

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**

Биофизика неионизирующего излучения  
*(наименование дисциплины)*

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

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

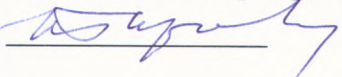
Направленность (профиль)/специализация программы  
Медицинская физика  
*наименование направленности (профиля), специализации программы*

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

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

Махачкала, 2022 год

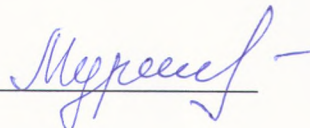
Рабочая программа дисциплины Биофизика неионизирующих излучений составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 – Физика, от «07» 08 2020 г. №891.

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 «Биофизика неионизирующего излучения» 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.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с приобретением теоретических знаний об основных закономерностях и механизмах взаимодействия различного рода неионизирующего электромагнитного излучения с биологическими средами, а также с физико- и биохимическими эффектами этих излучений.

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

- ❖ Системное и критическое мышление (УК-1): Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;
- ❖ Теоретические и практические основы профессиональной деятельности (ОПК-1): Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности;
- ❖ Профессиональные компетенции выпускников (ПК-1): Способен проводить сбор, анализ и обработку информации, необходимой для решения задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации.

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: *контрольных работ (коллоквиумов) и итоговый контроль в форме дифференцированного зачета.*

Объем дисциплины *4 зачетных единицы*, 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 |        |                      |                      |     | Консультации |                          |   |
|         |                               | Всего  | Лекции | Лабораторные занятия | Практические занятия | КСР |              |                          |   |
| 5       | 144                           | 78   | 30     | -                    | 48                   | -   | -            | 66                       | дифференцированный зачет  |

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Биофизика неионизирующего излучения» является приобретение студентами теоретических знаний об основных биофизических и биохимических аспектах, закономерностях и механизмах взаимодействия неионизирующего электромагнитного излучения с биологическими средами, что создаст основу для проектирования и построения современных диагностических и терапевтических методов оптического, терагерцового и радиоволнового диапазонов.

*Задачей дисциплины* является

- формирование у обучающихся компетентных знаний в области фундаментальных основ частотной, энергетической и временной зависимости неионизирующего электромагнитного излучения различной природы с биологическими объектами различного уровня организации (молекулярный, клеточный и тканевой), включая механизмы фотобиологических и фотохимических эффектов;
- возможность использования полученных знаний для проектирования и построения современных методов диагностики и лечения различных форм патологий;
- развитие самостоятельного мышления и понимание основных физических явлений и основных законов физики и границ их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата**

Курс «Биофизика неионизирующего излучения» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений ОПОП бакалавриата по направлению подготовки/специальности 03.03.02 Физика.

Курс «Биофизика неионизирующего излучения» является одной из базовых дисциплин для студентов направления «Физика» профиля «Медицинская физика», позволяющий на междисциплинарной основе изучить биофизические и биохимические основы взаимодействия неионизирующего электромагнитного излучения с биологическими средами различной структурной организации, лежащие в основе современных методов диагностики и терапии различных заболеваний.

При изучении этой дисциплины используются знания и навыки, полученные студентами при изучении курсов общей и теоретической физики, математического анализа, также используются школьные знания студентов по биологии. В настоящей программе основное внимание уделяется тем темам курса, которые будут непосредственно востребованы для усвоения материала других дисциплин медико-биологического профиля: биологии, физиологии, биохимии, молекулярных механизмов биологической подвижности, радиационной биофизики, основ интроскопии и др.

Дисциплина «Биофизика неионизирующего излучения» 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 развитием методов лазерной медицины. Курс связан с дисциплинами «Биофизика», «Физика лазеров», «Медицинская биохимия», «Основы интроскопии», «Основы лазерной биомедицины» и др.

Результатом обучения студентов по данной дисциплине является:

- наличие у обучающихся теоретических знаний и компетенций по фундаментальным основам взаимодействия различного рода неионизирующего электромагнитного излучения с биологическими объектами различного уровня организации (молекулярный, клеточный и тканевой), включая механизмы фотобиологических и фотохимических эффектов;
- умение эффективно работать индивидуально и в команде, проявлять умения и навыки, необходимые для профессионального, личностного развития;
- способность студентов к дальнейшему освоению новых профессиональных знаний и умений, самообучению, непрерывному профессиональному самосовершенствованию и др.

