

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Институт физики



Вениг С.Б.

2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине

Направление подготовки  
**03.04.02 Физика**

Профиль подготовки  
**«Медицинская физика»**

Квалификация (степень) выпускника  
**Магистр**

Форма обучения  
**очная**

Саратов,  
2022

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Рытик А.П.		5.10.2021
Председатель НМК	Скрипаль Ан.В.		5.10.21
Заведующий кафедрой	Скрипаль Ан.В.		5.10.21
Специалист Учебного управления			

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине» является формирование у студентов комплекса профессиональных знаний и умений (владений) и усвоение физических принципов работы диагностического медицинского оборудования.

Задачами изучения дисциплины являются:

- формирование и углубление представлений о физических принципах построения измерительно-диагностических томографических систем рентгеновской интроскопии, трансмиссионной и эмиссионной томографии, ультразвуковой томографии, ядерно-магнитной томографии;
- формирование представлений теоретического анализа данных полученных при использовании методов интроскопии, оценивать различие физиологической границы нормы и патологии;
- формирование владений методами и навыками использования и реализации теоретических основ медицинской интроскопии.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине» относится к части дисциплин которая формируемая участниками образовательных отношений и изучается студентами очной формы обучения Института физики СГУ, проходящими подготовку по направлению 03.04.02 «Физика» по профилю подготовки «Медицинская физика» в течение 2 учебного семестра.

Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные магистрантами знания по физике, математике, методам математического моделирования, проектированию измерительных приборов для биомедицинских систем, вычислительным машинам, программированию и подготавливает студентов к написанию магистерской диссертации.

### 3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора	Результаты обучения
ПК-1. Способен применять фундаментальные знания в теоретических и прикладных разработках по медицинской физике	ПК-1.1. Проводит критический анализ современной научно-технической литературы и информационных ресурсов. ПК-1.2. Обладает умениями составлять базы данных, готовить научные публикации. ПК-1.3. Знаком с принципами действия измерительных приборов, аппаратно-программных комплексов, автоматизированного и метрологического оборудования в области медицинской физики.	<b><u>Знать</u></b> Критический анализ и теоретические основы систем компьютерной томографии, основные параметры и характеристики томографического оборудования, примеры применения; <b><u>уметь</u></b> составлять базы данных сигналов томографа на основе применения цифровой техники, статистической обработки информации и результатов с применением современных информационных технологий и технических средств; <b><u>владеть</u></b> разработкой стратегии для построения современных систем

		интроскопии, трансмиссионной и эмиссионной томография, ультрозвуковой томографии, ядерно-магнитной томографии.
<b>ПК-3.</b> Способен проводить исследования на базе современных информационных и коммуникационных технологий и технических средств	<p><b>ПК-3.1.</b> Использует инструменты математической обработки информации и результатов с применением современных информационных технологий и технических средств.</p> <p><b>ПК-3.2.</b> Применяет цифровую технику при обработке данных при соблюдении основных требований информационной безопасности.</p> <p><b>ПК-3.3.</b> Владеет методологией математического моделирования физических процессов и объектов на базе как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ.</p>	<p><b>Знать</b> Базовые инструменты математического анализа информации и принципы построения функциональной, ультразвуковой и лучевой диагностики органов и систем организма человека; принципы построения томографических систем;</p> <p><b>уметь</b> анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований при помощи томографов, знать современное состояние техники томографии;</p> <p><b>владеть</b> навыками математического моделирования физических процессов и объектов томографической техники.</p>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				СРС	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лек	Лабораторные	Практич			
					Общая трудоемкость	Из них – практическая подготовка			
1.	Задачи медицинской интроскопии	2	1-2	1	1			10	Опрос. Отчет по практическим работам
2.	Электрографические методы. Физические основы методов: ЭЭГ, ЭОГ, ЭКГ,	2	3-4	3	3			10	Опрос. Отчет по практическим

