ЦЕНТРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДЕНА

Решением Ученого совета
АНО ВО «Центральный университет»
«24» июня 2025 г.
Протокол № 2

Рабочая программа дисциплины (модуля)
«Медицинская биофизика»

Направление подготовки: *02.03.01 Математика и компьютерные науки*

Направленность (профиль) подготовки: *Программа двух дипломов НИУ ВШЭ и ЦУ «Прикладная математика и информатика»*

Квалификация (степень) выпускника: *бакалавр*

Форма обучения: *очная*

Срок освоения программы: *4 года*

Год набора: *2025*

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 0215B80C000D1B3FEB44A37EE631E0C27D4
Владелец: Ивашкевич Евгений Васильевич
Действителен: с 13.01.2026 до 13.04.2027

Электронный документ

Москва
2025

Содержание

1. **Краткая характеристика дисциплины (модуля)** 3
2. **Перечень планируемых результатов обучения** 5
3. **Тематический план** 7
4. **Содержание дисциплины (модуля)** 7
5. **Учебно-методическое обеспечение** 8
6. **Материально-техническое обеспечение** 8
7. **Методические и оценочные материалы** 10

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Медицинская биофизика» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению 02.03.01 «Математика и компьютерные науки», профиль «Программа двух дипломов НИУ ВШЭ и ЦУ «Прикладная математика и информатика», утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 807 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «Медицинская биофизика» предоставляет фундаментальные инструменты для анализа физических процессов в живых системах и применения физических методов в медицине. Дисциплина охватывает ключевые теоретические и практические аспекты медицинской диагностики и терапии: от механических колебаний и акустики до биоэлектричества и методов медицинской визуализации. Без глубоких представлений о физических основах регистрации сигналов организма, принципах восстановления изображений и механизмах воздействия излучений на ткани невозможно разрабатывать и обслуживать диагностическое оборудование.

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина (модуль) включена в учебный план по программе подготовки бакалавриата по направлению 02.03.01 «Математика и компьютерные науки», профиль «Программа двух дипломов НИУ ВШЭ и ЦУ «Прикладная математика и информатика» и входит в вариативную часть Блока 1 формируемую участниками образовательных отношений как дисциплина по выбору.

Дисциплина (модуль) доступна к изучению на 2, 3 или 4 курсе с 3 по 8 семестры на выбор.

Цель изучения дисциплины (модуля): формирование у обучающихся целостного научного понимания физических принципов, лежащих в основе современных методов медицинской диагностики и терапии, а также развитие навыков решения обратных задач и обработки биосигналов.

Задачи изучения дисциплины (модуля):

— изучить основные характеристики колебательного и волнового движения, физические принципы акустики, аудиометрии и ультразвуковых исследований в медицине;

— освоить механизмы возникновения и распространения биоэлектрических сигналов (мембранный потенциал, потенциал действия), принципы регистрации ЭКГ и ЭЭГ, а также методы обработки электрографических данных;

— научиться применять физико-математические принципы построения изображений (преобразование Радона, Фурье-анализ) в компьютерной и магнитно-резонансной томографии, а также понимать основы радионуклидной диагностики и терапии;

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

знать:

— основные характеристики колебательного и волнового движения;
— теорему Фурье;
— физические характеристики и характеристики восприятия звука;
— принципы аудиометрии;
— эффект Доплера;
— механизмы воздействия ультразвука на ткани организма;
— понятие мембранного потенциала;
— потенциала действия;
— понятия пассивного и активного транспорта через биологическую мембрану;
— основные законы пассивного транспорта;

— механизмы распространения потенциала действия по нервному волокну;

— характеристики распространения возбуждения по нервному волокну;

— физические принципы ЭКГ и ЭЭГ;

— картирование электрической активности мозга;

— источники, механизмы и методы регистрации физических полей организма человека;

— характеристики рентгеновского излучения;

— закон ослабления рентгеновского излучения в веществе;

— преобразование Радона;

