

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
*Физический факультет, кафедра Физической электроники*

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Радиационная физика  
(наименование дисциплины)

Кафедра физической электроники факультета физического  
(наименование кафедры, обеспечивающей преподавание дисциплины)

Образовательная программа бакалавриата  
03.03.02 – Физика  
(код и наименование направления/специальности)

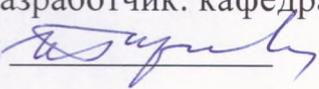
Направленность (профиль)/специализация программы  
Медицинская физика  
наименование направленности (профиля), специализации программы

Форма обучения  
очная  
(очная, очно-заочная, заочная)

Статус дисциплины: входит в часть ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений

Махачкала, 2022 год

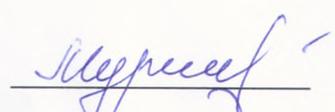
Рабочая программа дисциплины Радиационная физика составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – *бакалавриат* по направлению подготовки 03.03.02 – Физика, от «07» 08 2020 г. №891.

Разработчик: кафедра физической электроники, Гираев К.М., к.ф.-м.н., доцент 

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры физической электроники от «3» марта 2022 г., протокол № 4

Зав. кафедрой  Ашурбеков Н.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «23» марта 2022 г., протокол №7.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «31» марта 2022 г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «*Радиационная физика*» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений ОПОП бакалавриата по направлению подготовки/специальности 03.03.02 Физика.

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой физической электроники.

Курс физики атомного ядра является началом курса квантовой теории. Будущий физик должен знать проблемные вопросы субатомной физики и представлять себе картину микромира в современном состоянии.

Данный комплекс включает программу предмета с указанием литературы, темы для практических занятий с указанием номера задач для аудиторных и внеаудиторных занятий, список лабораторных работ, вопросы, выносимые на коллоквиумы, программу – минимум в виде программированного опорного конспекта.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: универсальных – УК-1, общепрофессиональных – ОПК-1 и профессиональных – ПК-1.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические (семинарские) занятия и самостоятельная работа.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: *контрольная работа (коллоквиум) и промежуточный контроль в форме зачета.*

Объем дисциплины *2 зачетных единиц*, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Семестр	Учебные занятия, в том числе:							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					всего		
		из них							
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	Консультации			
5	72	42	28	-	14	-	-	30	зачет

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Радиационная физика» является, формирование у студентов системы знаний по квантовой теории. Будущий физик должен знать проблемные вопросы субатомной физики и представлять себе картину микромира в современном состоянии.

Студент в результате изучения данного курса знакомится с основными положениями физики микромира и механизмами ядерных реакций, законами элементарных частиц и природой космического излучения. Курс вводит студента в мир элементарных частиц, которые достаточно сложно устроен. Для описания элементарных частиц оказалось недостаточно знание таких классических характеристик как заряд, масса, момент количества движения; появились новые понятия - странность, очарование, изоспин, кварки, природа которых достаточно сложна.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Радиационная физика» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений ОПОП бакалавриата по направлению подготовки/специальности 03.03.02 Физика.

Данная дисциплина призвана выработать профессиональные компетенции, связанные со способностью использовать теоретические знания в области общей физики, теоретической физики, медицинской физики для решения конкретных практических задач связанных с радиационных методов в медицине.

Для изучения дисциплины «Радиационная физика» студент должен знать:

- Физику атома, механику, электричество, оптику;
- Основы квантовой механики;
- Основы высшей математики.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения)

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие.	<b>Знает:</b> основные методы критического анализа; методологию системного подхода, принципы научного познания. <b>Умеет:</b> производить анализ явлений и обрабатывать полученные результаты; выявлять проблемные ситуации, используя методы анализа, синтеза и абстрактного мышления; использовать современные теоретические концепции и объяснительные модели при анализе информации.	Устный опрос, письменный опрос.

	<p>УК-1.2. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи;</p> <p>УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов;</p>	<p><b>Владеет:</b> навыками критического анализа</p> <p><b>Знает:</b> систему информационного обеспечения науки и образования;</p> <p><b>Умеет:</b> осуществлять поиск решений проблемных ситуаций на основе действий, эксперимента и опыта; выделять экспериментальные данные, дополняющие теорию (принцип дополнительности).</p> <p><b>Владеет:</b> основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией.</p> <p><b>Знает:</b> методы поиска информации в сети Интернет; правила библиографирования информационных источников; библиометрические и наукометрические методы анализа информационных потоков;</p> <p><b>Умеет:</b> критически анализировать информационные источники, научные тексты; получать требуемую информацию из различных типов источников, включая Интернет и зарубежную литературу.</p> <p><b>Владеет:</b> методами классификации и оценки информационных ресурсов</p>	
--	--	--	--

