



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
*Физический факультет*

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основы лазерной биомедицины**

Кафедра физической электроники

Образовательная программа  
03.03.02 – Физика

Профили подготовки:  
**Медицинская физика**

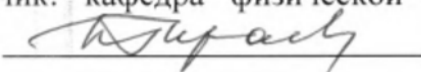
Уровень высшего образования: **Бакалавриат**

Форма обучения: **Очная**

Статус дисциплины: **по выбору**

**Махачкала, 2021 год**

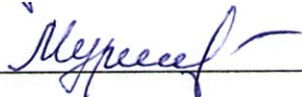
Рабочая программа дисциплины «**Основы лазерной биомедицины**» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 Физика от «7» августа 2020 г. №891.

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

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры физической электроники от «21» мая 2021 г., протокол № 9.

Зав. кафедрой  Омаров О.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «30» июня 2021 г., протокол №10.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «9» июля 2021 г.  Гасангаджиева А.Г.

Дисциплина «Основы лазерной биомедицины» входит в базовую часть, формируемую участниками образовательных отношений бакалавриата по направлению подготовки) 03.03.02 Физика.

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой физической электроники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением принципов и физических основ лазерной и оптико-спектральной биологии и медицины, а также практических результатов, достигнутых в этой области и терминологию, используемую в биофотонике.

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

- Системное и критическое мышление (УК1): 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: *четырёх контрольных работ, четырёх коллоквиумов и итоговый контроль в форме дифференцированного зачета.*

Объем дисциплины *4 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			
8	108	56	28	-	28	-	-	52	дифференцированный зачет

## 1. Цели освоения дисциплины

*Целью освоения дисциплины «Основы лазерной биомедицины»* является обучение студентов различным принципам и аспектам взаимодействия лазерного излучения с биологическими клетками и тканями, лежащими в основе современных методов лазерной медицинской диагностики, терапии и хирургии, а также использования современной лазерно-спектроскопической измерительной и медицинской аппаратуры, предназначенной для научных исследований и использования в практическом здравоохранении.

*Задачей дисциплины* является изучение студентами экспериментальных и теоретических основ перспективных для клинического применения оптических и лазерно-спектроскопических методов анализа, в приобретении навыков работы с современной лазерной, спектральной и оптоволоконной измерительной аппаратурой, а так же в освоении современной цифровой техники детектирования фотосигналов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Основы лазерной биомедицины» входит в вариативную часть блока дисциплин по выбору образовательной программы бакалавриата по направлению **03.03.02 Физика**.

Курс «Основы лазерной биомедицины» является одной из базовых дисциплин для студентов направления «Физика» профиля «Медицинская физика», позволяющий на междисциплинарной основе изучить биофизические основы взаимодействия оптического и лазерного излучения с биологическими средами, лежащие в основе современных методов лазерной диагностики, терапии и хирургии.

Дисциплина «Основы лазерной биомедицины» 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 применением лазерных и оптико-спектральных методов в медицине. Курс связан с дисциплинами «Биофизика», «Физика лазеров», «Медицинская биохимия», «Основы интроскопии» и др., а его пререквизитом является дисциплина «Биофизика неионизирующего излучения».

Результатом обучения студентов по данной дисциплине является:

- наличие у обучающихся специальных знаний, умений, навыков проектирования, а также компетенций в области разработки и эксплуатации современных технических средств исследования биологических тканей для диагностики их патологических состояний, различных видов терапевтических и хирургических воздействий лазерного излучения на биообъекты;
- 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>УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие.</p> <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>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>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>Устный опрос, письменный опрос.</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>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></p> <p>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></p> <p>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></p> <p>Реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности.</p> <p><b>Владеет:</b></p> <p>Навыками реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности.</p> <p><b>Знает:</b></p> <p>Основы качественного и количественного анализа методов решения выявленной проблемы.</p> <p><b>Умеет:</b></p> <p>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></p> <p>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, поставленным 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>Знает:</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>Умеет:</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>Владеет:</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>Знает:</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>Умеет:</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 неионизирующих излучений.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p>	<p>Семинар-практикум. Демонстрационный эксперимент.</p>
--	---	---	---

		<ul style="list-style-type: none"> <li>– методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области биофизики неионизирующих излучений;</li> <li>– современными теоретическими и методологическими концепциями, лежащими в основе создания и использования генно-инженерных продуктов;</li> <li>– методами применения на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований.</li> </ul>	
--	--	--	--

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

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 138 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) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
Модуль 1. Введение в оптическую биомедицину									
1.	Введение. Виды и особенности взаимодействия лазерного излучения с биотканями.	8	1	1	1			2	Устный опрос
2.	Структура и спектрально-оптические свойства биообъектов.	8	2	2	2			4	Устный опрос
3.	Физико-технические основы лазерной техники.	8	3	2	2			4	Устный опрос
4.	Физика и техника волоконных световодов. Волоконно-оптические зонды и датчики биомедицины.	8	4	2	2			4	Устный опрос
	<i>Итого по модулю 1:</i>	8		7	7			14	Письменная контрольная работа,



