


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
Ядерной физики  
 Кадменский С.Г.

28.08.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
Б1.В.ДВ.05.02 Основы томографии

---

**1. Код и наименование направления подготовки/:**

03.03.02 Физика

**2. Профиль подготовки:** Физика наноматериалов и новых медицинских технологий

**3. Квалификация выпускника:** бакалавр

**4. Форма обучения:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра ядерной физики

**6. Составители программы:** к.ф.м.н. Минин Лоенид Аркадьевич

---

---

**Рекомендована:** НМС Физического факультета ВГУ протокол № 6 от 26.06.2020 г.

7. \_\_\_\_\_  
*отметки о продлении вносятся вручную)*

---

---

**8. Учебный год:** 2023/2024

**Семестр(ы):** 7

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:** изучение физических моделей рентгеновской томографии, математического аппарата преобразований Фурье и Радона, основ цифровой обработки сигналов, включающих теорему отсчетов и дискретное преобразование Фурье, анализ основных методов восстановления изображения в трансмиссионной томографии. Задачи учебной дисциплины - научить студентов использовать на практике теоретические данные по алгоритмам томографии для планирования томографических исследований и правильной интерпретации их результатов с учетом разрешающей способности применяемых алгоритмов.

### 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Курс " Основы томографии " является дисциплиной по выбору вариативной части блока Б1.

### 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
	профессиональные	
ПК-4	способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	знать основные модели рентгеновской томографии; - освоить преобразование Радона и дискретное преобразование Фурье; - уметь использовать математический аппарат для построения алгоритмов восстановления изображения.

12. Объем дисциплины в единицах/час. (в соответствии с учебным планом) :

2 /72. Форма промежуточной аттестации Экзамен

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)			
	Всего	В том числе в интерактивной форме	По семестрам	
			7	.....
Аудиторные занятия				
в том числе:				
лекции				
практические				
лабораторные	34		34	
контроль самостоятельной работы				
Самостоятельная работа	38		38	
Контроль	36		36	
Итого:	108		108	
Форма промежуточной аттестации	Экзамен		Экзамен	

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
Лабораторные работы		
1	Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом	1.1. Введение. Прохождение излучения через вещество. 1.2. Действие ионизирующего излучения на органы и организм.
2	Основные принципы детектирования излучения.	2.1. Газовые ионизационные детекторы. 2.2. Твердотельные детекторы (полупроводниковые и сцинтилляционные детекторы). 2.3. Характеристики детекторов.
3	Физические основы радионуклидной диагностики	3.1. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ). 3.2. Позитронная эмиссионная томография (ПЭТ). 3.3. Радиофармпрепараты. Способы получения.
4	Аппаратные средства радионуклидной диагностики	4.1. Гамма-камера и гамма-томограф. Устройство, принцип действия и области применения. 4.2. Позитронный эмиссионный томограф. Устройство, принцип действия и области применения.
5	Физические основы лучевой терапии	5.1. Источники излучения. 5.2. Методы формирования дозных полей в дистанционной лучевой терапии.
6	Аппаратные средства для лучевой терапии	6.1. Медицинские ускорители. 6.2. Технические средства для формирования дозных полей.

**13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)					Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Контроль самостоятельной работы	Самостоятельная работа	
1	Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом			5	6	6	17
2	Основные принципы детектирования излучения.			5	6	6	17
3	Физические основы радионуклидной диагностики			6	6	6	18
4	Аппаратные средства радионуклидной диагностики			6	6	6	18
5	Физические основы лучевой терапии			6	6	7	19
6	Аппаратные средства для лучевой терапии			6	6	7	19
				34	36	38	108

**14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

1. выполнение практических заданий, тестов
2. выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации.

**15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины** (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	<a href="#">Климанов В. А.</a> Физика ядерной медицины: учебное пособие, Ч. 1. Физический фундамент ядерной медицины/ В. А. <a href="#">Климанов.</a> – М.: <a href="#">МИФИ</a> , 2012.– 307 с. // «Университетская библиотека online: электронно-библиотечная система.- URL: <a href="http://biblioclub.ru">http:// biblioclub.ru</a> »
2	<a href="#">Климанов В. А.</a> Физика ядерной медицины: учебное пособие, Ч. 2. Физический фундамент ядерной медицины/ В. А. <a href="#">Климанов.</a> – М.: <a href="#">МИФИ</a> , 2012.– 245 с. // «Университетская библиотека online: электронно-библиотечная система.- URL: <a href="http:// biblioclub.ru">http:// biblioclub.ru</a> »
3	<a href="#">Митракова Н. Н.</a> Компьютерная томография: конспект лекций/ Н. Н. <a href="#">Митракова</a> , <a href="#">А. О. Евдокимов.</a> - Йошкар-Ола: <a href="#">ПГТУ</a> , 2013. - 125 с. // «Университетская библиотека online: электронно-библиотечная система.- URL: <a href="http:// biblioclub.ru">http:// biblioclub.ru</a> ».