<p>ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-1.1. Выявляет и анализирует проблемы, возникающие в ходе профессиональной деятельности, основываясь на современной научной картине мира</p> <p>ОПК-1.2. Реализует и совершенствует новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-1.3. Проводит качественный и количественный анализ выбранного методов решения выявленной проблемы, при необходимости вносит необходимые коррективы.</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-математический аппарат, необходимый для решения задач профессиональной деятельности;</li> <li>– тенденции и перспективы развития современной физики, а также смежных областей науки и техники;</li> </ul> <p><b>Умеет:</b> Выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, анализировать и обрабатывать соответствующую научно техническую литературу с учетом зарубежного опыта.</p> <p><b>Владеет:</b> Навыками находить и критически анализировать информацию, выявлять естественнонаучную сущность проблем</p> <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные понятия, идеи, методы, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач физики;</li> <li>– новые методологические подходы к решению задач в области профессиональной деятельности.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b> Реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности.</p> <p><b>Владеет:</b> Навыками реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности.</p> <p><b>Знает:</b> Основы качественного и количественного анализа методов решения выявленной проблемы.</p> <p><b>Умеет:</b> Выбирать метод решения выявленной проблемы, проводить его качественный и количественный анализ, при необходимости вносить необходимые коррективы для достижения оптимального результата.</p> <p><b>Владеет:</b> Навыками проводить качественный и количественный анализ методов решения.</p>	<p>Письменный опрос</p>
---	--	---	-------------------------

<p><b>ПК-1.</b> Способен проводить сбор, анализ и обработку информации, необходимой для решения задач биофизической и биохимической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p><b>ПК-1.1.</b> Собирает информацию, необходимую для решения задач исследования, поставленных специалистом более высокой квалификации</p> <p><b>ПК-1.2.</b> Проводит первичный анализ и обработку литературных данных</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– термины и определения, используемые в биофизике неионизирующих излучений;</li> <li>– физические принципы строения и биофизические основы функционирования клеточных структур, клеток, органов и систем организма;</li> <li>– анализировать устройство используемых ими приборов и принципов их действия, приобрести навыки выполнения физических измерений.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– идентифицировать предложенные соединения на основе данных УФ- и ИК-спектроскопии;</li> <li>– работать с микроскопом и бинокляром;</li> <li>– выявлять биолого-физические механизмы жизнедеятельности и закономерности функционирования биологических объектов и систем.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <p>Навыками проведения научных исследований в области биофизики неионизирующих излучений с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта;</p> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники</li> <li>– основные физические и физико-химические законы, лежащие в основе функционирования биологических систем;</li> <li>– органические соединения их классификация и роль в организме человека.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять законы механики, оптики, акустики, термодинамики, гидродинамики для описания происходящих в биологических системах процессов;</li> <li>– осуществлять кинетический и аналитический подход к изучению сложных систем и предсказание их поведения;</li> <li>– пользоваться современной приборной базой для проведения экспериментальных и (или) теоретических физических исследований в области биофизики</li> </ul>	<p>Семинар-практикум. Демонстрационный эксперимент.</p>
--	---	--	---

		неионизирующих излучений. <b>Владеть:</b> – методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области биофизики неионизирующих излучений; – современными теоретическими и методологическими концепциями, лежащими в основе создания и использования генно-инженерных продуктов; – методами применения на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований.	
--	--	--	--

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
Модуль 1. Радиоактивность									
1.	Радиоактивность. Радиоактивные ряды и семейства	5	1	2				2	Устный опрос
2.	Законы радиоактивного распада. Уравнение весового равновесия	5	2	4	2			2	Устный опрос
3.	Физические основы и теория $\alpha$ -распада	5	3	4	2			4	Устный опрос
4.	Физические основы $\beta$ -распада, теория Ферми	5	4	2	2			2	Устный опрос
5	Нейтрино, нейтринная астрофизика	5	5	2	2			4	Устный опрос
	<i>Итого по модулю 1:</i>	5		14	8			14	Письменная

									контрольная работа, коллоквиум
Модуль 2. Дозиметрия. Методы регистрации излучений									
1.	Детекторы. Физические основы работы детекторов различного типа	5	6	4				4	Устный опрос
2.	$\gamma$ -излучение, ядерная изомерия, конверсия	5	7	2	2			4	Устный опрос
3.	Основы дозиметрии. Воздействие излучения на вещество: физическое, химическое биологическое	5	8	4	2			4	Устный опрос
4.	Ядерно-физические методы анализа радионуклидов.	5	9	4	2			4	Устный опрос
	<i>Итого по модулю 2:</i>	5		14	6			16	Письменная контрольная работа, коллоквиум
	<b>ИТОГО:</b>	5		28	14			30	Зачет

### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

#### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

##### Модуль 1. Радиоактивность

- Закон радиоактивного распада. Статистический характер распада. Радиоактивные семейства. Искусственная радиоактивность. Виды распада.  $\alpha$ -распад. Туннельный эффект. Зависимость периода  $\alpha$ -распада от энергии  $\alpha$ -частиц.  $\beta$ -распад. Экспериментальное доказательство существования нейтрино. Разрешенные и запрещенные  $\beta$ -переходы. Несохранение четности в  $\beta$ -распаде.  $\gamma$ -излучение ядер. Электрические и магнитные переходы. Ядерная изомерия. Внутренняя конверсия. Эффект Месбауэра Нуклон-нуклонное взаимодействие и свойства ядерных сил.

