

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 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.В.О.02 «ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИИ»

**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.02 «Инструментальные методы электрофизиологии» (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	ИВНД и НФ 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	Розов Андрей Владимирович	К.б.н.	Заведующий отделом электрофизиологии ФГБУ ФЦМН ФМБА России	ФГБУ ФЦМН ФМБА России	
2					

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена 15 января 2026 года (протокол № 1 от «15 » января 2026 года).

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. Целью освоения дисциплины является приобретение теоретических знаний и практических навыков в области регистрации электрической активности мозга как на уровне отдельных клеток, так и на уровне больших нейронных популяций, знакомство с применяющимися для этого приборами, принципами их работы и основными компонентами, а также формирование практических навыков сборки, настройки, диагностики и технического обслуживания оборудования для электрофизиологических исследований или электрической стимуляции нервной ткани.

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения программы дисциплины.

- Познакомиться с фундаментальными основами электротехники и электроники, необходимые для понимания функционирования и разработки электрофизиологических систем.

-Изучить основные принципы цифровой обработки и регистрации биоэлектрических сигналов.

-Освоить программирование микроконтроллеров для создания встроенных систем для сбора электрофизиологических данных или управления электростимуляцией.

-Изучить биофизические основы электрофизиологии: механизмы генерации электрических сигналов в нервной ткани, взаимодействие электродов с биологической тканью, принципы работы различных методик регистрации.

-Сформировать практические навыки монтажа, сборки и калибровки электрофизиологического оборудования.

-Сформировать практические навыки диагностики и технического обслуживания электрофизиологических систем и систем электростимуляции.

-Подготовить к участию в проектировании и модернизации электрофизиологических установок и систем электростимуляции.

-Сформировать понимание предметной области электрофизиологии, познакомить с ее основными методами и их приложениями. Подготовить к участию в организации и проведении электрофизиологических исследований.

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б.1.В.О.02 «Инструментальные методы электрофизиологии» изучается в 1 и 2 семестре и относится к обязательной части Блока Б1 Дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 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 документации лабораторного оборудования для биологических, биомедицинских и физиологических исследований, включая мехатронные устройства и биотехнические системы.	Знать:	-Основные классы лабораторного оборудования для электрофизиологических исследований, их назначение и область применения. -Ключевые параметры оборудования для электрофизиологии и электростимуляции и их влияние на качество регистрируемого сигнала, безопасность и характер воздействия стимуляции. -Актуальные источники научной информации и способы ее поиска.
	Уметь:	-Интерпретировать техническую информацию о характеристиках электрофизиологических приборов\систем электростимуляции, а также компонент этих устройств. -Анализировать описания принципов работы устройств и связывать их с параметрами регистрации. -Осуществлять поиск и отбор релевантной научно-технической литературы, касающейся электрофизиологических методик и оборудования. -Выявлять ограничения оборудования и требования безопасности для пациентов и персонала, исходя из технической документации.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	-Работа с технической документацией электрофизиологических установок, систем электростимуляции и их модулей. -Анализ методической и технической информации из научных источников в области электрофизиологии.
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.	Знать:	-Основные модули электрофизиологических систем и систем электростимуляции. -Аппаратные средства снижения шума и помех при регистрации биоэлектрических сигналов. -Требования к составу и параметрам компонент для специфических электрофизиологических методик.
	Уметь:	-Предлагать модификации существующих узлов электрофизиологических систем и систем электростимуляции для улучшения характеристик. -Разрабатывать аппаратные решения для подавления помех. -Подбирать и согласовывать компоненты электрофизиологических систем и систем электростимуляции.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	-Подготовка схем и спецификаций компонент для модернизации модулей электрофизиологических систем и систем электростимуляции.
ОПК-1.ИД3 – Выполняет	Знать:	-Процедуры проверки и калибровки основных компонент