### 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                     |
|--|--|--|--|
| <p><b>УК-1.</b> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p> | <p><b>УК-1.1.</b> Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие.</p> <p><b>УК-1.2.</b> Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи;</p> | <p><b>Знает:</b> основные методы критического анализа; методологию системного подхода, принципы научного познания.</p> <p><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.</p> <p><b>Владет:</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>Владет:</b> основными методами,</p> | <p>Устный опрос, письменный опрос.</p> |

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
|  | <p><b>УК-1.3.</b> Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов;</p> | <p>способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией.<br/> <b>Знает:</b> методы поиска информации в сети Интернет; правила библиографирования информационных источников; библиометрические и наукометрические методы анализа информационных потоков;<br/> <b>Умеет:</b> критически анализировать информационные источники, научные тексты; получать требуемую информацию из различных типов источников, включая Интернет и зарубежную литературу.<br/> <b>Владеет:</b> методами классификации и оценки информационных ресурсов</p> |  |
|--|--|---|--|

|  |   |   |                         |
|--|---|---|-------------------------|
| <p><b>ОПК-1.</b> Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности</p> | <p><b>ОПК-1.1.</b> Выявляет и анализирует проблемы, возникающие в ходе профессиональной деятельности, основываясь на современной научной картине мира</p> <p><b>ОПК-1.2.</b> Реализует и совершенствует новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности.</p> <p><b>ОПК-1.3.</b> 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><br/>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><br/>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><br/>Реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности.</p> <p><b>Владеет:</b><br/>Навыками реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности.</p> <p><b>Знает:</b><br/>Основы качественного и количественного анализа методов решения выявленной проблемы.</p> <p><b>Умеет:</b><br/>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><br/>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.<br/>Демонстрационный эксперимент.</p> |
|--|---|--|---|



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

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

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 78 академических часов.

#### 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)<br>Форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|--|--|---------|-----------------|--|----------------------|----------------------|----------------------------|------------------------|---|
|  |  |         |                 | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные занятия | Контроль самостоятел. раб. |                        |   |
| Модуль 1. Введение в биофизику неионизирующего излучения |  |         |                 |  |                      |                      |                            |                        |   |
| 1.   | Введение. Виды и особенности взаимодействия неионизирующего излучения с биообъектами                     | 5       | 1               | 2  | 4                    |                      |                            | 6                      | Устный опрос  |
| 2.   | Общие принципы, закономерности и особенности взаимодействия излучения оптического диапазона с биосредами | 5       | 2               | 2  | 4                    |                      |                            | 6                      | Устный опрос  |
| 3.   | Строение и морфологическая структура клеток и различных тканей   | 5       | 3               | 2  | 4                    |                      |                            | 6                      | Устный опрос  |