- Система двух нуклонов. Дейтрон-связанное состояние в n-p системе. Тензорный характер ядерных сил. Зарядовая независимость ядерных сил. Изоспин. обменный характер ядерных сил. Мезонная теория нуклон-нуклонного взаимодействия. Модели атомных ядер.

- Микроскопические и коллективные модели. Модель Ферми-газа. Физическое обоснование оболочечной модели. Потенциал среднего ядерного поля. Спин-орбитальное взаимодействие. Одночастичные состояния в ядерном потенциале. Коллективные свойства ядер. Модель жидкой капли. Полуэмпирическая формула энергии связи ядра. Деформация ядер. Колебательные и вращательные состояния ядер. Обобщенная модель ядра Ядерные реакции.

- Методы изучения ядерных реакций. Детекторы частиц. Принципы работы ускорителей. Сечения реакций. Каналы реакций. Законы сохранения в ядерных реакциях. Кинематика ядерных реакций. Механизмы ядерных реакций. Модель составного ядра. Резонансные ядерные реакции. Формула Брейта-Вигнера. Прямые ядерные реакции.

- Оптическая модель ядра. Взаимодействие фотонов и электронов с ядрами. Деление ядер. Деление изотопов урана нейтронами. Цепная реакция деления. Ядерные взрывы. Ядерные реакторы. Реакции синтеза легких ядер. Термоядерная энергия. Трансурановые элементы. Сверхтяжелые ядра. Взаимодействие ядерного излучения с веществом

### **Модуль 2. Дозиметрия. Методы регистрации излучений**

- Методы изучения ядерных реакций. Детекторы частиц. Принципы работы ускорителей. Сечения реакций. Каналы реакций. Законы сохранения в ядерных реакциях. Кинематика ядерных реакций. Механизмы ядерных реакций. Модель составного ядра. Резонансные ядерные реакции. Формула Брейта-Вигнера. Прямые ядерные реакции.

- Оптическая модель ядра. Взаимодействие фотонов и электронов с ядрами. Деление ядер. Деление изотопов урана нейтронами. Цепная реакция деления. Ядерные взрывы. Ядерные реакторы. Реакции синтеза легких ядер. Термоядерная энергия. Трансурановые элементы. Сверхтяжелые ядра. Взаимодействие ядерного излучения с веществом

- Взаимодействие заряженных частиц со средой. Потери энергии на ионизацию и возбуждение атомов. Пробег заряженных частиц. Взаимодействие нейтронов с веществом. Замедление нейтронов. Прохождение  $\gamma$ -излучения через вещество. Биологическое действие излучения и защита от него. Эксперименты в физике высоких энергий

- Эволюция и состав Вселенной. Реликтовое излучение. Космологический нуклеосинтез в горячей Вселенной. Нуклеосинтез в звездах. Распространенность химических элементов. Нейтринная астрономия. Сверхновые. Нейтронные звезды. Черные дыры. Космические лучи.

## **5. Образовательные технологии**

При реализации данной дисциплины используются различные виды образовательных технологий, связанных с применением научно-исследовательского оборудования и компьютерных средств, в том числе интерактивных презентаций. В частности, в числе образовательных технологий используются ИКТ технологии, работа в команде, проблемное обучение, контекстное обучение, междисциплинарное обучение и опережающая самостоятельная работа. При этом все обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Дагестанского государственного университета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

В части интерактивных технологий, используемых в ходе реализации образовательного модуля, можно выделить кейс-технологию, метод проблемного изложения, мозговой штурм, защита проектов, деловая игра, web 2.0. технологии для дистанционного обучения. В частности, применение Web-технологии обеспечивают доступность информации о результатах научно-образовательной и инновационной деятельности различных вузов и научно-исследовательских групп о последних достижениях в области лагерной медицины, что, в свою очередь, позволяет студентам существенно повысить уровень их дополнительных профессиональных компетенций.

При демонстрации различных методов исследования биообъектов и методов лазерной медицины планируется активное использование приборного парка ЦКП «Аналитическая спектроскопия».

#### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

Учебной программой дисциплины «Радиационная физика» предусмотрено отведение части объема времени на изучения материала в качестве самостоятельной работы студентов. Данный вид работы является обязательным, при выполнении которых студент учится принимать самостоятельно решения, разбирать и изучать новый материал, работать с периодической научной литературой, обрабатывать экспериментальные данные, формировать отчет о проделанном исследовании.

Самостоятельная работа студентов по курсу «Радиационная физика» включает:

- самостоятельное изучение теоретического материала с использованием рекомендуемой литературы;
- решение расчетных задач по темам практических работ и выполнение других заданий.

Выполненные задания оформляются в соответствии с требованиями оформления студенческих текстовых документов и сдаются преподавателю в соответствии с графиком самостоятельной работы.

- Федеральный портал «Российское образование». <http://www.edu.ru/>;
- Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов». <http://school-collection.edu.ru/>;
- Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредитации ([www.fepo.ru](http://www.fepo.ru));
- Российский портал «Открытого образования». <http://www.openet.edu.ru>;
- Сайт образовательных ресурсов ДГУ. <http://edu.icc.dgu.ru>;
- Информационные ресурсы научной библиотеки ДГУ. <http://elib.dgu.ru>;
- Федеральный центр образовательного законодательства. <http://www.lexed.ru> и [www.affp.mics.msu.su](http://www.affp.mics.msu.su)

**7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

**7.1. Типовые контрольные задания коллоквиумы.**

**7.1.1. Перечень вопросов к промежуточному и итоговому контролю:**

• **Модуль 1.**

1. Какими свойствами обладают ядерные силы?
2. На чем основана мезонная теория ядерных сил Юкава?
3. Что можно сказать об устойчивости системы – дейтрон?
4. Какие радиационные ряды и свойства вы знаете?
5. Каково энергетическое условие  $\alpha$ -распада?
6. Основные положения теории  $\beta$ -распада?
7. Как вы понимаете явление изомерии и внутренней конверсии?
8. Что называется ядерной реакцией?
9. Какие механизмы ядерных реакций вы знаете?
10. В области, каких энергий работает механизм составного ядра Бора?

• **Модуль 1.**

1. Что называется критерием деления тяжелых ядер?
2. Классификация элементарных частиц.
3. Механизмы взаимодействия в мире элементарных частиц?
4. Внутренние свойства элементарных частиц (изотопический спин)?
5. Законы взаимодействия элементарных частиц?
6. Лептоны;
7. Адроны;
8. Кварки;
9. Нейтрино;
10. Фундаментальные частицы (лептоны, кварки, античастицы);
11. Не сохранение четности в слабых взаимодействиях;
12. Природа, состав и происхождение космических лучей.

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

Примерная оценка по 100 бальной шкале форм текущего и промежуточного контроля.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 50% и промежуточного контроля – 50%.

• **Лекции – Текущий контроль включает:**

- |  |                |
|--|----------------|
| – посещение занятий                      | <b>10 бал.</b> |
| – активное участие на лекциях            | <b>15 бал.</b> |
| – устный опрос, тестирование, коллоквиум | <b>60 бал.</b> |
| – и др. (доклады, рефераты)              | <b>15 бал.</b> |

- **Практические (семинарские занятия) – Текущий контроль включает: (от 51 и выше – зачет)**
- посещение занятий **10 бал.**
- активное участие на практических занятиях **15 бал.**
- выполнение домашних работ **15 бал.**
- выполнение самостоятельных работ **20 бал.**

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

- **основная литература:**

- Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика: учебник. – 6-е изд., испр. и доп. Т.1, 2 – Москва: 2008. – 412 с.
- Ракобольская И.В. Ядерная физика. учебное пособие. – 2-е изд., доп. и перераб. – М., 1981. – 280 с.
- Локшин Г.Р. Основы радиооптики. – Долгопрудный: Интеллект, 2009. – 343 с.
- Широков Ю.М. Ядерная физика: [учеб. пособие для физ. спец. вузов] - 2-е изд., перераб. – М.: Наука, 1980. – 727 с.

- **дополнительная литература:**

- Клайнкнехт К. Детекторы корпускулярных излучений/ Пер. с нем. А.С. Барабаша, А.В. Копылова; Под. ред. А.А. Поманского. – М.: Мир, 1990. – 224 с.
- Савельев И. В. Курс физики: учеб. пособие: [в 3-х т.]. Т.3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твёрдого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – 2-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2006 – 302 с.
- Джамалова, А.С. Основы ядерной физики: курс лекций для студентов физ. фак. Ч. 1, 2; М-во образования РФ, Дагест. гос. ун-т. – Махачкала: ИПЦ ДГУ, 2003. – 151 с.
- Субатомная физика: Вопросы. Задачи. Факты/ О.И. Василенко и др.; под ред. Б.С. Ишханова. – М. : Изд-во МГУ, 1994. – 223 с.
- Иродов И.Е. Атомная и ядерная физика. сб. задач для вузов. Изд. 8-е, испр. – СПб.: Лань, 2002. – 287 с.

