

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

Белоусов Всеволод Вадимович

Доктор биологических наук,

Член-корреспондент

Российской академии наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.В.О.06 Сигналы целого мозга

**для образовательной программы высшего образования - программы Магистратуры
по направлению подготовки (специальности)**

06.04.01 Биология

направленность (профиль)

Медицинские нейротехнологии

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.В.О.06 Сигналы целого мозга (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы Магистратуры по направлению подготовки (специальности) 06.04.01 Биология. Направленность (профиль) образовательной программы: Медицинские нейротехнологии.

Форма обучения: очная

Составители:

№	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы	Подпись
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 рассмотрена и одобрена на заседании кафедры (протокол № _____ от «__» _____ 20__).

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

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

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена советом института Институт нейронаук и нейротехнологий (протокол № _____ от «___» _____ 20__).

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. No 934 рук (Далее – ФГОС ВО);
2. Общая характеристика образовательной программы;
3. Учебный план образовательной программы;
4. Устав и локальные акты Университета.

© 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 программы дисциплины:

- Формирование способности адекватно интерпретировать данные о работе головного мозга и умение делать объективные выводы.
- Ознакомление студентов с клеточными основами обучения и памяти, и высших функциях 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.

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Сигналы целого мозга» изучается в 2 семестре (ах) и относится к части, формируемой участниками образовательного процесса, блока Б.1 дисциплины. Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся должны освоить следующие дисциплины: Клеточная нейробиология; R, биостатистика; Эволюционная нейроанатомия; Биоинформатика.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Клиническая нейропсихология; Нейропсихология.

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

Семестр 2

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

ПК-1 Способность вести педагогическую деятельность по программам начального общего, основного общего, среднего общего образования и дополнительным образовательным программам	
ПК-1.ИД1 Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения.	Знать: Нормативные и научно-методические принципы планирования и проведения доклинических исследований клеточных продуктов и продуктов для генной терапии.
	Уметь: Формулировать цели и задачи исследования, выбирать оптимальные пути и методы для их достижения.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Оценки новизны и актуальности планируемых и идущих разработок, их патентоспособность.
ПК-4 Использование полученных знаний для решения практических, функциональных и трансляционных задач в современной нейробиологии	
ПК-4.ИД1 Готовность к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач	Знать: Структурно-функциональные особенности нервной системы; Основные методы естественнонаучных, физико-химических, клинко-диагностических исследований, применяемых в клинической и экспериментальной неврологии.
	Уметь: Интерпретировать результаты основных клинко-диагностических исследований в неврологии.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Анализ результатов клинко-диагностических исследований в неврологии.
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: Нормативные и научно-методические принципы планирования и проведения доклинических исследований клеточных продуктов и продуктов для генной терапии.
	Уметь: Формулировать цели и задачи исследования, выбирать оптимальные пути и методы для их достижения.
	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 (КР), в т.ч.:		70	70
Лекционное занятие (ЛЗ)		18	18
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)		24	24
Коллоквиум (К)		28	28
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		36	36
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		36	36
Промежуточная аттестация (КРПА), в т.ч.:		2	2
Зачет (З)		2	2
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КР+СРО+КРПА+СРПА	108	108
	в зачетных единицах: ОТД (в часах)/36	3.00	3.00

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

2 семестр

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела (модуля), темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Введение в анализ сигналов			
1	УК-2.ИД2, ПК-1.ИД1, ПК-4.ИД1	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-2.ИД2, ПК-1.ИД1, ПК-4.ИД1	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-2.ИД2, ПК-1.ИД1, ПК-4.ИД1	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-2.ИД2, ПК-1.ИД1, ПК-4.ИД1	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-2.ИД2, ПК-1.ИД1, ПК-4.ИД1	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-2.ИД2, ПК-1.ИД1, ПК-4.ИД1	Тема 3. Линейная суперпозиция нейронных 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-2.ИД2, ПК-1.ИД1, ПК-4.ИД1	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-2.ИД2, ПК-1.ИД1, ПК-4.ИД1	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-2.ИД2, ПК-1.ИД1, ПК-4.ИД1	Тема 1. Постановка обратной задачи	Точечный и сфокусированный источник. Вращающийся диполь. Кортикальные волны и их аппроксимация при помощи модели движущегося диполя.

