

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Институт физико-химических технологий и материаловедения

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

**УТВЕРЖДАЮ:
Директор ИФХТиМ**

(подпись) Мацулевич Ж.В.
(ф. и. о.)
«20» марта 2025 г.

Оценочные средства по практикам

Направление подготовки: **12.04.04 «Биотехнические системы и технологии»**

Направленность: **Биотехнические и медицинские аппараты и системы**

Год начала подготовки: **2025**

Квалификация выпускника: магистр

Очная форма обучения

г. Нижний Новгород, 2025 г.

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

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

В результате прохождения учебной (производственно-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)
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	ИУК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя её составляющие и связи между ними	Знать: - основные проблемы в сфере биотехнологий; Уметь: - осуществлять поиск, обработку и анализ научнотехнической информации по профилю пройденной практики, в том числе с применением Internet-технологий
		ИУК-1.4. Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов	Знать: - пути решения проблемных ситуаций; Уметь: - разрабатывать и содержательно аргументировать стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов; Владеть: - навыками по реализации различных стратегий, определения различных рисков и пути их устранения
ОПК-1	Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом исследований, разработки и проектирования биотехнических систем и технологий	ИОПК-1.1. Имеет представление о современной научной картине мира, знает основные проблемы и направления развития фундаментальных и прикладных исследований в биомедицинской и экологической инженерии; предметные области использования достижений биомедицинской и экологической инженерии	Знать: - правовые нормы в здравоохранении; - основных положений государственного регулирования деятельности в сфере обращения медицинской техники; - основы законодательства в сфере здравоохранения и обращения медицинских изделий; - нормативно-правовые и технические требования к безопасности изделий медицинского назначения; Уметь: - анализировать основные законодательные акты в сфере обращения медицинской техники; - разрабатывать стратегический и оперативный план организации; - применять основные принципы принятия управленческих решений и других функций управления; Владеть: - представлениями об основных вопросах международного маркетинга
		ИОПК-1.2. Формулирует задачи, направленные на проведение исследований, проектирование и использование в практической	Знать: - особенностей медицинской техники как специфической категории промышленных товаров; Уметь: - применять и выполнять нормативно-

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)
		деятельности биотехнических систем и медицинских изделий, определяет пути их решения и оценивает эффективность выбора	правовые и технические требования для осуществления безопасной эксплуатации медицинского назначения; - управлять процессами обращения медицинских изделий на всех этапах жизненного цикла; Владеть: - осуществлять поиск медицинских изделий и их производителей, лицензиатов производства и технического обслуживания медицинской техники, актуальных версий стандартов, аккредитованных испытательных лабораторий, готовить презентации и доклады по вопросам здравоохранения и обращения медицинских изделий
ПК-2	Способен выбирать оптимальные методы и методики изучения свойств биологических объектов и формировать программы исследований	ИПК-2.1. Использует модели, механизмы и методические подходы к разработке новейших методов исследований в биоинженерии и смежных областях науки и техники	Знать: - наиболее общие законы и правила, на которых базируются методы атомной и молекулярной спектроскопии, которые позволяют устанавливать взаимосвязи между действием электромагнитного излучения на вещество, природой, составом, строением и свойствами вещества, процессами, происходящими в веществе при оказании на него данного воздействия; Уметь: - применять основные физико-химические законы для интерпретации экспериментальных результатов, полученных с использованием методов атомной и молекулярной спектроскопии; Владеть: - терминологией в области менеджмента качества технологического процесса и биотехнологической продукции на биотехнологическом предприятии
ПК-3	Способен к разработке структурных и функциональных схем инновационных биотехнических систем и технологий (включая биомедицинские и экологические задачи), определению их физических принципов действия, структур и медико-технических требований к системе и медицинскому изделию	ИПК-3.1. Определяет перечень проблем в области разработки новых инструментальных методов и инновационных технических средств для биомедицинских исследований и решения задач практического здравоохранения	Знать: - основы проектирования и конструирования инновационных биотехнических систем и технологий; Уметь: - обосновывать принятые технические решения по проектируемым элементам инновационных биотехнических систем и технологий; Владеть: - навыками разработки эскизных, технических и рабочих проектов инновационных биотехнических систем и технологий с использованием средств автоматизации проектирования
		ИПК-3.2. Осуществляет поиск технологий получения и обработки биомедицинской информации для проведения биомедицинских исследований и решения задач практического здравоохранения	Знать: - сущность информационного поиска и системного подхода в исследовательской работе и при проектировании инновационных биотехнических систем и технологий; Уметь: - применять методики проведения технических расчетов по проектам; - работать с актуальной нормативной документацией, регламентирующей профессиональную деятельность, и (или) применять научные данные, результаты экспериментов и наблюдений для решения профессиональ-

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)
			ных задач; Владеть: - опытом изучения источников информации на подготовительном этапе решения профессиональной задачи

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> - основные проблемы в сфере биотехнологий; <u>Уметь:</u> - осуществлять поиск, обработку и анализ научнотехнической информации по профилю пройденной практики, в том числе с применением Internet-технологий	Не может назвать проблемы отрасли биотехнологий/ медицинской техники; не владеет приёмами поиска научно-технической информации; обзорный раздел отчёта отсутствует либо представляет собой некритическую компиляцию	Называет отдельные проблемы поверхностно, без привязки к базе практики; поиск информации ограничен единичными источниками; обзор в отчёте формальный, слабо систематизирован	Уверенно формулирует основные проблемы отрасли применительно к профилю предприятия; самостоятельно осуществляет поиск, систематизацию и анализ источников, включая Internet-ресурсы; обзорный раздел структурирован	Демонстрирует глубокое понимание актуальных проблем биотехнологий и медицинской техники; критически анализирует отечественные и зарубежные источники; обзор отличается полнотой, актуальностью и самостоятельностью выводов	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.
<u>Знать:</u> - пути решения проблемных ситуаций; <u>Уметь:</u> - разрабатывать и содержать аргументировать стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов; <u>Владеть:</u> - навыками по реализации различных стратегий, определения различных рисков и пути их устранения	Не способен сформулировать стратегию решения поставленной задачи; риски не идентифицируются	Предлагает решение без должной аргументации; системный подход формально декларируется, но не реализуется; риски выявлены частично	Предлагает обоснованную стратегию решения проблемной ситуации с опорой на системный подход; идентифицирует основные риски и предлагает меры по их устранению	Разрабатывает несколько альтернативных стратегий, аргументированно обосновывает выбор оптимальной с учётом междисциплинарных факторов; детально прорабатывает риски и мероприятия по их минимизации	1) Отзыв руководителя 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) 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 техни-

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
Знать: - правовые нормы в здравоохранении; - основных положений государственного регулирования деятельности в сфере обращения медицинской техники; - основы законодательства в сфере здравоохранения и обращения медицинских изделий ; - нормативно-правовые и технические требования к безопасности изделий медицинского назначения; Уметь: - анализировать основные законодательные акты в сфере обращения медицинской техники; - разрабатывать стратегический и оперативный план организации; - применять основные принципы принятия управленческих решений и других функций управления; Владеть: - представлениями об основных вопросах международного маркетинга	Не ориентируется в нормативно-правовой базе обращения медицинских изделий, не может назвать ключевые НПА	Называет отдельные НПА без понимания их взаимосвязи и практического применения на базе практики	Уверенно ориентируется в нормативно-правовой базе, применяет её для анализа конкретных ситуаций предприятия, корректно формулирует элементы плана организации	Демонстрирует системное знание регуляторной среды (ЕАЭС, Росздравнадзор), самостоятельно анализирует НПА применительно к специфике предприятия, аргументированно предлагает управленческие решения с учётом маркетинговых аспектов	ческих решений. 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: - особенностей медицинской техники как специфической категории промышленных	Не понимает специфики медицинских изделий как товарной категории; не применяет	Не понимает специфики медицинских изделий как товарной категории; не применяет	Корректно применяет требования к конкретному этапу жизненного цикла изделия; самостоя-	Свободно ориентируется в вопросах жизненного цикла медицинских изделий; эффективно ис-	1) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной струк-

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
товаров; Уметь: - применять и выполнять нормативно-правовые и технические требования для осуществления безопасной эксплуатации медицинского назначения; - управлять процессами обращения медицинских изделий на всех этапах жизненного цикла; Владеть: - осуществлять поиск медицинских изделий и их производителей, лицензиатов производства и технического обслуживания медицинской техники, актуальных версий стандартов, аккредитованных испытательных лабораторий, готовить презентации и доклады по вопросам здравоохранения и обращения медицинских изделий	технические требования к эксплуатации	технические требования к эксплуатации	тально осуществляет информационный поиск; готовит содержательную презентацию	пользует реестры, стандарты, сведения об аккредитованных лабораториях; представляет профессионально оформленный доклад	туре 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.
Знать: - наиболее общие законы и правила, на которых базируются методы атомной и молекулярной спектроскопии, которые позволяют устанавливать взаимосвязи между действием электромагнитного излучения на вещество, природой, составом, строением и	Не знает основных законов спектроскопии, не может интерпретировать экспериментальные данные	Воспроизводит отдельные законы без понимания их связи с экспериментом; терминологией менеджмента качества не владеет	Применяет физико-химические законы для интерпретации результатов, полученных на базе практики; корректно использует терминологию менеджмента качества	Глубоко анализирует взаимосвязь физических принципов и экспериментальных результатов; свободно оперирует терминологией и методологией менеджмента качества применительно к процессу предприятия	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

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
свойствами вещества, процессами, происходящими в веществе при оказании на него данного воздействия; Уметь: - применять основные физико-химические законы для интерпретации экспериментальных результатов, полученных с использованием методов атомной и молекулярной спектроскопии; Владеть: - терминологией в области менеджмента качества технологического процесса и биотехнологической продукции на биотехнологическом предприятии					поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений. 3) Ответы на контрольные вопросы.
Знать: - основы проектирования и конструирования инновационных биотехнических систем и технологий; Уметь: - обосновывать принятые технические решения по проектируемым элементам инновационных биотехнических систем и технологий; Владеть: - навыками разработки эскизных, технических и рабочих проектов инновационных биотехнических систем и технологий с использованием	Не владеет основами проектирования биотехнических систем и технологий, не может предложить техническое решение	Предлагает решения без должного обоснования; средства САПР используются формально или не используются	Разрабатывает обоснованные проектные решения по индивидуальному заданию, применяет средства автоматизации проектирования на достаточном уровне	Разрабатывает эскизный/технический проект инновационной БТС с полным обоснованием, грамотно применяет средства САПР, предлагает оригинальные решения	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 техни-

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
средств автоматизации проектирования					ческих решений
Знать: - сущность информационного поиска и системного подхода в исследовательской работе и при проектировании инновационных биотехнических систем и технологий; Уметь: - применять методики проведения технических расчетов по проектам; - работать с актуальной нормативной документацией, регламентирующей профессиональную деятельность, и (или) применять научные данные, результаты экспериментов и наблюдений для решения профессиональных задач; Владеть: - опытом изучения источников информации на подготовительном этапе решения профессиональной задачи	Не организует информационный поиск, не применяет системный подход; расчёты отсутствуют или некорректны	Информационный поиск и расчёты выполняются с существенными ошибками; нормативная документация используется фрагментарно	Корректно проводит информационный поиск и технические расчёты по индивидуальному заданию, использует актуальную нормативную документацию	Демонстрирует системный подход к информационному поиску, безошибочно выполняет технические расчёты, свободно работает с научными данными и НД	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. 2) 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	Отрицательный отзыв. Отмечены систематические	Отзыв в целом положительный, но отмечена низкая	Положительный отзыв. Студент дисциплинирован, вы-	Исключительно положительный отзыв (характери-

Показатели оценивания	Критерии оценивания результатов			
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение
стве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины	нарушения трудовой дисциплины, пассивность, невыполнение поручений	инициативность, потребность в постоянном контроле, мелкие нарушения распорядка	полнил весь объем работ, но редко проявлял инициативу при решении нестандартных задач	стика). 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/выполнено с грубыми ошибками, задача сформулирована некорректно, поиск решений не проводился	Задание выполнено частично, задача нечеткая, анализ известных решений поверхностный, собственные решения не обоснованы	Задание выполнено полностью, задача сформулирована грамотно, проведен анализ известных решений, собственные решения обоснованы	Задание выполнено на высоком уровне, задача сформулирована четко, проведен глубокий анализ аналогов, предложены оригинальные обоснованные решения
Ответы на контрольные во-	Ответы отсутствуют либо	Ответы неполные, с ошиб-	Дает полные ответы по су-	Ответы полные, точные, ар-

Показатели оценивания	Критерии оценивания результатов			
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение
просы	неверны	ками, требуются наводящие вопросы	ществу, демонстрирует хорошее знание процессов	гументированные

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

1.3.1 Примерные темы индивидуальных заданий

Индивидуальное задание выдаётся руководителем практики от университета совместно с руководителем от базы практики с учётом специфики предприятия/лаборатории/кафедры и темы ВКР студента:

- для практикантов, проходящих практику на предприятиях в области медицинской инженерии: проектирование, производство, испытания, обслуживание, ремонт, сертификация:

1. Разработка технического задания и эскизного проекта модуля диагностической биотехнической системы.

2. Прототипирование корпусных элементов медицинского прибора с применением аддитивных технологий.

3. Разработка и испытание алгоритма обработки биомедицинского сигнала (ЭКГ, ЭЭГ, ФПГ) для встраиваемой системы.

4. Исследование электромагнитной совместимости медицинского электрооборудования и разработка мероприятий по её обеспечению.

5. Разработка методики и проведение технических испытаний электробезопасности медицинского изделия по ГОСТ ИЕС 60601-1.

6. Анализ процедуры регистрации и сертификации медицинского изделия в соответствии с требованиями ЕАЭС/Росздравнадзора.

7. Разработка регламента технического обслуживания и ремонта диагностического медицинского оборудования отделения.

8. Метрологическое обеспечение и калибровка средств измерений в клинко-диагностической лаборатории.

- для практикантов, проходящих практику на предприятиях в области ядерной медицины и применения радиоизотопов:

9. Исследование методов радионуклидной диагностики в выявлении онкологических заболеваний и оценка дозовых нагрузок на пациента.

10. Анализ технических характеристик и принципов работы гамма-камеры/ОФЭКТ-системы отделения радионуклидной диагностики.

11. Разработка предложений по совершенствованию дозиметрического контроля персонала при работе с открытыми источниками ионизирующего излучения.

12. Изучение технологии производства и применения радиофармпрепаратов для диагностики и терапии заболеваний.

13. Анализ методов и аппаратуры брахитерапии в лечении онкологических заболеваний.

14. Оценка радиационной безопасности при эксплуатации терапевтического радиологического оборудования.

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

15. Синтез и исследование биосовместимых наноструктурированных покрытий для имплантируемых медицинских изделий.

16. Концепция интеллектуальной системы поддержки принятия решений для выбора венозного доступа на базе компьютерного зрения.

17. Методология построения интеллектуальной системы прогнозирования послеоперационных осложнений на основе анализа электронных медицинских карт.

18. Проектирование адаптивной системы миоэлектрического управления экзоскелетом нижних конечностей для реабилитации пациентов с рассеянным склерозом.

19. Оптимизация конструкции электронного стетоскопа для инклюзивного применения в медицинской практике.

20. Разработка экспериментальной модели механического протеза кисти с возможностью двойного движения.

1.3.2 Перечень типовых заданий (вопросов)

Примерный перечень заданий на базе заявленных в п. 1.3.1 тем индивидуальных заданий, направленных на проверку исследовательских, технологических и организационных навыков студента-практиканта:

- по тематикам индивидуальных заданий для студентов, проходящих практику на предприятиях медико-инженерного профиля: проектирование, производство, испытания, обслуживание, ремонт, сертификация:

1. Какие разделы должно содержать техническое задание на разработку модуля диагностической биотехнической системы (по ГОСТ 15.301)?

2. Обоснуйте выбор структурной схемы разработанного вами модуля БТС и определите медико-технические требования к нему.

3. Какие ограничения по биосовместимости материалов необходимо учитывать при аддитивном изготовлении корпусных элементов медицинского прибора?

4. Опишите этапы алгоритма предварительной обработки (фильтрации) сигнала ЭКГ/ЭЭГ/ФПГ и обоснуйте выбор метода для вашей задачи.

5. Какие методы выделения информативных признаков биомедицинского сигнала вы использовали и почему они оптимальны для данной диагностической задачи?

6. Какие источники электромагнитных помех характерны для клинических условий эксплуатации медицинского электрооборудования и какие мероприятия по обеспечению ЭМС вы предложили?

7. Перечислите основные виды испытаний электробезопасности медицинского изделия по ГОСТ ИЕС 60601-1 и охарактеризуйте методику измерения токов утечки.

8. Какие классы защиты от поражения электрическим током предусмотрены стандартом и к какому классу относится исследуемое вами изделие?

9. Опишите порядок регистрации медицинского изделия по требованиям ЕАЭС/Росздравнадзора и укажите этап жизненного цикла, на котором проводится экспертиза.

10. Какие нормативно-правовые риски может нести производитель при несоблюдении процедуры подтверждения соответствия медицинского изделия?

11. Как формируется периодичность регламентного технического обслуживания диагностического оборудования и какие критерии положены в основу графика ТО?

12. Какие метрологические характеристики средств измерений клинико-диагностической лаборатории подлежат обязательной поверке и с какой периодичностью?