#### **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- Электронно-библиотечная система (ЭБС) IPRbooks ([www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru)). Лицензионный договор № 6984/20 на электронно-библиотечную систему IPRbooks от 02.10.2020 г.
- Лицензионное соглашение № 6984/20 на использование адаптированных технологий ЭБС IPRbooks ([www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru)) для лиц с ОВЗ от 02.10.2020.
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Университетская библиотека онлайн»: [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru). Договор об оказании

информационных услуг № 131-09/2010 от 01.10.2020г.  
537наименований.

- Электронно-библиотечная система «ЭБС ЛАНЬ <https://e.lanbook.com/>. Договор №СЭБ НВ-278 на электронно-библиотечную систему ЛАНЬ от 20.10.2020 г. Срок действия договора со 20.10.2020 г. по 31.12.2023г.
- Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>. Лицензионное соглашение № 844 от 01.08.2014 г. Срок действия соглашения с 01.08.2014 г. без ограничения срока.
- Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 о предоставлении доступа к Национальной электронной библиотеке от 1 августа 2016 г. Срок действия договора с 01.08.2016 г. без ограничения срока. Договор может пролонгироваться неограниченное количество раз, если ни одна из сторон не желает его расторгнуть.
- **Scopus**
- Scopus издательства Elsevier B.V. Письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию базы данных Scopus издательства Elsevier B.V. в 2022 г. <https://www.scopus.com>
- **Wiley Online Library**
- Коллекция журналов Freedom Collection издательства Elsevier. Письмо РФФИ от 17.07.2010 г. № 742 о предоставлении лицензионного доступа к электронному ресурсу Freedom Collection издательства Elsevier в 2022 г. <https://onlinelibrary.wiley.com/>
- **Международное издательство Springer Nature**
- Коллекция журналов, книг и баз данных издательства Springer Nature. Письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных издательства Springer Nature в 2022 г. на условиях национальной подписки <https://link.springer.com/>
- **Журналы American Physical Society**
- Базы данных APS (American Physical Society). Письмо РФФИ от 10.11.2020 г. № 1265 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных American Physical Society в 2022 г. <http://journals.aps.org/about>
- **Журналы Royal Society of Chemistry**
- База данных RSC DATABASE издательства Royal Society of Chemistry Письмо РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных Royal Society of Chemistry в 2022 г. <http://pubs.rsc.org/>
- **Журнал Science (AAAS)** <http://www.sciencemag.org/>
- **Единое окно** <http://window.edu.ru/>
- (интернет ресурс)

- Дагестанский региональный ресурсный центр <http://rrc.dgu.ru/>
- Нэикон <http://archive.neicon.ru/>

## 10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	<p>При написании конспекта лекций необходимо:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины;</li> <li>– осуществлять проверку терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь;</li> <li>– обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе;</li> <li>– в случае, если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практических работах.</li> </ul>
Подготовка к промежуточно му и итоговому контролю	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

### Самостоятельная работа студентов реализуется в виде:

- подготовки к контрольным работам;
- подготовки к семинарским (практическим) занятиям;
- выполнения индивидуальных заданий по основным темам дисциплины;
- написание рефератов по проблемам дисциплины «Основы лазерной биомедицины».
- обязательное посещение лекций ведущего преподавателя;
- лекции – основное методическое руководство при изучении дисциплины, наиболее оптимальным образом структурированное и скорректированное на современный материал;
- в лекции глубоко и подробно, аргументировано и методологически строго рассматриваются главные проблемы темы;

### • Примерный перечень тем к самостоятельной работе

#### • Ядро атома.

1. Ядро атома имеет радиус  $\sim 10^{-10}$  -  $10^{-13}$  см.
2. Ядра всех атомов состоят из нуклонов-протонов  $p$  и нейтронов  $n$ .