									коллоквиум
Модуль 2. Лазерно-спектрометрические методы диагностики биотканей									
1.	Стационарная и динамическая спектрофотометрия. Рефлектометрия.	8	5	2	2			2	Устный опрос
2.	Лазерно-индуцированная флуоресцентная спектроскопия.	8	6	2	2			4	Устный опрос
3.	Спектроскопия инфракрасного поглощения и комбинационного рассеяния.	8	7	2	2			4	Устный опрос
4.	Оптическая диффузионная и когерентная томография.	8	8	1	1			4	Устный опрос
	<i>Итого по модулю 2:</i>	8		7	7			14	Письменная контрольная работа, коллоквиум
Модуль 3. Принципы и методы лазерной терапии									
1.	Физико-биологические механизмы терапевтического действия низкоинтенсивного лазерного излучения. Биостимуляция.	8	9	2	2			3	Устный опрос
2.	Фотодинамическая терапия. Современные методы ФДТ.	8	10	2	2			3	Устный опрос
3.	Фотонагрев и фотопаривание биотканей	8	11	2	2			3	Устный опрос
4.	Лазерная интерстициальная термотерапия.	8	12	2	2			3	Устный опрос
	<i>Итого по модулю 3:</i>	8		8	8			12	Письменная контрольная работа, коллоквиум
Модуль 4. Принципы и методы лазерной хирургии									
1.	Физические основы лазерной хирургии. Фотоабляция и оптический пробой биотканей.	8	13	2	2			4	Устный опрос
2.	Конструктивные особенности и применение	8	14	2	2			4	Устный опрос

	лазерных терапевтических комплексов.							
3.	Конструктивные особенности и применение лазерных хирургических комплексов.	8	16	2	2		4	Устный опрос
	<i>Итого по модулю 4:</i>	8		6	6		12	Письменная контрольная работа, коллоквиум
	<b>ИТОГО:</b>	8		28	28		52	Дифференцированный зачет

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

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

###### Модуль 1. Введение в оптическую биомедицину

- Введение. Виды и особенности взаимодействия лазерного излучения с биотканями

Предмет, классификация, основные виды и принципы лазерной биомедицины. Общие принципы, закономерности и особенности взаимодействия лазерного излучения с биообъектами. Понятие гомеостаза живых систем.

- Структура и спектрально-оптические свойства биообъектов

Структурно-морфологические, физиологические и спектрально-оптические свойства различных биосред. Спектральные свойства эндогенных хромофоров биотканей. Методы измерения и управления оптическими свойствами биотканей.

- Физико-технические основы лазерной техники.

Принципы работы лазера и свойства лазерного излучения. Свойства лазерного излучения: монохроматичность, пространственная и временная когерентность, интенсивность, сверхкороткая длительность импульсов. Обзор и техническое устройство газовых, твердотельных и жидкостных лазеров применяемых в медицине.

- Физика и техника волоконных световодов. Волоконно-оптические зонды и датчики биомедицины.

Типы, виды и свойства волоконных световодов. Эффект полного внутреннего отражения. Обзор, виды и конструкционные особенности волоконно-оптических датчиков и измерительных зондов применяемых в лазерной диагностике, терапии и хирургии.

###### Модуль 2. Лазерно-спектрометрические методы диагностики биотканей

- Стационарная и динамическая спектрофотометрия. Рефлектометрия.

Принципы зондирования биотканей методами стационарной и нестационарной спектрофотометрии и спектроскопии диффузного отражения с пространственным разрешением. Методы регистрации нестационарных оптических сигналов в спектроскопии рассеивающих сред. Спектротурбидиметрия. Методика определения физиологических и морфофункциональных параметров биотканей.

- Лазерно-индуцированная флуоресцентная спектроскопия.

Основные свойства и параметры стационарной и нестационарной эмиссии флуоресценции и принципы их диагностического применения. Влияние процессов реабсорбции и светорассеяния на формирование спектров флуоресценции. Устройство и конструкционные особенности лазерно-флуоресцентных эндоскопических диагностических комплексов.

- Спектроскопия инфракрасного поглощения и комбинационного рассеяния.

Основные принципы спектроскопии инфракрасного поглощения, НПВО и Рамановского рассеяния. Методы спектрального анализа полос ИК-поглощения и комбинационного рассеяния. Хемометрика. Конструкционные особенности ИК-Фурье спектрометров и конфокальных КР микроскопов.

- Оптическая диффузионная и когерентная томография

Принципы оптической диффузионной (ОД) и оптической когерентной (ОК) томографии. Конструкционные особенности ОД и ОК томографов. Методы реконструкции изображения. Области клинического применения.

### **Модуль 3. Принципы и методы лазерной терапии**

- Физико-биологические механизмы терапевтического действия низкоинтенсивного лазерного излучения.

Общие физико-химические и биологические механизмы воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения на ядра клеток и клеточные органеллы. Фотохимическое воздействие. Резонансное колебание. Лазерная биостимуляция, как метод лазерной терапии.

- Фотодинамическая терапия. Современные методы ФДТ.

Основы фотодинамической терапии и диагностика злокачественных новообразований. Современные методы и техника ФДТ. Дозиметрия. Виды сенсibilизаторов и механизмы их взаимодействия с биоструктурами. История развития и обзор клинического применения ФДТ.

- Фотонагрев и фотопаривание биотканей.

Физико-биологические основы процессов лазерно-индуцированного нагрева и фотопаривания биотканей. Методика термометрии. Пространственное распределение температуры.

- Лазерная интерстициальная термотерапия.

Физико-биологические основы лазерной термотерапии (ЛТТ) злокачественных новообразований. Стадии термомодификации биоткани.

Методы проведения и техника процедур ЛТТ. Дозиметрия лазерного излучения. Области клинического применения.

#### **Модуль 4. Принципы и методы лазерной хирургии**

- Физические основы лазерной хирургии. Фотоабляция и оптический пробой биотканей.

Физико-биологические основы и общие принципы, лежащие в основе лазерной хирургии различных биотканей. Физические основы и механизмы образования процессов взрывной фотоабляция и оптического пробоя биоткани. Виды и условия образования эффектов. