

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет
имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
(ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России)**

Институт нейронаук и нейротехнологий

«УТВЕРЖДАЮ»

**Директор Института нейронаук и
нейротехнологий,
Доктор биологических наук, профессор**

_____ **В.В.Белоусов**

«15 » января 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.В.О.01 «БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОТЕЗЫ»

**для образовательной программы высшего образования -
программы магистратуры
по направлению подготовки
12.04.04 Биотехнические системы и технологии**

**направленность (профиль) образовательной программы
Инженерные нейротехнологии**

Москва 2026

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.В.О.01 «Биомеханические протезы» (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы магистратуры по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии.

Направленность (профиль) образовательной программы: Инженерные нейротехнологии.

Форма обучения: очная

Рабочая программа дисциплины подготовлена на кафедре общей и медицинской биофизики (далее – кафедра) ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России авторским коллективом под руководством Синкина Михаила Владимировича, доктора медицинских наук.

Составители:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Ученая степень, ученое звание	Занимаемая должность	Основное место работы	Подпись
1	Бобров Павел Дмитриевич	к.б.н.	старший научный сотрудник отдела нейрокомпьютерных интерфейсов НИИ трансляционной медицины	заведующий лабораторией математической нейробиологии обучения института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии и РАН	

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры (протокол № 1 от «1» декабря 2025 года).

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Ученая степень, ученое звание	Занимаемая должность	Основное место работы	Подпись
1	Люкманов Роман Харисович	к.м.н.	Руководитель группы нейроинтерфейсов, старший научный сотрудник Российского центра неврологии и нейронаук	Российский Центр Неврологии и Нейронаук	

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена Ученым советом Института нейронаук и нейротехнологий (протокол № 1 от «15» января).

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины (модуля):

1) Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, утвержденный Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 19.09.2017 № 936 (Далее – ФГОС ВО (3++))

2) Примерная основная образовательная программа по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, направленность (профиль) образовательной программы – инженерные нейротехнологии.

3) Общая характеристика образовательной программы.

4) Учебный план образовательной программы.

5) Устав и локальные нормативные акты Университета.

1. Общие положения

1.1. Цель и задачи освоения дисциплины

1.1.1. Формирование системного представления о биомеханике и мехатронике, а также их приложениях к протезированию, выработка практических навыков интеграции электромеханических узлов, сенсорных систем и алгоритмов управления для создания бионических протезов.

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения программы дисциплины:

- Изучение механических свойств опорно-двигательного аппарата и тканей тела.
- Изучение основных принципов двигательного контроля у человека.
- Изучение принципов замещения утраченных двигательных функций за счет технических средств.
- Освоение классификации и принципов работы современных актуаторных систем в контексте протезирования.
- Знакомство с методами автоматического управления движением роботизированных конструкций и их применимостью к задачам стабилизации и движения протезов.
- Знакомство с проектированием встраиваемых систем управления протезами на базе микроконтроллеров и операционных систем реального времени.
- Изучение основных свойств управляющих биосигналов.

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б.1.В.О.01 «Биомеханические протезы» изучается в 1 и 2 семестре и относится к обязательной части Блока Б1 Дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся должны освоить следующие дисциплины, формируемые предыдущим образованием: Иностранный язык, Математика, Физика, Информатика, Биология.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Регуляторные аспекты нейротехнологий, Микрофлюидика, Микроскопия и лазерная оптика, а также следующих практик: Практика по профилю профессиональной деятельности (лаборантская практика), Преддипломная практика, в том числе научно-исследовательская работа.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

1-2 семестр.

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (уровень сформированности индикатора (компетенции))
Универсальные компетенции	
Обязательные профессиональные компетенции	
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 специфики научных исследований для создания разнообразных методик, аппаратуры и технологий производства в приборостроении, а также проектирования и создания биотехнических и мехатронных систем.	
ОПК-1.ИД1 – Проводит анализ научно-технической литературы и технической	Знать: -Основные классы медицинских мехатронных систем и протезов -Ключевые параметры мехатронных устройств и их