3. *Протон* – это положительно заряженная частица, заряд которой по величине равен заряду электрона, а масса  $m_p=1838,6m_e$ , где  $m_e$  – масса электрона.
4. *Нейтрон* не имеет заряда, а его масса  $m_n=1838,6m_e$ .
5. Протон и нейтрон имеют спин, по величине равный половине постоянной Планка.
6. Зарядовое число ядра, или атомный номер, равен числу протонов, входящих в его состав.
7. Массовое число  $A$  равно числу нуклонов в ядре.
8. Для обозначения ядра применяется символ  ${}_Z^AX$ , где  $X$  - химический символ данного элемента.
9. Ядра с одинаковыми зарядами, но различными массовыми числами называются *изотопами*.
10. Радиус ядра пропорционален кубическому корню из массового числа.
11. Масса ядра всегда меньше суммы масс нуклонов, входящих в его состав.
12. *Дефект массы* - это разность между суммой масс нуклонов ядра и его массой.
13. Энергия связи ядра равна той работе, которую нужно совершить, чтобы разделить ядро на отдельные нуклоны.
14. *Энергия связи ядра* равна произведению дефекта массы на квадрат скорости света.
15. Энергия связи, приходящийся на один нуклон, называется *удельной энергией связи*.
16. Силы, удерживающие нуклон в ядре называются *ядерными*.
17. Ядерные силы относятся к сильному взаимодействию.
18. Ядерные силы проявляются только в пределах размера ядра и являются короткодействующими.
19. Ядерные силы не зависят от величины заряда ядра (зарядово-независимы).
20. Ядерные силы зависят от взаимной ориентации спинов взаимодействующих нуклонов.
21. Ядерные силы обладают *свойством насыщения* – каждый нуклон взаимодействует только с ограниченным числом нуклонов.
22. Источниками ядерного взаимодействия являются элементарные частицы, называемые  *$\pi$ -мезонами*.
23. Наибольшей энергией связи обладают элементы средней части таблицы Менделеева (от 50 до 70).
24. Ядерная энергия выделяется при синтезе легких ядер, который протекает при высокой температуре (*температурный синтез*).
25. Ядерная энергия выделяется при делении тяжелых ядер вследствие бомбардировки их нейтронами (*цепная реакция*).

• **Радиоактивность.**

1. *Радиоактивностью* называется самопроизвольное превращение неустойчивых ядер в ядра других элементов, сопровождающиеся испусканием элементарных частиц или других ядер (*распад*).
2. Согласно *закону радиоактивного распада*, уменьшение со временем числа радиоактивных ядер происходит экспоненциально:  $N=N_0 -$  постоянная распада.
3. *Постоянная распада* равна отношению числа распавшихся ядер к их общему числу (вероятность распада).
4. Постоянная распада индивидуальна для каждого химического элемента и не зависит от внешних условий.
5. Промежуток времени, за который распадается половина пропорционального числа радиоактивных ядер, называется *периодом полураспада*.
6. Период полураспада и постоянная распада обратно пропорциональны.
7. Радиоактивность встречающихся в природе изотопов называют *естественной*, а радиоактивность искусственно полученных изотопов - *искусственной*.
8. Естественная и искусственная радиоактивность подчиняется одним и тем же законам.
9. Излучение радиоактивных веществ бывает трех видов:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  – излучение.
10.  *$\alpha$ -лучи* представляют собой поток ядер гелия, вылетающих из нестабильных ядер, испытывающих  $\alpha$ -распад.
11.  *$\alpha$ -распад* – это процесс самопроизвольного (спонтанного) превращения неустойчивых ядер в ядра других элементов.
12.  $\alpha$ -распад – характерен для тяжелых ядер.
13.  *$\alpha$ -частицы* вылетают из ядра с кинетической энергией, составляющей несколько МэВ.
14. Кинетическая энергия  $\alpha$ -частицы возникает за счет избытка энергии покоя исходного (материнского) ядра над суммарной энергией покоя полученных дочерних ядер и  $\alpha$ -частицы.
15. Если дочернее ядро в возбужденном состоянии, то  $\alpha$ -распад сопровождается  *$\gamma$ -излучением*.
16.  $\alpha$ -частица покидает ядро, просачиваясь через потенциальный барьер (*туннельный эффект*).
17.  $\alpha$ -частицы имеют высокую ионизационную способность, поэтому очень быстро теряют энергию.
18. *Проникающая способность* (или *пробег*)  $\alpha$ -частиц в веществе мала.
19.  *$\beta$ -лучи* представляют собой поток электронов и позитронов.
20. Позитрон имеет те же свойства, что и электрон, но обладает положительным зарядом.
21. Существует три вида  $\beta$ -распада: электронный, позитронный и К-захват.