— физико-математические принципы построения изображений в компьютерных томографах;

— явление ядерно-магнитного резонанса;

— принципы магнитно-резонансной томографии;

— принципы радионуклидной диагностики и лучевой терапии;

уметь:

— решать обратные задачи восстановления спектра звукового сигнала с использованием преобразования Фурье;

— применять принцип эхолокации для обнаружения неоднородностей в сплошных средах;

— выявлять известные патологии на основе спектрального анализа ЭКГ и ЭЭГ

— применять принцип картирования для построения изображений КТ;

— применять преобразование Радона для восстановления изображений объектов;

владеть:

— физическими основами современных методов медицинской диагностики и терапии;

— основами интерпретации медицинских изображений, полученных методами рентгенографии, компьютерной томографии, магнитно-резонансной томографии и радионуклидной диагностики.

2. Перечень планируемых результатов обучения

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) при проведении учебных занятий в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками Университета и в форме самостоятельной работы обучающихся:

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)
УК-1.	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1.	Знает методы поиска и анализа информации в области разработки, основные принципы критической оценки источников информации и их релевантности
		УК-1.2.	Умеет критически оценивать источники информации и синтезировать данные из различных источников для решения задач, применять системный подход к анализу и решению комплексных проблем
		УК-1.3.	Имеет практический опыт работы с современными инструментами и технологиями для обработки информации, формулировании и структурировании задач на основе полученной информации
УК-2.	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1.	Знает действующие правовые нормы, регулирующие деятельность в области решения задач, основные методы и подходы к определению круга задач
		УК-2.2.	Умеет определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения задач, учитывая имеющиеся ресурсы и ограничения
		УК-2.3.	Имеет практический опыт применения знаний о правовых нормах и ресурсах в реальных ситуациях, разработки и реализации решений в соответствии с установленными ограничениями
ОПК-1.	Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа	ОПК-1.1.	Знает основные концепции и теории в области математического анализа и смежных дисциплин; методы и подходы, используемые в различных областях

	алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности		математики
		ОПК-1.2.	Умеет применять математические методы для решения профессиональных задач
		ОПК-1.3.	Имеет практический опыт разработки и реализация математических моделей в профессиональной деятельности
ПК-1.	Способен формулировать задачи с математической точностью, обосновывать утверждения строго и анализировать полученные результаты в области математики и компьютерных наук	ПК-1.1.	Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических наук, программирования и информационных технологий
		ПК-1.2.	Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в математике и информатике
		ПК-1.3.	Имеет опыт работы с задачами в области математики и компьютерных наук, включая применение математических методов для решения практических задач

3. Тематический план

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы				ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		Очная форма				
		Аудиторная работа		Контроль	Самостоятельная работа	
		Лекции	Семинары			
1	Механические явления в медицине	6	6		24	Аудиторная работа, Домашние задания, Кейс
2	Электрические, магнитные и электро-магнитные явления в медицине	6	6		24	Аудиторная работа, Домашние задания, Кейс
3	Ядерная медицина. Томография	8	10		24	Аудиторная работа, Домашние задания, Кейс, Лабораторная работа
	Зачет с оценкой					
	Итого:	***20***	***22***		***72***	
Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)		***114***				
Объем дисциплины (модуля) (в зач. ед.)		***3***				

4. Содержание дисциплины (модуля)

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание дисциплины (модуля) по темам
1	Механические явления в медицине	Колебания и волны Звук. Аудиометрия Ультразвуковые исследования Кейс 1. Звук. Моделирование работы слухового аппарата
2	Электрические, магнитные и электро-магнитные явления в медицине	Биофизика проведения потенциала действия в нервном волокне Физические основы электрографии Электрическая активность органов. ЭКГ и ЭЭГ Физические поля организмов человека Кейс 2. Математические методы обработки электрографии
3	Ядерная медицина. Томография	Рентгеновская компьютерная томография МРТ для диагностики и лечения Радионуклидная диагностика. ПЭТ/КТ Радионуклидная терапия. Радиохирургия. Кибер-нож. Гамма-нож Кейс 3. Диагностика неисправностей детекторов КТ по артефактам синограммы

5. Учебно-методическое обеспечение

Университет располагает полным набором лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, включая продукты отечественного производства.

