

**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)  
(Пироговский Университет)**

**Институт нейронаук и нейротехнологий**

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института нейронаук и  
нейротехнологий  
Доктор биологических наук, профессор

\_\_\_\_\_ В.В.Белоусов

«\_15\_» января\_2026\_гг\_\_

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б.1.В.О.04 Сигналы целого мозга и нейровизуализация**

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

направленность (профиль) образовательной программы  
Инженерные нейротехнологии

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.В.О.04 «Сигналы целого мозга» (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	Осадчий Алексей Евгеньевич	Доктор физико-математических наук, профессор	Заведующий лабораторией медицинских нейроинтерфейсов и искусственного интеллекта	ФГБУ «Федеральный Центр Мозга и Нейротехнологий» ФМБА России	
2	Клеева Дарья Федоровна	Кандидат физико-математических наук	Научный сотрудник	ФГБУ «Федеральный Центр Мозга и Нейротехнологий» ФМБА России	
3	Тумялис Алексей Вячеславович	Кандидат биологических наук	Ведущий научный сотрудник	НИУ «Высшая Школа Экономики»	

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

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Ученая степень, ученое звание	Занимаемая должность	Основное место работы	Подпись
1	Баранова Елена Анатольевна	Кандидат медицинских наук	Заведующая Отделением функциональной диагностики заболеваний нервной системы	ФГБУ «Федеральный Центр Мозга и Нейротехнологий» ФМБА России	
2	Минлебаев Марат Гусманович	Кандидат медицинских наук	Научный сотрудник	Казанский Федеральный Университет	

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена советом Института нейронаук и нейротехнологий (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 по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, профиль «Инженерные нейротехнологии».

4) Учебный план образовательной программы по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, профиль «Инженерные нейротехнологии».

5) Устав и локальные нормативные акты Университета.

## **1. Общие положения**

### **1.1. Цель и задачи освоения дисциплины**

1.1.1. Целью освоения дисциплины «Сигналы целого мозга» является получение знаний о современных методах обработки сигналов головного мозга, использование полученных знаний для решения экспериментальных задач, требующих детального понимания нейрофизиологических механизмов функционирования центральной нервной системы.

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения программы дисциплины «Сигналы целого мозга»:

- Ознакомление студентов с клеточными основами обучения и памяти, и высших функций мозга человека.
- Обучение современным методам исследования в условиях научно-исследовательских лабораториях и промышленных комплексах, в том числе и фармацевтических компаний.
- Формирование умения организовать экспериментальную работу, включая выдвижение и тестирование собственной гипотезы, получение достоверных результатов и их последующая статистическая обработка.
- Формирование способности адекватно интерпретировать данные о работе головного мозга и умение и делать объективные выводы.

### **1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина изучается во втором семестре и относится к обязательной части формируемой участниками образовательного процесса Блока Б1 Дисциплины. Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины (модуля) обучающиеся должны освоить следующие дисциплины: «Клеточная нейробиология», «R, биостатистика».

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин «Биомеханические протезы» и прохождения преддипломной практики.

### 1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

2 семестр

<b>Код и наименование компетенции</b>		
<b>Код и наименование индикатора компетенции</b>	<b>Планируемые результаты освоения дисциплины (уровень сформированности индикатора (компетенции))</b>	
<b>Универсальные компетенции</b>		
УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах) для академического и профессионального взаимодействия.		
УК-4.ИД	Знать:	основы коммуникативных технологий на русском и английском языках
	Уметь:	применять данные технологии в зависимости от ситуации
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Владеть современным коммуникативным опытом общения на разных уровнях
УК-4.ИД	Знать:	основы академического взаимодействия
	Уметь:	использовать данные основы для коммуникации
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Владеть различными форматами коммуникативного взаимодействия
<b>Обязательные профессиональные компетенции</b>		
ПК-2. Способность приобретать новые знания в нейробиологии с использованием научной методологии и современных образовательных и информационных технологий		
ПК-2.ИД	Знать:	Основную информационную базу по математической обработке нейробиологических исследований
	Уметь:	Использовать данные знания для планирования и постановки экспериментов
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Уметь проводить соответствующие эксперименты технически
ПК-3. Использование полученных знаний для решения практических, фундаментальных и трансляционных задач в современной нейробиологии.		
ПК-3.ИД	Знать:	Основные подходы к использованию математической обработки для нейровизуализации
	Уметь:	Использовать математические паттерны для обработки нейробиологических экспериментов
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Необходимыми трудовыми действиями для реализации математического моделирования нейробиологических экспериментов.