22. Возникновение электрона при  $\beta$ -распаде связано с превращением одного из нейтронов в протон.
23. Если дочернее ядро находится в "возбужденном состоянии", то  $\beta$ -распад сопровождается  $\gamma$ -излучением.
24. Электроны, возникающие при  $\beta$ -распаде, имеют непрерывный энергетический спектр.
25. При позитронном  $\beta$ -распаде один из протонов превращается в нейтрон.
26. *K-захват* состоит в том, что ядро поглощает один из электронов ближайшей к ядру оболочки (*K-оболочка*) своего атома.
27. В результате *K-захвата* один из протонов превращается в нейтрон.
28. Признаком захвата является испускание характеристического рентгеновского излучения.
29.  $\gamma$ -излучение представляет собой электромагнитное излучение с длиной волны менее 10 м.
30. Энергия квантов, образующихся при распаде ядер, составляет обычно 10кэВ и 6МэВ.
31.  $\gamma$ -излучение обладает большой проникающей способностью.
32. *Взаимодействие  $\gamma$ -излучения с веществом* сопровождается фотоэффектом, Комптон-эффектом и рождением электрон-позитронных пар.
33. *Доза излучения* – это энергия ионизирующего излучения, поглощенная единицей массы облучаемого вещества (поглощенная доза).
34. Единицей *поглощения дозы* в СИ является грай (Гр.).
35. *1Гр.* равен дозе излучения, при котором облученному веществу массой 1кг
36. внесистемной единицей поглощения дозы излучения является *Рад*. Рад=0,01.Гр.
37. *Экспозиционная доза* – это доза рентгеновского и  $\gamma$ -излучений, определяемая по ионизации в воздухе.
38. Единицей *экспозиционной дозы* в СИ является Кл/Кг.
39. внесистемной единицей *экспозиционной дозы* является *рентген (Р)* 1Р=2,6810Кл/Кг, что соответствует образованию 2,08\*10 пар ионов в 1 см воздуха.
40. Эквивалентная доза используется для учета возникающих при облучении живых организмов биологических эффектов, величина которой различна.
41. Единица *эквивалентной дозы* в системе Си – *зиверт (ЗВ)*. 1 Зв=1Дж/Кл.
42. внесистемная единица эквивалентной дозы – *бэр (биологический эквивалент рентгена)*.
43. 1 *бэр* соответствует поглощенной дозе в 1рад в случае рентгеновского и  $\gamma$ -излучений. 1бэр=0,013 В.
44. Эквивалентная доза в 400-500 бэр, полученная человеком за короткое время при тотальном облучении тела, может привести к смерти, однако

такая же доза, полученная в течение всей жизни, не приводит к видимым изменениям.

45. Активность радиоактивных веществ в СИ измеряется в *бэкерелях (Бк)*
46. *1Бк* равен активности нуклида, при котором за 1с происходит 1 акт распада.  $1\text{Бк}=1\text{распад/с}$ .
47. Внесистемная единица активности – *Кюри (Ки)*.
48. *1 Кюри* определяется как активность такого предмета, в котором происходит  $3,7\cdot 10^{10}$  актов распада в секунду.  $1\text{Ки}=3,7\cdot 10^{10}\text{Бк}$

• **Ядерные реакции.**

1. *Ядерные реакции* – это взаимодействие ядра с элементарной частицей или с другим ядром, приводящее к преобразованию ядра.
2. Наиболее распространенная ядерная реакция есть реакция взаимодействия легкой частицы с ядром, в результате которого образуется легкая частица и другое ядро.
3. Примерами элементарных частиц является нейтрон (n), протон (p), дейтрон (d)-ядро тяжелого водорода  $\text{H}_2$ ,  $\alpha$ -частица,  $\gamma$ -астица.
4. Ядерные реакции могут сопровождаться выделением или поглощением энергии (*тепловым эффектом*).
5. Тепловой эффект реакции определяется разностью масс покоя исходных и конечных ядер.
6. Если сумма всех образующихся ядер более суммы масс исходных ядер, то реакция будет идти с поглощением энергии (отрицательный тепловой эффект).
7. Тяжелое ядро (например, ядро урана) при поглощении нейтрона делится на две примерно равные части.
8. При распаде каждого ядра выделяется 2-3 нейтрона, что приводит к цепной реакции.
9. Управляемая цепная реакция используется в ядерных реакторах для получения энергии.
10. Первая в мире атомная электростанция была запущена в 1954 г. в СССР (г. Обнинск)
11. *Термоядерная реакция* представляет собой слияние легких ядер с образованием более тяжелых ядер;
12. Температура при Термоядерной реакции составляет десятки млн. градусов Кельвина;
13. Термоядерные реакции являются источником энергии Солнца и других звезд;
14. *Ядерной единицей времени жизни* называют время, необходимое нуклону с энергией 1 МэВ, чтобы пройти расстояние, равное диаметру ядра  $=10^{-23}$  с.
15. *Эффективное сечение ядерных процессов* – это величина, характеризующая вероятность взаимодействия частицы с ядром;