Каждый студент в течение всего периода обучения получает индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде университета. Эти системы предоставляют возможность доступа к ресурсам из любой точки, где есть подключение к сети Интернет, как на территории университета, так и за его пределами.

Студентам обеспечен удаленный доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Основная литература:

1. Ризниченко, Г. Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии : учебник для вузов / Г. Ю. Ризниченко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 181 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07037-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/584182.

2. Каданцев, В. Н. Биофизические основы живых систем : учебное пособие для вузов / В. Н. Каданцев. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 200 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19793-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/588849.

Дополнительная литература:

1. Численные методы : учебник и практикум для вузов / под редакцией У. Г. Пирумова. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 421 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03141-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/582783.

6. Материально-техническое обеспечение

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского (практического) типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Изучение дисциплины (модуля) обеспечивается в учебных аудиториях, оснащенных:

- столами и стульями;
- компьютерной техникой;
- механическими калькуляторами;
- специализированным оборудованием, включая демонстрационное оборудование.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, в том числе приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и

обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Обучающимся предоставляется доступ (в том числе удаленный) к ресурсам информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронным ресурсам (в том числе электронным библиотечным системам, современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам):

№	Наименование портала (издания, курса, документа)	Ссылка
1.	Научная электронная библиотека elibrary.ru библиотека	https://elibrary.ru/defaultx.asp
2.	База данных для IT-специалистов	https://habr.com
3.	База данных ScienceDirect	https://www.sciencedirect.com
4.	Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации	https://minobrnauki.gov.ru/
5.	Федеральный портал «Российское образование"	https://www.edu.ru/
6.	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/
7.	Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов	http://school-collection.edu.ru/
8.	Федеральный центр информационно - образовательных ресурсов	http://fcior.edu.ru/

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), в том числе комплект лицензионного программного обеспечения, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Наименование ПО	Производство	Лицензионное / свободно распространяемое
Операционные системы:		
Microsoft Imagine (Windows Client, Server)	зарубежное	лицензионное
Браузеры:		
Яндекс.Браузер	отечественное	свободно распространяемое
Google Chrome	зарубежное	свободно распространяемое
Офисные приложения:		
Microsoft Imagine (Visio, OneNote)	зарубежное	лицензионное
TeXstudio	зарубежное	свободно распространяемое
Adobe Acrobat Reader	зарубежное	свободно распространяемое
Программное обеспечение для планирования и учета времени:		
Toggle app	зарубежное	свободно распространяемое
Системы управления проектами:		
Microsoft Imagine (Project)	зарубежное	лицензионное
Системы управления базами данных:		
Microsoft Imagine (SQL Server)	зарубежное	лицензионное
Системы резервного копирования (backup):		
Acronis Backup Advanced for HyperV	зарубежное	лицензионное
Справочно-правовые системы:		
КонсультантПлюс: справочно-правовая система	отечественное	лицензионное
Средства антивирусной защиты:		
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition	отечественное	лицензионное
Среды разработки:		

Visual Studio Code	зарубежное	свободно распространяемое
Bash (Unix shell)	зарубежное	свободно распространяемое
Anaconda	зарубежное	свободно распространяемое
Robotic Operating System	зарубежное	свободно распространяемое
CopelliaSim	зарубежное	свободно распространяемое
Google Colaboratory	зарубежное	свободно распространяемое
Пакеты программных средств и библиотек:		
AutoPsy	зарубежное	свободно распространяемое
Interactive Disassembler (IDA)	зарубежное	свободно распространяемое
Системы управления библиографической информацией:		
Zotero	зарубежное	свободно распространяемое
Сервисы и службы:		
Bind	зарубежное	свободно распространяемое
Docker	зарубежное	свободно распространяемое

7. Методические и оценочные материалы

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В процессе изучения дисциплины (модуля) «Медицинская биофизика» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, семинары, аудиторная работа, домашние задания, кейсы и лабораторная работа, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся по заданию преподавателя, направленные на развитие навыков профессиональной лексики, закрепление практических профессиональных компетенций, поощрение инициатив.