## 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
<b>Учебные занятия</b>					
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КР), в т.ч.:</b>	<b>64</b>		<b>64</b>		
Лекционное занятие (ЛЗ)	16		16		
Семинарское занятие (СЗ)	48		48		
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					
<b>Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.</b>	<b>64</b>		<b>64</b>		
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)					
<b>Промежуточная аттестация</b>					
<b>Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:</b>					
Зачёт (З)					
Защита курсовой работы (ЗКР)					
Экзамен (Э)					
<b>Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к промежуточной аттестации (СРПА), в т.ч.</b>					
Подготовка к экзамену					
<b>Общая трудоёмкость дисциплины (ОТД)</b>	<b>в часах: ОТД = КР+СРС+КРПА+СРПА</b>	<b>128</b>		<b>128</b>	
	<b>в зачетных единицах: ОТД (в часах):36</b>	<b>4</b>		<b>4</b>	

### 3. Содержание дисциплины

#### 3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

2 семестр

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела (модуля), темы дисциплины (модуля)	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
<b>Раздел 1. Введение в анализ сигналов</b>			
1.		<i>Тема 1.</i> Анатомия и физиология электрической активности мозга	Понятие нейронной популяции; Вызванный потенциал; Ритмическая активность и ее параметры; Связь размера популяции и частоты осцилляций
2.		<i>Тема 2.</i> Модальности картирования электрической активности мозга	Инструментарий, аппаратные средства для регистрации ЭКоГ, ЭЭГ, МЭГ; Типичные артефакты, экспериментальные парадигмы и типы регистрируемой активности
3.		<i>Тема 3.</i> Области применения ЭКоГ, ЭЭГ, МЭГ	Базовые параметры, используемые при описании ЭЭГ; Количественная ЭЭГ; Понятие эквивалентного токового диполя (ЭТД); Описание задачи локализации источников; Диагностика нейродегенеративных расстройств, Диагностика эпилепсии; Картирование невосполнимой коры; Нейроинтерфейсы
<b>Раздел 2. Генеративная модель ЭЭГ/ЭКоГ/МЭГ</b>			
4.		<i>Тема 1.</i> Модель нейронального источника	Распределенный и точечный источник; Программные средства обработки МРТ, выделение поверхности коры; Понятие объемного проводника; Прямая модель ЭЭГ/МЭГ/ЭКоГ; Понятие топографии нейронального источника и свойства топографии источников; Варианты модели ЭТД.
5.		<i>Тема 2.</i> Методы описания временных рядов	Временные ряды и их свойства. Представление временных рядов в компьютере. Понятие частоты дискретизации; Преобразование Фурье. Спектральная плотность мощности. Вейвлет преобразование. Примеры спектрального и частотно-временного анализа ритмической активности мозга.
6.		<i>Тема 3.</i> Линейная суперпозиция нейрональных источников как основа генеративной модели ЭЭГ/ЭКоГ/МЭГ данных	Базовые элементы линейной алгебры: вектор, матрица, основные операции, скалярное произведение, понятие линейного пространства/подпространства, ранг матрицы; Идеальное уравнение модели наблюдения ЭЭГ/ЭКоГ/МЭГ; Понятие подпространства сигнала.
7.		<i>Тема 4.</i> Модели шума наблюдения.	Векторные временные ряды. Понятие корреляционной матрицы векторных временных рядов. Понятие пространственного белого и пространственного окрашенного шумов. Модель корреляционной матрицы ЭЭГ/МЭГ/ЭКоГ данных. Спектральные характеристики шума мозга.

