обработку разброса параметров МЭМС-датчиков по площади кремниевой пластины?

- по тематикам индивидуальных заданий для студентов, проходящих практику на предприятиях радиоэлектронной и СВЧ промышленности, например, АО «ФНПЦ «НННПТ» / АО «НПП «Полет» / АО «НПП «Салют» и другие:

17. Какие фазы интерметаллидов образуются в бессвинцовых паяных соединениях при превышении оптимальной температуры профиля поверхностного монтажа?

18. Какое ПО (например, CST Microwave Studio, HFSS) применялось для электродинамического моделирования фильтров и каковы преимущества этого инструмента?

19. Как усадка керамического материала LTCC при обжиге влияет на итоговую топологию и АЧХ полосно-пропускающего фильтра?

20. Опишите граничные условия, которые вы задавали при тепловом моделировании кондуктивного теплоотвода в модулях АФАР.

21. Как организовано совместное решение задачи по проектированию системы охлаждения АФАР между конструкторским отделом и технологами-материаловедами?

22. Какие структурные изменения происходят в кварцевом стекле и защитных покрытиях ВОЛС при циклическом воздействии криогенных температур?

23. В чем заключается специфика методики рентгеновской томографии для оценки качества скрытых BGA-соединений по сравнению с обычной 2D-рентгеноскопией?

24. Какие алгоритмы или программные фильтры применяются для 3D-реконструкции изображений BGA-шариков при неразрушающем контроле?

25. Назовите нормативные документы (стандарты IPC или ГОСТ), регламентирующие критерии приемки паяных соединений по результатам рентгеновского контроля.

- по тематикам индивидуальных заданий для студентов, проходящих практику на кафедре «Нанотехнологии и биотехнологии» НГТУ:

26. За счет чего достигается повышение выхода продукта в однореакторной установке каталитического синтеза силана?

27. Каковы экологические преимущества использования анионитного катализатора в процессах синтеза высокочистых веществ?

28. Сравните эффективность различных технологических схем переработки тетраоксида кремния в трихлорсилан.

29. Что представляют собой «красящие примеси» в силоксановых прекурсорах и каков механизм их влияния на оптическое пропускание?

30. Опишите процесс координации действий химика-синтетика и специалиста-спектроскописта при постановке задачи на анализ силоксанов.

31. Объясните физику и химию процесса плазмохимического восстановления тетраоксида кремния в ВЧ-разряде.

32. Какие цифровые технологии обработки сигналов применяются для устранения шумов при УФ-спектрометрическом контроле?

33. Как с помощью методов математической статистики вы подтверждаете достоверность контроля очистки баллонов от масляных загрязнений?

34. За счет каких сил происходит удержание молекул бензола на адсорбенте при очистке тетраоксида кремния?

35. Какие требования технологической безопасности и взаимодействия со службой охраны труда необходимо соблюдать при проектировании установок по переработке хлорсиланов?

Оценочные средства для промежуточной аттестации

	Формируемые компетенции	Номера вопросов
1	Компетенция ПК-1	1, 2, 3, 7, 9, 11, 13, 14, 17, 19, 22, 26, 27, 28, 29, 31, 34 (на проверку знаний физики и химии процес-

		сов, свойств материалов, причин их деградации и аспектов экологии)
2	Компетенция ПК-2	6, 15, 23, 33 (умение выстраивать технологические маршруты, разрабатывать методики контроля и оптимизировать параметры)
3	Компетенция ПК-3	5, 8, 12, 21, 25, 30, 35 (на знание нормативной документации (ГОСТ, ИРС), правил регламентного взаимодействия подразделений, передачи технической информации о браке и требований безопасности)
4	Компетенция ПК-4	4, 10, 16, 18, 20, 24, 32 (владение цифровыми инструментами: TCAD, CST/HFSS, программами статистической обработки данных и реконструкции изображений)

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

6.4.1 Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся НГТУ:

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/norm_docs_ngtu/polog_kontrol_yspev.pdf?14-11-23

6.4.2 Положение о практической подготовке обучающихся, осваивающих образовательные программы высшего образования в НГТУ:

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/otdel_practiki/polozh-prakt-op-vo.pdf?27-09-24