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

УТВЕРЖДЕНО

Директор

Белоусов Всеволод Вадимович

Доктор биологических наук,
Член-корреспондент
Российской академии наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.В.В.02.02 Сигналы целого мозга и нейровузализация
для образовательной программы высшего образования - программы магистратуры
по направлению подготовки
06.04.01 Биология
направленность (профиль)
Медицинские нейротехнологии
Год набора - 2025

Подписан: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.И. ПИРОГОВА" МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Москва, 2025

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.В.В.02.02 Сигналы целого мозга и нейровузализация (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы магистратуры по направлению подготовки 06.04.01 Биология.

Направленность (профиль): Медицинские нейротехнологии.

Форма обучения: очная.

Составители:

№, п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
1	Осадчий Алексей Евгеньевич	Кандидат физико-математических наук, профессор	Заведующий лабораторией медицинских нейроинтерфейсов и искусственного интеллекта	ФГБУ «Федеральный Центр Мозга и Нейротехнологий» ФМБА России
2	Клеева Дарья Федоровна		Стажер-исследователь	НИУ «Высшая Школа Экономики»
3	Тумялис Алексей Вячеславович	Кандидат биологических наук	Ведущий научный сотрудник	НИУ «Высшая Школа Экономики»

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
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	Научно-исследовательская лаборатория нейробиологии, Казанский федеральный университет КФУ, Россия

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
«Кафедра медицинских нейротехнологий ИНН»
протокол от 15.04.2025 № 25-9

Зав. кафедрой
Синкин Михаил Владимирович
Доктор медицинских наук, доцент

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена ученым советом
«Института нейронаук и нейротехнологий »
протокол от 22.04.2025 № 1

Директор
Белоусов Всеволод Вадимович
Доктор биологических наук,
Член-корреспондент Российской академии наук

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – магистратура по специальности 06.04.01 Биология, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «11» августа 2020 г. № 934 рук (Далее – ФГОС ВО).
2. Устав и локальные нормативные акты Университета.
3. Общая характеристика образовательной программы.
4. Учебный план образовательной программы.

© федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

1. Общие положения

1.1. Цель и задачи освоения дисциплины

1.1.1. Цель: 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 дисциплины:

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

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Сигналы целого мозга и нейровузализация» изучается в 2 семестре(ах) и относится к части, формируемой участниками образовательного процесса, Блока Б.1 «Дисциплины». Является дисциплиной по выбору.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся в рамках образовательной программы должны освоить следующие дисциплины и практики: Клеточная нейробиология; Эволюционная нейроанатомия; R, биостатистика.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Клиническая неврология, нейрофизиология, нейрореабилитация.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного прохождения практик: Преддипломная практика, в том числе научно-исследовательская работа.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

2 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	**Планируемые результаты освоения дисциплины**
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	
УК-1.ИД1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	**Знать:** Методологию системного подхода, критического анализа проблемных ситуаций при решении задач в клеточной нейробиологии; Основные принципы критического анализа нейробиологического эксперимента.
	Уметь: Получать новые знания на основе анализа, синтеза и др.; Собирать данные по сложным научным проблемам, относящимся к области клеточной нейробиологии; Осуществлять поиск информации и решений на основе анализа статей, лабораторных протоколов и результатов опытов; Анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними; Грамотно, логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Постановки нейробиологического исследования с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; Выявления научных проблем и использованием адекватных методов для их решения; Демонстрирования оценочных суждений в решении проблемных профессиональных ситуаций.
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	
УК-2.ИД2 Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения.	**Знать:** Принципы терапии заболеваний, связанных с нарушением взаимодействия нервной и иммунной систем организма.
	Уметь: Формулировать цели и задачи исследования, выбирать оптимальные пути и методы для их достижения в области нейроиммунологии.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Оценки новизны и актуальности планируемых и идущих разработок, их патентоспособность.

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
			2
Учебные занятия			
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО), в т.ч.:		62	62
Лекционное занятие (ЛЗ)		16	16
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)		20	20
Коллоквиум (К)		26	26
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		64	64
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		64	64
Промежуточная аттестация:			
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:		2	2
Зачет (З)*		2	2
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КРО+СРО+КРПА+СРПА	128	128
	в зачетных единицах: ОТД (в часах): 32	4.00	4.00

* Время для проведения промежуточной аттестации в форме зачёта выделяется в рамках контактной работы (ДВЗ) Проведение промежуточной аттестации в форме зачёта организуется в соответствии с расписанием занятий.