|   |   |   |       |    |    |  |  |    |   |
|---|---|---|-------|----|----|--|--|----|---|
|   | <i>Итого по модулю 1:</i>   | 5 |       | 6  | 12 |  |  | 18 | Письменная контрольная работа, коллоквиум |
| Модуль 2. Взаимодействие оптического излучения с биологическими объектами |   |   |       |    |    |  |  |    |   |
| 1.  | Рассеяние и поглощение света биообъектами                           | 5 | 4-6   | 4  | 4  |  |  | 4  | Устный опрос                              |
| 2.  | Флуоресцентный анализ   | 5 | 7     | 2  | 2  |  |  | 4  | Устный опрос                              |
| 3.  | Спектроскопия инфракрасного поглощения и комбинационного рассеяния. | 5 | 8, 9  | 4  | 4  |  |  | 2  | Устный опрос                              |
| 4.  | Взаимодействие терагерцового излучения с биосредами                 |   | 10    | 2  | 2  |  |  | 2  | Устный опрос                              |
|   | <i>Итого по модулю 2:</i>   | 5 |       | 12 | 12 |  |  | 12 | Письменная контрольная работа, коллоквиум |
| Модуль 3. Фотобиология  |   |   |       |    |    |  |  |    |   |
| 1.  | Общая характеристика фотобиологических и фотохимических процессов   | 5 | 11    | 2  | 4  |  |  | 6  | Устный опрос                              |
| 2.  | Фотохимические процессы формирования зрения и фотосинтеза           | 5 | 12    | 2  | 4  |  |  | 6  | Устный опрос                              |
| 3.  | Фотосенсибилизированные реакции                                     | 5 | 13    | 2  | 6  |  |  | 4  | Устный опрос                              |
|   | <i>Итого по модулю 3:</i>   |   |       | 6  | 14 |  |  | 16 | Письменная контрольная работа, коллоквиум |
| Модуль 4. Взаимодействие радиоволнового излучения с биообъектами          |   |   |       |    |    |  |  |    |   |
| 1.  | Взаимодействие излучения радиочастотного и микроволнового диапазона | 5 | 14-15 | 4  | 6  |  |  | 10 | Устный опрос                              |
| 2.  | Механизмы биологического действия ультразвукового излучения         | 5 | 16    | 2  | 4  |  |  | 10 | Устный опрос                              |
|   | <i>Итого по модулю 4:</i>   | 5 |       | 6  | 10 |  |  | 20 | Письменная контрольная работа, коллоквиум |
|   | <b>ИТОГО:</b>   | 5 |       | 30 | 48 |  |  | 66 | Дифференцирован                           |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | ный зачет |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------|

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

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

##### **Модуль 1. Введение в биофизику неионизирующего излучения**

- Введение. Виды и особенности взаимодействия неионизирующего излучения с биообъектами.

Основные характеристики и классификация источников электромагнитного излучения. Поглощение электромагнитного излучения. Закон Бугера-Бера. Особенности частотной, временной и энергетической зависимости воздействия неионизирующего излучения на биообъекты.

- Общие закономерности и особенности взаимодействия оптического излучения с биосредами.

Общая характеристика излучательных (оптических) и безизлучательных (тепловых) эффектов. Оптические коэффициенты поглощения и рассеяния. Спектральные свойства эндогенных хромофоров. Спектральные особенности взаимодействия света.

- Строение и структурная морфология клеток и различных тканей.

Строение клетки, морфологические характеристики клеточных органелл. Гистоморфологическое строение различных видов тканей (эпителиальная, мышечная, соединительная ткань и др.). Гистологическая структура тканей многослойных и паренхимных органов.

##### **Модуль 2. Взаимодействие оптического излучения с биологическими объектами**

- Рассеяние и поглощение света биообъектами.

Рассеяние и поглощение света одиночной частицей. Сечение поглощения и рассеяния, амплитуда рассеяния. Основные свойства оптических сечений. Приближенные методы рассеяния. Рассеяние и поглощение света ансамблем частиц. Уравнение переноса излучения. Приближенные методы решения УПИ. Методика определения и анализа оптических коэффициентов.

- Флуоресцентный анализ.

Основные свойства и параметры эмиссии флуоресценции биосред. Спектральные свойства эндогенных флуорофоров. Квантовый и энергетический выход, время жизни возбужденного состояния, тушение, перенос энергии, влияние реабсорбции и светорассеяния на формирование спектров флуоресценции.

- Спектроскопия инфракрасного поглощения и комбинационного рассеяния.

Теоретические основы ИК- и КР-спектроскопии. Правило отбора. Типы молекулярных колебаний. Методы интерпретации спектров ИК-поглощения

и Рамановского рассеяния. Примеры спектров ИК-поглощения и комбинационного рассеяния биологических сред. Методика и техника измерения спектров ИК-поглощения и комбинационного рассеяния.

- Взаимодействие терагерцового излучения с биосредами.

Характеристика электромагнитного излучения терагерцового диапазона. Особенности и основные закономерности воздействия терагерцового излучения на биологические объекты. Методика и техника терагерцовой спектроскопии. Источники и детекторы излучения.

### **Модуль 3. Фотобиология**

- Общая характеристика фотобиологических и фотохимических процессов.

Систематизация и основные закономерности фотобиологических и фотохимических процессов. Свойства молекул в электронно-возбужденном состоянии. Спектр фотохимического и фотофизического действия света. Типы фотохимических и фотобиологических реакций, протекающих в биологических объектах.