- по тематикам индивидуальных заданий для студентов, проходящих практику на предприятиях профиля ядерной медицины и применения радиоизотопов:

13. Какие радиофармпрепараты применяются при ПЭТ/ОФЭКТ-диагностике онкологических заболеваний и по какому принципу происходит их накопление в опухолевой ткани?

14. Как рассчитывается эффективная доза облучения пациента при радионуклидном исследовании и какие факторы на неё влияют?

15. Опишите принцип детектирования гамма-излучения в гамма-камере и назначение коллиматора.

16. Какие технические характеристики гамма-камеры/ОФЭКТ-системы определяют пространственное и энергетическое разрешение метода?

17. Какие методы индивидуального дозиметрического контроля персонала при работе с открытыми источниками ионизирующего излучения вы изучили на базе практики?

18. Предложите мероприятия по снижению дозовой нагрузки на персонал отделения радионуклидной диагностики.

19. Опишите основные этапы технологического процесса производства радиофармпрепарата и требования к контролю его качества.

20. Какие требования радиационной безопасности предъявляются к помещениям для приготовления и хранения радиофармпрепаратов?

21. Опишите принцип действия и область клинического применения брахитерапии в сравнении с дистанционной лучевой терапией.

22. Какие источники излучения применяются в брахитерапии и как обеспечивается радиационная безопасность персонала при проведении процедуры?

23. Какие организационно-технические мероприятия обеспечивают радиационную безопасность при эксплуатации терапевтического радиологического оборудования?

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

24. Какие методы используются для синтеза наноструктурированных покрытий на поверхности имплантируемых изделий и какие свойства покрытия при этом улучшаются?

25. Какими методами вы оценивали биосовместимость и адгезионные свойства разработанного покрытия?

26. Опишите архитектуру предложенной вами системы поддержки принятия решений на основе компьютерного зрения для выбора венозного доступа.

27. Какие признаки изображения использует алгоритм для определения оптимальной точки венепункции и как оценивалось качество распознавания?

28. Какие данные электронной медицинской карты использовались в качестве признаков модели прогнозирования послеоперационных осложнений?

29. Каким образом оценивалась точность (метрики качества) разработанной модели прогнозирования и какие ограничения были выявлены?

30. Опишите структурную схему адаптивной системы миоэлектрического управления экзоскелетом и принцип регистрации ЭМГ-сигнала.

31. Какие алгоритмы классификации миоэлектрических сигналов вы применили и как обеспечивается адаптация системы к индивидуальным особенностям пациента с рассеянным склерозом?

32. Какие технические решения были предложены для оптимизации конструкции электронного стетоскопа в целях инклюзивного применения?

33. Обоснуйте выбор частотного диапазона и метода обработки аудиосигнала для регистрации тонов сердца/дыхания в разработанном устройстве.

34. Опишите кинематическую схему экспериментальной модели протеза кисти с двойным движением и обоснуйте медико-технические требования к ней.

35. Какие вопросы охраны результатов интеллектуальной деятельности (патентования) необходимо учитывать при внедрении разработанного технического решения протеза кисти?

Оценочные средства для промежуточной аттестации

	Формируемые компетенции	Номера вопросов
1	Компетенция УК-1	6, 9, 10, 17, 18, 22, 23, 29 (критический анализ проблемных ситуаций, системный подход, выработка стратегии действий)
2	Компетенция ОПК-1	3, 8, 12, 13, 15, 20, 24, 33, 35 (научная картина мира, естественнонаучная сущность проблемы, постановка задач, правовая защита РИД)

3	Компетенция ПК-2	4, 5, 14, 19, 25, 27, 28, 31 (выбор оптимальных методов изучения биологических объектов, формирование программ исследований)
4	Компетенция ПК-3	1, 2, 7, 11, 16, 21, 26, 30, 32, 34 (разработка структурных/функциональных схем инновационных БТС, физические принципы, медико-технические требования)

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, соответствующих 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)
ОПК-2	Способен организовать проведение научного исследования и разработку, представлять и аргументированно защищать полученные результаты интеллектуальной деятельности, связанные с методами и средствами исследований в области биотехнических систем и технологий	ИОПК-2.1. Организует проведение научного исследования и разработку биотехнических систем и медицинских изделий	Знать: - математические методы планирования эксперимента и обработки экспериментальных данных; - системный метод исследования; - основные параметры ведения биотехнологического процесса; - основы методологии научного исследования, включая метод анализа и построения научных теорий; - методы проверки, подтверждения и опровержения научных гипотез и теорий; - основные этапы научного исследования; Уметь: - осуществлять грамотный подбор методов и оборудования для организации биотехнологического процесса; - организовать процессы измерения главных параметров технологического процесса; - использовать методы проверки, подтверждения и опровержения научных гипотез и теорий; - использовать системный метод исследования; Владеть: - навыками выполнения научно-исследовательских работ в области биотехнологии; - подходами к классификации методов исследования
		ИОПК-2.2. Проводит публичное представление результатов научного исследования и разработки, представляет и аргументированно защищает полученные результаты	Знать: - основную научно-техническую литературу в области биотехнологии, включая иностранную (монографии, периодические издания и др); - общенаучные методы и приемы; - основные принципы этики научного сообщества, нормы и нарушения научной этики; - основную структуру, правила оформления и представления результатов своей научно-профессиональной деятельности; - методы визуального и графического представления результатов научной (научно-технической, инновационной технологической) деятельности в виде отчетов, научных публикаций с использованием современных информационных технологий; Уметь: - использовать современные возможности информационных технологий для оформле-

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)
			ния результатов выполненной работы; - обрабатывать и анализировать собранный материал по тематике исследования; - самостоятельно осуществлять сбор, обработку, интерпретацию биологической и биотехнологической информации для решения научных и практических задач в области биотехнологии; - представлять полученные результаты научного исследования в виде научного доклада и презентаций; Владеть: - методологией оформления научных результатов (в виде статей, тезисов, диссертаций); - навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами; - навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике исследования; - методами визуального и графического представления результатов научной (научно-технической, инновационной технологической) деятельности в виде отчетов, научных публикаций с использованием современных информационных технологий; - методами оценки и сравнительного анализа различного биотехнологического оборудования и методов исследования на конкретном технологическом процессе
ОПК-3	Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	ИОПК-3.1. Осуществляет информационный поиск и использует новые знания в своей предметной области	Знать: - основные компьютерные технологии, применяемые в экспериментальных биомедицинских исследованиях; Уметь: - пользоваться научной литературой для самостоятельного решения научноисследовательских и прикладных задач в данной области знаний; Владеть: - компьютерными технологиями обработки и анализа медико-биологических данных, подготовки отчетных материалов средствами электронных коммуникаций
		ИОПК-3.2. Применяет основные фундаментальные математические, физико-химические и биологические знания для решения профессиональных задач, используя информационные технологии	Знать: - аппаратные и программные средства, необходимые исследователю для сбора, хранения, поиска, обработки и анализа биомедицинской и экологической информации при проведении экспериментов; Уметь : - применять полученные знания в исследовательских работах, связанных с проведением биомедицинских экспериментов, созданием информационного и программноалгоритмического обеспечения автоматизированных компьютерных систем и комплексов биомедицинского назначения
ПК-1	Способен анализировать современное состояние проблем в пред-	ИПК-1.1. Использует знания о современном состоянии проблем в предметной области проводимого	Знать: - основные проблемы предметной области биотехнических систем и технологий, методы и средства их решения;

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)
	метной области биотехнических систем и технологий (включая биомедицинские и экологические задачи)	научного исследования; перспективы развития проблемы в предметной области проводимого научного исследования	- нормативные документы по обеспечению комплексной безопасности устройств, приборов, систем и комплексов биомедицинского назначения; Уметь: - использовать результаты освоения фундаментальных и прикладных дисциплин магистерской программы для решения задач в сфере медицинского приборостроения; Владеть: - навыками решения научно-исследовательских, проектных и технологических задач с использованием информационных технологий
		ИПК-1.2. Анализирует поставленные научно-исследовательские задачи в области проводимого исследования; анализировать материал на основе сбора, отбора и изучения литературных, патентных и других источников информации в сфере проводимого научного исследования	Уметь: - планировать и проводить несложные научные работы; Владеть: - основными навыками применения информационных технологий для решения научно-исследовательских и проектных задач
		ИПК-1.3. Обладает навыками сбора научно-технической информации по теме планируемых исследований; навыками обработки и систематизации научно-технической информации по теме планируемых исследований	Уметь: - выявлять цели и задачи исследования, определять последовательность их решения; Владеть: - методами анализа, систематизации и обобщения научнотехнической информации в области инновационных биотехнических систем и технологий
ПК-3	Способен к разработке структурных и функциональных схем инновационных биотехнических систем и технологий (включая биомедицинские и экологические задачи), определению их физических принципов действия, структур и медико-технических требований к системе и медицинскому изделию	ИПК-3.1. Определяет перечень проблем в области разработки новых инструментальных методов и инновационных технических средств для биомедицинских исследований и решения задач практического здравоохранения	Уметь: - применять свои знания для интегрирования теории и практики проектирования; Владеть: - принципами разработки физических, феноменологических, математических и информационно-структурных моделей исследуемых объектов и процессов
		ИПК-3.2. Осуществляет поиск технологий получения и обработки биомедицинской информации для проведения биомедицинских исследований и решения задач практического здравоохранения	Знать: - методы сбора, обработки и систематизации научнотехнической информации по теме планируемых исследований; Уметь: - разбираться в новых для себя предметных областях, в пределах которых предполагается работа проектируемой системы; Владеть: - навыками использования фундаментальных основ современной прикладной науки и современной материальнопроизводственной базы в разрабатываемом продукте, включающих необходимость учёта широкого перечня задач, связанных с исследованиями, проектированием, испытаниями, производством

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)
			и сопровождением при эксплуатации устройств, изделий и приборов медицинского назначения
		ИПК-3.3. Разрабатывает и исследует новые способы и принципы функционирования биотехнических систем и технологий (включая биомедицинские и экологические задачи)	Знать: - основные принципы системного подхода, методологии расчёта и проектирования биомедицинских электронных систем с использованием современной комплектующей базы, принципы их аппаратной и программной организации; Уметь: - разрабатывать структурные и функциональные схемы биотехнических систем и медицинских изделий; - организовывать и проводить научноисследовательские работы в области биомедицинской инженерии; Владеть: - навыками использования фундаментальных основ современной прикладной науки и современной материальнопроизводственной базы в разрабатываемом продукте, включающих необходимость учёта широкого перечня задач, связанных с исследованиями, проектированием, испытаниями, производством и сопровождением при эксплуатации устройств, изделий и приборов медицинского назначения
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: - постановку проблем математического и информационного моделирования сложных систем в профессиональной области; Уметь: - планировать процесс моделирования и вычислительного эксперимента в профессиональной деятельности; Владеть: - методами постановки задач и обработки результатов компьютерного моделирования в профессиональной деятельности
		ИПК-4.2. Применяет цифровые технологии в профессиональной деятельности	Знать: - основные принципы и подходы современных информационных технологий, необходимых для моделирования биотехнических систем; Уметь: - разрабатывать скрипты и программы для задач проектирования и исследования биотехнических систем; - работать на современной электронно-вычислительной технике с объектами профессиональной деятельности; Владеть: - навыками отладки, контроля самостоятельно разработанных программных продуктов; - навыками самостоятельной работы в лаборатории на современной вычислительной технике.

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> - математические методы планирования эксперимента и обработки экспериментальных данных; - системный метод исследования; - основные параметры ведения биотехнологического процесса; - основы методологии научного исследования, включая метод анализа и построения научных теорий; - методы проверки, подтверждения и опровержения научных гипотез и теорий; - основные этапы научного исследования; <u>Уметь:</u> - осуществлять грамотный подбор методов и оборудования для организации биотехнологического процесса; - организовать процессы измерения главных параметров технологического процесса; - использовать методы проверки, подтверждения и опровержения научных гипотез и теорий; - использовать системный метод исследования; <u>Владеть:</u> - навыками выполнения научно-исследовательских работ в области биотехно-	Студент не знает методов планирования эксперимента. Не может обосновать выбор оборудования на базе практики. Системный подход к задаче отсутствует. Индивидуальное задание не выполнено	Знания методов исследования фрагментарны. Студент допускает грубые ошибки при подборе оборудования для биотехнологического процесса. Гипотезы формулируются нечетко. При ответах на вопросы на защите путается в базовой терминологии	Студент в целом грамотно применяет математические и системные методы. Индивидуальное задание выполнено, оборудование подобрано корректно. Однако имеются незначительные недочеты в обосновании гипотез или анализе параметров технологического процесса. Ответы на защите уверенные, но не исчерпывающие	глубокое понимание методологии. Студент самостоятельно и безошибочно спланировал эксперимент с использованием системного анализа. Идеально подобрано оборудование (соответствующее профилю базы практики). На защите дает аргументированные ответы, демонстрирует уверенное владение навыками НИР.	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 известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений. 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	
гии; - подходами к классификации методов исследования					
Знать: - основную научно-техническую литературу в области биотехнологии, включая иностранную (монографии, периодические издания и др); - общенаучные методы и приемы; - основные принципы этики научного сообщества, нормы и нарушения научной этики; - основную структуру, правила оформления и представления результатов своей научно-профессиональной деятельности; - методы визуального и графического представления результатов научной (научно-технической, инновационной технологической) деятельности в виде отчетов, научных публикаций с использованием современных информационных технологий; Уметь: - использовать современные возможности информационных технологий для оформления результатов выполненной работы; - обрабатывать и анализировать собранный материал по тематике исследования; - самостоятельно осуществ-	Отчет не соответствует требованиям (ГОСТ). Отсутствует анализ научной литературы. Графическое представление данных (графики, схемы) отсутствует или выполнено с грубыми нарушениями. Нарушена научная этика (плагиат)	Отчет структурирован слабо. Использована устаревшая или нерелевантная литература (без иностранных источников). Визуализация данных примитивна, презентация к защите не отражает суть работы. Навыки поиска баз данных развиты слабо	Отчет оформлен правильно, литература подобрана по теме исследования (в т.ч. современная). Данные интерпретированы корректно, графики наглядны. Презентация логична. Возможны мелкие огрехи в форматировании отчета или библиографического списка	Отчет является образцовым научным трудом. Проведен глубокий критический анализ отечественных и зарубежных источников (Scopus, Web of Science, eLibrary). Визуализация данных (отчетов, графиков) выполнена на высоком профессиональном уровне. Блестящий научный доклад на защите	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.

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
лять сбор, обработку, интерпретацию биологической и биотехнологической информации для решения научных и практических задач в области биотехнологии; - представлять полученные результаты научного исследования в виде научного доклада и презентаций; <u>Владеть:</u> - методологией оформления научных результатов (в виде статей, тезисов, диссертаций); - навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами; - навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике исследования; - методами визуального и графического представления результатов научной (научно-технической, инновационной технологической) деятельности в виде отчетов, научных публикаций с использованием современных информационных технологий; - методами оценки и сравнительного анализа различного биотехнологического оборудования и методов исследования на конкретном техно-					

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
логическом процессе					
Знать: - основные компьютерные технологии, применяемые в экспериментальных биомедицинских исследованиях; Уметь: - пользоваться научной литературой для самостоятельного решения научноисследовательских и прикладных задач в данной области знаний; Владеть: - компьютерными технологиями обработки и анализа медико-биологических данных, подготовки отчетных материалов средствами электронных коммуникаций	Полное неумение применять компьютерные технологии для обработки медико-биологических данных, собранных на базе практики	Студент использует ПК только как печатную машинку. Обработка данных (например, статистики заболеваний из ДОКБ или сигналов с аппаратуры НИИИС) выполнена с ошибками, без применения специализированных пакетов программ	Уверенное владение стандартными и некоторыми специальными программами. Данные обработаны корректно, сформированы отчетные материалы электронными средствами	Мастерское использование передовых компьютерных технологий (включая специализированное ПО баз практик). Студент способен самостоятельно программировать скрипты или строить сложные модели для анализа медико-биологических данных	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: - аппаратные и программные средства, необходимые исследователю для сбора, хранения, поиска, обработки и анализа биомедицинской и экологической информации при проведении экспериментов; Уметь : - применять полученные знания в исследовательских работах, связанных с проведением биомедицинских экспериментов, созданием информационного и программно-алгоритмического обеспечения автоматизированных компьютерных систем и комплексов биомедицинского назна-	Студент не имеет представления об аппаратных средствах (томографах, лазерах, датчиках и т.д.), применяемых на предприятии. Не способен собирать и анализировать информацию с приборов	Знает лишь внешнее устройство приборов. Допускает ошибки при попытке сбора данных с медицинского оборудования. Не может связать аппаратную часть с программными алгоритмами комплекса	Студент хорошо ориентируется в аппаратных и программных средствах базы практики (например, оборудования радионуклидной диагностики). Успешно собирает и хранит экспериментальные данные. Применяет знания для автоматизации несложных процессов	Студент досконально знает физические принципы и программную оболочку сложнейших биомедицинских систем. Способен предлагать решения по модернизации информационного и алгоритмического обеспечения автоматизированных комплексов. Руководитель от базы практики отмечает высокую техническую компетентность	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 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