3. Содержание дисциплины
3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

2 семестр

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Введение в анализ сигналов			
1	УК-1.ИД1, УК-2.ИД2	Тема 1. Анатомия и физиология электрической активности мозга	Понятие нейронной популяции; Вызванный потенциал; Ритмическая активность и ее параметры; Связь размера популяции и частоты осцилляций
2	УК-1.ИД1, УК-2.ИД2	Тема 2. Модальности картирования электрической активности мозга	Инструментарий, аппаратные средства для регистрации ЭКоГ, ЭЭГ, МЭГ; Типичные артефакты, экспериментальные парадигмы и типы регистрируемой активности
3	УК-1.ИД1, УК-2.ИД2	Тема 3. 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
Раздел 2. Генеративная модель ЭЭГ/ЭКоГ/МЭГ			
1	УК-1.ИД1, УК-2.ИД2	Тема 1. 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.
2	УК-1.ИД1, УК-2.ИД2	Тема 2. 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.
3	УК-1.ИД1, УК-2.ИД2	Тема 3. 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.
4	УК-1.ИД1, УК-2.ИД2	Тема 4. 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.
5	УК-1.ИД1, УК-2.ИД2	Тема 5. 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.
Раздел 3. Обратная задача ЭЭГ/МЭГ/ЭКоГ			
1	УК-1.ИД1, УК-2.ИД2	Тема 1. Постановка обратной задачи	Точечный и сфокусированный источник. Вращающийся диполь. Корковые волны и их аппроксимация при помощи модели движущегося диполя.
2	УК-1.ИД1, УК-2.ИД2	Тема 2. Обзор методов решения обратной задачи	Параметрические и непараметрические подходы. Понятие невязки. Подгонка токового диполя как процесс минимизации невязки. Метод Нелдера-Миида. Некорректность постановки обратной задачи и понятие регуляризации. Метод наименьшей нормы. Программное обеспечение, реализующее методы решения обратной задачи. Ограничения. Диапазон применимости.
3	УК-1.ИД1, УК-2.ИД2	Тема 3. 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 физиологичных априорных распределений. Поиск максимально гладких решения LORETA.
4	УК-1.ИД1, УК-2.ИД2	Тема 4. 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.
Раздел 4. Практикум по обработке ЭЭГ/МЭГ/ЭКоГ данных			

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
1	УК-1.ИД1, УК-2.ИД2	Тема 1. Локализация источников в ВП. Локализация источников ритмической активности. Локализация источников интериктальной активности. Анализ ЭКоГ данных для обнаружения невосполнимой речевой коры	Локализация источников в ВП. Локализация источников ритмической активности. Локализация источников интериктальной активности. Анализ ЭКоГ данных для обнаружения невосполнимой речевой коры

3.2. Перечень разделов, тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися

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

4. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем при проведении занятий

№ п/п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***	
					КП	ОК
1	2	3	4	5	6	7
2 семестр						
Раздел 1. Введение в анализ сигналов						
Тема 1. Анатомия и физиология электрической активности мозга						
1	ЛЗ	Анатомия и физиология электрической активности мозга	2	Д	1	
Тема 2. Модальности картирования электрической активности мозга						
2	ЛЗ	Модальности картирования электрической активности мозга	2	Д	1	
Тема 3. Области применения ЭКоГ, ЭЭГ, МЭГ						
3	ЛЗ	Области применения ЭКоГ, ЭЭГ, МЭГ	2	Д	1	
4	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 1	8	Р	1	1
Раздел 2. Генеративная модель ЭЭГ/ЭКоГ/МЭГ						
Тема 1. Модель нейронального источника						
5	ЛЗ	Модель нейронального источника	2	Д	1	
Тема 2. Методы описания временных рядов						
6	ЛЗ	Методы описания временных рядов	2	Д	1	
Тема 3. Линейная суперпозиция нейрональных источников как основа генеративной модели ЭЭГ\ЭКоГ\МЭГ данных						
7	ЛЗ	Линейная суперпозиция нейрональных источников как основа генеративной модели ЭЭГ\ЭКоГ\МЭГ данных	2	Д	1	
Тема 4. Модели шума наблюдения.						
8	ЛЗ	Модели шума наблюдения.	2	Д	1	
Тема 5. Генеративное уравнение ЭКоГ, ЭЭГ, МЭГ						
9	ЛЗ	Генеративное уравнение ЭКоГ, ЭЭГ, МЭГ	2	Д	1	
10	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 2	8	Р	1	1
Раздел 3. Обратная задача ЭЭГ/МЭГ/ЭКоГ						
Тема 1. Постановка обратной задачи						
11	ЛПЗ	Постановка обратной задачи	2	Т	1	1
Тема 2. Обзор методов решения обратной задачи						
12	ЛПЗ	Обзор методов решения обратной задачи	2	Т	1	1
Тема 3. Непараметрические методы решения обратной задачи						
13	ЛПЗ	Непараметрические методы решения обратной задачи	2	Т	1	1
Тема 4. Параметрические методы решения обратной задачи						
14	ЛПЗ	Параметрические методы решения обратной задачи	2	Т	1	1
15	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 3	6	Р	1	1
Раздел 4. Практикум по обработке ЭЭГ/МЭГ/ЭКоГ данных						
Тема 1. Локализация источников в ВП. Локализация источников ритмической активности. Локализация источников интериктальной активности. Анализ ЭКоГ данных для обнаружения невосполнимой речевой коры						
16	ЛПЗ	Локализация источников в ВП. Локализация источников ритмической активности. Локализация источников интериктальной активности. Анализ ЭКоГ данных для обнаружения невосполнимой речевой коры	4	Т	1	1
17	ЛПЗ	Локализация источников интериктальной актинвости	4	Т	1	1
18	ЛПЗ	Анализ ЭКоГ данных для обнаружения невосполнимой речевой коры	4	Т	1	1
19	К	Промежуточная аттестация	4	Р	1	1
		Всего в семестре	62		19	11
20	З	Промежуточная аттестация	2	ПА		
		Всего по дисциплине	62		19	11