<p>наладку, диагностику, калибровку и техническое обслуживание приборов, установок и их модулей для биологических, биомедицинских и физиологических исследований, включая мехатронные устройства и биотехнические системы.</p>		<p>электрофизиологических систем и систем электростимуляции</p> <p>-Методы измерения ключевых параметров регистрации.</p> <p>-Требования к техническому обслуживанию и хранению электродов, кабелей, проводящих гелей для обеспечения их работоспособности.</p> <p>-Вид типичных физиологических паттернов и артефактов регистрируемых сигналов.</p>
	Уметь:	<p>-Проводить диагностические тесты для выявления неисправностей в системах регистрации и стимуляции.</p> <p>-Готовить электроды и рабочее место для регистрации. ---</p> <p>-Оценивать качество контакта электрод-электродлит и предпринимать корректирующие действия</p>
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	<p>-Проведение регулярного технического обслуживания электрофизиологического оборудования и систем электростимуляции.</p> <p>-Подготовка регистрации.</p> <p>-Калибровка и проверка усилителей с использованием тестовых сигналов и эталонных приборов.</p>
<p>ОПК-1.ИД4 – Разрабатывает технические задания, конструкторскую и эксплуатационную документацию на лабораторное оборудование и его модификации, включая мехатронные устройства и биотехнические системы.</p>	Знать:	<p>-Структуру и содержание технических заданий на лабораторное электрофизиологическое оборудование.</p> <p>-Типовую структуру конструкторской документации.</p> <p>-Требования к эксплуатационной документации.</p>
	Уметь:	<p>-Формулировать требования к характеристикам электрофизиологических систем и систем электростимуляции.</p> <p>-Подготавливать спецификации компонент.</p>
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	<p>-Написание технических заданий на разработку электрофизиологических систем и систем электростимуляции либо специализированных модулей для них.</p>
<p>ОПК-1.ИД5 – Организует мелкосерийное производство приборов, установок для биологических, биомедицинских и физиологических исследований и их модулей, включая мехатронные устройства и биотехнические системы.</p>	Знать:	<p>-Основные принципы организации мелкосерийного производства электрофизиологических систем и систем электростимуляции.</p> <p>-Основные процессы и технологии изготовления печатных плат, монтажа компонентов, пайки, сборки и тестирования электронных модулей.</p> <p>-Основные требования к документированию и отслеживанию производственного процесса.</p>
	Уметь:	<p>-Планировать производственные процессы для мелкосерийного выпуска электрофизиологических модулей и приборов.</p> <p>-Участвовать в закупках компонентов в требуемых количествах с соблюдением спецификаций.</p>
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	<p>-Участие в организации небольших серий производства мелкосерийного производства электрофизиологических систем и систем электростимуляции, а также им специализированных модулей.</p> <p>-Контроль и проверка поступающих электронных или электрических компонент.</p>
<p>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</p>		
<p>ОПК-2.ИД1 – Проводит поиск информации, интерпретирует данные научных публикаций и результатов научного исследования в области создания исследовательского</p>	Знать:	<p>-Основные источники (базы) научных публикаций по электрофизиологии и нейротехнологиям.</p> <p>-Подходы к дизайну электрофизиологических исследований.</p> <p>-Актуальные подходы и методы регистрации электрической активности ЦНС на клеточном и</p>

оборудования, биотехнических и мехатронных систем и технологий, предназначенных для биологических, биомедицинских и физиологических исследований.		системном уровне.	
	Уметь:	-Осуществлять целенаправленный поиск научной литературы по заданной тематике в электронных базах данных. -Интерпретировать результаты электрофизиологических исследований, представленные в статьях. -Оценивать корректность примененных методик.	
ОПК-2.ИД4 – Распределяет задачи в рамках исследовательского проекта формирует план научного эксперимента	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	-Обзор литературы по современным методикам и технологиям электрофизиологической регистрации. -Критический анализ опубликованных методов результатов в области электрофизиологии и электростимуляции.	
	Знать:	-Основные этапы планирования электрофизиологического исследования. -Принципы подготовки экспериментального протокола с указанием целей, гипотезы, критериев формирования экспериментальной выборки, методики и ключевых исследуемых показателей.	
	Уметь:	-Формулировать цели исследования и соответствующие им задачи. -Выбирать подходящие методики регистрации и\или стимуляции, а также их параметры в зависимости от научной задачи и ограничений оборудования. -Разрабатывать детальный экспериментальный протокол.	
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	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	-Разработка полного плана электрофизиологического исследования, включая предварительные расчёты требуемого объёма данных и параметров регистрации. -Распределение задач между членами исследовательского коллектива, исходя из их специализации и компетенций.	
	ОПК-3.ИД1 – Применяет современные знания в информационных технологиях, связанных с биотехническими и мехатронными технологиями и созданием лабораторного оборудования для биологических, биомедицинских и физиологических исследований	Знать:	-Типичную архитектуру микроконтроллеров и их интерфейсы с периферией, подходящие для реализации систем регистрации электрофизиологических данных или электростимуляции
		Уметь:	-Программировать микроконтроллеры для управления электрофизиологическими системами и системами электростимуляции.
ОПК-3.ИД2 – Применяет информационные технологии в профессиональной деятельности	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Написание или модификация встроенного программного обеспечения для микроконтроллеров, управляющих электрофизиологическими установками и системами электростимуляции.	
	Знать:	-Основы цифровой обработки сигналов. -Принципы синхронизации систем регистрации, визуализации и подачи стимулов.	
	Уметь:	-Реализовывать алгоритмы цифровой обработки сигналов на микроконтроллере. -Организовать потоковую передачу данных с высокой частотой дискретизации на компьютер без потерь информации. -Обеспечивать синхронизацию регистрируемых данных с данными других модальностей и подаваемыми стимулами.	
ОПК-3.ИД4 – Применяет основные фундаментальные математические, физико-	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	-Реализация цифровых фильтров и алгоритмов обработки сигналов на микроконтроллере или компьютере. -Настройка и отладка системы сбора данных. -Организация синхронизации регистрируемых данных и подаваемых стимулов в ходе исследования.	
	Знать:	-Природу происхождения регистрируемых электрофизиологических сигналов. -Основные физические модели распространения	