	реография. Артефакты при регистрации сигналов. Приборная часть. Методы акустической диагностики. УЗИ. Акустоскопия, акустические поля, эхо - импульсные и доплеровские методы, ультразвуковая томография								работам
3.	Ядерный магнитный резонанс, ядерно-магнитная резонансная томография, методы реконструкции изображений, измерительные устройства, обработка и анализ визуальной информации. Эмиссионная томография, ПЭТ, МРТ, импедансная томография. Реконструкция изображений в сканах	2	1-4	3	3			10	Опрос. Отчет по практическим работам
4.	Трансмиссионная рентгеновская томография, преобразования Радона и Фурье алгоритмы реконструкции	2	5-7	3	3			10	Опрос. Отчет по практическим работам
5.	Задачи медицинской интроскопии Электрографические методы. Физические основы методов: ЭЭГ, ЭОГ, ЭКГ, реография. Артефакты при регистрации сигналов. Приборная часть.	2	8-10	2	2			12	Опрос. Отчет по практическим работам. Контрольная работа
6.	Методы акустической диагностики. УЗИ. Акустоскопия, акустические поля, эхо - импульсные и доплеровские методы, ультразвуковая томография	2	11-13	2	2			12	Опрос. Отчет по практическим работам
7.	Ядерный магнитный резонанс, ядерно-магнитная резонансная томография, методы реконструкции изображений, измерительные устройства, обработка и анализ визуальной информации.	2	13-16	2	2			12	Опрос. Отчет по практическим работам
	<b>Итого: 144</b>								
	<b>Промежуточная Аттестация 36 ч</b>			<b>16</b>	<b>16</b>			<b>76</b>	<b>Экзамен</b>

### Содержание дисциплины

1. Введение
2. Рентгенодиагностические системы получения изображения
3. Рентгеновская установка и формирование изображения
4. Взаимодействие квантов
5. Основные физические параметры (контраст, нерезкость изображения, шум, доза)
6. Рентгеновские трубки. Спектры рентгеновского излучения.
7. Приемники изображения.

8. Цифровая рентгенография.
9. Современные радиовизиографические системы. Клиническое применение. Биологическая безопасность.
10. Рентгеновская трансмиссионная Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине
11. Необходимость получения изображений заданных сечений
12. Принципы получения изображений. КТ-сканеры.
13. Наборы проекций. Информация, содержащаяся в проекциях. Теорема о центральном сечении. Реконструкция методом двумерного преобразования Фурье.
14. Метод свертки и обратного проецирования. Практическая реализация метода.
15. Клиническое применение рентгеновской компьютерной томографии.
16. Специализированные КТ сканеры.
17. Доза рентгеновского облучения. Биологическая безопасность.
18. Получение изображений с помощью радиоизотопов
19. Аппаратура для визуализации.
20. Радионуклиды, применяемые для визуализации
21. Радиоактивный распад
22. Получение радионуклидов
23. Позитронная эмиссионная томография (ПЭТ). Принцип регистрации совпадений аннигилирующих квантов.
24. Клинические приложения
25. Визуализация сердца
26. Визуализация органов дыхания
27. Визуализация почек
28. Исследование печени и селезенки
29. Исследование эндокринной системы
30. Исследование опухолей и воспалительных процессов
31. Магнитно-резонансная томография
32. Характеристики МР томографа
33. Метод получения изображения.
34. ЯМР. Физические основы.
35. Биологическая безопасность. Противопоказания к ее проведению
36. Клиническое применение

### **Перечень практических работ**

1. Доза рентгеновского облучения. Биологическая безопасность. Классификация электромагнитного излучения по мощности
2. Метод ультразвукового исследования. Физика взаимодействия акустической волны с физическими средами.
3. Электрографические методы в интроскопии  
Описания всех перечисленных практических работ имеются на кафедре медицинской физики.  
Самостоятельная внеаудиторная работа студентов по дисциплине проводится в течение всего периода изучения дисциплины и заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к практическим занятиям, в выполнении заданий преподавателя, работе в компьютерном классе и библиотеке.