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
чения					
Знать: - основные проблемы предметной области биотехнических систем и технологий, методы и средства их решения; - нормативные документы по обеспечению комплексной безопасности устройств, приборов, систем и комплексов биомедицинского назначения; Уметь: - использовать результаты освоения фундаментальных и прикладных дисциплин магистерской программы для решения задач в сфере медицинского приборостроения; Владеть: - навыками решения научно-исследовательских, проектных и технологических задач с использованием информационных технологий	Полное незнание нормативных документов по безопасности (особенно критично для баз вроде онкодиспансера, РФЯЦ-ВНИИЭФ или НИИ гигиены и профпатологии). Неспособность применить фундаментальные знания.	Поверхностное знание проблем предметной области. Правила безопасности знает формально, применять на практике затрудняется. Решение проектных задач вызывает серьезные трудности	Уверенно оперирует нормативной базой (ГОСТ, СанПиН) по комплексной безопасности БТС. Успешно применяет знания магистерской программы для решения практических задач медицинского приборостроения	Глубокое понимание узкоспециализированных проблем БТС. Студент безукоризненно соблюдает и может разрабатывать регламенты безопасности. Демонстрирует выдающиеся навыки решения сложных проектных и технологических задач на стыке фундаментальной науки и инженерии	1) Отзыв руководителя 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
Уметь: - планировать и проводить несложные научные работы; Владеть: - основными навыками применения информационных технологий для решения научно-исследовательских и проектных задач	Неспособен к самостоятельной работе. Требуется постоянного контроля руководителя практики. Не может спланировать даже несложную научную работу	План работы составляется только с помощью руководителя, соблюдается с нарушением сроков. ИТ применяются на базовом, неэффективном уровне	Самостоятельно планирует и проводит научные исследования. График прохождения практики соблюдается. ИТ-навыки достаточны для успешного решения поставленных проектных задач. В отзыве руководителя отмечена хорошая самостоятельность	Полная автономность и проактивность. Студент не только блестяще спланировал свою работу, но и предложил оптимизацию процессов с использованием продвинутого ИТ. Отзыв руководителя содержит рекомендации к трудоустройству или продолжению научной работы	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 2) Качество выполнения индивидуального задания на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных ре-

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
					шений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений. 3) Ответы на контрольные вопросы
Уметь: - выявлять цели и задачи исследования, определять последовательность их решения; Владеть: - методами анализа, систематизации и обобщения научно-технической информации в области инновационных биотехнических систем и технологий	Обучающийся не способен сформулировать цели и задачи исследования. Индивидуальное задание не выполнено. В отчете отсутствует анализ и обобщение научно-технической информации в области инновационных биотехнических систем	Цели и задачи сформулированы нечетко, последовательность их решения нарушена. Методы анализа научно-технической информации применяются с грубыми методологическими ошибками. На защите отчета обучающийся путается в базовой терминологии	Обучающийся грамотно выявляет цели и задачи, определяет логичную последовательность их решения. Уверенно владеет методами систематизации информации по профилю базы практики. В отчете присутствуют незначительные недочеты, не влияющие на общий результат	Обучающийся демонстрирует глубокое аналитическое мышление. Идеально выстроено целеполагание. Проведен исчерпывающий критический анализ передовых научно-технических достижений в области биотехнических систем. На защите аргументированно обосновывает каждое решение	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.
Уметь: - применять свои знания для интегрирования теории и практики проектирования; Владеть: - принципами разработки физических, феноменологических, математических и информационно-структурных моделей исследуемых объектов и процессов	Полная неспособность применить теоретические знания на практике. Навыки разработки физических, математических и информационно-структурных моделей объектов отсутствуют	Интеграция теории и практики осуществляется с трудом. Разработанные модели исследуемых объектов (например, для задач биофотоники в ИПФ РАН или радионуклидной диагностики) содержат критические ошибки, делающие их неприменимыми	Обучающийся успешно применяет знания для проектирования. Разработанные феноменологические и математические модели адекватны исследуемым процессам. При ответах на вопросы демонстрирует уверенное понимание принципов моделирования	Блестящая интеграция междисциплинарных знаний. Обучающийся виртуозно разрабатывает комплексные многоуровневые модели процессов и объектов, полностью соответствующие высоким стандартам современной материальной базы предприятия	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 собствен-

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
					ных организационных и технических решений. 3) Ответы на контрольные вопросы
Знать: - методы сбора, обработки и систематизации научнотехнической информации по теме планируемых исследований; Уметь: - разбираться в новых для себя предметных областях, в пределах которых предполагается работа проектируемой системы; Владеть: - навыками использования фундаментальных основ современной прикладной науки и современной материально-производственной базы в разрабатываемом продукте, включающих необходимость учёта широкого перечня задач, связанных с исследованиями, проектированием, испытаниями, производством и сопровождением при эксплуатации устройств, изделий и приборов медицинского назначения	Обучающийся не владеет методами сбора информации. Не способен адаптироваться в новых предметных областях. Не понимает специфики задач на разных этапах жизненного цикла медицинских изделий	Обработка информации носит поверхностный характер. Адаптация к специфике базы практики (особенно на сложных базах, таких как РФЯЦ-ВНИИЭФ или онкодиспансер) проходит слабо. Учет производственных или эксплуатационных задач в разрабатываемом продукте фрагментарен	Обучающийся быстро и эффективно разбирается в новой для себя предметной области. Умело использует фундаментальные основы прикладной науки при сопровождении, проектировании или испытаниях приборов медицинского назначения. Отзыв руководителя положительный	Исчерпывающий сбор и систематизация данных. Обучающийся демонстрирует выдающуюся способность к быстрой адаптации в сложных междисциплинарных областях. В отзыве руководителя особо отмечено профессиональное владение материально-производственной базой с учетом полного спектра задач жизненного цикла медицинских изделий	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.
Знать: - основные принципы системного подхода, методологии расчёта и проектирования биомедицинских электронных систем с использованием современной комплектующей базы, принципы их аппарат-	Незнание принципов системного подхода. Обучающийся не способен разработать даже простейшие структурно-функциональные схемы БТС. Навыки орга-	Схемы биотехнических систем разработаны с грубыми техническими ошибками, без учета современной комплектующей базы. Попытки организации НИР носят хаотичный характер и	Обучающийся разрабатывает корректные структурные и функциональные схемы медицинских изделий. Уверенно владеет методологией расчета биомедицинских электронных систем. Са-	Обучающийся демонстрирует глубокий системный подход. Разработанные аппаратные и программные архитектуры отличаются оригинальностью и высокой эффективностью приме-	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 2) Качество подготовки

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
ной и программной организации; Уметь: - разрабатывать структурные и функциональные схемы биотехнических систем и медицинских изделий; - организовывать и проводить научноисследовательские работы в области биомедицинской инженерии; Владеть: - навыками использования фундаментальных основ современной прикладной науки и современной материально-производственной базы в разрабатываемом продукте, включающих необходимость учёта широкого перечня задач, связанных с исследованиями, проектированием, испытаниями, производством и сопровождением при эксплуатации устройств, изделий и приборов медицинского назначения	низации НИР отсутствуют	требуют постоянного вмешательства руководителя практики	мостоятельно и грамотно проводит НИР на базе практики	нения современной компьютерующей базы. В отзыве руководителя подчеркиваются выдающиеся организаторские способности при проведении НИР	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.
Знать: - постановку проблем математического и информационного моделирования сложных систем в профессиональной области; Уметь: - планировать процесс моделирования и вычислительного эксперимента в профессиональной деятельности; Владеть:	Обучающийся не понимает постановку проблем моделирования сложных систем. Вычислительный эксперимент не спланирован и не проведен	План вычислительного эксперимента составлен нерационально. Методы обработки результатов компьютерного моделирования применяются с ошибками, приводящими к неверным выводам. При ответах на вопросы затрудняется обосновать выбор математического аппарата	Обучающийся грамотно ставит задачи математического моделирования в профессиональной области. Вычислительный эксперимент спланирован логично, результаты обработаны корректно с применением соответствующих методов	Свободное владение математическим и информационным моделированием. Обучающийся без укоризненно ставит задачи, планирует и реализует вычислительный эксперимент высокой степени сложности. Демонстрирует глубокую, научно обоснованную интерпретацию получен-	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 ре-

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
- методами постановки задач и обработки результатов компьютерного моделирования в профессиональной деятельности				ных результатов	шений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений. 3) Ответы на контрольные вопросы
Знать: - основные принципы и подходы современных информационных технологий, необходимых для моделирования биотехнических систем; Уметь: - разрабатывать скрипты и программы для задач проектирования и исследования биотехнических систем; - работать на современной электронно-вычислительной техники с объектами профессиональной деятельности; Владеть: - навыками отладки, контроля самостоятельно разработанных программных продуктов; - навыками самостоятельной работы в лаборатории на современной вычислительной технике.	Обучающийся не способен применять современные ИТ для моделирования БТС. Разработка скриптов не выполнена. Отсутствуют навыки работы на современной ЭВМ в лаборатории	Разработанные программы или скрипты содержат множество логических и синтаксических ошибок. Навыки отладки развиты крайне слабо. Самостоятельная работа в лаборатории базы практики практически невозможна без непрерывного контроля	Обучающийся успешно разрабатывает и отлаживает скрипты/программы для задач проектирования БТС. Уверенно и безопасно работает на современной вычислительной технике с объектами профессиональной деятельности. В отзыве отмечена достаточная степень самостоятельности	Обучающийся демонстрирует высокий профессионализм в разработке, тестировании и контроле программных продуктов. Программный код высокооптимизирован. Обучающийся проявляет полную автономность и инициативность при работе в лаборатории базы практики, мастерски используя передовую электронно-вычислительную технику	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.

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/выполнено с грубыми ошибками, задача сформулирована некорректно, поиск решений не проводился	Задание выполнено частично, задача нечеткая, анализ известных решений поверхностный, собственные решения не обоснованы	Задание выполнено полностью, задача сформулирована грамотно, проведен анализ известных решений, собственные решения обоснованы	Задание выполнено на высоком уровне, задача сформулирована четко, проведен глубокий анализ аналогов, предложены оригинальные обоснованные решения
Ответы на контрольные вопросы	Ответы отсутствуют либо неверны	Ответы неполные, с ошибками, требуются наводящие вопросы	Дает полные ответы по существу, демонстрирует хорошее знание процессов	Ответы полные, точные, аргументированные

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

Тема индивидуального задания формулируется руководителем практики от университета совместно с руководителем от организации (научным руководителем) с учётом специфики базы практики и темы ВКР студента:

- для практикантов, проходящих практику на предприятиях в области проектирования, производства, испытаний медицинской техники:

1. Разработка функциональной медицинской мебели с интегрированными электронными системами контроля положения и состояния пациента.

2. Проектирование модуля многопараметрового мониторинга жизненно важных функций пациента для отделений реанимации и интенсивной терапии.

3. Разработка методики и испытательного стенда для сертификационных испытаний электробезопасности медицинских изделий класса защиты II по ГОСТ IEC 60601-1.

4. Проектирование и прототипирование портативного диагностического устройства на основе метода биоимпедансометрии.

- для практикантов, проходящих практику на предприятиях в области эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и метрологического обеспечения медицинской техники:

5. Разработка регламента технического обслуживания и графика планово-предупредительных ремонтов диагностического оборудования отделения функциональной диагностики.

6. Разработка методики диагностики отказов и анализа причин неисправностей аппаратов искусственной вентиляции лёгких в условиях отделения реанимации.

7. Разработка методики метрологической поверки и калибровки медицинских измерительных приборов лечебно-профилактического учреждения.

8. Исследование особенностей эксплуатации и клинической инженерии медицинской техники в педиатрической практике; разработка рекомендаций по обеспечению безопасности применения аппаратуры у детей.

9. Разработка и экспериментальное исследование биомеханической модели имплантата для травматологии и ортопедии.

10. Разработка методики автоматизированной обработки данных функциональной диагностики с применением алгоритмов машинного обучения.

11. Разработка контрольно-измерительной аппаратуры для регистрации и контроля параметров биомедицинских сигналов.

12. Исследование методов биофотоники и оптической диагностики биологических тканей для задач медицинской диагностики.

- для практикантов, проходящих практику на предприятиях в области ядерной медицины и применения радиоизотопов:

13. Оптимизация протокола радионуклидной диагностики заболеваний щитовидной железы с целью снижения дозовой нагрузки на пациента.

14. Исследование дозиметрических характеристик радиофармацевтических препаратов, применяемых в диагностике и терапии онкологических заболеваний.

15. Разработка конструкторской документации на функциональный узел установки, применяемой в ядерной медицине.

16. Разработка методики радиационного контроля персонала отделения лучевой и радионуклидной диагностики.

17. Разработка технических требований к детектирующему оборудованию, применяемому в системах ядерной медицины.

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

18. Синтез и исследование биосовместимых наноструктурированных покрытий для имплантируемых медицинских изделий.

19. Концепция интеллектуальной системы поддержки принятия решений для выбора венозного доступа на базе компьютерного зрения.

20. Методология построения интеллектуальной системы прогнозирования послеоперационных осложнений на основе анализа электронных медицинских карт.

21. Проектирование адаптивной системы миоэлектрического управления экзоскелетом нижних конечностей для реабилитации пациентов с рассеянным склерозом.

22. Оптимизация конструкции электронного стетоскопа для инклюзивного применения в медицинской практике.

23. Разработка экспериментальной модели механического протеза кисти с возможностью двойного движения.

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:

- по тематикам индивидуальных заданий для студентов, проходящих практику на предприятиях медико-инженерного профиля: проектирование, производство, испытания медицинской техники:

1. Какую структурную схему имеет интегрированная система датчиков для контроля положения пациента в разработанной медицинской мебели, и какие физические принципы лежат в основе их работы?

2. Какие цифровые интерфейсы и протоколы передачи данных вы применили для связи модуля кровати с общебольничной информационной системой?

3. Обоснуйте выбор медико-технических требований к проектируемому модулю многопараметрового мониторинга для реанимации (диапазоны измерений, погрешности).

4. Проанализируйте основные отличия в нормативных требованиях к испытаниям на электробезопасность для медицинских изделий класса защиты II по сравнению с классом I согласно ГОСТ IEC 60601-1.

5. Каким образом вы организовывали процесс валидации разработанного испытательного стенда для проверки электробезопасности на предприятии?

6. Предложите новые схемотехнические или алгоритмические подходы для минимизации артефактов движения при портативной биоимпедансометрии, основываясь на изученной вами современной литературе

- по тематикам индивидуальных заданий для студентов, проходящих практику на предприятиях медико-инженерного профиля: эксплуатация, ТО, ремонт и метрология:

7. Каким образом вы аргументировали и защищали предложенный график планово-предупредительных ремонтов оборудования перед руководством отделения функциональной диагностики?

8. Опишите современное состояние проблемы надежности пневматических контуров аппаратов ИВЛ, исходя из проанализированной вами статистики отказов в отделении реанимации.

9. Нарисуйте и поясните функциональную схему типичного аппарата ИВЛ в контексте предложенного вами алгоритма поиска неисправности клапана выдоха.

10. В чем заключается специфика анализа актуальной нормативной документации при разработке методик метрологической поверки для новых типов кардиологических приборов?

11. Какие специфические медико-технические требования (например, к габаритам датчиков, системам тревог) накладывает педиатрическая практика на клиническую инженерию?

12. В какой программной среде цифрового моделирования (CAE) вы реализовывали биомеханическую модель имплантата, и каким образом задавались граничные условия?

13. Какие цифровые библиотеки или фреймворки (например, Python) использовались для реализации алгоритмов машинного обучения при обработке данных функциональной диагностики?

14. На основе каких информационных систем (баз данных) происходил выбор значимых физиологических признаков для автоматизированной обработки алгоритмами ИИ?

15. Опишите структурную схему разработанного аналогового тракта контрольно-измерительной аппаратуры для регистрации биопотенциалов и физический принцип подавления синфазной помехи.

16. Как вы спланировали и провели экспериментальное исследование для оценки глубины проникновения оптического излучения в биологическую ткань?

17. Какие нерешенные проблемы существуют в современных методах оптической когерентной томографии биологических тканей на сегодняшний день?

- по тематикам индивидуальных заданий для студентов, проходящих практику на предприятиях профиля ядерной медицины и применения радиоизотопов:

18. Аргументированно защитите тезис о том, почему предложенная вами оптимизация протокола сканирования щитовидной железы снижает дозу, но не приводит к потере диагностически значимой информации.

19. Использовали ли вы специализированные информационные системы (например, симуляторы Монте-Карло) для исследования дозиметрических характеристик, и какие новые подходы это позволило применить?

20. Укажите основные радиационно-защитные и медико-технические требования, заложенные в структурную схему разработанного вами функционального узла установки ядерной медицины.

21. Проведите анализ современных проблем обеспечения радиационной безопасности персонала ПЭТ-центров, которые вы учли при разработке методики радиационного контроля.

22. Опишите физические принципы действия сцинтилляционных кристаллов, на основе которых формировались технические требования к детектирующему оборудованию.

23. Как в исследуемых системах ядерной медицины применяются цифровые технологии для обработки импульсов с фотоэлектронных умножителей (ФЭУ) или кремниевых фотоумножителей (SiPM)?

24. Какие инновационные типы детекторов (например, полупроводниковые CZT) вы можете предложить для модернизации оборудования на основе изученных информационных источников?

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

25. Представьте и аргументированно защитите результаты экспериментального исследования адгезионной прочности синтезированного наноструктурированного покрытия.

26. С какими основными проблемами биосовместимости сталкивается современная имплантология, и как исследуемое вами покрытие способно их решить?

27. Какие цифровые алгоритмы компьютерного зрения применялись для сегментации венозного русла на ИК-изображениях в вашей интеллектуальной системе?