8.		<b>Тема 5.</b> Генеративное уравнение ЭКоГ, ЭЭГ, МЭГ	Полное уравнение модели наблюдения ЭЭГ/ЭКоГ/МЭГ. Моделирование данных в парадигме регистрации вызванных потенциалов. Постановка задачи локализации источников. Обсуждение корректности/некорректности постановки задачи поиска источников по ЭЭГ/ЭКоГ/МЭГ. Неоднозначность при решении такой задачи.
<b>Раздел 3. Обратная задача ЭЭГ/МЭГ/ЭКоГ</b>			
9.		<b>Тема 1.</b> Постановка обратной задачи	Точечный и сфокусированный источник. Вращающийся диполь. Корковые волны и их аппроксимация при помощи модели движущегося диполя.
10.		<b>Тема 2.</b> Обзор методов решения обратной задачи	Параметрические и непараметрические подходы. Понятие невязки. Подгонка токового диполя как процесс минимизации невязки. Метод Нелдера-Мида. Некорректность постановки обратной задачи и понятие регуляризации. Метод наименьшей нормы. Программное обеспечение, реализующее методы решения обратной задачи. Ограничения. Диапазон применимости.
11.		<b>Тема 3.</b> Непараметрические методы решения обратной задачи	Байесовский подход к решению обратной задачи. Понятие условной вероятности. Понятие априорного распределения. Роль априорного распределения и регуляризация с т.з. байесовского подхода. Варианты физиологических априорных распределений. Поиск максимально гладких решения LORETA.
12.		<b>Тема 4.</b> Параметрические методы решения обратной задачи	Варианты дипольной модели. Понятие корреляции подпространств. Подгонка нескольких диполей методом MUSIC. Метод RAP-MUSIC. Пример применения методов подгонки диполей к задаче локализации интериктальной активности.
<b>Раздел 4. Практикум по обработке ЭЭГ/МЭГ/ЭКоГ данных</b>			
13.			Локализация источников в ВП. Локализация источников ритмической активности. Локализация источников интериктальной активности. Анализ ЭКоГ данных для обнаружения невосполнимой речевой коры

#### 4. Тематический план дисциплины

##### 4.1. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем

№ п/п	Виды учебных занятий/форма промежуточной	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименование разделов (модулей) (при наличии). Порядковые номера и наименование тем (модулей) модулей. Темы учебных занятий.	К о л и ч е с т в	Виды текущего контроля успе	Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации ***			
					КП	ОУ	ОП	ТЭ

	аттестации*		о ч а с о в к о н т а к т н о й р а б о т ы	вас мос ти* *				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>2 семестр</b>								
<b>Раздел 1. Введение в анализ сигналов</b>								
1	ЛЗ	<i>Тема 1.</i> Анатомия и физиология электрической активности мозга						
2	ЛЗ	<i>Тема 2.</i> Модальности картирования электрической активности мозга						
3	ЛЗ	<i>Тема 3.</i> Области применения ЭКоГ, ЭЭГ, МЭГ						
4	КР	<i>Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 1</i>						
<b>Раздел 2. Генеративная модель ЭЭГ/ЭКоГ/МЭГ</b>								
5	ЛЗ	<i>Тема 1.</i> Модель нейронального источника						
6	ЛЗ	<i>Тема 2.</i> Методы описания временных рядов						
7	ЛЗ	<i>Тема 3.</i> Линейная суперпозиция нейрональных источников как основа генеративной модели ЭЭГ/ЭКоГ/МЭГ данных						
8	ЛЗ	<i>Тема 4.</i> Модели шума наблюдения.						
9	ЛЗ	<i>Тема 5.</i> Генеративное уравнение ЭКоГ, ЭЭГ, МЭГ						
10	КР	<i>Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 2</i>						
<b>Раздел 3. Обратная задача ЭЭГ/МЭГ/ЭКоГ</b>								
11	ЛЗ	<i>Тема 1.</i> Постановка обратной задачи						
12	ЛЗ	<i>Тема 2.</i> Обзор методов решения обратной задачи						
13	ЛЗ	<i>Тема 3.</i> Непараметрические методы решения обратной задачи						
14	ЛЗ	<i>Тема 4.</i> Параметрические методы решения обратной задачи						
15	КР	<i>Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 3</i>						
<b>Раздел 4. Практикум по обработке ЭЭГ\МЭГ\ЭКоГ данных</b>								