### **5. Образовательные технологии**

В преподавании дисциплины «Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине» используются следующие образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;

- проблемное обучение;
  - творческие задания;
- дискуссии на заданную тему.

Лекционные занятия проводятся в основном в традиционной форме. При проведении части лекционных занятий используется ПК и мультимедийный проектор.

Ежегодно студентам рекомендуется посещение и участие в "Ежегодной Всероссийской научной школе-семинар «Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине»".

**Практические занятия** могут проводиться в форме коллоквиума или научной конференции, с защитой рефератов, презентациями, подготовленными самими студентами и дискуссиями по представленным темам. Их основной задачей является закрепление и углубление знаний, полученных на лекциях. Студенты осуществляют самостоятельную подготовку к практическим занятиям в соответствии с предоставленными им методическим и рекомендациями и на основе списка дополнительной литературы.

На некоторых занятиях предполагается использование компьютера, мультимедийного оборудования. Используется активная форма проведения семинаров. Задачи и упражнения решаются одновременно несколькими способами, проводится анализ и сравнение полученных результатов, обсуждаются достоинства и недостатки различных подходов и методов.

Иная контактная работа представляет собой индивидуальные консультации, оказываемые очно и дистанционно с использованием информационных и телекоммуникационных технологий с учетом образовательных возможностей обучающихся.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 20 академических часов. Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов не могут составлять более 18 академических часов.

Практическая подготовка при реализации данной дисциплины направлена на формирование практических навыков и компетенций по профилюобразовательной программы в процессе выполнения практических занятий, в ходе которых студенты овладевают навыками работы с информационными средствами для построения измерительно-диагностических томографических систем рентгеновской интроскопии, трансмиссионной и эмиссионной томографии, ультрозвуковой томографии, ядерно-магнитной томографии.

#### ***Условия обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:***

- предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать крупноформатные наглядные материалы;
- организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями по здоровью;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья;
- использование индивидуальных графиков обучения;
- использование дистанционных образовательных технологий.

#### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

В преподавании дисциплины «Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине» предполагается:

- использование Интернет-ресурсов: информационных порталов, форумов, систем дистанционного обучения,
- изучение учебной и периодической специализированной литературы,
- личные и online-консультации преподавателей.

В качестве оценочных средств для текущего контроля успеваемости используются:

- устный опрос,
- отчёты по практическим занятиям,
- рефераты.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине проводится в течение всего периода изучения и заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к лекциям, к контрольным работам, в выполнении заданий лектора.

Рекомендуется:

- для качественного усвоения материала лекций разбирать вопросы, изложенные в каждой очередной лекции, до следующей, по непонятым деталям консультироваться у лектора, читать соответствующую литературу;
- при подготовке к выполнению и отчетам по практическим работам тщательно изучать описание работы, задавать уточняющие вопросы преподавателю и дежурному инженеру, иметь отдельную тетрадь по практикуму, для выполнения заданий и оформления отчетов;
- при подготовке к практическим занятиям пользоваться рекомендациями преподавателя, готовить краткий конспект по вопросам темы, изучать рекомендуемую литературу;
- задания, которые даются лектором во время лекции по отдельным вопросам, обязательны для выполнения, и качество их выполнения будет проверяться во время экзамена.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов по дисциплине проводится в течение всего учебного года (семестра) (периода изучения дисциплины) и заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к лабораторным и практическим (семинарским) занятиям, к контрольным работам, в выполнении заданий лектора, работе в компьютерном классе или библиотеке.

Рекомендуется:

- для качественного усвоения материала лекций разбирать вопросы, изложенные в каждой очередной лекции, до следующей, по непонятым деталям консультироваться у лектора, читать соответствующую литературу;
- при подготовке к семинарским занятиям тщательно изучать тему предстоящего семинара, задавать уточняющие вопросы преподавателю и дежурному инженеру, подготавливать рефераты и сообщения;
- задания, которые даются лектором во время лекции по отдельным вопросам, обязательны для выполнения, и качество их выполнения будет проверяться во время экзамена.