28. Разработайте и поясните функциональную схему аппаратной части (система подсветки, камеры, фильтры) для сканера венозного доступа.

29. Как использование современных медицинских информационных систем (МИС) и анализ электронных медкарт позволили вам предложить концептуально новый подход к прогнозированию осложнений?

30. Опишите конвейер цифровой обработки данных (data pipeline) при извлечении признаков из электронных медицинских карт перед их подачей в прогностическую нейросеть.

31. Какие физические принципы съема поверхностной электромиограммы лежат в основе спроектированной адаптивной системы управления экзоскелетом?

32. Как вы организовывали апробацию (тестирование) адаптивной системы миоуправления с учетом специфики мышечной активности пациентов с рассеянным склерозом?

33. Проанализируйте современные технические средства диагностики для врачей с нарушениями слуха: в чем их основные недостатки по сравнению с вашей оптимизацией стетоскопа?

34. Опишите структурную схему оптимизированного электронного стетоскопа и обоснуйте выбор электронных компонентов (АЦП, фильтры) для инклюзивного применения.

35. Аргументированно защитите выбор кинематической схемы протеза с возможностью «двойного движения» перед классическими тяговыми аналогами в травматологии.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

	Формируемые компетенции	Номера вопросов
1	Компетенция ОПК-2	5, 7, 16, 18, 25, 32, 35
2	Компетенция ОПК-3	6, 14, 19, 24, 29
3	Компетенция ПК-1	4, 8, 10, 17, 21, 26, 33
4	Компетенция ПК-3	1, 3, 9, 11, 15, 20, 22, 28, 31, 34
5	Компетенция ПК-4	2, 12, 13, 23, 27, 30

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 (научно-исследовательская работа) (Б2.П.2)

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

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

Код компетенции	Содержание компетенции и ее части	Код и наименование индикатора достижения компетенции (Планируемые результаты освоения ОП)	Дискрипторы достижения компетенций (Планируемые результаты обучения при прохождении практики)
ОПК-2	Способен организовать проведение научного исследования и разработку, представлять и аргументированно защищать полученные результаты интеллектуальной деятельности, связанные с методами и средствами исследований в области биотехнических систем и технологий	ИОПК-2.1. Организует проведение научного исследования и разработку биотехнических систем и медицинских изделий	Знать: - математические методы планирования эксперимента и обработки экспериментальных данных; - системный метод исследования; - основные параметры ведения биотехнологического процесса; - основы методологии научного исследования, включая метод анализа и построения научных теорий; - методы проверки, подтверждения и опровержения научных гипотез и теорий; - основные этапы научного исследования; Уметь: - осуществлять грамотный подбор методов и оборудования для организации биотехнологического процесса; - организовать процессы измерения главных параметров технологического процесса; - использовать методы проверки, подтверждения и опровержения научных гипотез и теорий; - использовать системный метод исследования; Владеть: - навыками выполнения научно-исследовательских работ в области биотехнологии; - подходами к классификации методов исследования
		ИОПК-2.2. Проводит публичное представление результатов научного исследования и разработки, представляет и аргументированно защищает полученные результаты	Знать: - основную научно-техническую литературу в области биотехнологии, включая иностранную (монографии, периодические издания и др); - общенаучные методы и приемы; - основные принципы этики научного сообщества, нормы и нарушения научной этики; - основную структуру, правила оформления и представления результатов своей научно-профессиональной деятельности; - методы визуального и графического представления результатов научной (научно-технической, инновационной технологической) деятельности в виде отчетов, научных публикаций с использованием современных информационных технологий; Уметь: - использовать современные возможности информационных технологий для оформле-

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)
			ния результатов выполненной работы; - обрабатывать и анализировать собранный материал по тематике исследования; - самостоятельно осуществлять сбор, обработку, интерпретацию биологической и биотехнологической информации для решения научных и практических задач в области биотехнологии; - представлять полученные результаты научного исследования в виде научного доклада и презентаций; Владеть: - методологией оформления научных результатов (в виде статей, тезисов, диссертаций); - навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами; - навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике исследования; - методами визуального и графического представления результатов научной (научно-технической, инновационной технологической) деятельности в виде отчетов, научных публикаций с использованием современных информационных технологий; - методами оценки и сравнительного анализа различного биотехнологического оборудования и методов исследования на конкретном технологическом процессе
ОПК-3	Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	ИОПК-3.1. Осуществляет информационный поиск и использует новые знания в своей предметной области	Знать: - основные компьютерные технологии, применяемые в экспериментальных биомедицинских исследованиях; Уметь: - пользоваться научной литературой для самостоятельного решения научноисследовательских и прикладных задач в данной области знаний; Владеть: - компьютерными технологиями обработки и анализа медико-биологических данных, подготовки отчетных материалов средствами электронных коммуникаций
		ИОПК-3.2. Применяет основные фундаментальные математические, физико-химические и биологические знания для решения профессиональных задач, используя информационные технологии	Знать: - аппаратные и программные средства, необходимые исследователю для сбора, хранения, поиска, обработки и анализа биомедицинской и экологической информации при проведении экспериментов; Уметь : - применять полученные знания в исследовательских работах, связанных с проведением биомедицинских экспериментов, созданием информационного и программноалгоритмического обеспечения автоматизированных компьютерных систем и комплексов биомедицинского назначения
ПК-1	Способен анализировать современное состояние проблем в пред-	ИПК-1.1. Использует знания о современном состоянии проблем в предметной области проводимого	Знать: - основные проблемы предметной области биотехнических систем и технологий, методы и средства их решения;

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)
	метной области биотехнических систем и технологий (включая биомедицинские и экологические задачи)	научного исследования; перспективы развития проблемы в предметной области проводимого научного исследования	- нормативные документы по обеспечению комплексной безопасности устройств, приборов, систем и комплексов биомедицинского назначения; Уметь: - использовать результаты освоения фундаментальных и прикладных дисциплин магистерской программы для решения задач в сфере медицинского приборостроения; Владеть: - навыками решения научно-исследовательских, проектных и технологических задач с использованием информационных технологий
		ИПК-1.2. Анализирует поставленные научно-исследовательские задачи в области проводимого исследования; анализировать материал на основе сбора, отбора и изучения литературных, патентных и других источников информации в сфере проводимого научного исследования	Уметь: - планировать и проводить несложные научные работы; Владеть: - основными навыками применения информационных технологий для решения научно-исследовательских и проектных задач
		ИПК-1.3. Обладает навыками сбора научно-технической информации по теме планируемых исследований; навыками обработки и систематизации научно-технической информации по теме планируемых исследований	Уметь: - выявлять цели и задачи исследования, определять последовательность их решения; Владеть: - методами анализа, систематизации и обобщения научнотехнической информации в области инновационных биотехнических систем и технологий
ПК-3	Способен к разработке структурных и функциональных схем инновационных биотехнических систем и технологий (включая биомедицинские и экологические задачи), определению их физических принципов действия, структур и медико-технических требований к системе и медицинскому изделию	ИПК-3.1. Определяет перечень проблем в области разработки новых инструментальных методов и инновационных технических средств для биомедицинских исследований и решения задач практического здравоохранения	Уметь: - применять свои знания для интегрирования теории и практики проектирования; Владеть: - принципами разработки физических, феноменологических, математических и информационно-структурных моделей исследуемых объектов и процессов
		ИПК-3.2. Осуществляет поиск технологий получения и обработки биомедицинской информации для проведения биомедицинских исследований и решения задач практического здравоохранения	Знать: - методы сбора, обработки и систематизации научнотехнической информации по теме планируемых исследований; Уметь: - разрабатывать структурные и функциональные схемы биотехнических систем и медицинских изделий; - организовывать и проводить научноисследовательские работы в области биомедицинской инженерии; Владеть: - принципами разработки физических, феноменологических, математических и информационно-структурных моделей исследуемых объектов и процессов

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-3.3. Разрабатывает и исследует новые способы и принципы функционирования биотехнических систем и технологий (включая биомедицинские и экологические задачи)	Знать: - теоретические основы математического моделирования объектов биотехнических систем и медицинских изделий; - теоретические основы физического моделирования объектов биотехнических систем и медицинских изделий; Уметь: - разрабатывать структурные и функциональные схемы биотехнических систем и медицинских изделий; - организовывать и проводить научноисследовательские работы в области биомедицинской инженерии; - строить статические, кинематические и динамические математические модели элементов биотехнических систем и медицинских изделий с использованием пакетов прикладных программ; Владеть: - навыками использования пакетов прикладных программ математического моделирования
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: - постановку проблем математического и информационного моделирования сложных систем в профессиональной области; Уметь: - планировать процесс моделирования и вычислительного эксперимента в профессиональной деятельности; Владеть: - методами постановки задач и обработки результатов компьютерного моделирования в профессиональной деятельности
		ИПК-4.2. Применяет цифровые технологии в профессиональной деятельности	Знать: - основные принципы и подходы современных информационных технологий, необходимых для моделирования биотехнических систем; Уметь: - разрабатывать скрипты и программы для задач проектирования и исследования биотехнических систем; - работать на современной электронно-вычислительной техники с объектами профессиональной деятельности; Владеть: - навыками отладки, контроля самостоятельно разработанных программных продуктов; - навыками самостоятельной работы в лаборатории на современной вычислительной технике.

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	
<u>Знать:</u> - математические методы планирования эксперимента и обработки экспериментальных данных; - системный метод исследования; - основные параметры ведения биотехнологического процесса; - основы методологии научного исследования, включая метод анализа и построения научных теорий; - методы проверки, подтверждения и опровержения научных гипотез и теорий; - основные этапы научного исследования; <u>Уметь:</u> - осуществлять грамотный подбор методов и оборудования для организации биотехнологического процесса; - организовать процессы измерения главных параметров технологического процесса; - использовать методы проверки, подтверждения и опровержения научных гипотез и теорий; - использовать системный метод исследования; <u>Владеть:</u> - навыками выполнения научно-исследовательских работ в области биотехнологии; - подходами к классификации методов исследования	Обучающийся не знает основ методологии НИР и математических методов планирования. Не способен подобрать методы и медицинское/ биотехническое оборудование для решения задач на базе практики. Не умеет применять системный метод	Знания методологии и этапов НИР фрагментарны. Допускаются грубые ошибки при организации процессов измерения главных параметров работы аппаратуры (например, при тестировании медтехники в ООО «Меди-УМ»). Навыки проверки научных гипотез сформированы слабо	Обучающийся уверенно демонстрирует знания математического планирования и системного анализа. Способен грамотно организовать измерения параметров технологических процессов на базах клинических больниц (ГБУЗ НО ДОКБ, НОКБ им. Семашко). Владеет подходами к классификации методов исследования, допускает лишь незначительные неточности в обосновании гипотез	Глубокие, системные знания методологии НИР. Обучающийся самостоятельно, творчески и безошибочно применяет методы планирования эксперимента. Свободно владеет навыками выполнения НИР и аппаратурного обеспечения биотехнологических/ биомедицинских процессов на передовом оборудовании баз практик.	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

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
Знать: - основную научно-техническую литературу в области биотехнологии, включая иностранную (монографии, периодические издания и др); - общенаучные методы и приемы; - основные принципы этики научного сообщества, нормы и нарушения научной этики; - основную структуру, правила оформления и представления результатов своей научно-профессиональной деятельности; - методы визуального и графического представления результатов научной (научно-технической, инновационной технологической) деятельности в виде отчетов, научных публикаций с использованием современных информационных технологий; Уметь: - использовать современные возможности информационных технологий для оформления результатов выполненной работы; - обрабатывать и анализировать собранный материал по тематике исследования; - самостоятельно осуществлять сбор, обработку, интерпретацию биологической и	Обучающийся не ориентируется в научно-технической литературе. Нарушает принципы научной этики (в т.ч. плагиат). Не способен визуализировать данные и оформить отчет	Литературный обзор поверхностный. Сбор и обработка биологической информации осуществляются со значительными ошибками. Отчет и презентация оформлены небрежно, современные ИТ для визуализации применяются на примитивном уровне	Обучающийся успешно работает с базами данных и справочной литературой. Самостоятельно интерпретирует биомедицинскую информацию. Отчет оформлен согласно ГОСТ, результаты грамотно представлены в виде презентации при защите. Соблюдаются все нормы научной этики	Исчерпывающий критический анализ отечественной и зарубежной литературы. Виртуозное владение методами сравнительного анализа сложного медицинского оборудования (например, комплексов лучевой терапии в НООД). Результаты представлены на уровне, готовом к публикации в рецензируемых научных изданиях	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	
биотехнологической информации для решения научных и практических задач в области биотехнологии; - представлять полученные результаты научного исследования в виде научного доклада и презентаций; <u>Владеть:</u> - методологией оформления научных результатов (в виде статей, тезисов, диссертаций); - навыками работы с научнотехнической, справочной литературой и электронными ресурсами; - навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике исследования; - методами визуального и графического представления результатов научной (научнотехнической, инновационной технологической) деятельности в виде отчетов, научных публикаций с использованием современных информационных технологий; - методами оценки и сравнительного анализа различного биотехнологического оборудования и методов исследования на конкретном технологическом процессе					
<u>Знать:</u>	Не знает основных	Демонстрирует слабое	Уверенно пользуется	Свободное владение пе-	1) Качество подготовки

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
- основные компьютерные технологии, применяемые в экспериментальных биомедицинских исследованиях; Уметь: - пользоваться научной литературой для самостоятельного решения научноисследовательских и прикладных задач в данной области знаний; Владеть: - компьютерными технологиями обработки и анализа медико-биологических данных, подготовки отчетных материалов средствами электронных коммуникаций	компьютерных технологий, применяемых в экспериментальных исследованиях. Не способен применить специализированное ПО баз практик для обработки данных	владение компьютерными технологиями. Решение прикладных задач по обработке медико-биологических данных (например, снимков МРТ/КТ, ЭКГ) выполняется только по шаблону при постоянной помощи руководителя	научной литературой для выбора алгоритмов. Демонстрирует твердые навыки владения компьютерными технологиями для обработки и анализа биомедицинских данных. Успешно готовит отчетные материалы средствами электронных коммуникаций	редовыми компьютерными технологиями. Способность самостоятельно адаптировать алгоритмы и ПО для решения нестандартных исследовательских задач клинической или научно-исследовательской практики	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: - аппаратные и программные средства, необходимые исследователю для сбора, хранения, поиска, обработки и анализа биомедицинской и экологической информации при проведении экспериментов; Уметь : - применять полученные знания в исследовательских работах, связанных с проведением биомедицинских экспериментов, созданием информационного и программноалгоритмического обеспечения автоматизированных компьютерных систем и комплексов биомедицинского назначения	Не имеет представления об аппаратных и программных средствах сбора биомедицинской и экологической информации. Не может участвовать в экспериментах	Имеет поверхностные знания об устройстве систем. Применение знаний на практике (например, при работе с аппаратурой в радионуклидной диагностике ГКБ № 13) вызывает серьезные затруднения и требует контроля	Хорошо знает аппаратное обеспечение систем. Успешно применяет знания в исследовательских работах, связанных с биомедицинскими экспериментами. Понимает принципы программно-алгоритмического обеспечения автоматизированных комплексов	Исчерпывающее знание архитектуры программно-аппаратных средств. Обучающийся демонстрирует способность участвовать в проектировании, модернизации или технической экспертизе комплексов биомедицинского назначения на высочайшем техническом уровне	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 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:	Не знает проблем био-	Знания нормативной	Уверенно ориентируется	Глубокое понимание со-	1) Качество подготовки