химические и биологические знания для решения профессиональных задач, используя информационные технологии		электрических сигналов в биологических тканях. -Математические основы обработки многоканальных сигналов.
	Уметь:	-Понимать принципиальные физические ограничения методов регистрации электрической активности и электростимуляции. -Проводить базовый анализ электрофизиологических данных и понимать его результаты.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	-Выбор оборудования и методик регистрации или стимуляции, исходя поставленной задачи и известных ограничений. -Базовый анализ электрофизиологических данных
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:	-Технологию пайки электронных компонент. -Процессы изготовления и сборки печатных плат. -Процедуры монтажа электродов и кабелей.
	Уметь:	-Выполнять монтаж электронных компонент на печатную плату с соблюдением технологических требований. -Паять электронные компоненты. -Подготавливать и подключать электроды и кабели к электронным модулям с обеспечением надёжного контакта и шумоизоляции.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	-Сборка и монтаж электронных модулей лабораторного оборудования по чертежам и спецификациям. -Проверки качества монтажа с использованием мультиметра, осциллографа и специализированных тестовых приборов.
ПК-1.ИД2 – Выполняет диагностику, техническое обслуживание, ремонт и модернизацию узлов лабораторного оборудования	Знать:	-Методы диагностики неисправностей электронных модулей. -Типичные отказы компонентов и способы их выявления - -Процедуры технического обслуживания электрофизиологического оборудования и систем электростимуляции.
	Уметь:	-Использовать измерительные приборы для диагностики электрических и электронных компонент. -Локализовать неисправность до уровня компонент. -Выполнять замену неисправных компонент. -Проводить проверку и необходимую регулировку устройства после ремонта.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	-Диагностика и локализация неисправностей в электрофизиологических системах и системах электростимуляции и их модулях. -Выполнение текущего и планового технического обслуживания оборудования. -Ремонта электронных узлов путём замены вышедших из строя компонент и повторной наладки.
ПК-1.ИД3 – Разрабатывает и изготавливает опытные образцы модулей и устройств для экспериментальных установок	Знать:	-Процессы разработки электронных модулей электрофизиологических систем и систем электростимуляции. -Методы быстрого прототипирования -Критерии оценки опытного образца.
	Уметь:	-Разрабатывать принципиальные электрические схемы электронных модулей электрофизиологических систем и систем электростимуляции для решения конкретной задачи. -Выбирать электронные и электрические компоненты с требуемыми характеристиками. -Собрать и протестировать опытный образец.