Промежуточная аттестация проводится в виде экзамена (8 семестр).

Самостоятельная работа студентов по дисциплине проводится в течение всего периода изучения и заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к лекциям, к контрольной работе, в выполнении заданий лектора, выполнению курсовой работы.

**Вопросы и задания для самоконтроля при выполнении самостоятельной работы:**

- Рентгеновская трансмиссионная Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине

- Современные радиовизиографические системы. Клиническое применение. Биологическая безопасность. Основные физические параметры (контраст, нерезкость изображения, шум, доза)
- Принципы получения медицинских изображений (сканов). КТ-сканеры.
- Метод свертки и обратного проецирования. Практическая реализация метода.
- Доза рентгеновского облучения. Биологическая безопасность.
- Физические основы флюорографии и рентгенографии
- Электрокардиография, электроэнцефалография
- Визуализация методом КТ. Артефакты в методе КТ

#### **Примерный перечень предлагаемых тем рефератов:**

- 3d и 4d УЗИ
- Метод регистрации кровотока с помощью УЗИ метода
- Принцип построения флюорографа
- Артефакты при регистрации электрографическими методами
- Цветодиагностика в медицине
- Опасные дозы ионизирующего излучения
- Физические основы отражения ЭМВ от физических сред
- Метод трансрезонансной топографии
- Цифровая рентгенография

Рефераты выполняются под руководством преподавателей и сотрудников выпускающей кафедры и должны содержать элементы литературного обзора по теме, расчетов, анализа в соответствии с конкретной спецификой выбранной темы. Работу следует выполнять в течение всего семестра с периодическим обсуждением результатов с преподавателем.

#### **Контрольные вопросы для проведения текущего контроля**

1. Задачи медицинской интроскопии
2. Рентгеновская интроскопия
3. Трансмиссионная рентгеновская томография, преобразования Радона и Фурье алгоритмы реконструкции
4. Эмиссионная томография
5. Акустоскопия, акустические поля
6. Эхо - импульсные и доплеровские методы
7. Ультразвуковая томография
8. Ядерный магнитный резонанс, ядерно-магнитная резонансная томография
9. Методы реконструкции изображений в КТ
10. Наборы проекций. Информация, содержащаяся в проекциях. Теорема о центральном сечении. Реконструкция методом двумерного преобразования Фурье.
11. Рентгеновская трансмиссионная Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине
12. Современные радиовизиографические системы. Клиническое применение. Биологическая безопасность. Основные физические параметры (контраст, нерезкость изображения, шум, доза)
13. Принципы получения медицинских изображений (сканов). КТ-сканеры.
14. Метод свертки и обратного проецирования. Практическая реализация метода.
15. Доза рентгеновского облучения. Биологическая безопасность.
16. Физические основы флюорографии и рентгенографии
17. Электрокардиография, электроэнцефалография
18. Визуализация методом КТ. Артефакты в методе КТ
19. Визуализация методом ЯМР и МРТ



## Вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

1. Принцип построения и работы рентгенодиагностических систем получения изображения.
2. Аппаратура для визуализации в УЗИ.
3. Позитронная эмиссионная томография (ПЭТ). Принцип регистрации совпадений аннигилирующих квантов.
- 4.
5. Исследование органов методом томографии. Принципы реконструкции изображения (Сканов)
6. Магнитно-резонансная томография
7. Характеристики МР томографа
8. ЯМР. Физические основы.
9. Клиническое применение метода КТ. Артефакты метода

### 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции и	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
2	10	0	30	20	0	20	20	100

### Программа оценивания учебной деятельности студента

1 семестр

#### Лекции

Посещаемость, опрос, активность – от 0 до 10 баллов.