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

Условные обозначения

Виды учебных занятий*

Виды учебных занятий	Сокращённое наименование	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ
Лабораторно-практическое занятие	Лабораторно-практическое	ЛПЗ
Коллоквиум	Коллоквиум	К

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 по теме занятия
Текущий рубежный контроль	Рубежный	Р	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины

Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся ***

№	Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся (ФПТКУ)	Техническое и сокращённое наименование		Возможность проведения текущего контроля успеваемости по видам контроля		
				Д	Т	Р
1	Контроль присутствия	Присутствие	КП	+		
2	Опрос комбинированный	Опрос комбинированный	ОК		+	+

5. Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине
Оценочные средства промежуточной аттестации

5.1. Формы промежуточной аттестации

Семестр	Форма промежуточной аттестации****	Форма проведения промежуточной аттестации
1	2	3
2 семестр	Зачет	Решение практической (ситуационной) задачи

Условные обозначения ****

Формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Зачет	Зачет	З

5.2 Критерии выставления оценок

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета

2 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценок
«зачтено»	Соблюдение хотя бы одного из условий: 1) Тестовый контроль должен быть написан не менее чем на 70 %; 2) При устном ответе студент демонстрирует освоение материала не ниже следующих требований: - частично выполнил задания, предусмотренные билетом; - демонстрирует усвоение программного материала (в ходе ответа в основных чертах раскрывает сущность понятий, явлений, принципов, законов, закономерностей, теорий), но испытывает затруднения при его самостоятельном воспроизведении, требует дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя; - дает не полный, недостаточно аргументированный ответ; - делает правильные обобщения и выводы по отдельным вопросам; - допускает ошибки при воспроизведении знаний; - на дополнительные ответы по программному материалу отвечает с трудом; - умеет применять полученные знания при решении практических (ситуационных) задач, но допускает незначительные ошибки; Допускаются ошибки и неточности в содержании ответа, которые исправляются обучающимся с помощью наводящих вопросов преподавателя.
«не зачтено»	Соблюдение двух условий: 1) Тестовый контроль написан менее чем на 70 %; 2) Студент: - не выполнил задания, предусмотренные билетом; - демонстрирует разрозненные знания программного материала (в ходе ответа фрагментарно и нелогично излагает сущность понятий, явлений, принципов, законов, закономерностей, теорий), не использует или слабо использует научную терминологию); - допускает существенные ошибки и не корректирует ответ после дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя; - не делает обобщения и выводы; - не отвечает на дополнительные вопросы; - не умеет применять теоретические знания при решении практических (ситуационных) задач; или: - отказывается от ответа; или: - во время подготовки к ответу и самого ответа использует несанкционированные источники информации, технические средства.

6. Структура рейтинга по дисциплине

6.1. Обучающийся имеет право пройти промежуточную аттестацию по дисциплине или её части на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине в соответствующем семестре.