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
- основные проблемы предметной области биотехнических систем и технологий, методы и средства их решения; - нормативные документы по обеспечению комплексной безопасности устройств, приборов, систем и комплексов биомедицинского назначения; Уметь: - использовать результаты освоения фундаментальных и прикладных дисциплин магистерской программы для решения задач в сфере медицинского приборостроения; Владеть: - навыками решения научно-исследовательских, проектных и технологических задач с использованием информационных технологий	технических систем и нормативных документов по безопасности медицинских изделий и радиационной безопасности	базы (ГОСТ, СанПиН) фрагментарны. Затрудняется использовать результаты фундаментальных дисциплин для решения задач медицинского приборостроения с учетом требований безопасности	в нормативной документации по обеспечению безопасности комплексов (в т.ч. радиационной безопасности при прохождении практики в ФБУН ННИИГП или ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»). Успешно решает проектно-технологические задачи с применением ИТ	временных проблем в области разработки и эксплуатации биотехнических систем. Способен критически оценивать безопасность устройств и предлагать инновационные инженерные решения, опираясь на фундаментальные знания магистратуры	отчета, в том числе полнота изложения материала и соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 2) Ответы на контрольные вопросы
Уметь: - планировать и проводить несложные научные работы; Владеть: - основными навыками применения информационных технологий для решения научно-исследовательских и проектных задач	Не умеет спланировать и провести научную работу. Навыки применения ИТ для решения научно-исследовательских и проектных задач отсутствуют	План научной работы нелогичен, этапы выполняются с нарушением сроков. ИТ применяются на базовом (пользовательском) уровне, недостаточном для магистратуры	Обучающийся способен грамотно спланировать и провести НИР на заданной базе практики (в НИИ или на предприятии). Уверенно владеет информационными технологиями для решения исследовательских задач	Демонстрирует выдающиеся способности к самостоятельному планированию полного цикла НИР. Проводит исследование на высоком методическом уровне. Эффективно и профессионально применяет ИТ (включая специализированные САПР, математические пакеты) для решения проектных 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. 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	
Уметь: - выявлять цели и задачи исследования, определять последовательность их решения; Владеть: - методами анализа, систематизации и обобщения научной технической информации в области инновационных биотехнических систем и технологий	Обучающийся не способен сформулировать цель и задачи исследования применительно к объектам базы практики. Не умеет анализировать научно-техническую информацию	Цели и задачи исследования выявлены нечетко, последовательность их решения нарушена. Анализ информации об инновационных биотехнических системах проведен поверхностно (только по базовым учебникам, без учета специфики современного оборудования ЛПУ или НИИ)	Обучающийся грамотно определяет цели и логическую последовательность задач. Демонстрирует уверенное владение методами систематизации и обобщения информации по тематике инновационных медико-технических изданий (например, оборудования ООО «Мелситек» или ООО «МедИнж»)	Обучающийся самостоятельно и безошибочно выявляет актуальные исследовательские задачи с учетом потребностей конкретной базы практики. Демонстрирует глубокий, исчерпывающий и критический анализ современной (в т.ч. зарубежной) научной технической информации в области сложных биотехнических систем	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
Уметь: - применять свои знания для интегрирования теории и практики проектирования; Владеть: - принципами разработки физических, феноменологических, математических и информационно-структурных моделей исследуемых объектов и процессов	Обучающийся не может применить теоретические знания к задачам проектирования. Принципами разработки моделей не владеет	Слабая связь теоретических знаний с практическими задачами (например, при анализе работы оборудования в НОКБ им. Семашко). Модели (математические, феноменологические) исследуемых объектов составлены с грубыми ошибками или не отражают реальных процессов	Обучающийся успешно применяет знания для проектирования медицинских изделий. Уверенно владеет принципами разработки информационно-структурных, физических и математических моделей процессов (например, биомеханических процессов для задач НИИТО)	Высокий уровень интеграции теории и практики. Обучающийся демонстрирует способность к креативному проектированию. Разработанные модели отличаются высокой точностью, адекватно описывают сложные биотехнические процессы и готовы к практическому внедрению на предприятии	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 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: - методы сбора, обработки и систематизации научнотехни-	Методы сбора информации не освоены. Обучающийся не уме-	Знания методов сбора данных фрагментарны. Структурные схемы	Уверенное знание методов систематизации данных. Обучающийся само-	Исчерпывающие знания и блестящая способность организовывать научно-	1) Качество подготовки отчета, в том числе полнота изложения материала и

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
ческой информации по теме планируемых исследований; Уметь: - разрабатывать структурные и функциональные схемы биотехнических систем и медицинских изделий; - организовывать и проводить научноисследовательские работы в области биомедицинской инженерии; Владеть: - принципами разработки физических, феноменологических, математических и информационно-структурных моделей исследуемых объектов и процессов	ет строить функциональные схемы аппаратов и организовывать исследовательскую работу	медицинских изделий (например, систем лучевой диагностики) разработаны с нарушениями стандартов ЕСКД. Организация НИР требует постоянного контроля руководителя	стоятельно разрабатывает корректные структурно-функциональные схемы биотехнических систем. Успешно организует этапы НИР на базе практики и обосновывает выбранные принципы математического моделирования	исследовательские работы на высокотехнологичных базах (включая работу с радионуклидным оборудованием). Разработанные функциональные схемы и математические/информационные модели отличаются высокой детализацией и профессиональным исполнением	соответствие заданной структуре и требованиям действующих стандартов. 2) Защита отчета, в т.ч. качество доклада. 3) Ответы на контрольные вопросы
Знать: - теоретические основы математического моделирования объектов биотехнических систем и медицинских изделий; - теоретические основы физического моделирования объектов биотехнических систем и медицинских изделий; Уметь: - разрабатывать структурные и функциональные схемы биотехнических систем и медицинских изделий; - организовывать и проводить научноисследовательские работы в области биомедицинской инженерии; - строить статические, кинетические	Не знает теоретических основ моделирования биотехнических систем. Не владеет прикладными программными пакетами	Теоретические основы усвоены слабо. Обучающийся испытывает серьезные трудности при построении статических и динамических моделей элементов медицинских изделий. Навыки работы в прикладных пакетах (CAD/CAE-системах) на уровне слабого пользователя	Хорошее знание теории физического и математического моделирования. Обучающийся успешно применяет пакеты прикладных программ (например, для расчетов радиационной защиты в ННИИ гигиены или механики в НПП «Гиперион») для построения кинематических и динамических моделей	Свободное владение теорией. Профессиональное использование пакетов прикладных программ математического моделирования (ANSYS, MATLAB, COMSOL и др.). Построенные динамические и статические модели полностью соответствуют реальным характеристикам исследуемых медицинских изделий	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

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
математические и динамические математические модели элементов биотехнических систем и медицинских изделий с использованием пакетов прикладных программ; <u>Владеть:</u> - навыками использования пакетов прикладных программ математического моделирования					студентом собственных организационных и технических решений
<u>Знать:</u> - постановку проблем математического и информационного моделирования сложных систем в профессиональной области; <u>Уметь:</u> - планировать процесс моделирования и вычислительного эксперимента в профессиональной деятельности; <u>Владеть:</u> - методами постановки задач и обработки результатов компьютерного моделирования в профессиональной деятельности	Не понимает проблематику моделирования сложных систем. Не умеет планировать вычислительный эксперимент и обрабатывать результаты	Проблемы информационного моделирования сложных систем осознаются поверхностно. Вычислительный эксперимент спланирован нерационально, с ошибками, влияющими на результат. Обработка данных проводится по шаблону	Твердое знание принципов постановки проблем в профессиональной области. Обучающийся грамотно планирует вычислительные эксперименты (например, расчет дозовых распределений в лучевой терапии). Уверенно владеет методами обработки полученных компьютерных данных	Глубокое понимание нюансов моделирования сверхсложных биотехнических систем. Способность самостоятельно планировать масштабные вычислительные эксперименты, оптимизировать их параметры и применять передовые методы верификации и обработки результатов компьютерного моделирования	1) 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. 2) Ответы на контрольные вопросы
<u>Знать:</u> - основные принципы и подходы современных информационных технологий, необходимых для моделирования биотехнических систем; <u>Уметь:</u> - разрабатывать скрипты и программы для задач проектирования и исследования	Не знает принципов современных ИТ. Не умеет писать скрипты/программы для задач проектирования биотехнических систем. Не способен работать на современной ЭВМ	Знания подходов современных ИТ недостаточны. Разработанные программные продукты (скрипты) содержат критические ошибки, обучающийся не владеет навыками их отладки. Самостоятельная работа в лаборатории	Обучающийся знает принципы применения ИТ в биомедицинской инженерии. Успешно разрабатывает и отлаживает скрипты/программы для исследования медицинских изделий (например, автоматизация обработки сигналов). Демон-	Высокопрофессиональное владение современными ИТ. Обучающийся разрабатывает сложные, оптимизированные программы/скрипты для автоматизации задач проектирования и исследования биотехнических систем. Демонстрирует безупреч-	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

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
биотехнических систем; - работать на современной электронно-вычислительной техники с объектами профессиональной деятельности; Владеть: - навыками отладки, контроля самостоятельно разработанных программных продуктов; - навыками самостоятельной работы в лаборатории на современной вычислительной технике		требует постоянной помощи	стрирует уверенные навыки самостоятельной работы на современной вычислительной технике в лаборатории базы практики	ные навыки отладки, контроля кода и абсолютно самостоятельную, эффективную работу на лабораторной ЭВМ	на практику, в том числе умение грамотно и четко поставить задачу и провести поиск известных решений, уровень предлагаемых студентом собственных организационных и технических решений

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	Доклад отсутствует или за-	Доклад невнятный, студент	Доклад ясный, презентация	Блестящий доклад, свобод-

Показатели оценивания	Критерии оценивания результатов			
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение
ство доклада	читывается с трудом. Презентация не отражает суть проделанной работы	читает с листа, презентация оформлена небрежно, регламент нарушен. Визуальные материалы некачественные, графики без осей/легенд	наглядно отражает результаты работы, студент уложился в регламент. Логика исследования понятна	ное 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/выполнено с грубыми ошибками, задача сформулирована некорректно, поиск решений не проводился	Задание выполнено частично, задача нечёткая, анализ известных решений поверхностный, собственные решения не обоснованы	Задание выполнено полностью, задача сформулирована грамотно, проведён анализ известных решений, собственные решения обоснованы	Задание выполнено на высоком уровне, задача сформулирована чётко, проведён глубокий анализ аналогов, предложены оригинальные обоснованные решения
Ответы на контрольные вопросы	Ответы отсутствуют либо неверны	Ответы неполные, с ошибками, требуются наводящие вопросы	Дает полные ответы по существу, демонстрирует хорошее знание процессов	Ответы полные, точные, аргументированные

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 (научно-исследовательская работа)

3.3.1 Примерные темы индивидуальных заданий

Тема индивидуального задания формулируется руководителем практики от университета совместно с руководителем от организации (научным руководителем) с учётом специфики базы практики и темы ВКР студента:

- для практикантов, проходящих практику на предприятиях в области проектирования, производства, сертификация медицинской техники:

1. Проектирование кинематики и электронного блока управления функциональной медицинской кровати для интенсивной терапии.

2. Разработка твердотельной лазерной системы и оптической насадки для применения в эстетической хирургии.

3. Проектирование аппаратного комплекса и методики стендовых испытаний кардиомониторов на устойчивость к разрядам дефибриллятора.

4. Разработка конструкторской документации на портативный биоимпедансный анализатор композитного состава тела.

5. Оптимизация технологии аддитивного производства (3D-печати) индивидуальных ортезов из биосовместимых полимеров.

- для практикантов, проходящих практику на предприятиях в области эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и метрологического обеспечения медицинской техники:

6. Разработка регламента технического обслуживания и анализ причин отказов нарочно-дыхательной аппаратуры в педиатрической практике.

7. Проектирование методики автоматизированной метрологической поверки электрокардиографов с использованием программируемых генераторов сигналов пациента.

8. Исследование надежности и износа эндоскопического оборудования; разработка рекомендаций по продлению срока службы.

9. Разработка информационной системы учета и управления жизненным циклом медицинского оборудования региональной больницы.

10. Анализ эффективности применения и технического состояния аппаратов заместительной почечной терапии (гемодиализа) в отделении реанимации..

- для практикантов, проходящих практику на предприятиях в области ядерной медицины и применения радиоизотопов:

11. Моделирование и оптимизация протоколов сканирования на позитронно-эмиссионном томографе (ПЭТ) для минимизации эффективной дозы пациента.

12. Исследование характеристик полупроводниковых детекторов для систем дозиметрического контроля персонала в отделениях радионуклидной терапии.

13. Разработка технических требований к системе транспортировки и фасовки радиофармацевтических препаратов в условиях горячей камеры.

14. Анализ методов контроля качества (Quality Control) линейных медицинских ускорителей электронов для лучевой терапии.

15. Дозиметрическое планирование радиотерапии с применением методов Монте-Карло для оценки распределения дозы в гетерогенных тканях.

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

18. Синтез и исследование биосовместимых наноструктурированных покрытий для имплантируемых медицинских изделий.

19. Концепция интеллектуальной системы поддержки принятия решений для выбора венозного доступа на базе компьютерного зрения.

20. Методология построения интеллектуальной системы прогнозирования послеоперационных осложнений на основе анализа электронных медицинских карт.

21. Проектирование адаптивной системы миоэлектрического управления экзоскелетом нижних конечностей для реабилитации пациентов с рассеянным склерозом.

22. Оптимизация конструкции электронного стетоскопа для инклюзивного применения в медицинской практике.

23. Разработка экспериментальной модели механического протеза кисти с возможностью двойного движения.

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 медико-инженерного профиля: проектирование, производство, испытания медицинской техники:

1. Как в разработанной вами кинематической схеме функциональной кровати обеспечивается безопасность пациента при внезапном обесточивании электронного блока управления?

2. Какие методы математического или компьютерного моделирования вы использовали для расчета нагрузок на узлы подъема секций кровати?

3. Обоснуйте выбор рабочей длины волны твердотельного лазера с точки зрения глубины проникновения излучения в биологические ткани для задач эстетической хирургии.

4. Каким образом в конструкции оптической насадки лазерной системы реализована защита оптических элементов от перегрева и обратного рассеяния?

5. Какие требования действующих ГОСТов (например, ГОСТ Р МЭК 60601) предъявляются к цепям защиты кардиомониторов при воздействии высоковольтного разряда дефибриллятора?

6. Объясните физический принцип, лежащий в основе разработанной вами методики стендовых испытаний на устойчивость к высоковольтным импульсам.

7. Какие паразитные факторы (емкость кабелей, переходное сопротивление электродов) учитывались при разработке измерительного контура портативного биоимпедансного анализатора?

8. Как выбранные параметры 3D-печати (температура экструзии, плотность заполнения) влияют на усталостную прочность индивидуального ортеза?

9. По каким критериям и стандартам вы оценивали биосовместимость полимерных материалов, предложенных для аддитивного производства медицинских изделий?

- по тематикам индивидуальных заданий для студентов, проходящих практику на предприятиях медико-инженерного профиля: эксплуатация, ТО, ремонт и метрология:

10. Назовите наиболее критичные узлы наркозно-дыхательных аппаратов (НДА), отказы которых чаще всего фиксируются в педиатрической практике. С чем это связано?

11. Какие методы предиктивной аналитики можно интегрировать в регламент ТО для заблаговременного прогнозирования износа пневматических клапанов НДА?

12. В чем заключается главное метрологическое и экономическое преимущество автоматизированной поверки электрокардиографов перед ручной методикой?

13. Каким образом в цифровом виде (программно) задаются параметры испытательных сигналов сложной формы (например, имитация аритмий) в генераторе пациента?

14. Какие физико-химические факторы процесса жидкостной или плазменной стерилизации вызывают наиболее интенсивную деградацию оболочек гибких эндоскопов?

15. Какая архитектура баз данных была выбрана для информационной системы учета жизненного цикла оборудования и почему она оптимальна для региональной больницы?

16. Как в разработанной ИС технического обслуживания программно реализована функция автоматического контроля и оповещения о сроках метрологической поверки?

17. По каким техническим параметрам (проводимость, уровень pH, давление) встроенные датчики оценивают эффективность работы системы водоподготовки для гемодиализа?

18. Поясните физический принцип работы датчиков детекции пузырьков воздуха в экстракорпоральном контуре аппарата заместительной почечной терапии

- по тематикам индивидуальных заданий для студентов, проходящих практику на предприятиях профиля ядерной медицины и применения радиоизотопов:

19. Как взаимосвязаны время сканирования, введенная активность радиофармпрепарата (РФП) и соотношение сигнал/шум на получаемом ПЭТ-изображении?

20. В чем заключаются основные физические преимущества полупроводниковых детекторов перед сцинтилляционными в задачах индивидуального дозиметрического контроля персонала?

21. Как влияет накопленная доза (радиационное повреждение) на вольтамперные характеристики и энергетическое разрешение полупроводникового детектора с течением времени?

22. Какие инженерные блокировки и решения в области радиационной защиты применяются при конструировании систем фасовки РФП в «горячей камере»?

23. Какие параметры терапевтического пучка медицинского линейного ускорителя электронов являются критическими и контролируются в рамках ежедневного протокола Quality Control?

24. Опишите принцип использования 2D/3D матричных детекторов для дозиметрической верификации сложного плана лучевой терапии (например, VMAT/IMRT) перед сеансом.

25. Почему вычислительный метод Монте-Карло считается эталонным при дозиметрическом планировании в областях с высокой гетерогенностью плотности тканей (например, на границе легкое-ребро)?

26. Какие программно-алгоритмические способы сокращения времени вычислений (variance reduction techniques) применяются при моделировании транспорта излучения методом Монте-Карло?

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

27. Какие инструментальные методы анализа поверхности (например, АСМ, РЭМ) применялись вами для подтверждения наноструктуры и однородности биосовместимого покрытия?

28. На каких архитектурах нейронных сетей (или алгоритмах компьютерного зрения) базируется ваша система распознавания венозного русла в условиях оптических шумов?

29. Какие методы предобработки электронных медицинских карт применялись для устранения пропусков в данных перед обучением модели прогнозирования осложнений?

30. С помощью каких алгоритмов цифровой обработки сигналов в системе управления экзоскелетом реализована фильтрация артефактов движения из сырого ЭМГ-сигнала?

31. Поясните математический или логический принцип работы алгоритма адаптации экзоскелета под спастичность или изменяющийся мышечный тонус пациента с рассеянным склерозом.

32. Какие частотные фильтры заложены в функциональную схему электронного стетоскопа для программного подавления легочных шумов при аускультации сердца?

33. Как в интерфейсе электронного стетоскопа реализована заявленная функция инклюзивности для медицинских работников с ограничениями по слуху (визуализация, тактильный отклик)?

34. Объясните кинематическую схему разработанного узла механического протеза, который обеспечивает возможность независимого двойного движения (схвата) пальцев.

35. По какой методике оценивалась эргономика тягового механизма протеза и как определялось усилие, необходимое пользователю для полного смыкания кисти?