#### Лабораторные занятия

Не предусмотрены

#### Практические занятия

Посещаемость (1 занятие – 1 балл), участие в собеседовании, обсуждении дискуссионных и спорных вопросов, аргументированность собственной точки зрения, (до 10 баллов) – от 0 до 40 баллов

#### Самостоятельная работа

Работа с конспектами и дополнительной литературой, выполнение письменных заданий, текущего тестирования – от 0 до 20 баллов

#### Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

#### Другие виды учебной деятельности

Подготовка доклада (реферата):

- студент представил доклад, соответствующий предъявляемым требованиям к структуре и оформлению

- содержание доклада соответствует заявленной теме, демонстрирует способность студента к самостоятельной исследовательской работе

- доклад содержит самостоятельные выводы студента, аргументированные с помощью собранных данных, представленных в научной литературе -20 баллов.

Невыполнение одного из указанных требований снижает общую оценку работы на 5 баллов.

### **Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация проводится в виде зачета (2 семестр). Во время экзамена студент должен дать развернутый ответ на вопросы, изложенные в билете. Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы по всему изучаемому курсу.

19-20 баллов – отлично

15-18 баллов – хорошо

11-14 баллов – удовлетворительно

0-10 баллов - неудовлетворительно

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 2 семестр по дисциплине «Компьютерная томография» составляет 100 баллов.

Таблица 2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Основы интроскопии» в экзамен:

90-100		отлично
70-89 баллов		хорошо
50-69 баллов		удовлетворительно
меньше баллов	50	неудовлетворительно

Текущие индивидуально набранные студентами баллы доводятся до их сведения 2 раза за семестр: в конце 6 и 12 недель обучения.

Оценка студентам, успешно прошедшим обучение по дисциплине «Компьютерная томография», может быть проставлена без сдачи экзамена на основании рейтинговой оценки по решению преподавателя.

### **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **а) литература:**

- 1) [Функциональная диагностика : национальное руководство.](http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970442425.html?SSr=2201343abc095e156a4657dkanevtv) Под ред. Н.Ф. Берестень, В.А. Сандрикова, С. И. Федоровой. Издательство ГЭОТАР-Медиа. 2019 <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970442425.html?SSr=2201343abc095e156a4657dkanevtv>
- 2) Оптическая биомедицинская диагностика: учеб. пособие : в 2 т. : пер. с англ. / под ред. В. В. Тучина. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. Т. 1. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. – Т.1. 559 с. Т.2. 364 с. (55 экз)
- 3) [Лещенко, В.Г.](#) Медицинская и биологическая физика: учебное пособие [Электронный ресурс] / В. Г. Лещенко, Г. К. Ильич. - Москва : ИНФРА-М, 2017. – 552 с. - ЭБС «ИНФРА-М».
- 4) [Функциональная диагностика : национальное руководство.](http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970442425.html?SSr=2201343abc095e156a4657dkanevtv) Под ред. Н.Ф. Берестень, В.А. Сандрикова, С. И. Федоровой. Издательство ГЭОТАР-Медиа. 2019 <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970442425.html?SSr=2201343abc095e156a4657dkanevtv>

#### **б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

- 1) Пакет Microsoft Office профессиональный плюс 2010 (Word, Excel, PowerPoint, Access; лицензия)
- 2) JiveX DICOM Viewer
- 3) Современное ультразвуковое диагностическое оборудование. Сайт ЗАО «Спектрмед». [www.spectromed.com](http://www.spectromed.com)
- 4) Исследования динамики артериального давления. Суточные мониторы артериального давления BPLab. [www.bplab.ru](http://www.bplab.ru)
- 5) Сайт, посвященный описанию технологии биоуправления. [www.boslab.ru](http://www.boslab.ru)
- 6) Современные методы регистрации ЭЭГ. Сайт медицинского центра «ПланетаМед». [www.veeg.ru](http://www.veeg.ru)

### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (демонстрационное оборудование – проектор, ноутбук, экран). Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет»; и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

**Место проведения практической подготовки:** учебные лаборатории Института физики.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки магистратуры 03.04.02 Физика с учетом профиля подготовки «Медицинская физика».

Автор, к.ф.-м.н. доцент \_\_\_\_\_ А.П. Рытик

Программа одобрена на заседании кафедры медицинской физики от 5 октября 2021 г., протокол №2.