документации лабораторного оборудования для биологических, биомедицинских и физиологических исследований, включая мехатронные устройства и биотехнические системы.		влияние на функциональность протеза.
	Уметь:	-Анализировать и интерпретировать технические спецификации компонентов протезов (моторов, редукторов, датчиков, актуаторов). -Оценивать представленные в литературе решения конкретных задач протезирования.
ОПК-1.ИД2 – Осуществляет проектирование, техническое сопровождение и модернизацию узлов и модулей лабораторного оборудования для биологических, биомедицинских и физиологических исследований, включая мехатронные устройства и биотехнические системы.	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	-Поиск и анализа научных публикаций и технической документации по мехатронике и биомеханическому протезированию.
	Знать:	-Архитектуру мехатронных модулей протезов: сенсорные системы, приводы, системы управления. -Принципы синхронизации и интеграции электромеханических узлов протеза в единую систему. -Требования к жесткости, люфту и энергопотреблению протеза.
	Уметь:	-Разрабатывать кинематические и динамические модели мехатронных узлов протезов для расчёта требуемых параметров приводов. -Проектировать схемы управления движением мехатронных компонентов.
ОПК-1.ИД3 – Выполняет наладку, диагностику, калибровку и техническое обслуживание приборов, установок и их модулей для биологических, биомедицинских и физиологических исследований, включая мехатронные устройства и биотехнические системы.	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	-Разработка функциональных схем и технических заданий на отдельные узлы мехатронного протеза.
	Знать:	-Методы тестирования и диагностики основных компонентов мехатронного протеза. -Процедуры наладки и калибровки мехатронных узлов: выравнивание осей, проверка люфтов, настройка параметров управления.
	Уметь:	-Выявлять типичные неисправности мехатронных протезов. -Проводить инструментальную диагностику узлов мехатронных систем.
ОПК-1.ИД4 – Разрабатывает технические задания, конструкторскую и эксплуатационную документацию на лабораторное оборудование и его модификации, включая мехатронные устройства и биотехнические системы.	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	-Проведение профилактического технического обслуживания мехатронных протезов.
	Знать:	-Содержание и структуру технических заданий на изготовление модулей мехатронных систем. -Стандарты безопасности для протезов и ортезов.
	Уметь:	-Полностью или частично разрабатывать конструкторскую документацию: схемы сборки, сборочные чертежи, спецификации компонентов для мехатронного протеза. -Подготавливать инструкции по эксплуатации протеза с описанием режимов работы, обслуживания, требований по безопасности.
ОПК-1.ИД5 – Организует мелкосерийное производство приборов, установок для биологических, биомедицинских и физиологических	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	-Участие в написании технических заданий и конструкторской документации на изготовление модулей мехатронных протезов.
	Знать:	-Процессы сборки и изготовления модулей мехатронных протезов. -Методы функционального тестирования протезов.
	Уметь:	-Планировать производственные процессы для мелкосерийного выпуска модулей и прототипов мехатронных протезов.

исследований и их модулей, включая мехатронные устройства и биотехнические системы.		-Осуществлять функциональное тестирование изготовленных модулей и прототипов.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	-Участие в подготовке производственной документации. -Организация функционального тестирования модулей и прототипов мехатронных протезов.
ОПК-2. Способен организовать проведение научного исследования и разработку, представлять и аргументированно защищать полученные результаты интеллектуальной деятельности, связанные с обработкой, передачей и измерением сигналов различной физической природы в приборостроении, а также связанные с методами и средствами исследований в области мехатроники, биотехнических систем и технологий		
ОПК-2.ИД1 – Проводит поиск информации, интерпретирует данные научных публикаций и результатов научного исследования в области создания исследовательского оборудования, биотехнических и мехатронных систем и технологий, предназначенных для биологических, биомедицинских и физиологических исследований.	Знать:	-Основные источники научной и технической информации по мехатронике, биомеханике и протезированию.
	Уметь:	-Проводить поиск и анализ опубликованных данных о производительности и надёжности различных конструкций мехатронных протезов. -Выявлять инновационные и перспективные подходы в протезировании.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	-Поиск и анализ литературы по современным решениям в области протезирования конкретного типа конечности.
ОПК-2.ИД2 – Планирует, разрабатывает и проводит научные исследования в области создания исследовательского оборудования, а также в областях биотехнических и мехатронных систем и технологий.	Знать:	-Основные этапы разработки и испытания мехатронного протеза. -Ключевые оцениваемые показатели (функциональность, устойчивость управления, энергопотребление, комфорт пользователя, безопасность).
	Уметь:	-Формулировать научные и технические задачи в ходе разработки прототипа мехатронного протеза. -Разрабатывать план экспериментов по тестированию и валидации прототипа протеза.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	-Планирование и проведение экспериментальных работ по оценке функциональности и надёжности разработанного мехатронного протеза.
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		
ОПК-3.ИД2 – Применяет информационные технологии в профессиональной деятельности	Знать:	-Архитектуру микроконтроллеров и встроенных систем реального времени, пригодными для управления мехатронными протезами. -Основы цифровой обработки сигналов от датчиков протеза и алгоритмы устойчивого управления его движением в реальном времени.
	Уметь:	-Программировать микроконтроллеры для реализации алгоритмов управления суставами протеза. -Использовать численные инструменты для симуляции и виртуального тестирования мехатронных систем.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	-Полная или частичная разработка встроенного ПО для управления мехатронным протезом и обработки сигналов от его сенсоров.
ОПК-3.ИД4 – Применяет основные фундаментальные математические, физико-химические и биологические знания для решения	Знать:	Математические основы описания движения мехатронных систем: кинематика, динамика, уравнения в пространстве состояний для суставов протеза.
	Уметь:	-Применять методы численного моделирования для анализа динамики, валидации характеристик