- Фотохимические процессы формирования зрения и фотосинтеза.

Устройство и строение зрительного аппарата глаза. Зрительные пигменты, цветовое зрение, родопсин. Фотохимические и фотофизические механизмы формирования зрения. Схема первичных процессов фотосинтеза. Строение фотосинтетического аппарата зеленых растений. Миграция энергии и транспорт электронов.

- Фотосенсибилизированные реакции.

Систематизация и основные закономерности фотосенсибилизированных реакций. Структура и свойства фотодинамических красителей. Фотодинамические реакции и их кинетический анализ с участием синглетного кислорода. Механизм фотодинамического повреждения биоструктур.

### **Модуль 4. Взаимодействие радиоволнового излучения с биообъектами**

- Взаимодействие излучения радиочастотного и микроволнового диапазона.

Биофизические закономерности и механизм взаимодействия радиочастотного и микроволнового излучения с биологическими объектами. Электрические и магнитные свойства биологических объектов в радиочастотном и микроволновом диапазонах. Методика построения модели воздействия радиочастотного и микроволнового излучения различной интенсивности на биологические объекты. Дозиметрия.

- Взаимодействие ультразвукового излучения с биосредами.

Механизм биофизического воздействия ультразвукового излучения на биологические ткани. Основы теории рассеяния ультразвука. Поглощение, отражение, рассеяние и дифракция ультразвуковых волн в случайно-

неоднородных средах. Источники и детекторы излучения. Методы визуализации.