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Климанов В. А.. Радионуклидная диагностика. Физические принципы и технологии: учебное пособие / В.А. Климанов - Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2014.- 328с.
5	Эмиссионная томография: основы ПЭТ и ОФЭКТ / под ред. Арсвольда Д., Верника М. - Москва: Техносфера, 2009. - 600 с.
6	Черняев А. П. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по специальностям 010400 "Физика" и 014000 "Мед. физика" / А. П. Черняев.– М. : Физматлит, 2004 .– 151 с.
7	Национальное руководство по радионуклидной диагностике / под ред. Ю.Б. Лишманова, В.И. Чернова. - Томск: STT, 2010. - 688 с.
8	Климанов В.А. Дозиметрическое планирование лучевой терапии: учебное пособие/ В.А.Климанов, Т.А..Крылова.- М.: МИФИ. 2007. С.216
9	Ратнер Т.Г. Клиническая дозиметрия. Теоретические основы и практическое применение/ Т.Г. Ратнер., Н.А. Лютова.- Москва: Издательство «Весть». 2006. - 268 с.
10	Блох А. Резонансная ЯМР спектроскопия / А. Блох . - М., Мир. 1971.
11	Эрнст Р. Р. ЯМР в одном и двух измерениях / Р. Эрнст, Дж. Боденхаузен, А. Вокаун. - М. : Мир, 1990.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
12	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> –ЗНБ ВГУ
13	<a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m12-38.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m12-38.pdf</a>

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы** (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
14	Петров С. ЯМР-томография / С. Петров. - Воронеж. 1989.
15	Климанов В.А. Радиобиологическое и дозиметрическое планирование лучевой и радионуклидной терапии: учебное пособие/ В.А.Климанов.– М.: НИЯУ МИФИ. 2011. 500 с.
16	Ядерный магнитный резонанс и ЯМР-томография : учеб. пособие для вузов : [для студ. 5 к. физ. фак. направления 010700 - Физика] / Воронеж. гос. ун-т ; сост. С.Г. Кадменский .– Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2012 .– 34 с.

*Методическое обеспечение самостоятельной работы:* учебники и учебные пособия, электронные и Интернет-ресурсы.

*Методическое обеспечение самостоятельной работы:* учебно-методические пособия по организации самостоятельной работы, контрольные задания и тесты в бумажном и электронном вариантах, тестирующие системы, дистанционные формы общения с преподавателем. Контроль самостоятельной работы реализуется с помощью опросов, тестов, вопросов по темам заданий и т.д. Методические указания к лабораторным работам.

**17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)**

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

Учебная аудитория

*Методическое обеспечение аудиторной работы:* учебно-методические пособия для студентов, учебники и учебные пособия, электронные и Интернет-ресурсы.

*Методическое обеспечение самостоятельной работы:*

учебно-методические пособия по организации самостоятельной работы, контрольные задания и тесты в бумажном и электронном вариантах, тестирующие системы, дистанционные формы общения с преподавателем. Контроль самостоятельной работы реализуется с помощью опросов, тестов, вопросов по темам заданий и т.д.

### Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
<b>ПК-4</b> способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	знать основные модели рентгеновской томографии; - освоить преобразование Радона и дискретное преобразование Фурье; - уметь использовать математический аппарат для построения алгоритмов восстановления изображения.	П.1-3	Вопросы КИМ

\* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

### 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на экзамене/Экзамене используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом дисциплины;;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами,
- 4) умение решать задачи,

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется - количественная шкала оценок.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен применять теоретические знания для решения практических задач в области дисциплины.	Повышенный уровень	Отлично
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки, допускает ошибки при решении практических задач	Базовый уровень	Хорошо
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен пояснять ответ, не умеет применять теоретические знания для решения практических задач в области дисциплины	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки в физических понятиях.	–	Неудовлетворительно

### 19.3.1 Перечень вопросов к экзамену

УТВЕРЖДАЮ  
заведующий кафедрой ядерной физики  
\_\_\_\_\_Кадменский С.Г.  
\_\_\_\_\_.20\_\_

Направление подготовки: *03.03.02 Физика*  
Дисциплина: *Б1.В.ДВ.05.05 Основы томографии*  
Вид контроля: экзамен

#### Контрольно-измерительный материал № 1

1. Прохождение излучения через вещество.
2. Гамма-камера и гамма-томограф. Устройство, принцип действия и области применения.

А.Н.Сабуров

---

УТВЕРЖДАЮ  
заведующий кафедрой ядерной физики  
\_\_\_\_\_Кадменский С.Г.  
\_\_\_\_\_.20\_\_

Направление подготовки: *03.03.02 Физика*  
Дисциплина: *Б1.В.ДВ.05.05 Основы томографии*  
Вид контроля: экзамен

#### Контрольно-измерительный материал № 2

1. Действие ионизирующего излучения на органы и организм
2. Позитронный эмиссионный томограф. Устройство, принцип действия и области применения.

А.Н.Сабуров

---

УТВЕРЖДАЮ  
заведующий кафедрой ядерной физики  
\_\_\_\_\_Кадменский С.Г.  
\_\_\_\_\_.20\_\_

Направление подготовки: *03.03.02 Физика*  
Дисциплина: *Б1.В.ДВ.05.05 Основы томографии*  
Вид контроля: экзамен

#### Контрольно-измерительный материал № 3

1. Газовые ионизационные детекторы
2. Источники излучения.

А.Н.Сабуров

---

УТВЕРЖДАЮ  
заведующий кафедрой ядерной физики  
\_\_\_\_\_Кадменский С.Г.  
\_\_\_\_\_20\_\_

Направление подготовки: *03.03.02 Физика*  
Дисциплина: *Б1.В.ДВ.05.05 Основы томографии*  
Вид контроля: экзамен

Контрольно-измерительный материал № 4

1. Твердотельные детекторы (полупроводниковые и сцинтилляционные детекторы).
2. Методы формирования дозных полей в дистанционной лучевой терапии.

А.Н.Сабуров

УТВЕРЖДАЮ  
заведующий кафедрой ядерной физики  
\_\_\_\_\_Кадменский С.Г.  
\_\_\_\_\_20\_\_

Направление подготовки: *03.03.02 Физика*  
Дисциплина: *Б1.В.ДВ.05.05 Основы томографии*  
Вид контроля: экзамен

Контрольно-измерительный материал № 5

1. Характеристики детекторов.
2. Медицинские ускорители

А.Н.Сабуров

УТВЕРЖДАЮ  
заведующий кафедрой ядерной физики  
\_\_\_\_\_Кадменский С.Г.  
\_\_\_\_\_20\_\_

Направление подготовки: *03.03.02 Физика*  
Дисциплина: *Б1.В.ДВ.05.05 Основы томографии*  
Вид контроля: экзамен

Контрольно-измерительный материал № 6

1. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ).
2. Технические средства для формирования дозных полей.

А.Н.Сабуров

УТВЕРЖДАЮ  
заведующий кафедрой ядерной физики  
\_\_\_\_\_Кадменский С.Г.  
\_\_\_\_\_.20\_\_

Направление подготовки: *03.03.02 Физика*  
Дисциплина: *Б1.В.ДВ.05.05 Основы томографии*  
Вид контроля: экзамен

Контрольно-измерительный материал № 7

1. Позитронная эмиссионная томография (ПЭТ).
2. Гамма-аппараты. Кибер-нож.

А.Н.Сабуров

---

УТВЕРЖДАЮ  
заведующий кафедрой ядерной физики  
\_\_\_\_\_Кадменский С.Г.  
\_\_\_\_\_.20\_\_

Направление подготовки: *03.03.02 Физика*  
Дисциплина: *Б1.В.ДВ.05.05 Основы томографии*  
Вид контроля: экзамен

Контрольно-измерительный материал № 8

1. Радиофармпрепараты. Способы получения.
2. Источники излучения.

**19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах : *устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа); выполнение практико-ориентированных заданий, лабораторные работы, тестирование)*

Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний  
При оценивании используется количественная шкала оценок  
Критерии оценивания приведены выше.



## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ Б1.В.ДВ.05.01 Основы томографии

---

Направление 03.03.02 Физика

Профиль подготовки

Форма обучения: очная

Учебный год 2017/2018

---

Ответственный исполнитель

Заведующий кафедрой

ядерной физики, д.ф.м.н., профессор \_\_\_\_\_ С.Г.Кадменский\_\_\_\_.\_\_\_\_20\_\_

Исполнители

Ассистент.

\_\_\_\_\_ Сабуров А.Н.\_\_\_\_.\_\_\_\_20\_\_

СОГЛАСОВАНО

Куратор ООП

по направлению

К.ф.м.н.,

доц. кафедры ядерной физики \_\_\_\_\_ Д.Е.Любашевский\_\_\_\_.\_\_\_\_20\_\_

Начальник отдела

обслуживания ЗНБ .....\_\_20\_\_

---

Программа рекомендована НМС физического факультета

протокол № 12 \_от 31.12. 2017г.