профессиональных задач, используя информационные технологии		мехатронного протеза и расчета коэффициентов для устойчивого управления его движением.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	-Численная симуляция движения мехатронных протезов. -Расчет коэффициентов устойчивого управления движением.
ПК. Профессиональные компетенции		
ПК-1. Способен к техническому сопровождению, наладке, модернизации и изготовлению лабораторного оборудования для биомедицинских, биологических и физиологических исследований		
ПК-1.ИД1 – Осуществляет монтаж, сборку и наладку электронных и мехатронных модулей лабораторных приборов и установок	Знать:	-Процессы сборки и монтажа электронных и мехатронных компонент протезов. -Требования к качеству сборки: герметичность, выравнивание осей, отсутствие люфтов для обеспечения надёжной работы протеза.
	Уметь:	-Выполнять монтаж электронных компонентов и датчиков на печатную плату или непосредственно в корпус протеза. -Осуществлять установку и наладку мехатронных узлов протеза.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	-Сборка и начальная наладка мехатронных модулей протезов в условиях мастерской.
ПК-1.ИД2 – Выполняет диагностику, техническое обслуживание, ремонт и модернизацию узлов лабораторного оборудования	Знать:	-Типичные неисправности мехатронных протезов и методы их локализации. -Основные процедуры технического обслуживания протезов.
	Уметь:	-Проводить функциональное тестирование протеза для выявления неисправностей; использовать диагностический инструментарий. -Выполнять замену неисправных компонент и проверку устройства после ремонта.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	-Диагностика и ремонт мехатронных протезов.
ПК-1.ИД3 – Разрабатывает и изготавливает опытные образцы модулей и устройств для экспериментальных установок	Знать:	-Процессы быстрого прототипирования мехатронных систем протезирования. -Методы тестирования разработанного прототипа.
	Уметь:	-Собрать опытный образец мехатронного протеза из доступных компонент и модулей с соблюдением конструктивных ограничений (вес, габариты, энергопотребление). -Провести тестирование собранного прототипа.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	-Разработка и сборка опытных образцов мехатронных протезов.
ПК-2. Способен разрабатывать, адаптировать и сопровождать технологические процессы мелкосерийного производства лабораторных биотехнических систем и приборов для исследований с использованием живых организмов и биологических систем различных уровней организации.		
ПК-2.ИД3 – Подготавливает спецификации материалов и комплектующих с учетом требований	Знать:	-Требования по биосовместимости материалов для составных частей протеза, контактирующих с кожей. -Основные материалы, используемые при изготовлении протезов.

биосовместимости и стерильности	Уметь:	-Подбирать материалы для составных частей протеза в соответствии с требованиями функциональности и биосовместимости. -Формировать спецификации для закупки материалов и комплектующих.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	-Подготовка спецификаций материалов и комплектующих для производства мехатронных протезов, с учетом требований по безопасности и комфорта для пользователя.

2. Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость

Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий/ Формы промежуточной аттестации	Всего часов	Распределение часов по семестрам			
		1	2	3	4
Учебные занятия					
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КР), в т.ч.:	96	48	48		
Лекционное занятие (ЛЗ)	32	15	15		
Семинарское занятие (СЗ)	64	32	32		
Практическое занятие (ПЗ)					
Практикум (П)					
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)					
Лабораторная работа (ЛР)					
Клинико-практические занятия (КПЗ)					
Специализированное занятие (СПЗ)					
Комбинированное занятие (КЗ)					
Коллоквиум (К)					
Контрольная работа (КР)					
Итоговое занятие (ИЗ)					
Групповая консультация (ГК)					
Конференция (Конф.)					
Иные виды занятий					
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.	96	50	46		
Подготовка к учебным аудиторным занятиям					
Подготовка истории болезни					
Подготовка курсовой работы					
Подготовка реферата					
Иные виды самостоятельной работы (в т.ч. выполнение практических заданий проектного, творческого и др. типов)					
Промежуточная аттестация	32		32		
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:					
Зачёт (З)	- *				
Защита курсовой работы (ЗКР)					
Экзамен (Э)					
Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к промежуточной аттестации (СРПА), в т.ч.					
Подготовка к экзамену	32				
Общая трудоёмкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КР+СРС+КРПА+СРПА	224			
	в зачетных единицах: ОТД (в часах):36	7			

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

Семестр 1

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
1	2	3	4
1.	ОПК-1.ИД1	Раздел 1. Основы мехатроники	Цели и задачи мехатроники. Мехатронные системы. Архитектура мехатронного модуля. Примеры мехатронных устройств. Специфика протезов: ограничения по массе, габаритам, энергопотреблению, безопасности. Типы протезов.
2.	ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ОПК-1.ИД3 ОПК-1.ИД4 ОПК-1.ИД5 ПК-1.ИД1 ПК-1.ИД2 ПК-1.ИД3	Раздел 2. Основные компоненты мехатронных систем	Датчики и преобразователи. Классификация датчиков. Измерение угла поворота, энкодеры. Датчики усилия. Датчики давления. Датчики температуры. Ключевые параметры датчиков: диапазон, чувствительность, уровень шума, линейность. Механические узлы и передачи. Основы зубчатых передач: передаточное число, КПД, люфт, жесткость. Планетарные и гармонические редукторы. Мультипликаторы. Кинематические схемы суставов: одноосевые и многоосевые шарниры, параллельные механизмы. Подшипники, опоры, муфты. Компромисс «масса–жесткость–люфт» для протезов. Актуаторы. Электродвигатели. DC моторы: характеристики, КПД. BLDC моторы: преимущества для протезов. Шаговые двигатели: достоинства и ограничения в протезах. Миниатюрные сервоприводы. Мотор-редукторные сборки. Специализированные приводы для протезов. Пассивная актуация, пружины, Series Elastic Actuators, Parallel Elastic Actuators. Линейные актуаторы. SMA (shape memory alloy). Пневматика. Основы пневмопривода: компрессор, регуляторы давления, распределители. Пневматические мышцы/актуаторы. Преимущества и недостатки пневматики в протезах и экзоскелетах. Soft-robotics, мягкие ортезы.
3.	ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ОПК-1.ИД3 ОПК-1.ИД4 ОПК-1.ИД5 ОПК-3.ИД1 ОПК-3.ИД2 ПК-1.ИД1 ПК-1.ИД2 ПК-1.ИД3	Раздел 3. Микроконтроллеры и встроенные системы	Архитектура микроконтроллера. Таймеры, GPIO, PWM, UART, SPI, I2C, CAN, использование библиотек. Выполнение задач: главный цикл, RTOS. Обработка прерываний: таймеры, события от датчиков. Планирование задач, приоритеты (RTOS). Безопасность и отказоустойчивость: обработка ошибок, watchdog. Работа с датчиками: получение показаний энкодеров, тензодатчиков, датчиков температуры. Управление актуаторами. Генерация ШИМ для управления мотором. Связь с внешними устройствами для настройки и логгинга. Компоновка электроники протеза: централизованная, распределенная.
4.	ОПК-1.ИД1 ОПК-2.ИД1 ОПК-2.ИД2 ОПК-3.ИД4	Раздел 4. Управление движением мехатронных систем.	Классическое управление. Модель привода «мотор+редуктор+нагрузка». Прямое управление. Понятие обратной связи. ПД/ПИ/ПИД регуляторы, устойчивость, подбор коэффициентов, накопление ошибки (windup). Оптимальное и многосвязное управление (MIMO). Уравнения в пространстве состояний. LQR как базовый пример оптимального многосвязного управления. Современные методы. Введение в предсказательное управление (Model Predictive Control). Управление по току, управление по силовому моменту. Импедансное управление. Admittance control.