#### 4.3.2. Содержание практических (семинарских) занятий по дисциплине.

| Название темы  | Содержание темы  | Объем (час) |
|--|--|-------------|
| <b>Модуль 1. Введение в оптическую биомедицину</b>   |  |             |
| Введение. Виды и особенности взаимодействия неионизирующего излучения с биообъектами                     | Шкала электромагнитного излучения, характеристики и классификация источников электромагнитного излучения. Поглощение электромагнитного излучения. Особенности частотной, временной и энергетической зависимости воздействия неионизирующего излучения на биологические объекты.  | 4           |
| Общие принципы, закономерности и особенности взаимодействия излучения оптического диапазона с биосредами | Элементы квантовой биофизики, поглощение света биосистемами. Закон Бугера-Бера. Излучательные и безизлучательные эффекты. Оптические коэффициенты поглощения и рассеяния. Спектральные свойства аминокислот, воды, белков, липидов, пигментов и др. Спектральные особенности взаимодействия света с биосредами.  | 4           |
| Строение и морфологическая структура клеток и различных тканей   | Строение ядерных и безъядерных клеток, клеток крови. Строение эпителиальной и соединительной тканей. Типичные размеры, форма и функции органелл, мембран и волокон. Показатель преломления сухих и гидратированных компонентов. Простейшие оптические модели биологических структур.   | 4           |
| <b>Модуль 2. Взаимодействие оптического излучения с биологическими объектами</b>                         |  |             |
| Рассеяние и поглощение света биообъектами  | Рассеяние и поглощение света на одиночной частице. Рассеяние Релея, Релея-Дебая-Ганса, Ми. Решение задачи рассеяния для однородной сферы, бесконечной нити, диска. Кривые Цимма. Рассеяние и поглощение света ансамблем частиц. Уравнение переноса излучения. Диффузионное приближение. Метод спектра мутности. Методика определения и анализа коэффициентов поглощения и рассеяния. | 4           |
| Флуоресцентный анализ  | Свойства и характеристики флуоресцентной эмиссии: диаграмма Яблонского, интенсивность флуоресценции, спектры испускания и возбуждения, квантовый выход, время жизни возбужденного состояния, поляризация. Эндогенные флуорофоры и их спектральные свойства. Влияние тушения, переноса энергии,   | 4           |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | реабсорбция и светорассеяние на формирование спектров флуоресценции.   |   |
| Спектроскопия инфракрасного поглощения и комбинационного рассеяния.     | Принципы ИК- и КР-спектроскопии. Правило отбора. Типы молекулярных колебаний. Методика интерпретации спектров ИК-поглощения, НПВО и Рамановского рассеяния. Качественный, количественный анализ. Примеры спектров ИК-поглощения и комбинационного рассеяния биологических сред. Спектрометрия и микроскопия ИК-поглощения и Рамановского рассеяния.  | 4 |
| Взаимодействие терагерцового излучения с биосредами                     | Общие характеристики электромагнитного излучения терагерцового диапазона. Особенности и взаимодействия терагерцового излучения с биообъектами. Стационарная и нестационарная спектрометрия отражение и пропускание излучения ТГц диапазона. Методика анализа.  | 2 |
| <b>Модуль 3. Фотобиология</b>   |  |   |
| Общая характеристика фотобиологических и фотохимических процессов.      | Изменение свойств молекул в электронно-возбужденном состоянии. Законы Гротгуса-Дрейпера, фотохимической кинетики Вант-Гоффа, эквивалентности Эйнштейна. Спектр фотохимического и фотофизического действия света и типы реакций, протекающих в биосредах (фотораспад, фотоперегруппировка, фотоприсоединение, фотоперенос электрона, фотоперенос иона водорода). Первичные фотопродукты и методы их изучения. | 4 |
| Фотохимические процессы формирования зрения и фотосинтеза.              | Строение зрительной нервной ткани, зрительные пигменты. Фотохимические реакции ретиналя и родопсина в рецепторный сигнал. Первичные процессы фотосинтеза и строение фотосинтетического аппарата. Фотосистема I и фотосистема II. Фотофосфорилирование. Аккумуляция энергии в световой стадии, цикл Кальвина.   | 4 |
| Фотосенсибилизированные реакции   | Действие УФ излучения на нуклеиновые кислоты и липиды, цепное свободнорадикальное окисление мембранных липидов. Восстановление при фотохимическом повреждении. Фотосенсибилизированные анаэробные реакции, фотоприсоединение псоралена к ДНК. Фотодинамические процессы и реакции с участием синглетного кислорода. Кинетический анализ реакций фотосенсибилизированного окисления.                          | 4 |
| <b>Модуль 4. Взаимодействие радиоволнового излучения с биообъектами</b> |  |   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| Взаимодействие излучения радиочастотного и микроволнового диапазона | Особенности и основные закономерности взаимодействия радиочастотного и микроволнового излучения с биологическими объектами. Электрические и магнитные свойства биообъектов в радиочастотном и микроволновом диапазонах спектра. Подходы к построению модели воздействия излучения радиочастотного и микроволнового диапазонов различной интенсивности на биологические объекты. | 6 |
| Взаимодействие ультразвукового излучения с биосредами               | Взаимодействие ультразвукового излучения с биологическими тканями. Механизм воздействия ультразвукового излучения на биоткани. Основы теории рассеяния ультразвука. Поглощение, отражение, рассеяние и дифракция ультразвуковых волн в случайно-неоднородных средах. Конструктивные особенности источников и детекторов ультразвукового излучения.                              | 4 |

## 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.

В рамках учебного курса «Биофизика неионизирующего излучения» предусмотрено проведение встреч и дискуссий с научно-педагогическим коллективом Дагестанского государственного медицинского университета, а так же учеными из других вузов, принимающих участие в научных мероприятиях ДГУ по профилю данной дисциплины.

При демонстрации различных методов исследования биообъектов и методов лазерной медицины планируется активное использование

приборного парка ЦКП «Аналитическая спектроскопия», а так же медицинской клиники «ЭОС» и Центра патологоанатомических исследований ДГМУ.

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

Учебной программой дисциплины «Биофизика неионизирующего излучения» 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 «Биофизика неионизирующего излучения» 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.

- Немцова Е.В. Биофизика. Методические указания по самостоятельной работе. Сибирский федеральный университет. Красноярск. 2011;
- <https://openedu.ru/course/msu/BIOPHY/>;
- 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 Росаккредагентства ([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 и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

### **7.1. Типовые контрольные задания**



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

#### • Модуль 1.

1. Особенности частотной, временной и энергетической зависимости воздействия неионизирующего излучения на биообъекты
2. Поглощение электромагнитного излучения. Закон Бугера-Бера.
3. Общая характеристика излучательных и безизлучательных эффектов возникающих при взаимодействии света с биосредами.
4. Коэффициенты поглощения и рассеяния света.
5. Эндогенные хромофоры биосред и их спектральные свойства.
6. Спектральные особенности взаимодействия света с биосредами.
7. Морфологическое строение клетки и характеристики клеточных органелл.
8. Гистоморфологическое строение эпителиальной, мышечной и соединительной ткани.
9. Гистологическая структура тканей многослойных (полостных) и паренхимных органов.

#### • Модуль 2.

1. Амплитуда рассеяния, сечения рассеяние и поглощение света. Общие свойства оптических сечений.
2. Рассеяние света в приближении Рэлея.
3. Рассеяние света в приближении Рэлея-Дебая-Ганса.
4. Рассеяние света в приближении Ми.
5. Уравнение переноса излучения. Фотометрические величины.
6. Уравнение диффузионного приближения. Решение для плоскопараллельных сред конечной толщины.
7. Флуоресцентная спектроскопия. Основные свойства и параметры флуоресцентной эмиссии.
8. Искажения спектров флуоресценции. Реабсорбция, рассеяние, тушение и перенос энергии флуоресценции.
9. Эндогенные флуорофоры и их спектральные свойства.
10. Принципы ИК- и КР-спектроскопии. Правило отбора.
11. Типы молекулярных колебаний. Гармонический/ангармонический осциллятор, многоатомные молекулы.
12. Методика интерпретации спектров ИК-поглощения, НПВО и Рамановского рассеяния.
13. Микроскопия ИК-поглощения и Рамановского рассеяния биотканей.
14. Примеры спектров ИК-поглощения и комбинационного рассеяния биологических сред.
15. Особенности взаимодействия терагерцового излучения с биообъектами.
16. Стационарная трансмиссионная и отражательная спектрометрия ТГц излучения.

17. Нестационарная спектрометрия биосред ТГц диапазона.

• **Модуль 3.**

1. Основные закономерности фотобиологических и фотохимических процессов. Свойства молекул в электронно-возбужденном состоянии.
2. Спектр фотохимического и фотофизического действия света.
3. Типы фотохимических и фотобиологических реакций, протекающих в биологических объектах.
4. Устройство и строение зрительного аппарата глаза. Зрительные пигменты, цветовое зрение, родопсин.
5. Фотохимические реакции ретиналя и родопсина в рецепторном сигнале.
6. Строение фотосинтетического аппарата зеленых растений.
7. Схема первичных процессов фотосинтеза. Фотофосфорилирование.
8. Основные закономерности фотосенсибилизированных реакций. Структура и свойства фотодинамических красителей.
9. Фотодинамические реакции и их кинетический анализ с участием синглетного кислорода.
10. Механизм фотодинамического повреждения биоструктур.
11. Действие УФ излучения на нуклеиновые кислоты и липиды, цепное свободнорадикальное окисление мембранных липидов.

• **Модуль 4.**

1. Особенности и основные закономерности взаимодействия радиочастотного и микроволнового излучения с биологическими объектами.
2. Электрические и магнитные свойства биообъектов в радиочастотном и микроволновом диапазонах спектра.
3. Поглощение радиочастотного и микроволнового излучения биообъектами. СВЧ-термометрия.
4. Взаимодействие ультразвукового излучения с биологическими тканями.
5. Механизм воздействия ультразвукового излучения на биоткани. Основы теории рассеяния ультразвука.
6. Поглощение, отражение, рассеяние и дифракция ультразвуковых волн в случайно-неоднородных средах.
7. Конструктивные особенности источников и детекторов ультразвукового излучения.

**7.1.2. Тематика рефератов и методические указания по их выполнению**

• **Примерные темы рефератов:**

1. Оптические коэффициенты поглощения, рассеяния и фактор анизотропии рассеяния биотканей.
2. Спектрально-оптические свойства крови.

3. Строение эпителиальной ткани и ее оптические свойства.
4. Эндогенные хромофоры биосред и их спектральные свойства.
5. Гистологическое строение биотканей на примере ткани печени и желудка.
6. Рассеяние света на различных макромолекулярных структурах: сфера, тонкая палочка, диск.
7. Определение оптических коэффициентов для плоскопараллельных сред конечной толщины.
8. Определение оптических коэффициентов для полубесконечных сред.
9. Эндогенные флуорофоры и их спектральные свойства.
10. Влияние реабсорбции и рассеяния света на искажения спектров флуоресценции биотканей.
11. Спектры ИК-поглощения и комбинационного рассеяния биосред.
12. Хемометрический метод в анализе спектров ИК-поглощения и комбинационного рассеяния.
13. Методика и техника ИК-Фурье спектроскопии.
14. Принципы стационарной и нестационарной спектроскопии отражения и пропускания биотканями ТГц излучения.
15. Методика и техника терагерцовой спектроскопии. Источники и детекторы излучения.
16. Фототоксические и фотоаллергические эффекты. Фотоиммунология.
17. Биофизические механизмы формирования зрения. Фотохимические реакции ретиналя и родопсина в рецепторном сигнале.
18. Строение фотосинтетического аппарата и механизмы фотосинтеза. Фотофосфорилирование.
19. Эндогенные и экзогенные фотосенсибилизаторы в фототерапии.
20. Фотодинамическая терапия злокачественных новообразований.
21. Модель воздействия радиочастотного и микроволнового излучения различной интенсивности на биологические объекты. Термометрия.
22. Методы визуализации и исследования. Количественные описания при получении и восприятии изображения.
23. Виды и технические характеристики медицинской ультразвуковой диагностической аппаратуры. Структурные схемы обнаружителей дефектов.

- **Методические указания к выполнению рефератов**

Целью выполнения рефератов по курсу «Биофизика неионизирующего излучения» является проверка знаний студентов по вопросам биофизических и биохимических основ взаимодействия неионизирующего электромагнитного излучения с биологическими объектами, полученных в ходе лекционных и семинарских занятий, умения анализировать и обобщать материалы, раскрывающие связи между теорией и экспериментом,

углубленное самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины.  
Основные задачи выполнения рефератов:

- изучение методов анализа специальной учебной и научной литературы, проблемных статей, статистических данных по конкретной теме;
- анализ, обобщение и систематизация материалов по конкретным вопросам биофизики;
- изучение теоретических вопросов анализа биологических процессов;
- анализ различных областей применения и перспектив использования различных методов лазерной медицины.

Реферат должен, как правило, базироваться на конкретных материалах одного типа лазеров или оптического явления. Выбор темы реферата осуществляется студентом самостоятельно, исходя, прежде всего из возможностей получения необходимых для ее выполнения фактических экспериментальных и теоретических материалов. Тема реферата утверждается лектором данного курса. Студент должен выполнять реферат в соответствии с планом, утвержденным научным руководителем.

План реферата разрабатывается студентом самостоятельно, но при этом он должен учитывать ниже изложенные положения. Структура реферата по дисциплине «Биофизика неионизирующего излучения», как правило, включает: введение; теоретическую часть; аналитическую часть; практическая часть, посвященная конкретным экспериментальным результатам; заключение; список использованной литературы и приложения.

Во **введении** необходимо охарактеризовать актуальность проблемы, цель и задачи реферата, объект и предмет исследования, методы, используемые при выполнении реферата, ее теоретическую и методологическую основу.

В **теоретической части** реферата раскрывается сущность рассматриваемого физического процесса. Необходимо изучить основные теоретические положения, охарактеризовать на основе обобщения учебной и научной литературы, в т.ч. зарубежных авторов, различные трактовки и классификации исследуемого объекта.

Центральное место в реферате занимает **аналитическая часть**. Целью данной части является всесторонний анализ задач, методов экспериментального и теоретического исследования, основные закономерности. Кроме того, в данном разделе необходимо проанализировать соответствие экспериментальных результатов теоретическим моделям, анализировать погрешности измерений и точность теоретических расчетов. Следует показать собственную позицию в оценке проблемной ситуации и возможностей ее решения. Обязательно нужно делать ссылки на использованную литературу и точки зрения цитируемых авторов.

**Практическая часть** реферата по дисциплине «Биофизика неионизирующего излучения» включает собственные экспериментальные

результаты, оценки и расчеты, если эта часть работы запланирована. В данной части могут также рассмотрены схемы экспериментальных установок, методов исследования и теоретического анализа.