6.2. Критерии, показатели проведения текущего контроля успеваемости с использованием балльно-рейтинговой системы (по семестрам и формам промежуточной аттестации)

Рейтинг по дисциплине рассчитывается по результатам текущей успеваемости обучающегося. Тип контроля по всем формам контроля дифференцированный, выставляются оценки по шкале: "неудовлетворительно", "удовлетворительно", "хорошо", "отлично". Исходя из соотношения и количества контролей, рассчитываются рейтинговые баллы, соответствующие системе дифференцированного контроля.

2 семестр

Виды занятий		Формы проведения текущего контроля успеваемости		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок рейтинговым баллам				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Опрос комбинированный	ОК	7	301	В	Т	43	29	15
Коллоквиум	К	Опрос комбинированный	ОК	4	704	В	Р	176	117	59
Сумма баллов по дисциплине за семестр					1005					

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета (на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине (модулю) или её части в семестре)

2 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценки
«зачтено»	Рейтинговый балл — не менее 60 % (не менее 600 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«не зачтено»	Рейтинговый балл — менее 60 % (менее 600 баллов) и/или Получение оценки ниже «удовлетворительно» за прохождение хотя бы одного текущего рубежного контроля в семестре или не прохождение рубежного контроля

7. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

2 семестр

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачёта

1. Методики визуализации многоканальных данных, обладающих пространственной и временной структурой.

2. Понятие базиса векторного пространства, понятие подпространства.

3. Косинус угла между векторами. Вывод. Скалярное произведение. Операция проекции на один вектор.

4. Операция проекции в n-мерное подпространство. Операция проекции в смежное подпространтсво.

5. Применение методологии проекций для очистки ЭЭГ данных от артефактов. От каких арт-ов моэно избавиться. Плюсы и минусы подхода на основе ортогональных проекций.

6. Временные ряды, дискретизация. Временной ряд как вектор. Элементарный базис для предоставления временных рядов.

7. Периодический сигнал, понятие, смысл, примеры. Использование периодических функций в качестве базиса для анализа временных рядов.

8. Формула перехода меду произвольными базисами. Фурье преобразование как матрично-веткорная операция.

9. Фурье преобразование как анализ похожести сигнала на базисыне функции. Роль скалярного произведения.

10. Частотная фильтрация как операция проекции в Фурье пространстве.

11. Комплексная форма Фурье преобразования. Области применимости Фурье анализа.

12. LTI-системы.

Перечень контрольных нормативов для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачёта

Базисы и проекторы

1. Сгенерируйте два сигнала в виде синусоид разной частоты и аддитивного шума. Сохраните эти сигналы в матрицу X размерностью (2, t), где t — число временных отсчётов.

2. Постройте канонический базис пространства R^2 и изобразите его стрелками.

3. Постройте новый базис из собственных векторов ковариационной матрицы X.

4. Отобразите X в этом базисе. Опишите наблюдаемые различия в отображении с помощью двух вариантов базисов.

5. Сгенерируйте 100 разных реализаций сигнала X. Каждую проанализируйте, как в пункте 3. Постройте распределение первых собственных значений. Что вы наблюдаете?

6. Повторите эксперимент, увеличив длительность сигнала. Повлияло ли это на распределение?

7. Постройте проектор на направление первого вектора нового базиса.

8. Примените его к сигналу: какой компонент вы "сохранили"? А какой "потеряли"?

9. Постройте ортогональный проектор, примените его и объясните его эффект.

10. Снова сгенерируйте два сигнала, но теперь добавьте в них скоррелированность и разную дисперсию. Пусть второй сигнал будет зависеть от первого.

11. Повторите пункты 2-9 для новых данных. Объясните наблюдаемые результаты.

12. Примените ортогонализацию Грамма-Шмидта к векторной паре из сигнала X и проверьте: получился ли тот же базис, что и раньше? Почему нет?

13. Сохраняйте скоррелированность сигналов и визуализируйте ковариационную матрицу. Затем добавьте 10% выбросов (например, пиков или “спайков”) в одном из каналов. Как изменятся собственные значения и направления дисперсии в новом базисе? Почему?

Преобразование Фурье

14. Напишите свою реализацию DFT

15. Примените её к каждому из двух каналов сгенерированных данных (без выбросов) и визуализируйте спектр.

16. Отобразите Фурье-базис, например, для размера N=16: комплексные синусоиды в пространстве R^2.

17. Реализуйте обратное преобразование и убедитесь, что сигнал восстанавливается.

18. Создайте сигнал из суммы двух синусоид близких частот (например, 10 и 11 Гц). Постройте спектр. Сколько пиков вы видите? Увеличьте длительность сигнала — что происходит со спектром?