Семестр 2

№	Шифр	Наименование раздела,	Содержание раздела и темы
---	------	-----------------------	---------------------------

п/п	компетенции	темы дисциплины	в дидактических единицах
1	2	3	4
1.	ОПК-1.ИД1 ОПК-3.ИД4 ОПК-2.ИД2	Раздел 1. Кинематика и динамика движений человека. Двигательный контроль.	<p>Определение биомеханики. Модели тела и его сегментов: система твердых тел, сплошные среды, модели мышечного аппарата. Описание движения, анатомические оси, суставные углы. Основы динамики: моменты, инерция, моменты сил мышц, внешняя нагрузка. Регистрация движений и стабиллометрия.</p> <p>Опорно-двигательный аппарат. Сенсорная система опорно-двигательного аппарата. Управление мышцами, агонисты и антагонисты.</p> <p>Восходящие и нисходящие пути. Рекуррентное возбуждение, роль таламуса. Базальные ганглии, мозжечок. Двигательная кора головного мозга. Фронтально-париетальные круги.</p> <p>Рефлексы и произвольные движения. Внутренние модели и представление движений.</p> <p>Управление движением рабочей точки. Избыточность степеней свободы. Кинематическое разнообразие. Синергии. Серийная и координационная сложность, двигательные примитивы. Закон Фиттса. Собственные движения (синергии).</p> <p>Приложения к робототехнике. Биологически адекватные принципы управления. Полносвязное управление по силовому моменту с задержкой в петле обратной связи.</p>
2.	ОПК-1.ИД1 ОПК-2.ИД2 ОПК-3.ИД4 ПК-2.ИД3	Раздел 2. Биомеханика тканей.	<p>Механика костной ткани. Базовые механические свойства: модуль Юнга, предел прочности, вязкоупругость. Обобщенный закон Гука. Физиология и структура костной ткани. Механические свойства кости.</p> <p>Механика суставов и позвоночника. Модели суставов. Суставные поверхности, хрящ, синовиальная жидкость.</p> <p>Механика позвоночного столба как многозвенной структуры. Ограничения движений, диапазоны, моменты, статика и динамика. Требования к протезам/ортезам по совместимости с суставной кинематикой.</p> <p>Механика мягких тканей. Нелинейное поведение мягких тканей: гиперэластичность, вязкоупругость. Контакт протеза с мягкими тканями культи: давление, сдвиг, точки перегрузки. Модели интерфейсных оболочек, подкладок, лайнеров. Проблемы: язвы, боль, дискомфорт; критерии хорошей посадки протеза.</p>
3.	ОПК-3.ИД3 ОПК-1.ИД5 ПК-2.ИД3	Раздел 3. Биомедицинские мехатронные системы, протезы.	<p>Биосовместимые материалы. Классы материалов: металлы, полимеры, композиты, керамика. Биосовместимость, коррозия, износ. Специальные покрытия и поверхностная модификация. Примеры: титановые сплавы, UHMWPE, медицинские силконы, гидрогели.</p> <p>Протезы верхних/нижних конечностей, ортезы.</p> <p>Управляющие биосигналы в протезах. Декодирование и преобразование биосигналов в двигательные команды роботизированного устройства. Ощущение протезов.</p>

3.2. Перечень разделов (модулей), тем дисциплины (модуля) для самостоятельного изучения обучающимися (при наличии)

Разделы и темы дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися в программе не предусмотрены.

4. Тематический план дисциплины

Условные обозначения:

Виды учебных занятий и формы промежуточной аттестации *

Виды учебных занятий, формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ
Семинарское занятие	Семинар	СЗ
Практическое занятие	Практическое	ПЗ
Практикум	Практикум	П
Лабораторно-практическое занятие	Лабораторно-практическое	ЛПЗ
Лабораторная работа	Лабораторная работа	ЛР
Клинико-практическое занятие	Клинико-практическое	КПЗ
Специализированное занятие	Специализированное	СЗ
Комбинированное занятие	Комбинированное	КЗ
Коллоквиум	Коллоквиум	К
Контрольная работа	Контр. работа	КР
Итоговое занятие	Итоговое	ИЗ
Групповая консультация	Групп. консультация	КС
Конференция	Конференция	Конф.
Защита курсовой работы	Защита курсовой работы	ЗКР
Экзамен	Экзамен	Э