В **заключении** реферата, опираясь на цели и задачи, сформулированные во введении, и результаты трех предшествующих частей, нужно сделать выводы по исследуемой проблеме и обобщить предложения, направленные на конкретные рекомендации.

**Список использованной литературы** должен включать действительно использованные в работе источники. При этом библиография составляется в порядке ссылок по тексту. При ссылке в тексте реферата на использованный источник приводится его порядковый номер в общем списке в квадратных скобках.

В **приложении** могут быть включены вспомогательные материалы, использованные в курсовой работе для характеристики объекта исследования, подготовки таблиц, расчета показателей.

## **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 **10 бал.**
  - активное участие на лекциях **15 бал.**
  - устный опрос, тестирование, коллоквиум **60 бал.**
  - и др. (доклады, рефераты) **15 бал.**
- **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:**
  - Рубин А.Б. Биофизика. Московский университет [МГУ] им. М.В. Ломоносова. – 3-е изд., испр. и доп. Том 1. – 2004. – 462 с.
  - Рубин, А.Б. Биофизика. Московский университет [МГУ] им. М.В. Ломоносова. – 3-е изд., испр. и доп. Том 2. – 2004. – 469 с. (2 экз.)
  - Федорова В.Н., Степанова Л.А. Краткий курс медицинской и биологической физики с элементами реабилитологии. М.: Физматлит,

2005.

- Плескова С.Н. Атомно-силовая микроскопия в биологических и медицинских исследованиях: [учеб. пособие]. Долгопрудный: Интеллект, 2011. – 183 с.
- Сивухин Д.В. Общий курс физики: [В 5 т.: учеб. пособие для физ. специальностей вузов]. Оптика; Т.4. – 3-е изд., стер. – М.; Долгопрудный: Физматлит; Изд-во МФТИ, 2005. – 791 с.
- **дополнительная литература:**
  - Оптическая биомедицинская диагностика: [в 2-х т.]; учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению подгот. «Физика» и специальности «Мед. Физика». Т.1 / [пер. с англ.] под ред. В.В. Тучина. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 559 с.
  - Оптическая биомедицинская диагностика: [в 2-х т.]; учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлениям подгот. «Физика» и специальности «Мед. Физика». Т.2 / [пер. с англ.] под ред. В.В. Тучина. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 364 с.
  - Кирилловский В.К.. Современные оптические исследования и измерения: учеб. пособие. – СПб; М; Краснодар: Лань, 2010. – 660 с.
  - Справочник по лазерной технике/ пер. с нем. В.Н. Белоусова; под ред. А.П. Напартовича. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 544 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).  
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. \_\_\_\_\_

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              | При написании конспекта лекций необходимо:<br>– кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины; |

|  |   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <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>  |
| Практические (семинарские) занятия               | <p>При подготовке к практическим (семинарским) занятиям необходимо:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проработать рабочую программу, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины;</li> <li>– конспектирование источников;</li> <li>– провести работу с конспектом лекций, подготовить ответы к контрольным вопросам, просмотреть рекомендуемую литературу и др.;</li> <li>– решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.</li> </ul>   |
| Реферат  | <p>При написании реферата необходимо:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ознакомиться со структурой и оформлением реферата.</li> <li>– Провести поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, привести изложение мнения авторов и своего суждения по теме реферата.</li> <li>– провести поиск информации по теме реферата в Интернете, но с обязательной ссылкой на источник. Подразумевается не простая компиляция материала, а самостоятельная, творческая, аналитическая работа, с выражением собственного мнения по рассматриваемой теме и грамотно сделанными выводами и заключением.</li> </ul> |
| Подготовка к промежуточному и итоговому контролю | <p>При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.</p>   |

**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 «Биофизика неионизирующего излучения».
- 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;



- в лекции даются необходимые разные подходы к исследуемым проблемам;
- подготовка к семинарским занятиям включает проработку материалов лекций, рекомендованной учебной литературы.

При подготовке к семинарским занятиям рекомендуется представить предлагаемую на семинар тему в виде презентации с использованием специальной программы Microsoft Power Point. Слайды презентации должны состоять из основных моментов, на которые студенту хотелось бы обратить внимание при своем выступлении на семинаре.

### **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 спектрометрии и фотобиологии);
- 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.