	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	-Разработка и сборка опытного образца модуля электрофизиологической системы и системы электростимуляции. Проведения комплексного функционального и параметрического тестирования разработанного прототипа.
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.ИД1 – Разрабатывает и адаптирует технологические процессы изготовления и сборки лабораторных биотехнических систем и приборов для биологических исследований	Знать:	-Основные этапы технологического процесса производства электрофизиологического оборудования. -Технологические процессы обработки материалов. -Методы сборки и монтажа электронных компонентов и электродов в производственном масштабе.
	Уметь:	-Выбрать оптимальные методы и оборудование для каждой стадии производства. -Оценить влияние технологических параметров на качество и стоимость готовой продукции.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	-Участие в разработке технологических процессов производства электрофизиологического оборудования или систем электростимуляции. -Участие в подготовка спецификаций оборудования и инструментальной базы для реализации разработанного процесса. -Участие Проведения технологической отладки процесса на небольших партиях для выявления и устранения проблем перед полномасштабным производством.
ПК-2.ИД2 – Осуществляет технологическое сопровождение сборочно-монтажных операций, контроль качества и приемо-сдаточные испытания	Знать:	-Процедуры технологического контроля на стадии сборки и монтажа электрофизиологического оборудования или систем электростимуляции
	Уметь:	-Проводить контроль качества в процессе производства электрофизиологического оборудования или систем электростимуляции.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	-Участвовать в проведения приёмо-сдаточного контроля и функционального тестирования электрофизиологического оборудования или систем электростимуляции. -Использовать контрольно-измерительные инструменты и приборы для оценки качества пайки и монтажа.
ПК-2.ИД3 – Подготавливает спецификации материалов и комплектующих с учетом требований биосовместимости и стерильности	Знать:	-Требования биосовместимости материалов, находящихся в контакте с биологической тканью. -Материалы электродов и их характеристики с учётом требований к биосовместимости. -Методы стерилизации и требования к упаковке для стерильного хранения компонентов, используемых в инвазивных процедурах.
	Уметь:	-Подбирать материалы и компоненты, отвечающие требованиям биосовместимости для конкретного применения. -Формировать спецификации материалов с указанием требований к качеству, сертификации и условиям хранения. -Взаимодействовать с поставщиками для получения информации о характеристиках и сертификатах соответствия материалов.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	-Подготовка спецификаций материалов и комплектующих для электрофизиологического оборудования, используемого в медицинских или инвазивных процедурах, с учётом требований безопасности и биосовместимости. -Взаимодействие с поставщиками и контроль соответствия поставляемых материалов установленным требованиям и сертификатам.

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.:	80	40	40		
Лекционное занятие (ЛЗ)	32	16	16		
Семинарское занятие (СЗ)	48	24	24		
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.	80	40	40		
Подготовка к учебным аудиторным занятиям	68	34	34		
Подготовка истории болезни					
Подготовка курсовой работы					
Подготовка реферата					
Иные виды самостоятельной работы (в т.ч. выполнение практических заданий проектного, творческого и др. типов)	12	6	6		
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.	32	16	16		
Подготовка к экзамену					
Общая трудоёмкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КР+СРС+КРПА+СРПА	192	56	56	
	в зачетных единицах: ОТД (в часах):36	6	3	3	

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 ОПК-3.ИД5	Раздел 1. Основы электротехники.	Напряжение, ток, сопротивление, импеданс; закон Ома, Кирхгофа. RC-цепи как модель фильтра и модели мембраны. Частотные характеристики: амплитудно-частотный и фазовый отклик.
2.	ОПК-1.ИД2 ОПК-1.ИД3 ОПК-1.ИД4 ОПК-3.ИД4 ПК-1.ИД1 ПК-1.ИД2 ПК-1.ИД3 ПК-1.ИД4	Раздел 2. Компоненты электротехнических устройств.	Диоды и транзисторы. Защита от перегрузки, ограничение напряжения, сохранение полярности. Транзисторы. Интегральные компоненты. Операционные усилители. Инструментальные усилители. Особенности усиления биоэлектрических сигналов (требования к отношению сигнал-шум, входной импеданс). Подавление синфазных помех. Источники питания. Питание медицинских приборов от сети и от батареи. Гальваническая развязка. АС и DC составляющие. Двухполярное питание. Требования к безопасности пациентов.
3.	ОПК-1.ИД2 ОПК-1.ИД3 ОПК-1.ИД4 ОПК-1.ИД5 ПК-1.ИД1 ПК-1.ИД2 ПК-1.ИД3	Раздел 3. Аналогово-цифровое и цифрово-аналоговое преобразование, обработка сигналов.	АЦП. Основные параметры: разрядность, частота дискретизации, входной диапазон, полоса пропускания. Антиалиасинг, выбор частоты дискретизации для ЭЭГ/ЭМГ/ЭКГ. ЦАП. Генерации стимулов и тестовых сигналов. Анализ сигнала. Временная и частотная область. Среднее, дисперсия, автокорреляция. Базовое понятие спектра, FFT, спектральная плотность мощности. Примеры спектров ЭЭГ и ЭМГ. Фильтры и артефакты. Цифровые фильтры: FIR vs IIR. Типичные составляющие сигнала: сетевая наводка, влияние движений, миограмма, движения глаз. Краткое введение в ICA/PCA для разделения источников.
4.	ОПК-3.ИД1 ОПК-3.ИД2 ПК-1.ИД4	Раздел 4. Программирование микроконтроллеров	Архитектура микроконтроллера: ядро, память, периферия. Система тактирования и энергопотребления. Основные интерфейсы для подключения АЦП. Таймеры и прерывания как основа точного сэмпинга. Настройка окружения и базовый ввод-вывод. Работа с внешними датчиками/АЦП, чтение «сырых» данных. Двойная буферизация. Организация потоковой передачи данных. Кольцевые буферы. Интерфейсы передачи данных на ПК (UART, USB CDC, Bluetooth LE и др.). Цифровая обработка сигналов на микроконтроллере. Целочисленная арифметика. Реализация цифровых фильтров (FIR, IIR). Быстрое преобразование Фурье (FFT) на MCU. Детектирование артефактов и событий по сигналам датчиков.