Преобразование Фурье для нелинейных сигналов

19. Сгенерируйте синусоиду частотой 10 Гц, длительностью 1 секунда, дискретизацией 1000 Гц.

20. Постройте её спектр с помощью FFT.

21. Возведите сигнал в квадрат и снова постройте спектр. Объясните, что вы наблюдаете. Почему это происходит? Подсказка: вспомните тригонометрическую формулу для sin^2(x).

22. Повторите эксперимент, но теперь с кубом синусоиды: x(t)^3. Опишите свои наблюдения.

23. Сгенерируйте сигнал $x(t)=\sin(2\pi 10t)+0.5\sin(2\pi 15t)$, а затем примените к нему нелинейное преобразование через клиппинг, ограничение амплитуды: x_nl = np.clip(x, -0.5, 0.5). Постройте спектр и опишите свои наблюдения.

24. На основе пунктов 19-23 опишите общий принцип, как нелинейность в сигналах может исказить спектральную картину.

Образец билета для проведения зачета

ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Кафедра медицинских нейротехнологий ИНН

Билет №____

для проведения зачета по дисциплине «Сигналы целого мозга и нейровузализация» по программе магистратуры по направлению подготовки 06.04.01 Биология направленность (профиль) Медицинские нейротехнологии

1. LTI-системы

2. Понятие базиса в векторном пространстве

3. Математическая задача

Заведующий кафедрой _Синкин М.В.

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Методические указания для подготовки к занятиям лекционного типа

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.

Методические указания для подготовки к занятиям семинарского типа

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.

Методические указания для самостоятельной работы студентов (СРС)

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.

Другое

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.

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

9.1. Перечень литературы по дисциплине:

№ п/п	Наименование, автор, год и место издания	Рекомендуется при изучении разделов дисциплины	Количество экземпляров в библиотеке	Электронный адрес ресурса
1	2	3	4	5
1	Электрофизиология высших отделов слуховой системы, Серков Ф. Н., 1977	Введение в анализ сигналов	2	

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

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе профессиональных баз данных,необходимых для освоения дисциплины отсутствует.

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

1. MS Windows в редакциях: 7 Pro, 10 Pro, 11 Pro (x86, x64) – лицензия бессрочно
2. MS Office в редакциях: «Standard», «Professional Plus» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
3. MS Visio в редакциях: «Professional» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
4. Astra Linux Special Edition, вариант лицензирования «Орел», РУСБ.10015-10 – лицензия бессрочно
5. Adobe Acrobat Reader – свободно распространяемое ПО
6. Гарант (справочная правовая система) – лицензия до 31.07.2027
7. FastStone Image Viewer – свободно распространяемое ПО
8. Яндекс Браузер для организаций – свободно распространяемое ПО
9. Платформа «1С:Предприятие 8», конфигурации «1С:Документооборот государственного учреждения», «1С:Университет ПРОФ», «1С:Медицина» – лицензия бессрочно
10. МТС Линк платформа для проведения вебинаров – лицензия до 04.07.2027 г.
11. Антивирус Kaspersky endpoint Security – лицензия до 19.09.2027 г.
12. Архиватор 7-Zip – свободно распространяемое ПО
13. Платформа «Kinescope» - лицензия до 11.03.2027 г.
14. Система управления обучением (LMS) – лицензия бессрочная
15. Ubuntu – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)
16. Debian – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)
17. Электронная информационно-образовательная среда РНИМУ им. Н. И. Пирогова
18. Балльно-рейтинговая система контроля качества освоения образовательной программы в автоматизированной образовательной системе университета.

9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), как на территории Университета, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

- доступ к учебному плану, рабочей программе дисциплины, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

Университет располагает следующими видами помещений и оборудования для материально-технического обеспечения образовательной деятельности для реализации образовательной программы дисциплины:

№ п/п	Наименование оборудованных учебных аудиторий	Перечень специализированной мебели, технических средств обучения
1	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Экран для проектора , Возможность подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду , Проектор мультимедийный
2	Аудитория для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), лабораторных практикумов, лабораторных работ, демонстрационных экспериментов групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Экран для проектора , Возможность подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду , Проектор мультимедийный
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации	Учебная мебель (столы, стулья), компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
4	Учебная аудитория для проведения промежуточной аттестации	Учебная мебель (столы и стулья для обучающихся), стол, стул преподавателя, персональный компьютер; набор демонстрационного оборудования (проектор, экран, колонки)

Университет обеспечен 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 обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.