2	УК-2.ИД2, ПК-1.ИД1, ПК-4.ИД1	Тема 2. 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.
3	УК-2.ИД2, ПК-1.ИД1, ПК-4.ИД1	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-2.ИД2, ПК-1.ИД1, ПК-4.ИД1	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			
1	УК-2.ИД2, ПК-1.ИД1, ПК-4.ИД1	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 дисциплины.

4.1. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем.

№ п /п	Виды учебных занятий / форма промеж. аттестации	Период обучения (семестр) Порядковые номера и наименование разделов. Порядковые номера и наименование тем разделов. Темы учебных занятий.	Количество часов контактной работы	Виды контроля успеваемости	Формы контроля успеваемости и промежуточной аттестации	
					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						
1	ЛЗ	Модальности картирования электрической активности мозга	2	Д	1	
Тема 3. Области применения ЭКоГ, ЭЭГ, МЭГ						
1	ЛЗ	Области применения ЭКоГ, ЭЭГ, МЭГ	2	Д	1	
2	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 1	8	Р		1
3	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 2	8	Р		1
Раздел 2. Генеративная модель ЭЭГ/ЭКоГ/МЭГ						
Тема 1. Модель нейронального источника						
1	ЛЗ	Модель нейронального источника	2	Д	1	
Тема 2. Методы описания временных рядов						
1	ЛЗ	Методы описания временных рядов	2	Д	1	

Тема 3. Линейная суперпозиция нейрональных источников как основа генеративной модели ЭЭГ\ЭКоГ\МЭГ данных

1	ЛЗ	Линейная суперпозиция нейрональных источников как основа генеративной модели ЭЭГ\ЭКоГ\МЭГ данных	2	Д	1	
---	----	--	---	---	---	--

Тема 4. Модели шума наблюдения.

1	ЛЗ	Модели шума наблюдения.	2	Д	1	
---	----	-------------------------	---	---	---	--

Тема 5. Генеративное уравнение ЭКоГ, ЭЭГ, МЭГ

1	ЛЗ	Генеративное уравнение ЭКоГ, ЭЭГ, МЭГ	2	Д	1	
---	----	---------------------------------------	---	---	---	--

Раздел 3. Обратная задача ЭЭГ/МЭГ/ЭКоГ

Тема 1. Постановка обратной задачи

1	ЛЗ	Постановка обратной задачи	2	Д	1	
---	----	----------------------------	---	---	---	--

Тема 2. Обзор методов решения обратной задачи

1	ЛПЗ	Обзор методов решения обратной задачи	2	Т	1	1
---	-----	---------------------------------------	---	---	---	---

Тема 3. Непараметрические методы решения обратной задачи

1	ЛПЗ	Непараметрические методы решения обратной задачи	2	Т	1	1
---	-----	--	---	---	---	---

Тема 4. Параметрические методы решения обратной задачи

1	ЛПЗ	Параметрические методы решения обратной задачи	2	Т	1	1
2	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 3	8	Р		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

1	ЛПЗ	Локализация источников в ВП. Локализация источников ритмической активности. Локализация источников интериктальной активности. Анализ ЭКоГ данных для	6	Т	1	1
---	-----	---	---	---	---	---

		обнаружения невосполнимой речевой коры				
2	ЛПЗ	Локализация источников интериктальной активности	6	Т	1	1
3	ЛПЗ	Анализ ЭКоГ данных для обнаружения невосполнимой речевой коры	6	Т	1	1
4	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 4	4	Р		1

Текущий контроль успеваемости обучающегося в семестре осуществляется в формах, предусмотренных тематическим планом настоящей рабочей программы дисциплины.