Оценочные средства для промежуточной аттестации

	Формируемые компетенции	Номера вопросов
1	Компетенция ОПК-2	2, 6, 9, 12, 27, 35
2	Компетенция ОПК-3	11, 28, 29, 31, 33
3	Компетенция ПК-1	5, 8, 10, 14, 19, 21, 23
4	Компетенция ПК-3	1, 3, 4, 7, 17, 18, 20, 22, 24, 32, 34
5	Компетенция ПК-4	3, 15, 16, 25, 26, 30

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 (производственно-технологическая) практика (Б2.П.3)

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

В результате прохождения производственной (производственно-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-1	Способен анализировать современное состояние проблем в предметной области биотехнических систем и технологий (включая биомедицинские и экологические задачи)	ИПК-1.1. Использует знания о современном состоянии проблем в предметной области проводимого научного исследования; перспективы развития проблемы в предметной области проводимого научного исследования	Знать: - основные проблемы предметной области биотехнических систем и технологий, методы и средства их решения; - нормативные документы по обеспечению комплексной безопасности устройств, приборов, систем и комплексов биомедицинского назначения; Уметь: - использовать результаты освоения фундаментальных и прикладных дисциплин магистерской программы для решения задач в сфере медицинского приборостроения; Владеть: - навыками выработки стратегии действий в проблемных ситуациях
		ИПК-1.2. Анализирует поставленные научно-исследовательские задачи в области проводимого исследования; анализировать материал на основе сбора, отбора и изучения литературных, патентных и других источников информации в сфере проводимого научного исследования	Знать: - сущность и содержание системного подхода для анализа проблемных ситуаций в проектных работах; Уметь: - анализировать и критически оценивать результаты профессиональной деятельности; Владеть: - основными навыками применения информационных технологий для решения научно-исследовательских и проектных задач
		ИПК-1.3. Обладает навыками сбора научно-технической информации по теме планируемых исследований; навыками обработки и систематизации научно-технической информации по теме планируемых исследований	Уметь: - выявлять цели и задачи исследования, определять последовательность их решения; Владеть: - методами анализа, систематизации и обобщения научнотехнической информации в области инновационных биотехнических систем и технологий
ПК-3	Способен к разработке структурных и функциональных схем инновационных биотехнических систем и технологий (включая биомедицинские и	ИПК-3.1. Определяет перечень проблем в области разработки новых инструментальных методов и инновационных технических средств для биомедицинских исследований и решения задач практического здравоохранения	Знать: - алгоритм и методы решения современных инженерных задач в области биотехнических систем и технологий путем построения и изучения их моделей; Уметь: - выбирать и обосновывать оптимальные конструктивные и проектные решения по результатам анализа, изучения построенных моделей биотехнических систем и технологий;

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)
	экологические задачи), определению их физических принципов действия, структур и медико-технических требований к системе и медицинскому изделию		<u>Владеть:</u> - навыками использования фундаментальных основ современной прикладной науки и современной материальнопроизводственной базы в разрабатываемом продукте, включающих необходимость учёта широкого перечня задач, связанных с исследованиями, проектированием, испытаниями, производством и сопровождением при эксплуатации устройств, изделий и приборов медицинского назначения
		ИПК-3.2. Осуществляет поиск технологий получения и обработки биомедицинской информации для проведения биомедицинских исследований и решения задач практического здравоохранения	<u>Уметь:</u> - азбираться в новых для себя предметных областях, в пределах которых предполагается работа проектируемой системы; - производить поиск информации по заданной тематике; <u>Владеть:</u> - авыками выполнения работ на рабочих местах, оснащенных современной технологической базой
		ИПК-3.3. Разрабатывает и исследует новые способы и принципы функционирования биотехнических систем и технологий (включая биомедицинские и экологические задачи)	<u>Знать:</u> - жизненный цикл продукта профессиональной деятельности; <u>Уметь:</u> - ыполнять синтез, анализ, оптимизацию, конструирование, технологические расчеты, контрольно-измерительные процедуры, технико-экономическое обоснование; <u>Владеть:</u> - навыками решения проектных задач с использованием информационных технологий

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 усвоения	4. Отличное усвоение	
<u>Знать:</u> - основные проблемы предметной области биотехнических систем и технологий, методы и средства их решения; - нормативные документы по обеспечению комплексной безопасности устройств, приборов, систем и комплексов биомедицинского назначения; <u>Уметь:</u> - использовать результаты освоения фундаментальных и прикладных дисциплин магистерской программы для решения задач в сфере медицинского приборостроения; <u>Владеть:</u> - навыками выработки стратегии действий в проблемных ситуациях	Студент не знает основных проблем БТС и нормативных документов (ГОСТ, СанПиН). Не способен применить теоретические знания к задачам базы практики. Теряется в проблемных ситуациях	Знает проблемы фрагментарно, путается в стандартах безопасности. Умеет решать только типовые задачи по шаблону при постоянной помощи руководителя. Стратегия действий в нестандартных ситуациях неэффективна	Уверенно называет проблемы и методы решения, знает основные нормативы безопасности медтехники. Успешно применяет знания на практике, но допускает незначительные неточности. Способен предложить стратегию решения проблемы с минимальной корректировкой	Глубоко понимает проблематику (например, радиационной безопасности в онкодиспансере или клинической инженерии в НОКБ). Свободно оперирует стандартами. Демонстрирует нестандартный подход к задачам медицинского приборостроения. Самостоятельно и быстро разрешает проблемные ситуации	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) Защита отчета, в т.ч. качество доклада.
<u>Знать:</u> - сущность и содержание системного подхода для анализа проблемных ситуаций в проектных работах; <u>Уметь:</u> - анализировать и критически оценивать результаты профессиональной деятельности; <u>Владеть:</u> - основными навыками применения информационных технологий для решения научно-	Не понимает сути системного подхода. Результаты работы не проанализированы. Навыки применения профильных ИТ (CAD-системы, среды моделирования, ПО для обработки медико-биологических данных) отсутствуют	Пытается применить системный подход, но упускает важные элементы БТС. Критический анализ слабый, носит описательный характер. ИТ используются на базовом уровне (текстовые/табличные редакторы), без применения профильного софта	Уверенно применяет системный подход при проектировании/анализе. Делает аргументированные выводы о результатах работы. Хорошо владеет ИТ-инструментарием для решения проектных задач, в отчете представлены соответствующие расчеты/модели	Демонстрирует глубокий системный анализ взаимодействия "биологический объект – техническая система". Критически оценивает результаты с точки зрения экономической и технической эффективности. Блестяще применяет специализированные ИТ (например, для биофотоники в ИПФ РАН или анализа лучевой	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 2) Качество выполнения индивидуального задания на

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
исследовательских и проектных задач				диагностики)	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.
Уметь: - выявлять цели и задачи исследования, определять последовательность их решения; Владеть: - методами анализа, систематизации и обобщения научнотехнической информации в области инновационных биотехнических систем и технологий	Не может сформулировать цель и задачи индивидуального задания. Не умеет искать и анализировать научную литературу	Цели и задачи сформулированы с ошибками, логика их решения нарушена. Литературный обзор в отчете представляет собой неструктурированный набор фактов без обобщения	Четко ставит цель и задачи, выстраивает логичный план работы на базе практики. Умеет работать с научными базами данных, систематизирует информацию, делает адекватные выводы, применимые к инновационным БТС	Идеально структурирует исследование. Демонстрирует превосходные навыки аналитики: работает с современными англоязычными статьями, патентами, нормативной документацией. Литобзор в отчете имеет высокую научную ценность для базы практики	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:	Не знает методов моде-	Знает простейшие моде-	Успешно строит и изуча-	Владеет сложными мето-	1) Отзыв руководи-

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
- алгоритм и методы решения современных инженерных задач в области биотехнических систем и технологий путем построения и изучения их моделей; Уметь: - выбирать и обосновывать оптимальные конструктивные и проектные решения по результатам анализа, изучения построенных моделей биотехнических систем и технологий; Владеть: - навыками использования фундаментальных основ современной прикладной науки и современной материально-производственной базы в разрабатываемом продукте, включающих необходимость учёта широкого перечня задач, связанных с исследованиями, проектированием, испытаниями, производством и сопровождением при эксплуатации устройств, изделий и приборов медицинского назначения	лирования БТС. Не способен обосновать техническое решение. Не умеет применять знания на материальной базе предприятия	ли, но допускает грубые ошибки при их построении. Обоснование конструктивных решений слабое (выбор "наугад"). С трудом переносит теоретические знания на реальные процессы проектирования или эксплуатации мед. изделий	ет модели БТС. Аргументированно выбирает конструктивные решения. Демонстрирует уверенные навыки работы с производственной и исследовательской базой (например, с КИП в НИИИС или лазерными системами в ООО «Мел-ситек»)	дами мат. и физического моделирования БТС. Обоснование проектных решений подкреплено многофакторным анализом. Свободно и творчески использует материально-производственную базу предприятия для решения задач НИОКР, производства или клинической инженерии	теля 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.
Уметь: - разбираться в новых для себя предметных областях, в пределах которых предполагается работа проектируемой системы;	Не способен освоить новую для себя специфику (например, ядерную медицину, если ранее не изучал). Не может найти	Адаптация к новой предметной области проходит медленно. Поиск информации ограничен одним-двумя источниками. На	Быстро вникает в специфику работы базы практики. Эффективно ищет узкоспециализированную информацию. Уверенно и	Демонстрирует высокую скорость самообучения в сложных междисциплинарных областях (радиоизотопы, биофотоника,	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, вы-

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
- производить поиск информации по заданной тематике; Владеть: - авыками выполнения работ на рабочих местах, оснащенных современной технологической базой	нужную информацию. К работе на оборудовании не допущен из-за некомпетентности	технологическом рабочем месте выполняет только простейшие операции под строгим контролем руководителя практики	безопасно работает на современном технологическом/медицинском оборудовании	ортопедия). Выполняет исчерпывающий информационный поиск. Отзыв руководителя подтверждает высокую степень самостоятельности и мастерства при работе на сложном исследовательском или клиническом оборудовании	полнении 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: - жизненный цикл продукта профессиональной деятельности; Уметь: - выполнять синтез, анализ, оптимизацию, конструирование, технологические расчеты, контрольно-измерительные проце-	Не знает этапов жизненного цикла мед. изделий. Не умеет проводить технологические и экономические расчеты. Проектные навыки с использованием ИТ отсутствуют	Знает стадии ЖЦП в общих чертах. Выполняет расчеты и измерительные процедуры с ошибками, требующими исправления. ТЭО отсутствует или формально. ИТ в проектировании применяются неуверенно	Понимает все этапы ЖЦП в рамках стандартов. Грамотно выполняет технологические/схемотехнические расчеты и контрольные измерения. Способен составить технико-экономическое обоснова-	Глубоко понимает особенности жизненного цикла инновационной медтехники (от НИОКР и сертификации до утилизации). Расчеты, синтез систем и измерительные процедуры (например, на базе НИИТО или ПИМУ)	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дис-

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
дуры, технико-экономическое обоснование; Владеть: - навыками решения проектных задач с использованием информационных технологий			ние проекта. Уверенно решает задачи с помощью ИТ	выполнены безупречно и оптимизированы. ТЭО детально проработано. ИТ-решения отличаются высокой эффективностью	циплины 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

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	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

Показатели оценивания	Критерии оценивания результатов			
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение
практики и соблюдении трудовой дисциплины				
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/выполнено с грубыми ошибками, задача сформулирована некорректно, поиск решений не проводился	Задание выполнено частично, задача нечеткая, анализ известных решений поверхностный, собственные решения не обоснованы	Задание выполнено полностью, задача сформулирована грамотно, проведен анализ известных решений, собственные решения обоснованы	Задание выполнено на высоком уровне, задача сформулирована четко, проведен глубокий анализ аналогов, предложены оригинальные обоснованные решения
Ответы на контрольные вопросы	Ответы отсутствуют либо неверны	Ответы неполные, с ошибками, требуются наводящие вопросы	Дает полные ответы по существу, демонстрирует хорошее знание процессов	Ответы полные, точные, аргументированные

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

4.3.1 Примерные темы индивидуальных заданий

Тема индивидуального задания формулируется руководителем практики от университета совместно с руководителем от организации (научным руководителем) с учётом специфики базы практики и темы ВКР студента:

- для практикантов, проходящих практику на предприятиях в области проектирования, производства, сертификация медицинской техники:

1. Разработка технического задания и структурной схемы биотехнической системы для функциональной диагностики (на примере конкретного изделия предприятия).

2. Анализ и оптимизация конструкции функциональной медицинской мебели/изделия медицинского назначения с точки зрения эргономики и безопасности пациента.

3. Разработка технологического процесса изготовления узла (блока) медицинского аппарата и оценка его технологичности.

4. Проведение стендовых испытаний медицинского изделия на соответствие требованиям ГОСТ ИЕС 60601-1 (электробезопасность, электромагнитная совместимость).

5. Разработка программы и методики приёмо-сдаточных испытаний нового медицинского изделия.

6. Анализ регистрационного досье медицинского изделия и подготовка технической документации для декларирования/сертификации.

7. Разработка и прототипирование макета биотехнического устройства с использованием средств быстрого прототипирования (3D-печать, макетирование).

- для практикантов, проходящих практику на предприятиях в области эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и метрологического обеспечения медицинской техники:

8. Разработка регламента технического обслуживания медицинского оборудования отделения функциональной диагностики.

9. Анализ причин отказов и разработка методики диагностики неисправностей конкретного вида медицинской аппаратуры.

10. Разработка методики и программы метрологической поверки (калибровки) средства измерений медицинского назначения.

11. Оценка эффективности и разработка предложений по совершенствованию системы технического обслуживания парка медицинской техники лечебно-профилактического учреждения.

12. Разработка контрольно-измерительного модуля/стенда для диагностики параметров медицинского оборудования.

- для практикантов, проходящих практику по профилю клинической инженерии и эксплуатации медицинской техники в лечебных учреждениях:

13. Изучение особенностей эксплуатации и требований безопасности при применении медицинской аппаратуры в педиатрической практике (отделение реанимации, функциональной диагностики).

14. Анализ организации службы клинической инженерии медицинского учреждения и разработка рекомендаций по её совершенствованию.

15. Оценка технического состояния и разработка плана модернизации оборудования отделения физиотерапии/функциональной диагностики.

16. Исследование биотехнических аспектов применения диагностического/реабилитационного оборудования в травматолого-ортопедической практике (на базе НИИТО).

17. Исследование оптических методов диагностики биологических тканей и разработка предложений по их применению в медицинском приборостроении.

- для практикантов, проходящих практику на предприятиях в области ядерной медицины и применения радиоизотопов:

18. Анализ технологии и оборудования радионуклидной диагностики (ОФЭКТ/ПЭТ) в условиях онкологического диспансера, оценка дозовой нагрузки на персонал и пациента.

19. Исследование методов и средств обеспечения радиационной безопасности при производстве и применении радиофармацевтических препаратов.

20. Разработка (анализ) конструкторских решений радиометрической/дозиметрической аппаратуры, применяемой в ядерной медицине.

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

18. Синтез и исследование биосовместимых наноструктурированных покрытий для имплантируемых медицинских изделий.

19. Концепция интеллектуальной системы поддержки принятия решений для выбора венозного доступа на базе компьютерного зрения.

20. Методология построения интеллектуальной системы прогнозирования послеоперационных осложнений на основе анализа электронных медицинских карт.

21. Проектирование адаптивной системы миоэлектрического управления экзоскелетом нижних конечностей для реабилитации пациентов с рассеянным склерозом.

22. Оптимизация конструкции электронного стетоскопа для инклюзивного применения в медицинской практике.

23. Разработка экспериментальной модели механического протеза кисти с возможностью двойного движения.

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 медико-инженерного профиля: проектирование, производство, испытания медицинской техники:

1. Какие ключевые параметры и ограничения необходимо учитывать при составлении технического задания (ТЗ) на систему функциональной диагностики, с которой вы работали?

2. Обоснуйте выбор структурной и функциональной схемы исследуемого/разрабатываемого вами прибора.

3. Какие критерии эргономики и безопасности пациента являются критичными при проектировании современных медицинских изделий и мебели?

4. По каким показателям оценивается технологичность сборки узла медицинского аппарата на предприятии — базе практики?

5. Назовите основные виды испытаний на электробезопасность согласно ГОСТ ИЕС 60601-1, применимые к вашему изделию.

6. В чем заключается специфика обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) для аппаратов, имеющих прямой контакт с пациентом?

7. Чем отличаются приемо-сдаточные испытания от типовых при запуске нового медицинского изделия в производство?

8. Какие основные документы входят в состав технического файла (регистрационного досье) медицинского изделия для Росздравнадзора?

9. Какие инженерные и материаловедческие ограничения накладывает технология 3D-печати при создании прототипов медицинских устройств?

- по тематикам индивидуальных заданий для студентов, проходящих практику на предприятиях медико-инженерного профиля: эксплуатация, ТО, ремонт и метрология:

10. На основе каких нормативных документов и данных производителя разрабатывается регламент ТО для оборудования функциональной диагностики?

11. Назовите наиболее частые причины отказов исследуемого вами вида медицинской аппаратуры и методы их выявления на ранних стадиях.

12. В чем принципиальная техническая и юридическая разница между поверкой и калибровкой средства измерений медицинского назначения?

13. Какие критерии используются для оценки эффективности системы технического обслуживания парка медтехники в конкретном ЛПУ?

14. Предложите алгоритм оптимизации графика планово-предупредительного ремонта (ППР) в больнице для минимизации простоя оборудования.

15. Опишите физический принцип действия контрольно-измерительного модуля (стенда), применяемого для диагностики параметров вашего медицинского оборудования.

- по тематикам индивидуальных заданий для студентов, проходящих практику в лечебных учреждениях: клиническая инженерия:

16. Какие специфические медико-технические требования (в т.ч. электробезопасность) предъявляются к реанимационной аппаратуре в педиатрической практике?

17. Каковы основные функции и проблемы организации отдела клинической инженерии в современной многопрофильной больнице?

18. Какие параметры физиотерапевтического оборудования объективно свидетельствуют о необходимости его списания или глубокой модернизации?

19. В чем специфика биотехнического взаимодействия в системе «аппарат-пациент» при использовании реабилитационного оборудования в ортопедии (на примере базы НИИТО)?

20. На каких физических принципах базируются исследованные вами оптические методы диагностики биологических тканей?

- по тематикам индивидуальных заданий для студентов, проходящих практику на предприятиях профиля ядерной медицины и применения радиоизотопов:

21. Как технологически оценивается и минимизируется дозовая нагрузка на персонал при работе с ОФЭКТ/ПЭТ оборудованием?

22. Перечислите основные инженерно-технические методы обеспечения радиационной безопасности при производстве радиофармпрепаратов.

23. Каковы структурные и физические особенности детекторов, применяемых в современной радиометрической и дозиметрической аппаратуре?

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

24. Какие физико-химические свойства наноструктурированных покрытий обеспечивают их биосовместимость с тканями организма на границе «имплант-ткань»?

25. Опишите структурную схему разрабатываемой интеллектуальной системы поддержки принятия решений (на базе компьютерного зрения) для выбора венозного доступа.

26. С какими техническими проблемами обработки медицинских изображений кровеносных сосудов сталкиваются разработчики систем компьютерного зрения?

27. Какие алгоритмы машинного обучения и принципы математического моделирования наиболее применимы для прогнозирования послеоперационных осложнений?

28. В чем заключается главная проблема анализа современных электронных медицинских карт (ЭМК) при обучении нейросетей?

29. Опишите структурную схему и принцип обратной связи адаптивной системы миоэлектрического управления экзоскелетом.

30. Какие физиологические проблемы и особенности пациентов с рассеянным склерозом усложняют проектирование адаптивных систем управления реабилитационной техникой?

31. Обоснуйте выбор физических принципов преобразования акустического сигнала в разрабатываемом электронном стетоскопе.

32. Какие специфические медико-технические требования предъявляются к приборам для инклюзивного применения в медицине?

33. Опишите кинематическую (структурную) схему экспериментальной модели протеза кисти с возможностью двойного движения.

- дополнительные (комплексные) вопросы:

34. Как на этапе анализа современного состояния предметной области учитываются требования экологической безопасности и утилизации медицинских изделий?

35. Каким образом оценивается и компенсируется погрешность измерений при разработке функциональной схемы нового медицинского аппарата?

Оценочные средства для промежуточной аттестации

	Формируемые компетенции	Номера вопросов
1	Компетенция ПК-1	3 - 14, 17, 18, 19, 21, 22, 26, 28, 30, 34
2	Компетенция ПК-3	1, 2, 15, 16, 20, 23, 24, 25, 27, 29, 31, 32, 33, 35

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 (преддипломная) практика (Б2.П.4)

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

В результате прохождения производственной (преддипломной) 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-1	Способен анализировать современное состояние проблем в предметной области биотехнических систем и технологий (включая биомедицинские и экологические задачи)	ИПК-1.1. Использует знания о современном состоянии проблем в предметной области проводимого научного исследования; перспективы развития проблемы в предметной области проводимого научного исследования	Знать: - основные проблемы предметной области биотехнических систем и технологий, методы и средства их решения; - обосновывать актуальность, новизну и практическую значимость выполняемой работы и предложенных решений; Уметь: - использовать результаты освоения фундаментальных и прикладных дисциплин магистерской программы для решения задач в сфере медицинского приборостроения; Владеть: - навыками выработки стратегии действий в проблемных ситуациях
		ИПК-1.2. Анализирует поставленные научно-исследовательские задачи в области проводимого исследования; анализировать материал на основе сбора, отбора и изучения литературных, патентных и других источников информации в сфере проводимого научного исследования	Знать: - сущность и содержание системного подхода для анализа проблемных ситуаций в проектных работах; Уметь: - анализировать и критически оценивать результаты профессиональной деятельности; Владеть: - основными навыками применения информационных технологий для решения научно-исследовательских и проектных задач
		ИПК-1.3. Обладает навыками сбора научно-технической информации по теме планируемых исследований; навыками обработки и систематизации научно-технической информации по теме планируемых исследований	Уметь: - выявлять цели и задачи исследования, определять последовательность их решения; - обрабатывать и наглядно представлять экспериментальные результаты; - оформлять графических материал; - формировать научно-технические отчеты; - эффективно работать в современных текстовых и графических редакторах; Владеть: - методами анализа, систематизации и обобщения научнотехнической информации в области инновационных биотехнических систем и технологий; - навыками эффективной демонстрации полученных теоретических знаний и умений и презентации и аргументированной защиты результатов профессиональной деятельности
ПК-3	Способен к разработке структурных и функциональных	ИПК-3.1. Определяет перечень проблем в области разработки новых инстру-	Знать: - алгоритм и методы решения современных инженерных задач в области биотехнических систем и технологий путем построения и

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)
	нальных схем инновационных биотехнических систем и технологий (включая биомедицинские и экологические задачи), определению их физических принципов действия, структур и медико-технических требований к системе и медицинскому изделию	ментальных методов и инновационных технических средств для биомедицинских исследований и решения задач практического здравоохранения	изучения их моделей; - основы проектирования функциональных узлов биотехнических систем и медицинских изделий с использованием специализированного программного обеспечения; Уметь: - выбирать и обосновывать оптимальные конструктивные и проектные решения по результатам анализа, изучения построенных моделей биотехнических систем и технологий; Владеть: - навыками использования фундаментальных основ современной прикладной науки и современной материальнопроизводственной базы в разрабатываемом продукте, включающих необходимость учёта широкого перечня задач, связанных с исследованиями, проектированием, испытаниями, производством и сопровождением при эксплуатации устройств, изделий и приборов медицинского назначения
		ИПК-3.2. Осуществляет поиск технологий получения и обработки биомедицинской информации для проведения биомедицинских исследований и решения задач практического здравоохранения	Знать: - основные направления и современные тенденции получения и обработки биомедицинской информации, а также методы измерения их параметров; - основные способы получения и обработки биомедицинской информации, применяемые в медико-биологических исследованиях и решениях задач практического здравоохранения, их характеристики; Уметь: - разбираться в новых для себя предметных областях, в пределах которых предполагается работа проектируемой системы; - производить поиск информации по заданной тематике; - собирать и анализировать исходные данные для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств получения и обработки биомедицинской информации; Владеть: - навыками выполнения работ на рабочих местах, оснащенных современной технологической базой; - специализированными программными средствами для моделирования процессов в биотехнических системах и медицинских изделиях; - программными средствами исследований; - основными методами расчета и пакетами прикладных программ расчета деталей, узлов и устройств биотехнических систем и медицинских изделий.
		ИПК-3.3. Разрабатывает и исследует новые способы и принципы функционирования биотехнических систем и технологий (включая биомедицинские и экологические задачи)	Знать: - жизненный цикл продукта профессиональной деятельности; - основы проектирования функциональных узлов биотехнических систем и медицинских изделий с использованием специализированного программного обеспечения; - методы и способы компьютерного модели-

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)
			рования процессов в узлах биотехнических систем и медицинских изделий с использованием стандартного программного обеспечения, пакетов программ общего и специального назначения; Уметь: - выполнять синтез, анализ, оптимизацию, конструирование, технологические расчеты, контрольно-измерительные процедуры, техникоэкономическое обоснование; - производить обработку экспериментальных данных математическим и компьютерным моделированием; Владеть: - навыками решения проектных задач с использованием информационных технологий
		ИПК-3.4. Разрабатывает конструкторскую и текстовую документацию на инновационные биотехнические системы медицинского, экологического и биометрического назначения	Уметь: - выполнять синтез, анализ, оптимизацию, разрабатывать конструкторскую и текстовую документацию на инновационные биотехнические системы медицинского, экологического и биометрического назначения; - требования ГОСТ к структуре и оформлению научнотехнических отчетов, магистерских диссертаций, графического материала, чертежей, библиографических списков, рефератов; - рекомендации по оформлению компьютерных презентаций; правила подготовки и эффективного представления научных докладов; - требования систем проверки некорректного заимствования (проверки на антиплагиат); Владеть: - навыками формулировать технические задания на разработку интеллектуальных биотехнических систем и технологий на основе изучения технической литературы и патентных источников; - разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями
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: - постановку проблем математического и информационного моделирования сложных систем в профессиональной области; - методы создания программного обеспечения для анализа, распознавания и обработки информации, систем цифровой обработки сигналов; Уметь: - планировать процесс моделирования и вычислительного эксперимента в профессиональной деятельности; - использовать программные методы для анализа, распознавания и обработки информации; Владеть: - методами постановки задач и обработки результатов компьютерного моделирования в профессиональной деятельности; - навыками определения набора библиотек используемых модулей при выполнении

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)
			программного проекта
		ИПК-4.2. Применяет цифровые технологии в профессиональной деятельности	Знать: - основные принципы и подходы современных информационных технологий, необходимых для моделирования биотехнических систем; - современные инструментальные средства разработки программного проекта (JupyterHub, Google Colab, VSCode); Уметь: - разрабатывать скрипты и программы для задач проектирования и исследования биотехнических систем; - работать на современной электронно-вычислительной технике с объектами профессиональной деятельности; - использовать современные инструментальные средства разработки программного проекта (JupyterHub, Google Colab, VSCode); Владеть: - навыками отладки, контроля самостоятельно разработанных программных продуктов; - навыками самостоятельной работы в лаборатории на современной вычислительной технике; - навыками выбора средства создания и ведения репозитория при выполнении программного проекта (GitHub).

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	
<u>Знать:</u> - основные проблемы предметной области биотехнических систем и технологий, методы и средства их решения; - обосновывать актуальность, новизну и практическую значимость выполняемой работы и предложенных решений; <u>Уметь:</u> - использовать результаты освоения фундаментальных и прикладных дисциплин магистерской программы для решения задач в сфере медицинского приборостроения; <u>Владеть:</u> - навыками выработки стратегии действий в проблемных ситуациях	Магистрант не может назвать основные проблемы отрасли, не способен обосновать актуальность работы. Теоретическая база не применяется. Теряется в проблемных ситуациях	Актуальность описана шаблонно. Демонстрирует поверхностное знание методов решения. Применяет базовые знания только с подсказками руководителя. Стратегия действий в нестандартных ситуациях выстраивается слабо	Уверенно описывает проблематику и обосновывает значимость работы. Самостоятельно применяет знания дисциплин для решения задач, но допускает незначительные неточности. Успешно справляется с проблемными ситуациями по заранее известным алгоритмам	Глубоко понимает проблематику на уровне передовых исследований (инновационных предприятий региона). Аргументированно доказывает новизну. Творчески применяет фундаментальные знания. Демонстрирует проактивную, самостоятельную стратегию в решении сложных, нестандартных проблем	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
<u>Знать:</u>	Объект исследования рас-	Системный подход при-	Демонстрирует понима-	Блестяще применяет си-	1) Качество подго-

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
- сущность и содержание системного подхода для анализа проблемных ситуаций в проектных работах; Уметь: - анализировать и критически оценивать результаты профессиональной деятельности; Владеть: - основными навыками применения информационных технологий для решения научно-исследовательских и проектных задач	считается изолированно, без системных связей. Отсутствует критический анализ. Не используются ИТ для решения задач	меняется фрагментарно. Критическая оценка результатов сводится к их констатации. ИТ-инструменты используются на уровне базового пользователя, с ошибками	ние системы. Адекватно оценивает результаты работы. Уверенно использует ИТ для расчетов и проектов, но не использует весь их потенциал	стемный анализ. Выявляет скрытые взаимосвязи. Проводит глубокий критический анализ результатов, предлагает пути оптимизации. Профессионально владеет современными ИТ, автоматизируя процессы проектирования или исследования	товки 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.
Уметь: - выявлять цели и задачи исследования, определять последовательность их решения; - обрабатывать и наглядно представлять экспериментальные результаты; - оформлять графических материал; - формировать научно-технические отчеты; - эффективно работать в современных текстовых и графических редакторах; Владеть: - методами анализа, систематизации и обобщения научнотех-	Цели и задачи не коррелируют с выводами. Данные не обработаны, графики отсутствуют или нечитаемы. Отчет оформлен небрежно. На защите не может связать двух слов, презентация отсутствует	Цели сформулированы расплывчато. Обработка данных поверхностная. В оформлении отчета и графики много ошибок (нарушение стандартов). Защита неуверенная, аргументация слабая	Структура исследования логична. Экспериментальные данные обработаны корректно. Отчет и графика оформлены по требованиям с мелкими недочетами. Защита уверенная, презентация наглядная, аргументация достаточная	Цели и задачи выстроены безупречно. Данные обработаны статистически достоверно и представлены высокоинформативной графикой. Идеальное оформление отчета. Защита блестящая, студент аргументированно и научно отстаивает свою точку зрения	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

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
нической информации в области инновационных биотехнических систем и технологий; - навыками эффективной демонстрации полученных теоретических знаний и умений и презентации и аргументированной защиты результатов профессиональной деятельности					
<u>Знать:</u> - алгоритм и методы решения современных инженерных задач в области биотехнических систем и технологий путем построения и изучения их моделей; - основы проектирования функциональных узлов биотехнических систем и медицинских изделий с использованием специализированного программного обеспечения; <u>Уметь:</u> - выбирать и обосновывать оптимальные конструктивные и проектные решения по результатам анализа, изучения построенных моделей биотехнических систем и технологий; <u>Владеть:</u> - навыками использования фундаментальных основ современной прикладной науки и современной материально-производственной базы в разрабатываемом продукте, включающих необходимость учёта ши-	Не знает алгоритмов проектирования. Выбор конструктивных решений случаен или отсутствует. Неспособен создать модель даже в простом ПО	Знает основы проектирования, но допускает грубые ошибки в расчетах. Обоснование решений слабое. Моделирование в специализированном ПО выполнено частично. Не учитывает особенности производства или эксплуатации	Выполняет расчеты и строит модели с помощью специализированного ПО корректно. Выбор решений обоснован. Учитывает реальную материально-производственную базу с незначительными упущениями	Демонстрирует уровень инженера-разработчика. Создает сложные, адекватные модели. Выбирает и строго обосновывает оптимальные (лучшие из возможных) решения. Полностью учитывает жизненный цикл изделия (от идеи до эксплуатации в клинике)	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

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
рокого перечня задач, связанных с исследованиями, проектированием, испытаниями, производством и сопровождением при эксплуатации устройств, изделий и приборов медицинского назначения					
Знать: - основные направления и современные тенденции получения и обработки биомедицинской информации, а также методы измерения их параметров; - основные способы получения и обработки биомедицинской информации, применяемые в медико-биологических исследованиях и решениях задач практического здравоохранения, их характеристики; Уметь: - разбираться в новых для себя предметных областях, в пределах которых предполагается работа проектируемой системы; - производить поиск информации по заданной тематике; - собирать и анализировать исходные данные для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств получения и обработки биомедицинской информации; Владеть: - навыками выполнения работ на рабочих местах, оснащенных современной технологической базой;	Не понимает природы биомедицинских сигналов. Не может собрать данные. Боится или не умеет работать с современным оборудованием на рабочем месте	Знает лишь старые методы обработки. В новых предметных областях теряется. Сбор данных проводит медленно и с ошибками. Работать на современном оборудовании может только под непрерывным контролем	Хорошо ориентируется в методах получения биоданных. Умеет искать нужные данные и адаптироваться к специфике базы практики. Уверенно работает с технологической базой и прикладными программами обработки сигналов/изображений	Знает передовые методы (в т.ч. нейросетевые) обработки биоданных. Мгновенно погружается в новую предметную область (например, радиационную гигиену или биофотонику). Демонстрирует высочайший класс работы со сложным диагностическим оборудованием и расчетными пакетами	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 реше-