16. Единицей эффективного сечения ядерных процессов является *барн*. 1 барн =  $10^{-28} \text{ м}^2$ ;
  17. При прохождении частиц через мишень поток их ослабевает по экспоненциальному закону.
- **Элементарные частицы.**
    1. *Элементарными* называются частицы, неделимость которых в настоящее время установлена.
    2. Элементарные частицы могут превращаться друг в друга;
    3. Естественным источником элементарных частиц являются космические лучи;
    4. Искусственно элементарные частицы получают в ускорителях;
    5. Все элементарные частицы имеют либо целый, в том числе нулевой, либо полуцелый спин;
    6. Частицы с целым спином называются *бозонами* (фотоны, протоны, мезоны);
    7. Бозонам отвечают симметричные волновые функции;
    8. Бозоны подчиняются статистике Бозе-Эйнштейна;
    9. Частицы с полуцелым спином называются *фермионами* (электроны, позитроны).
    10. Фермионам отвечают антисимметричные волновые функции.
    11. Фермионы подчиняются статистике Ферми- Дирака.
    12. Для фермионов в отличие от бозонов, справедлив принцип Паулли.
    13. Между нуклонами имеет место сильное взаимодействие (ядерное).
    14. Между фотонами имеет место электромагнитное взаимодействие.
    15. Наряду с частицами существуют античастицы, имеющие отрицательную энергию;
    16. При встрече частицы с античастицей происходит их уничтожение (*аннигиляция*);
    17. Сильные взаимодействия обуславливают связь протонов и нейтронов в ядрах;
    18. *Переносчиком сильного взаимодействия* является глюон-электрически нейтральная частица с нулевой массой и спином, равным 1 (в единицах  $\hbar$ );
    19. *Переносчиком электромагнитного взаимодействия* является фотон- $\gamma$  квант электромагнитного поля с нулевой массой и скоростью, равной скорости света.
    20. Слабые взаимодействия ответственны за все виды распада, за все процессы взаимодействия нейтрино с веществом, а также за многие распады элементарных частиц.
    21. *Переносчиком слабого взаимодействия* являются промежуточные векторные бозоны-сверхмассивные электрозаряженные частицы.
    22. Спин векторных бозонов равен 1, а масса превышает массу протонов в 100 раз.

23. Реакции, где основную роль играет слабое взаимодействие являются источником энергии Солнца.
24. *Гравитационное взаимодействие* – универсальное, наислабейшее, радиус взаимодействия равен бесконечности.
25. *Гравитационные силы* – это силы притяжения, переносчиком гравитационного взаимодействия считается – гравитон.
26. Гравитон имеет нулевую массу, нулевой электрический заряд спин равный двум.
27. *Лептоны* – класс элементарных частиц, не участвующих в сильном взаимодействии.
28. Класс лептонов содержит 6 частиц –  $e^-, \nu_e, \mu^-, \nu_\mu, \tau^-, \mu_\tau$ ;
29. Три заряженных лептона  $e^-, \mu^-, \tau^-$ , участвуют в электромагнитном и слабом взаимодействиях.
30. Класс лептонов содержит 6 античастиц –  $e^+, \nu_e, \mu^+, \nu_\mu, \tau^+, \mu_\tau$ ;
31. Для выделения лептонов как группы им приписывают лептонный заряд  $\alpha$ ;
32. Для лептонов  $\alpha=+1$ , для антилептонов  $\alpha=-1$ , для всех остальных элементов  $\alpha=0$ ;
33. При всех процессах взаимопревращения сохраняется лептонный заряд, в этом заключается закон сохранения лептонного заряда.
34. Семейство лептонов считается истинно нейтральными фундаментальными частицами. Эксперименты сегодняшнего дня говорят об их неделимости.
35. *Адроны* – класс элементарных частиц, участвующих в наряду с электромагнитным и слабым, также в *сильном взаимодействиях*.
36. *Все лептоны*, кроме мюона и лептона являются стабильными частицами.
37. Адроны делятся на *стабильные частицы и резонансы*.
38. *Стабильные адроны* делятся на 2 подгруппы по типу спина и статистике.
39. Адроны с целым спином называют *мезонами*;
40. Адроны с полуцелым спином называют *барионами*;
41. Резонансы распадаются за счет сильных взаимодействий;
42. «Стабильные частицы» распадаются за счет электромагнитного и слабого взаимодействий.
43. Для выделения *барионов* им приписывают *барионный заряд B*.  $B = +1$ - для барионов,  $B = -1$ - для антибарионов,  $B = 0$ - для не барионов.
44. Изотопические мультиплеты объединяют адроны, имеющие близкие массы, одинаковые барионные заряды, одинаковые спины и отличающиеся электрическим зарядом;
45. Сильные взаимодействия для всех адронов, входящих в один и тот же мультиплет, одинаково. *Изомультиплету* приписывается *изоспин J*,

который определяет число частиц ( $n$ ) в изотопическом мультиплете  $n=2J+1$ .

**11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

В учебном процессе для освоения дисциплины используются следующие технические средства:

- компьютерное и мультимедийное оборудование (на лекциях, для самоконтроля знаний студентов, для обеспечения студентов методическими рекомендациями в электронной форме);
- приборы и оборудование учебно-научного назначения (при демонстрации различных методов лазерной биомедицины);
- пакет прикладных обучающих программ (для самоподготовки и самотестирования).
- Работа с презентациями – Microsoft Power Point Работа, с документами – Microsoft Word и др., работа с электронными библиотеками образовательных и научных ресурсов, в том числе с Научной электронной библиотекой eLibrary, работа с WEB-2 технологиями.

**12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

- закрепление теоретического материала и приобретение практических навыков использования аппаратуры для проверки физических законов обеспечивается посредством демонстрации приборы и оборудование учебно-научного назначения;
- при проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой;
- при изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.