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**	Сокращённое наименование		Содержание
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д	Контроль посещаемости занятий обучающимся
Текущий тематический контроль	Тематический	Т	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности на занятиях по теме
Текущий рубежный (модульный) контроль	Рубежный	Р	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины
Текущий итоговый контроль	Итоговый	И	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по темам (разделам, модулям) дисциплины

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся /виды работы обучающихся/ ***

№	Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (ФТКУ) ***	Техническое и сокращённое наименование		Виды работы обучающихся (ВРО) ***	Типы контроля
1	Контроль присутствия (КП)	Присутствие	КП	Присутствие	Присутствие
2	Учет активности (А)	Активность	А	Работа на занятии по теме	Участие
3	Опрос устный (ОУ)	Опрос устный	ОУ	Выполнение задания в устной форме	Выполнение обязательно
4	Опрос письменный (ОП)	Опрос письменный	ОП	Выполнение задания в письменной форме	Выполнение обязательно
5	Опрос комбинированный (ОК)	Опрос комбинированный	ОК	Выполнение заданий в устной и письменной форме	Выполнение обязательно
6	Тестирование в электронной форме (ТЭ)	Тестирование	ТЭ	Выполнение тестового задания в электронной форме	Выполнение обязательно
7	Проверка реферата (ПР)	Реферат	ПР	Написание (защита) реферата	Выполнение обязательно
8	Проверка лабораторной работы (ЛР)	Лабораторная работа	ЛР	Выполнение (защита) лабораторной работы	Выполнение обязательно
9	Подготовка учебной истории болезни (ИБ)	История болезни	ИБ	Написание (защита) учебной истории болезни	Выполнение обязательно
10	Решение практической (ситуационной) задачи (РЗ)	Практическая задача	РЗ	Решение практической (ситуационной) задачи	Выполнение обязательно
11	Подготовка курсовой работы (ПКР)	Курсовая работа	ПКР	Выполнение (защита) курсовой работы	Выполнение обязательно
12	Клинико-практическая работа (КПР)	Клинико-практическая работа	КПР	Выполнение клинико-практической работы	Выполнение обязательно
13	Проверка конспекта (ПК)	Конспект	ПК	Подготовка конспекта	Выполнение обязательно

14	Проверка контрольных нормативов (ПКН)	Проверка нормативов	ПКН	Сдача контрольных нормативов	Выполнение обязательно
15	Проверка отчета (ПО)	Отчет	ПО	Подготовка отчета	Выполнение обязательно
15	Контроль выполнения домашнего задания (ДЗ)	Контроль самостоятельной работы	ДЗ	Выполнение домашнего задания	Выполнение обязательно, Участие
17	Контроль изучения электронных образовательных ресурсов (ИЭОР)	Контроль ИЭОР	ИЭОР	Изучения электронных образовательных ресурсов	Изучение ЭОР

5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

5.1. Планируемые результаты обучения по темам и разделам дисциплины

Планируемые результаты обучения по темам и разделам дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения дисциплины – согласно п. 1.3. и содержанием дисциплины – согласно п.3. настоящей рабочей программы дисциплины.

5.2. Формы проведения текущего контроля успеваемости

Текущий контроль успеваемости обучающегося в семестре осуществляется в формах, предусмотренных тематическим планом настоящей рабочей программы дисциплины (см. п. 4.1).

5.3. Критерии, показатели и оценочные средства текущего контроля успеваемости обучающихся

5.3.1. Условные обозначения:

Типы контроля (ТК)*

Типы контроля		Тип оценки
Присутствие	П	наличие события
Участие (дополнительный контроль)	У	дифференцированный
Изучение электронных образовательных ресурсов (ЭОР)	И	наличие события
Выполнение (обязательный контроль)	В	дифференцированный

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**	Сокращённое наименование		Содержание
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д	Контроль посещаемости занятий обучающимся
Текущий тематический контроль	Тематический	Т	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности на занятиях по теме.
Текущий рубежный (модульный) контроль	Рубежный	Р	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины
Текущий итоговый контроль	Итоговый	И	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по темам (разделам, модулям) дисциплины