16	ПЗ	<b>Тема 1.</b> Локализация источников в ВП. Локализация источников ритмической активности						
17	ПЗ	<b>Тема 2.</b> Локализация источников интериктальной активности						
18	ПЗ	<b>Тема 3.</b> Анализ ЭКоГ данных для обнаружения невосполнимой речевой коры						
19	КР	<i>Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 4</i>						
20	Э	<b>Промежуточная аттестация</b>						
		<b>Всего часов за семестр:</b>	<b>72</b>					
		<b>Всего часов по дисциплине:</b>	<b>72</b>					

(\* , \*\* , \*\*\* смотри условные обозначения)

### Условные обозначения:

#### Виды учебных занятий и формы промежуточной аттестации \*

Виды учебных занятий, формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
	Лекционное занятие	Лекция
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/ \*\*\***

<b>№</b>	<b>Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (ФТКУ) ***</b>	<b>Техническое и сокращённое наименование</b>		<b>Виды работы обучающихся (ВРО) ***</b>	<b>Типы контроля</b>
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
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
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
		Опрос устный	ОУ	В	Т	10	0	1
		Выполнение лабораторной работы	ЛР	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
		Тестирование в электронной форме	ТЭ	В	Р	10	0	1
Итоговое занятие (итоговый контроль)	ИЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
		Тестирование в электронной форме	ТЭ	В	И	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		Коэф.
		Баллы	%				Баллы	%	
Текущий дисциплинирующий контроль	5	30	6,14	Контроль присутствия	П	5	30	6,14	0,17
Текущий тематический контроль	35	360	73,6	Учет активности	У	5	130	26,53	0,038
				Тестирование в электронной форме	В	10	70	14,28	0,14
				Опрос устный	В	10	70	14,28	0,14
				Лабораторная работа	В	10	90	18,37	0,11
Текущий рубежный (модульный) контроль	30	80	16,23	Тестирование в электронной форме	В	15	40	8,16	0,375
				Опрос устный	В	15	40	8,16	0,375
Текущий итоговый контроль	30	20	4,08	Тестирование в электронной форме	В	30	20	4,08	1,5
Мах кол. 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

Второй семестр

1) Форма промежуточной аттестации согласно учебному плану – зачет.

2) Форма организации промежуточной аттестации:

- на основании семестрового рейтинга;

- устный опрос по билетам, решение практических задач.

3) Перечень тем, вопросов, практических заданий для подготовки к промежуточной аттестации:

1. Что такое пространственное разрешение? Что такое временное разрешение? Сравнительные характеристики МЭГ и ЭЭГ, основные отличия и сходства.

2. Опишите процесс записи данных МЭГ, включая тип используемых датчиков и аппаратное обеспечение.

3. Объясните разницу между мышечным артефактом и глазодвигательным артефактом в ЭЭГ данных. Существует ли глазной мышечный артефакт? Почему?

4. Что такое ритмическая активность мозга? Приведите характеристики базовых ритмов мозга, опишите их функциональную значимость.

5. Что такое эквивалентная модель диполя тока и как она используется в нейровизуализации?

6. Опишите применение нейровизуализации в диагностике эпилепсии, включая конкретные методы нейровизуализации, которые обычно используются. Какие проблемы стоят на пути неинвазивной диагностики?

7. Опишите принципы, лежащие в основе методик локализации невосполнимой коры при помощи методов нейровизуализации.

8. Вам дана модель оболочки коры головного мозга в виде структуры данных в переменной X. Необходимо визуализировать оболочку при помощи программного пакета MNE Python. Оболочка, хранящаяся в X содержит много шума. Необходимо избавиться от шума посредством присвоения каждой вершине координаты, равной среднему координат ее соседей.

9. Даны ЭЭГ топографии 5 источников в виде картинок. Расположите топографии в порядке уменьшения глубины источника. Найдите топографии, соответствующие источникам с радиальной ориентацией. С тангенциальной. Для каждой ЭЭГ топографии нарисуйте примерную МЭГ топографию.