Лекция – систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера.

В процессе лекций рекомендуется вести конспект лекций: кратко и схематично фиксировать основные идеи, выводы и обобщения лекции; выделять важные мысли, ключевые слова и термины. Необходимо отметить вопросы или материалы, которые вызывают затруднения, и попытаться найти ответы в рекомендованной литературе. Если разобраться в материале не удается, следует сформулировать вопрос и задать его преподавателю на консультации или во время семинарского (практического) занятия.

Семинар – это форма учебной деятельности, проводимая в учебном заведении под руководством преподавателя, где студенты активно участвуют в обсуждениях, практических заданиях и других формах взаимодействия.

Для успешной подготовки к семинару рекомендуется заранее ознакомиться с темой занятия и основными материалами, чтобы иметь возможность активно участвовать в обсуждении. Также полезно подготовить вопросы и идеи для обсуждения, что поможет глубже понять материал и продемонстрировать заинтересованность.

Аудиторная работа – активная работа студента на семинаре, его ответы на вопросы преподавателя и участие в дискуссии.

Для успешного участия в семинаре студентам рекомендуется заранее ознакомиться с темой обсуждения, прочитать необходимые материалы и подготовить вопросы. Важно активно слушать и вовлекаться в дискуссию, высказывая свои мнения и аргументируя их. При ответах на вопросы преподавателя стоит быть уверенным, четким и логичным, опираясь на изученный материал. Также полезно поддерживать диалог с однокурсниками, чтобы обогатить обсуждение и расширить свои знания.

Лабораторная работа – учебное занятие, направленное на практическое закрепление теоретических знаний через выполнение экспериментальных или проектных заданий. В

ходе лабораторной работы студенты проводят анализ, разработку или тестирование программного кода, изученного в рамках курса.

Перед выполнением лабораторной работы необходимо внимательно ознакомиться с теоретическим материалом и методическими указаниями. Рекомендуется изучить используемые инструменты и технологии для уверенного их применения на практике. При возникновении вопросов следует обращаться к преподавателю для получения разъяснений.

Домашнее задание – набор задач по темам недели.

При работе над домашними заданиями важно внимательно ознакомиться с требованиями и сроками выполнения. Рекомендуется разбивать задания на этапы, чтобы избежать перегрузки и лучше усвоить материал. Использовать различные источники информации, включая учебники и онлайн-ресурсы, для более глубокого понимания темы.

Кейс – практическая работа студентов над реальными или смоделированными задачами, что позволяет студенту применять теоретические знания на практике.

Студент самостоятельно разрабатывает стратегию решения поставленной задачи, что способствует развитию навыков критического мышления и самостоятельного принятия решений. Такой подход помогает подготовить будущих специалистов к реальным вызовам в их профессиональной деятельности.

Бонусные баллы — это оценки, которые студенты могут получить за выполнение дополнительных заданий.

Формат бонусных баллов позволяет студентам улучшить общую оценку по дисциплине (модулю) и стимулирует углубленное изучение материала.

Самостоятельная работа – работа студентов, направленная на углубленное изучение отдельных тем и вопросов учебной дисциплины (модуля).

В процессе самостоятельной работы студенты взаимодействуют с рекомендованными материалами при минимальном участии преподавателя. Задачи студента включают работу с конспектами лекций (обработка текста), повторное изучение учебных материалов планов и тезисов ответов, изучение дополнительных тем, выполнение учебно-исследовательских заданий и другое.

Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Критерии получения уровня и оценивания сформированности компетенций по дисциплине (модулю) «Медицинская биофизика»

Оценивание уровня учебных достижений, обучающихся по дисциплине (модулю), осуществляется в виде текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) осуществляется в форме ***зачета с оценкой,*** при этом проводится оценка компетенций, сформированных по дисциплине.