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

№ п/п	Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (ФТКУ)	Виды работы обучающихся (ВРО)
1	Контроль присутствия (КП)	Присутствие
2	Опрос комбинированный (ОК)	Выполнение заданий в устной и письменной форме

4.2. Формы проведения промежуточной аттестации

2 семестр

- 1) Форма промежуточной аттестации - Зачет
- 2) Форма организации промежуточной аттестации -Решение практической (ситуационной) задачи

5. Структура рейтинга по дисциплине

5.1. Критерии, показатели проведения текущего контроля успеваемости с использованием балльно-рейтинговой системы.

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 текущего контроля успеваемости /виды работы		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок рейтинговым баллам ***				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Опрос комбинированный	ОК	6	300	В	Т	50	34	17
Коллоквиум	К	Опрос комбинированный	ОК	4	700	В	Р	175	117	59
Сумма баллов за семестр					1000					

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

Порядок промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине (модулю) в форме зачёта

По итогам расчета рейтинга по дисциплине в 2 семестре, обучающийся может быть аттестован по дисциплине без посещения процедуры зачёта, при условии:

Оценка	Рейтинговый балл
Зачтено	600

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

Примеры практических (ситуационных) задач для подготовки к промежуточной аттестации

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 $\mathbb{R}^2$.
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: $x_{nl} = \text{pr.clip}(x, -0.5, 0.5)$. Постройте спектр и опишите свои наблюдения.
24. На основе пунктов 19-23 опишите общий принцип, как нелинейность в сигналах может исказить спектральную картину.

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 подпространство.
5. Применение методологии проекций для очистки ЭЭГ данных от артефактов. От каких артефактов можно 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 между произвольными базисами. Фурье преобразование как матрично-векторная операция.
9. Фурье преобразование как анализ похожести сигнала на базисные 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 практических умений и навыков для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачёта

Промежуточная аттестация проходит в форме зачета, студентам предлагается самостоятельно разработать и написать алгоритм обработки нейробиологических сигналов.

7. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Для подготовки к занятиям лекционного типа 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 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 студентов (СРС) включает в себя

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.

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

8.1. Перечень литературы по дисциплине:

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

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

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

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

1. Автоматизированный информационный комплекс «Цифровая административно-образовательная среда РНИМУ им. Н.И. Пирогова»
2. Система управления обучением
3. Балльно-рейтинговая система контроля качества освоения образовательной программы в автоматизированной образовательной системе университета.

8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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 (модуля):

№ п /п	Наименование оборудованных учебных аудиторий	Перечень специализированной мебели, технических средств обучения
1	Аудитории 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	Аудитории, оборудованные мультимедийными и иными средствами обучения	Ноутбук, Экран для проектора, Мультимедийный проектор и негатоскопы
3	Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ноутбук, Экран для проектора, Мультимедийный проектор и негатоскопы
4	Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные 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

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.

Приложение 1
к рабочей программе
дисциплины (модуля)

Сведения об изменениях в рабочей программе дисциплины (модуля)

для образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата/специалитета /магистратуры (оставить нужное) по направлению подготовки (специальности) (оставить нужное) _____ (код и наименование направления подготовки (специальности)) направленность (профиль) « _____ » на _____ учебный год.

Рабочая программа дисциплины с изменениями рассмотрена и одобрена на заседании кафедры _____ (Протокол № _____ от « ____ » _____ 20 ____).

Заведующий _____ кафедрой _____ (подпись)
_____ (Инициалы и фамилия)

Приложение 2
к рабочей программе
дисциплины (модуля)

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Контроль присутствия	Присутствие	КП
Опрос комбинированный	Опрос комбинированный	ОК

Виды учебных занятий и формы промежуточной аттестации

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ
Лабораторно-практическое занятие	Лабораторно-практическое	ЛПЗ
Коллоквиум	Коллоквиум	К
Зачет	Зачет	З

Виды контроля успеваемости

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д
Текущий тематический контроль	Тематический	Т
Текущий рубежный контроль	Рубежный	Р
Промежуточная аттестация	Промежуточная аттестация	ПА