Семестр 2

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
1	2	3	4
1	ОПК-1.ИД1 ОПК-2.ИД1	Раздел 1. Природа электрических сигналов ЦНС	Нейрон как электрический элемент: ионные каналы, мембранный потенциал, потенциал действия. Синаптические токи и суммирование на дендритах. Локальные потенциалы. Пространственная суммация, объемное проведение, влияние геометрии. Генерация ЭМГ, ЭКГ, ЭЭГ и ЭКоГ.

2.	ОПК-1.ИД2 ОПК-1.ИД3 ОПК-1.ИД4 ОПК-3.ИД3 ПК-2.ИД3	Раздел 2. Методики регистрации.	<p>Электроды для регистрации суммарной активности: поверхностные, субдуральные сетки, пробы для стереотаксической (инвазивной) ЭЭГ. Интерфейс электрод-электролит, поляризация, импеданс, шумы. Материалы электродов (Ag/AgCl, платина, иридий, углеродные материалы).</p> <p>Основы ЭЭГ. Стандартные системы монтажа. Контакт кожа-электрод, гели, подготовка кожи, «сухие» электроды. Основы ЭМГ (поверхностная, игольчатая) и ЭКГ. Инвазивные методы. Инвазивная ЭЭГ и ЭКГ, особенности сигналов.</p> <p>Микроэлектроды. Внутриклеточная и внесклеточная регистрация у животных/культуры. Стекланные микропипетки, металлические микроэлектроды. Материалы и методы изготовления.</p> <p>Основы patch-clamp (режимы: cell-attached, whole-cell, inside-out, outside-out).</p> <p>Вживляемые массивы электродов. Планарные массивы электродов. 3d-массивы.</p> <p>Биосовместимость и безопасность при инвазивной регистрации. Глиальный ответ.</p> <p>Особенности многоканальной регистрации (большое число каналов, высокая частота опроса, требования к скорости передачи данных, требования к диапазону пропускания). Сверхплотная регистрация.</p>
3.	ОПК-1.ИД1 ОПК-2.ИД1 ОПК-2.ИД4 ОПК-3.ИД4	Раздел 3. Электрическая стимуляция нервной ткани	<p>Функциональная электрическая стимуляция мышц. Чрескожная стимуляция нервов. Неинвазивная стимуляция спинного мозга.</p> <p>Инвазивная стимуляция. DBS. Стимуляция сетчатки и сенсорной коры. Очувствление.</p> <p>Параметры стимулирующего сигнала при использовании указанных методик. Требования безопасности, предъявляемые к системам стимуляции, особенности аппаратной реализации.</p>
4.	ОПК-1.ИД5 ОПК-2.ИД4 ПК-2.ИД1 ПК-2.ИД2	Раздел 4. Проектирование экспериментальной установки	<p>Программная и аппаратная синхронизация систем регистрации, мониторинга и предъявления стимулов. Длительный мониторинг и регистрация. Регистрация нейронной активности в свободном поведении.</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-практические занятия	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

16	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
	Сокращённое наименование	Сокращённое наименование	
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)

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 семестр

- 1) Форма промежуточной аттестации согласно учебному плану – зачет
- 2) Форма организации промежуточной аттестации:
- на основании семестрового рейтинга.

2 семестр

- 1) Форма промежуточной аттестации согласно учебному плану – экзамен
- 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	Инструментальные методы электрофизиологии
Направление подготовки	12.04.04. Биотехнические системы и технологии
Направленность (профиль)	Медицинские 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 «Геномный, протеомный и метаболомный анализ» 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 лекционную тетрадь;
- 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 «Геномный, протеомный и метаболомный анализ» 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 «Геномный, протеомный и метаболомный анализ» 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.

9.1. Перечень литературы по дисциплине:

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)	16
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)	