Для оценивания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации используется десятибалльная шкала оценивания, которая соотносится с традиционной пятибалльной шкалой следующим образом, если иное не указано в силлабусе дисциплины:

Десятибалльная оценка	**Пятибалльная оценка**	**Оценка за зачет**	**Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)**
10	Отлично	Зачтено	Студент полностью владеет знаниями, изложенными в рабочей
9	Отлично	Зачтено	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Оценка за зачет	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
8	Отлично	Зачтено	программе, и глубоко осмысляет дисциплину. Он самостоятельно и логически последовательно отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее важном. Умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя ключевые моменты и устанавливая причинно-следственные связи. Четко формулирует ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты дисциплины (модуля) с практическими задачами.
7	Хорошо	Зачтено	Студент обладает знаниями предмета почти в полном объеме рабочей программы и самостоятельно, логически последовательно и всесторонне отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее значимых моментах. Он умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя его ключевые аспекты и устанавливая причинно-следственные связи. Формулирует свои ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные ситуационные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической
6	Хорошо	Зачтено	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Оценка за зачет	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
			деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты предмета с практическими задачами.
5	Удовлетворительно	Зачтено	Студент обладает базовыми знаниями по дисциплине (модулю), но испытывает трудности при самостоятельных ответах и использует неточные формулировки. В ходе ответов он допускает ошибки, касающиеся сути вопросов. Студент способен решать только самые простые задачи и владеет лишь минимальным набором методов исследования.
4	Удовлетворительно	Зачтено	
3	Не сдан	Не зачтено	Студент не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задает дополнительные наводящие вопросы.
2	Не сдан	Не зачтено	
1	Не сдан	Не зачтено	

Дисциплина (модуль) «Медицинская биофизика» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Количество	Описание
Накопительная оценка			
Домашние задания	15%	10	Набор заданий по темам недели
Аудиторная работа 1	15%	10	Активная работа студента на занятии
Аудиторная работа 2	20%	6	Активная работа студента на занятии
Кейсы	30%	3	Практическая работа студентов над реальными или смоделированными задачами
Лабораторная работа	20%	1	Закрепление теоретических знаний через выполнение экспериментальных или проектных заданий

В рамках изучения дисциплины (модуля) возможно получение бонусных баллов.

Итоговая оценка по дисциплине (модулю) «Медицинская биофизика» выставляется по накопительной оценке: «0,15 × среднее за домашние задания + 0,15 × среднее за аудиторную работу 1 + 0,2 × среднее за аудиторную работу 2 + 0,3 × среднее за кейсы + 0,2 × лабораторная работа».

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Примерные вопросы для подготовки к занятию

Семинар на тему: «Механические явления в медицине».

1. Каковы основные характеристики колебательного и волнового движения в биологических средах, и как формулируется теорема Фурье в контексте анализа сигналов?

2. В чём различие между физическими характеристиками звука и характеристиками его восприятия, и как это используется в принципах аудиометрии?

3. Как эффект Доплера применяется в медицинской диагностике для оценки движения биологических объектов?

4. Каковы механизмы воздействия ультразвука на ткани организма, и какие существуют ограничения его применения?

5. Как используется преобразование Фурье при моделировании работы слухового аппарата и восстановлении спектра звукового сигнала?

Семинар на тему: «Электрические, магнитные и электромагнитные явления в медицине».

1. Какова природа мембранного потенциала и потенциала действия, и как работают механизмы пассивного и активного транспорта через биологическую мембрану?

2. Какие законы определяют пассивный транспорт ионов, и как они влияют на генерацию биоэлектрических сигналов?

3. Каковы особенности распространения возбуждения по нервному волокну и характеристики этого процесса?

4. В чём заключаются физические принципы регистрации ЭКГ и ЭЭГ, и как осуществляется картирование электрической активности мозга?