5.3.2. Структура текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

2 семестр

Виды занятий		Формы текущего контроля успеваемости/виды работы		ТК*	ВТК**	Max.	Min.	Шаг
Лекционное занятие	ЛЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
Семинарское занятие	СЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
		Опрос устный	ОУ	В	Т	10	0	1
		Опрос письменный	ОП	В	Т	10	0	1
Коллоквиум (рубежный (модульный) контроль)	К	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
		Опрос устный	ОУ	В	Р	10	0	1

5.3.3. Весовые коэффициенты текущего контроля успеваемости обучающихся (по видам контроля и видам работы)

1,2 семестр

Вид контроля	План %	Исходно		Формы текущего контроля успеваемости/ виды работы	ТК	План %	Исходно		Кэф.
		Баллы	%				Баллы	%	
Текущий дисциплинирующий контроль	5	30	6,14	Контроль присутствия	П	5	30	6,14	0,17
Текущий тематический контроль	70	360	73,46	Опрос устный	В	30	230	40,82	0,13
				Опрос письменный	В	35	130	26,5	0,038
Текущий рубежный контроль (коллоквиум)	25	100	20,4	Коллоквиум, рубежный (модульный) контроль	В	25	100	20,4	0,25
Мах. количество баллов	100	490							

5.4. Методические указания по порядку проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине по формам текущего контроля, предусмотренным настоящей рабочей программой дисциплины.

Методические указания по порядку проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине по формам текущего контроля, предусмотренным настоящей рабочей программой дисциплины (см. п. 5.3.2) подготавливаются кафедрой и объявляются преподавателем накануне проведения текущего контроля успеваемости.

6. Организация промежуточной аттестации обучающихся

1 и 2 семестр

1) Форма промежуточной аттестации согласно учебному плану – зачет в 1 семестре, экзамен - во 2 семестре

2) Форма организации промежуточной аттестации:
- на основании семестрового рейтинга.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

7.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (по периодам освоения образовательной программы) – согласно п. 1.3. настоящей рабочей программы дисциплины.

7.2. Критерии, показатели и порядок промежуточной аттестации обучающихся с использованием балльно-рейтинговой системы. Порядок перевода рейтинговой оценки обучающегося в традиционную систему оценок

2 семестр.

Порядок промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине в форме зачёта

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме зачёта проводится на основании результатов текущего контроля успеваемости обучающегося в семестре, в соответствии с расписанием занятий по дисциплине, как правило на последнем занятии.

Время на подготовку к промежуточной аттестации не выделяется.

Критерии, показатели и порядок балльно-рейтинговой системы промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине в форме зачета, а также порядок перевода рейтинговой оценки обучающегося в традиционную систему оценок устанавливается Положением о балльно-рейтинговой системе текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации с изменениями и дополнениями (при наличии).

Условные обозначения:

Типы контроля (ТК)**

Типы контроля		Тип оценки
Присутствие	П	наличие события
Выполнение (обязательный контроль)	В	дифференцированный

Структура итогового рейтинга по дисциплине

Дисциплина	Биомеханические протезы
Направление подготовки	12.04.04
Направленность (профиль)	Инженерные нейротехнологии
Семестры	1,2
Трудоемкость семестров в часах (Тдсі)	224
Трудоемкость дисциплины (модуля) в часах за весь период ее изучения (Тд)	224
Весовые коэффициенты семестровой рейтинговой оценки с учетом трудоемкости (Кросі)	1

Коэффициент экзаменационного семестрового рейтинга за все семестры изучения дисциплины (модуля)	-
Экзаменационный коэффициент (Кэ)	-

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Освоение обучающимися учебной дисциплины «Биомеханические протезы» складывается из контактной работы, включающей занятия лекционного типа (лекции) и занятия семинарского типа (семинарские занятия, коллоквиумы), а также самостоятельной работы. Контактная работа с обучающимися предполагает проведение текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Для подготовки к занятиям лекционного типа (лекциям) обучающийся должен:

- внимательно прочитать материал предыдущей лекции;
- ознакомиться с учебным материалом по учебнику, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам с темой прочитанной лекции;
- внести дополнения к полученным ранее знаниям по теме лекции в лекционной тетради;
- записать возможные вопросы, которые следует задать преподавателю по материалу изученной лекции.