10. Даны графики 5 временных рядов и 5 графиков спектрального представления. Необходимо соотнести картинки из двух групп, т.е. найти каким временным рядам соответствует какое спектральное представление.

11. Даны графики 5 временных рядов и 5 графиков частотно-временного представления. Необходимо соотнести картинки из двух групп, т.е. найти каким временным рядам соответствует какое частотно-временное представление.

12. Вы анализируете матрицу ЭЭГ данных, записанных при помощи 32 сенсоров, которые содержат информацию об активности 4 источников. Вам повезло и в ваших данных СОВСЕМ нет шума. Чему будет равен ранг матрицы ваших данных, при условии, что среди источников нет таковых с идентичными временными рядами? Чему равен ранг матрицы  $C = XX^T$ ? Почему?

13. Предположим, что к данным в предыдущей задаче добавилось еще два источника, у которых профили активации идентичны. Что станет с рангом двух матриц?

14. Даны графики спектральной плотности шума. Необходимо графически найти параметр  $\alpha$  в модели шума  $P(f) = 1/f^\alpha$ .
15. Продемонстрируйте некорректность постановки обратной задачи на примере с двумя источниками.
16. Вам дана модель коры. Вам дана матрица прямой модели. Смоделируйте кортикальную волну, распространяющуюся по кратчайшему пути между узлами с индексами  $i$  и  $j$  со скоростью 1 м/с. Для поиска пути распространения воспользуйтесь функцией `ShortestPathCortex()` из набора прикладных программ `utils`.
17. Реализуйте алгоритм подгонки ЭТД к данным вызванных потенциалов методом Нелдера-Мида.
18. В результате подгонки диполя к МЭГ данным, записанным в парадигме вызванных слуховых потенциалов источник оказался в центре головы. Почему? Как решить задачу локализации первичной слуховой коры?

## **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 (модулю) в форме зачёта**

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) в форме зачёта проводится на основании результатов текущего контроля успеваемости обучающегося в семестре, в соответствии с расписанием занятий по дисциплине (модулю), 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 (модулю) 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	Сигналы целого мозга
Направление подготовки	12.04.04 Биотехнические системы и технологии
Направленность (профиль)	Инженерные нейротехнологии
Семестры	2
Трудоемкость семестров в часах (Тдсі)	108
Трудоемкость дисциплины (модуля) в часах за весь период ее изучения (Тд)	108
Весовые коэффициенты семестровой рейтинговой оценки с учетом трудоемкости (Крсі)	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 «Сигналы целого мозга и нейровизуализация» 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 «Сигналы целого мозга и нейровизуализация» 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 «Сигналы целого мозга» проводится на основании результатов текущего контроля успеваемости обучающегося в семестре.

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

### **9.1. Перечень литературы по дисциплине:**

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания	Наличие литературы в библиотеке	
		Кол. экз.	Электр. адрес ресурса
1	Дж. Г. Николлс, А. Р. Мартин, Б. Дж. Валлас, П. А. Фукс. От нейрона к Мозгу		<a href="http://314159.ru/nicolls/nicolls1.pdf">http://314159.ru/nicolls/nicolls1.pdf</a>
2	Hari, R., & Puce, A. (2017). MEG-EEG Primer. Oxford University Press.		
3	Nunez, P. L., & Srinivasan, R. (2006). Electric fields of the brain: the neurophysics of EEG. Oxford University Press, USA.		
4	Ilmoniemi, R. J., & Sarvas, J. (2019). Brain Signals: Physics and Mathematics of MEG and EEG. Neuroscience.		
5	Cohen, M. X. (2014). Analyzing neural time series data: theory and practice. MIT press.		
6	MNE-Python manual		<a href="https://mne.tools/stable/index.html">https://mne.tools/stable/index.html</a>
7	Sekihara, K., & Nagarajan, S. S. (2008). Adaptive spatial filters for electromagnetic brain imaging. Springer Science & Business Media.		

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](http://www.educa.usma.ru)

### **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.
3. ПО MNE-Python, Brainstorm, FreeSurfer

### **9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

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