5. Какие математические методы обработки применяются для анализа сигналов электрографии и выявления патологий?

Семинар на тему: «Ядерная медицина. Томография».

1. Каковы характеристики рентгеновского излучения и как формулируется закон его ослабления в веществе?

2. Как преобразование Радона используется для восстановления изображений объектов в компьютерных томографах?

3. В чём заключается явление ядерно-магнитного резонанса и каковы физические принципы магнитно-резонансной томографии (МРТ)?

4. Каковы принципы радионуклидной диагностики (ПЭТ/КТ) и лучевой терапии (Кибер-нож, Гамма-нож)?

5. Как по артефактам синограммы диагностировать неисправности детекторов КТ и какие методы решения обратной задачи здесь применяются?

Примерные домашние задания

Домашнее задание 1. Расчетно-графическая работа «Физические основы диагностики»

1. Выполните преобразование Фурье для заданного звукового сигнала и восстановите его спектр.

2. Рассчитайте глубину залегания неоднородности среды по времени возвращения эхо-сигнала.

3. Определите тип патологии по предоставленному фрагменту ЭКГ/ЭЭГ.

4. Опишите математическую суть преобразования Радона при построении КТ-снимка.

5. По изображению синограммы выявите артефакт и предположите неисправность детектора КТ.

Домашнее задание 2. Расчетно-графическая работа «Биоэлектрические явления»

1. Рассчитайте равновесный потенциал для ионов K+ по уравнению Нернста при заданных концентрациях.

2. Опишите ионные механизмы каждой фазы потенциала действия в нервном волокне.

3. Определите интервалы и зубцы на предоставленной кардиограмме и рассчитайте частоту сердечных сокращений.

4. Соотнесите частотные диапазоны сигналов ЭЭГ (альфа, бета, дельта) с функциональными состояниями мозга.

5. Предложите математический метод фильтрации сетевой наводки (50 Гц) для сигнала электрографии (Кейс 2).

Домашнее задание 3. Расчетно-графическая работа «Методы визуализации»

1. Рассчитайте интенсивность рентгеновского луча после прохождения через слой кости и мягкой ткани (закон ослабления).

2. Объясните принцип построения синограммы при параллельном веерном сканировании.

3. Определите частоту Лармора для протонов в магнитном поле напряженностью 1.5 Тл.

4. Обоснуйте выбор радиофармпрепарата для ПЭТ-диагностики исходя из периода полураспада и типа излучения.

5. Предложите алгоритм устранения артефактов от металлических имплантов на КТ-снимке

Примерное описание задания и критерии оценивания к кейсу

Кейс: «Диагностическая задача и анализ работы медицинского оборудования»

Описание задания:

Студенту предлагается выбрать один из трех практических кейсов, соответствующих разделам курса (Механические явления, Биоэлектричество или Томография). На основе предоставленных данных (звуковой сигнал, запись ЭКГ/ЭЭГ, синограмма КТ или описание клинического случая) необходимо:

1. Определить физическую природу наблюдаемого явления (артефакт, патология, неисправность оборудования).

2. Применить соответствующий математический аппарат (преобразование Фурье, закон ослабления излучения, уравнение Нернста и др.) для количественной или качественной оценки ситуации.

3. Обосновать выбор метода диагностики, настройки оборудования или алгоритма обработки данных для устранения проблемы.

4. Презентовать ход решения, ответить на вопросы о физических ограничениях выбранного метода.

Критерии оценивания:

— Корректность применения физических законов и математических моделей: Верное использование формул, принципов и терминологии (например, преобразование Радона, характеристики волн, природа биопотенциалов) в контексте задачи.

— Точность интерпретации данных: Правильное выявление причин артефактов, патологий или технических неисправностей на основе предоставленных сигналов или изображений.

— Обоснованность предложенных решений: Логическая связь между проведенным анализом и предложенными мерами (настройка прибора, выбор метода терапии, фильтр обработки сигнала).