Для подготовки к занятиям семинарского типа обучающийся должен:

- внимательно изучить теоретический материал по конспекту лекции, учебникам, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам;
- подготовиться к выступлению на заданную тему, если данное задание предусмотрено по дисциплине;
- выполнить письменную работу, если данное задание предусмотрено по дисциплине;
- подготовить доклад, презентацию или реферат, если данное задание предусмотрено по дисциплине.

Самостоятельная работа обучающихся является составной частью обучения и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний, выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации.

Выполнение домашних заданий осуществляется в форме:

- работы с учебной, учебно-методической и научной литературой, электронными образовательными ресурсами (например, просмотр видеолекций или учебных фильмов), конспектами обучающегося: чтение, изучение, анализ, сбор и обобщение информации, её конспектирование и реферирование, перевод текстов, составление профессиональных глоссариев;
- подготовки тематических сообщений и выступлений;
- выполнения письменных контрольных работ.

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине «Биомеханические протезы» осуществляется в ходе проведения отдельного вида занятия – коллоквиума. Текущий контроль включает в себя текущий тематический контроль, текущий рубежный (модульный) контроль и текущий итоговый контроль.

Для подготовки к текущему тематическому контролю, обучающемуся следует изучить учебный материал по теме занятия или отдельным значимым учебным вопросам, по которым будет осуществляться опрос.

Для подготовки к текущему рубежному (модульному) контролю и текущему итоговому

контролю обучающемуся следует изучить учебный материал по наиболее значимым темам и (или) разделам дисциплины в семестре.

Промежуточная аттестация в форме зачета по дисциплине «Биомеханические протезы» проводится на основании результатов текущего контроля успеваемости обучающегося в семестре.

При подготовке к собеседованию по билетам следует:

- ознакомиться со списком вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме экзамена;
- проанализировать материал и наметить последовательность его повторения;
- определить наиболее простые и сложные темы и (или) разделы дисциплины;
- повторить материал по наиболее значимым/сложным темам и (или) разделам дисциплины по конспектам лекций и учебной литературе, а также электронным образовательным ресурсам;
- повторить схемы, таблицы и другой материал, изученный в процессе освоения дисциплины.

9. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины.

Книгообеспеченность образовательной программы представлена по ссылке <https://rsmu.ru/library/resources/knigoobespechennost/>

9.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе профессиональных баз данных, необходимых для освоения дисциплины (модуля):

1. Электронная библиотечная система РНИМУ <https://library.rsmu.ru/resources/e-lib/els/>
2. Консультант студента <https://www.studentlibrary.ru/>
3. ЭБС «Айбукс» <https://ibooks.ru/>
4. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/>
5. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
6. ЭБС «IPR BOOKS» <https://www.iprbookshop.ru/>
7. ЭБС «Букап» <https://www.books-up.ru/>
8. «Pub Med» <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
9. «Scopus»
<https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic&zone=header&origin=#basic>
10. «Web of Science» <https://clarivate.com/>
11. Wiley Online Library <https://onlinelibrary.wiley.com/>
12. Российская государственная библиотека <https://www.rsl.ru/>
13. Российская национальная библиотека <https://nlr.ru/>
14. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
15. <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970434703.html>
16. www.educa.usma.ru
17. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
18. <https://genome.ucsc.edu/>
19. <https://www.omim.org/>
20. <https://www.encodeproject.org/>

21. <https://gnomad.broadinstitute.org/>

9.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

1. Автоматизированная образовательная среда Университета.
2. Балльно-рейтинговая система контроля качества освоения образовательной программы в автоматизированной образовательной системе Университета.

9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Лекционная аудитория, оборудованная мультимедийным оборудованием.
2. Учебная комната, расположенная в помещениях Университета.
3. Мультимедийный комплекс (ноутбук, проектор, экран).
4. Наборы мультимедийных наглядных материалов по различным разделам учебной дисциплины.

Организация обеспечена необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения (состав определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению при необходимости). Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению (при необходимости). Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Заведующий кафедрой

Синкин М.В.

	Содержание	Стр.
1.	Общие положения	3
2.	Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость	6
3.	Содержание дисциплины (модуля)	7
4.	Тематический план дисциплины (модуля)	9
5.	Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)	13
6.	Организация промежуточной аттестации обучающихся	15
7.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)	15
8.	Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)	18
9.	Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	19
	Приложения:	
1)	Сведения об изменениях в рабочей программе дисциплины (модуля)	