Планируемые результаты (дискрипторы)	Критерии оценивания результатов				Показатели оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение	
- специализированными программными средствами для моделирования процессов в биотехнических системах и медицинских изделиях; - программными средствами исследований; - основными методами расчета и пакетами прикладных программ расчета деталей, узлов и устройств биотехнических систем и медицинских изделий.					ний.
Знать: - жизненный цикл продукта профессиональной деятельности; - основы проектирования функциональных узлов биотехнических систем и медицинских изделий с использованием специализированного программного обеспечения; - методы и способы компьютерного моделирования процессов в узлах биотехнических систем и медицинских изделий с использованием стандартного программного обеспечения, пакетов программ общего и специального назначения; Уметь: - выполнять синтез, анализ, оптимизацию, конструирование, технологические расчеты, контрольно-измерительные процедуры, техникоэкономическое обоснование; - производить обработку экспе-	Понятие о жизненном цикле отсутствует. Не способен провести простейший расчет или ТЭО. Математическое моделирование не выполнено	Знает этапы жизненного цикла в теории. Расчеты (технологические, ТЭО) содержат методологические ошибки. Моделирование процессов выполнено примитивно, без должного анализа результатов	Уверенно описывает жизненный цикл применительно к своему проекту. Проводит корректный синтез, оптимизацию и ТЭО. Успешно применяет математическое моделирование для обработки данных, решает проектные задачи с ИТ	Уверенно описывает жизненный цикл применительно к своему проекту. Проводит корректный синтез, оптимизацию и ТЭО. Успешно применяет математическое моделирование для обработки данных, решает проектные задачи с ИТ	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	
риментальных данных математическим и компьютерным моделированием; Владеть: - навыками решения проектных задач с использованием информационных технологий					
Уметь: - выполнять синтез, анализ, оптимизацию, разрабатывать конструкторскую и текстовую документацию на инновационные биотехнические системы медицинского, экологического и биометрического назначения; - требования ГОСТ к структуре и оформлению научнотехнических отчетов, магистерских диссертаций, графического материала, чертежей, библиографических списков, рефератов; - рекомендации по оформлению компьютерных презентаций; правила подготовки и эффективного представления научных докладов; - требования систем проверки некорректного заимствования (проверки на антиплагиат); Владеть: - навыками формулировать технические задания на разработку интеллектуальных биотехнических систем и технологий на основе изучения технической литературы и патентных источников;	Отчет не соответствует ГОСТ, оригинальность текста ниже минимально допустимого порога (плагиат). Техническое задание не сформулировано. Документация отсутствует. Студент не умеет делать презентации и не способен выступать	Отчет имеет множественные нарушения ГОСТ. ТЗ составлено шаблонно, без глубокого анализа патентов. Графический материал выполнен небрежно. Презентация перегружена текстом, доклад читается по бумажке	Отчет в целом соответствует ГОСТ, оригинальность текста в норме. Студент грамотно провел анализ литературы и разработал качественное ТЗ и проектную документацию (есть мелкие недочеты). Презентация наглядна, доклад структурирован	Идеальное оформление всей документации по ГОСТ и ЕСКД. Продемонстрирован высокий уровень оригинальности текста. Техническое задание обосновано глубоким патентным поиском и готово к внедрению на реальном предприятии (например, в НИИИС или МедИнж). Доклад на защите яркий, аргументированный, презентация выполнена на профессиональном уровне	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	
- разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями					
Знать: - постановку проблем математического и информационного моделирования сложных систем в профессиональной области; - методы создания программного обеспечения для анализа, распознавания и обработки информации, систем цифровой обработки сигналов; Уметь: - планировать процесс моделирования и вычислительного эксперимента в профессиональной деятельности; - использовать программные методы для анализа, распознавания и обработки информации; Владеть: - методами постановки задач и обработки результатов компьютерного моделирования в профессиональной деятельности; - навыками определения набора библиотек используемых модулей при выполнении программного проекта	Студент не понимает проблем математического моделирования в своей области. Не способен спланировать эксперимент. Не знает методов ЦОС и программных библиотек	Постановка задачи моделирования расплывчата. Вычислительный эксперимент спланирован с ошибками. Студент использует методы обработки информации вслепую, без понимания их математического аппарата. Выбор библиотек случаен	Грамотно ставит задачу и планирует вычислительный эксперимент. Успешно применяет программные методы для анализа и обработки реальных биомедицинских данных (например, ЭКГ, ЭЭГ или медицинских изображений). Осознанно выбирает необходимые библиотеки модулей	Демонстрирует глубокие знания математического аппарата. Самостоятельно и безошибочно планирует и реализует сложный вычислительный эксперимент. Разрабатывает и обосновывает высокоэффективные алгоритмы для цифровой обработки сигналов и распознавания образов, оптимально подбирая набор современных библиотек	1) Отзыв руководителя практики от предприятия о качестве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины 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: - основные принципы и подходы современных информационных технологий, необходимых для моделирования биотехнических систем;	Студент не умеет программировать. Не знаком со средами VSCode, Jupyter или Colab. Не понимает, что такое система контроля версий (GitHub).	Написан простейший неструктурированный скрипт, который работает с ошибками (нет навыков отладки). Среда разработки используются на	Студент уверенно пишет и отлаживает скрипты для проектных задач. Свободно работает в JupyterHub, Colab или VSCode. Самостоятельно	Студент пишет чистый, оптимизированный, хорошо закомментированный код. В совершенстве владеет современными инструментальными IDE.	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	
- современные инструментальные средства разработки программного проекта (JupyterHub, Google Colab, VSCode); Уметь: - разрабатывать скрипты и программы для задач проектирования и исследования биотехнических систем; - работать на современной электронно-вычислительной техники с объектами профессиональной деятельности; - использовать современные инструментальные средства разработки программного проекта (JupyterHub, Google Colab, VSCode); Владеть: - навыками отладки, контроля самостоятельно разработанных программных продуктов; - навыками самостоятельной работы в лаборатории на современной вычислительной технике; - навыками выбора средства создания и ведения репозитория при выполнении программного проекта (GitHub).	Не способен работать на современной ЭВМ	самом примитивном уровне. GitHub не используется или используется неправильно (загружен один файл без истории)	использует вычислительную технику лабораторной. Код проекта размещен в репозитории GitHub	Демонстрирует блестящие навыки отладки (дебаггинга) и тестирования ПО. Профессионально ведет проект в GitHub (структурированные коммиты, использование веток branching, описание README). Самостоятельно реализует сложные программные решения на высокопроизводительной вычислительной технике баз практик (например, при работе с нейросетями в ИПФ РАН или ПИМУ)	своего 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

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	Негативный отзыв. Нарушения ТБ и дисциплины. Пол-	Положительный отзыв с замечаниями. Студент безы-	Хороший отзыв. Студент дисциплинирован, выполнил	Отличный отзыв. Отмечены высокая техническая гра-

Показатели оценивания	Критерии оценивания результатов			
	2. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоения	4. Отличное усвоение
стве работы студента в должности, выполнении производственного этапа практики и соблюдении трудовой дисциплины	ная неспособность к самостоятельной работе	нициативен, нарушал график, требовал микроменеджмента	задачи, но показал средний уровень самоорганизации	мотность, 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/выполнено с грубыми ошибками, задача сформулирована некорректно, поиск решений не проводился	Задание выполнено частично, задача нечеткая, анализ известных решений поверхностный, собственные решения не обоснованы	Задание выполнено полностью, задача сформулирована грамотно, проведен анализ известных решений, собственные решения обоснованы	Задание выполнено на высоком уровне, задача сформулирована четко, проведен глубокий анализ аналогов, предложены оригинальные обоснованные решения
Ответы на контрольные вопросы	Ответы отсутствуют либо неверны	Ответы неполные, с ошибками, требуются наводящие вопросы	Дает полные ответы по существу, демонстрирует хорошее знание процессов	Ответы полные, точные, аргументированные

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

5.3.1 Примерные темы индивидуальных заданий

Тема индивидуального задания формулируется руководителем практики от университета совместно с руководителем от организации (научным руководителем) с учётом специфики базы практики и темы ВКР студента:

- для практикантов, проходящих практику на предприятиях в области проектирования, производства, сертификация медицинской техники (примеры баз практики: ООО «МедиУМ», ООО «Мелситек», ООО НПП «Гиперион»):

1. Разработка конструкции и технологии изготовления функциональной медицинской мебели с элементами биотехнической автоматизации.

2. Проектирование узла (блока) медицинского диагностического прибора и обоснование технических требований к нему.

3. Разработка технологического процесса изготовления изделия медицинского назначения и оценка его технологичности.

4. Модернизация конструкции серийно выпускаемого медицинского аппарата с целью повышения его эксплуатационных характеристик.

5. Разработка методики и стенда для функциональных испытаний медицинского изделия перед постановкой на серийное производство.

- для практикантов, проходящих практику на предприятиях в области эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и метрологического обеспечения медицинской техники (примеры баз практики: ООО «СервисМед Групп», ГБУЗ НО «Нижегородская областная клиническая больница им. Н.А. Семашко», ФГБОУ ВО ПИМУ, ФГБУЗ «Приволжский окружной медицинский центр ФМБА России»):

6. Разработка регламента технического обслуживания и метрологического обеспечения группы медицинских изделий лечебно-профилактического учреждения.

7. Анализ отказов и разработка мероприятий по повышению надёжности эксплуатации медицинского оборудования отделения функциональной диагностики.

8. Разработка методики поверки (калибровки) конкретного вида медицинского измерительного прибора.

9. Исследование клинической эффективности и безопасности применения биотехнического аппарата в условиях университетской клиники.

10. Оценка технико-экономической эффективности сервисного обслуживания парка медицинской техники лечебного учреждения.

- для практикантов, проходящих практику на предприятиях в области педиатрической клинической инженерии (база практики: ГБУЗ НО «Детская областная клиническая больница»):

11. Исследование особенностей эксплуатации и технического обслуживания медицинской техники отделений реанимации и интенсивной терапии применительно к педиатрической практике.

12. Разработка рекомендаций по обеспечению безопасности применения диагностической и физиотерапевтической аппаратуры у детей различных возрастных групп.

- для практикантов, проходящих практику на предприятиях в области научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок в области биотехнических систем (примеры баз практики: ФГБУ «ННИИТО» Минздрава России, АО «НИИИС им. Ю.Е. Седякова», ИПФ РАН)

13. Разработка и исследование биотехнической системы для диагностики или реабилитации в травматологии и ортопедии.

14. Проектирование контрольно-измерительной аппаратуры медицинского назначения с улучшенными метрологическими характеристиками.

15. Исследование методов и средств биофотоники (оптической когерентной томографии, флуоресцентной диагностики) для медицинских приложений.

- для практикантов, проходящих практику на предприятиях в области ядерной медицины и применения радиоизотопов (примеры баз практики: ГБУЗ НО «Нижегородский областной онкологический диспансер», ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», АО «ОКБМ Африкантов», ГБУЗ НО «ГКБ №13», ФБУН ННИИГП Роспотребнадзора, ООО «НПП «ДЕТЕСКО»):

16. Исследование методов радионуклидной диагностики и оценка технических требований к применяемой аппаратуре (ОФЭКТ/ПЭТ-системы).

17. Разработка и обоснование дозиметрического контроля при проведении процедур лучевой и радионуклидной терапии.

18. Анализ технологических процессов производства и применения медицинских радионуклидов и радиофармпрепаратов.

19. Разработка технических решений/конструкторской документации для приборов радиационного контроля и дозиметрии медицинского назначения.

20. Исследование вопросов радиационной безопасности персонала и пациентов при эксплуатации оборудования отделений лучевой и радионуклидной диагностики.

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

21. Синтез и исследование биосовместимых наноструктурированных покрытий для имплантируемых медицинских изделий.

22. Концепция интеллектуальной системы поддержки принятия решений для выбора венозного доступа на базе компьютерного зрения.

23. Методология построения интеллектуальной системы прогнозирования послеоперационных осложнений на основе анализа электронных медицинских карт.

24. Проектирование адаптивной системы миоэлектрического управления экзоскелетом нижних конечностей для реабилитации пациентов с рассеянным склерозом.

25. Оптимизация конструкции электронного стетоскопа для инклюзивного применения в медицинской практике.

26. Разработка экспериментальной модели механического протеза кисти с возможностью двойного движения.

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 практикантов, проходящих практику на предприятиях в области проектирования, производства, сертификация медицинской техники (примеры баз практики: ООО «МедиУМ», ООО «Мелситек», ООО НПП «Гиперион»):

1. Какие эргономические требования и стандарты безопасности (например, ГОСТ ИЕС 60601-1) необходимо учитывать при проектировании медицинской мебели с электроприводом?

2. Обоснуйте выбор элементной базы для узла аналоговой фильтрации биопотенциалов в спроектированном вами диагностическом приборе.

3. Каким образом выбранный вами метод стерилизации медицинского изделия (термический, радиационный, газовый) влияет на выбор конструкционных материалов деталей?

4. Какие технические решения вы предложили для снижения уровня электромагнитных помех при модернизации серийного медицинского аппарата?

5. Опишите структуру и метрологические характеристики измерительного тракта испытательного стенда, разработанного для функциональных тестов медицинского изделия.

6. Каким образом в спроектированном блоке диагностического прибора обеспечивается гальваническая развязка пациента от питающей сети?

- по тематикам индивидуальных заданий для практикантов, проходящих практику на предприятиях в области эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и метрологического обеспечения медицинской техники (примеры баз практики: ООО «СервисМед Групп», ГБУЗ НО «Нижегородская областная клиническая больница им. Н.А. Семашко», ФГБОУ ВО ПИМУ, ФГБУЗ «Приволжский окружной медицинский центр ФМБА России»):

7. Каков порядок действий инженера при проведении периодического контроля технического состояния (КТС) наркозно-дыхательной аппаратуры?

8. Назовите наиболее частые причины отказов ультразвуковых датчиков и предложите организационные меры по продлению их ресурса в условиях многопрофильного стационара.

9. В чем заключается принципиальное различие между процедурами поверки и калибровки медицинского пульсоксиметра? Какие эталонные средства измерения для этого необходимы?

10. Какие критерии и показатели использовались вами для оценки клинической эффективности и безопасности работы физиотерапевтического аппарата в клинике?

11. Каким образом рассчитывается показатель совокупной стоимости владения (ТСО) парком медицинской техники и как его можно оптимизировать?

12. Какие параметры электробезопасности медицинской техники подлежат обязательному контролю в помещениях класса 2 (операционные, реанимация)?

- по тематикам индивидуальных заданий для практикантов, проходящих практику на предприятиях в области педиатрической клинической инженерии (база практики: ГБУЗ НО «Детская областная клиническая больница»):

13. Какие специфические требования предъявляются к режимам вентиляции легких и мониторингу дыхательного объема в наркозно-дыхательных аппаратах для новорожденных?

14. Обоснуйте особенности расчета дозы воздействия (светового потока) при проведении сеансов фототерапии новорожденных с неонатальной желтухой.

15. Каким образом обеспечивается и контролируется температурный режим и влажность в инкубаторах (кувезах) для недоношенных детей?

- по тематикам индивидуальных заданий для практикантов, проходящих практику на предприятиях в области научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок в области биотехнических систем (примеры баз практики: ФГБУ «ННИИТО» Минздрава России, АО «НИИИС им. Ю.Е. Седатова», ИПФ РАН)

16. Опишите биомеханическую модель взаимодействия элемента экзоскелета/ортеза с сегментом конечности человека при реабилитации.

17. За счет каких схмотехнических или алгоритмических решений вам удалось повысить отношение сигнал/шум в разрабатываемой контрольно-измерительной аппаратуре?

18. Объясните физический принцип получения изображения в методе оптической когерентной томографии (ОКТ). Какова глубина зондирования биоткани?

19. Какие типы датчиков обратной связи (силы, положения, ускорения) целесообразно использовать в роботизированных системах для механотерапии?

20. Каковы физические основы метода флуоресцентной диагностики опухолей и какие требования предъявляются к источнику возбуждающего излучения?

- по тематикам индивидуальных заданий для практикантов, проходящих практику на предприятиях в области ядерной медицины и применения радиоизотопов (примеры баз практики: ГБУЗ НО «Нижегородский областной онкологический диспансер», ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», АО «ОКБМ Африкантов», ГБУЗ НО «ГКБ №13», ФБУН ННИИГП Роспотребнадзора, ООО «НПП «ДЕТЕСКО»):

21. В чем заключается различие в физических принципах регистрации гамма-квантов в ОФЭКТ и ПЭТ-сканерах?

22. Каким образом осуществляется расчет поглощенной дозы в мишени (опухоли) и критических органах при планировании лучевой терапии?

23. Опишите технологическую цепочку получения короткоживущих радионуклидов (например, фтора-18) с использованием медицинского циклотрона.

24. Каков принцип работы ионизационной камеры, применяемой в клинических дозиметрах для калибровки пучков медицинских ускорителей?

25. Какие инженерно-технические и организационные барьеры обеспечивают радиационную безопасность персонала в «горячей» зоне лаборатории радиофармпрепаратов?

26. Как влияет пространственное разрешение детектора ПЭТ на качество визуализации мелких метастатических очагов?

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

27. Какие методы исследования структуры и адгезионной прочности биосовместимых нанопокровов имплантатов вы использовали в работе?

28. Поясните, какие архитектуры сверточных нейронных сетей (CNN) наиболее эффективны для задачи сегментации кровеносных сосудов на изображениях.

29. Какие метрики качества (чувствительность, специфичность, AUC-ROC) приоритетны при оценке работы модели прогнозирования послеоперационных осложнений?

30. Каким образом осуществляется фильтрация и выделение огибающей поверхностной электромиограммы (пЭМГ) для формирования управляющих сигналов приводами экзоскелета?

31. С помощью каких цифровых фильтров в электронном стетоскопе реализуется разделение тонов сердца и дыхательных шумов (хрипов)?

32. Опишите кинематическую схему разработанного механического протеза кисти. Как реализуется адаптивный схват предметов различной формы?

33. Каким образом наноструктурирование поверхности титанового имплантата влияет на скорость его остеоинтеграции?

34. Как вы решали проблему несбалансированности классов в обучающей выборке электронных медицинских карт при прогнозировании редких осложнений?

35. Какое влияние оказывает задержка обработки сигнала пЭМГ на устойчивость контура управления экзоскелетом?

Оценочные средства для промежуточной аттестации

	Формируемые компетенции	Номера вопросов
1	Компетенция ПК-1	1, 3, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 20, 22, 25, 27, 33
2	Компетенция ПК-3	2, 4, 5, 6, 9, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 24, 26, 31, 32
3	Компетенция ПК-4	28, 29, 30, 34, 35

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