— Качество аргументации и защиты: Умение четко изложить решение, ответить на вопросы преподавателя и обосновать выбор метода с точки зрения безопасности и эффективности.

Примерные задания для лабораторной работы

1. Выполнить прямое и обратное преобразование Фурье для аудиосигнала и построить спектрограмму.

2. Разработать алгоритм частотной коррекции звука для моделирования работы слухового аппарата.

3. Рассчитать глубину залегания тканей по времени возвращения ультразвукового сигнала методом эхолокации.

4. Рассчитать равновесный потенциал для различных ионов (K^+, Na^+, Cl^-) при заданных концентрациях по уравнению Нернста.

5. Смоделировать фазы потенциала действия с учётом ионной проводимости мембраны нервного волокна.

6. Определить частоту сердечных сокращений, интервалы и зубцы на записи ЭКГ, выявить признаки аритмии.

7. Применить цифровой фильтр для удаления сетевой наводки (50 Гц) из сигнала ЭЭГ.

8. Восстановить изображение объекта из проекционных данных с использованием преобразования Радона.

9. Рассчитать резонансную частоту для протонов в магнитном поле разной напряжённости для настройки МРТ.

10. По изображению синограммы выявить артефакт и определить тип неисправности детектора КТ.

Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1.	Укажите математический метод, используемый для разложения звукового сигнала на частотные компоненты	Преобразование Фурье	УК-1
2.	Назовите диапазон частот звуковых волн, воспринимаемых человеческим ухом в норме	20 Гц – 20 кГц	ОПК-1
3.	Объясните физический принцип, лежащий в основе ультразвуковой диагностики тканей	Эхолокация / Отражение волн на границе сред	ОПК-1
4.	Укажите эффект, используемый для измерения скорости кровотока в допплерографии	Эффект Доплера	УК-2
5.	Назовите задачу Кейса 1 в разделе механических явлений медицины	Моделирование работы слухового аппарата	ПК-1
6.	Укажите уравнение, описывающее равновесный мембранный потенциал для конкретного иона	Уравнение Нернста	УК-2
7.	Назовите ионы, ответственные за фазу деполяризации потенциала действия в нейроне	Ионы натрия (Na^+)	ОПК-1
8.	Укажите комплекс на ЭКГ, соответствующий деполяризации желудочков сердца	Комплекс QRS	ОПК-1
9.	Назовите ритм ЭЭГ, регистрируемый в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами	Альфа-ритм	ОПК-1

10.	Укажите тип фильтра, применяемого для удаления сетевой наводки 50 Гц в сигнале электрографии	Режекторный фильтр / Фильтр-пробка	ПК-1
11.	Назовите цель Кейса 2 в разделе электрических явлений медицины	Математические методы обработки электрографии	ПК-1
12.	Укажите источник биоэлектрических полей организма человека	Электрическая активность возбудимых тканей (сердце, мозг)	УК-1
13.	Назовите закон, описывающий ослабление интенсивности рентгеновского излучения в веществе	Закон Бугера-Ламберта-Бера	УК-2
14.	Укажите математическое преобразование, используемое для реконструкции изображения в КТ	Преобразование Радона	ПК-1
15.	Назовите набор проекционных данных в компьютерной томографии, используемый для реконструкции	Синограмма	ОПК-1
16.	Укажите причину появления кольцевых артефактов на КТ-изображении (Кейс 3)	Неисправность детектора КТ	ПК-1
17.	Назовите физическое явление, лежащее в основе магнитно-резонансной томографии (МРТ)	Ядерно-магнитный резонанс (ЯМР)	ОПК-1
18.	Укажите величину, от которой зависит частота Лармора в МРТ	Напряженность магнитного поля	УК-2
19.	Назовите метод радионуклидной диагностики, основанный на регистрации аннигиляционного излучения	Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ)	ОПК-1
20.	Укажите принцип действия установок стереотаксической радиохирургии (Кибер-нож, Гамма-нож)	Фокусировка ионизирующего излучения в мишени	УК-1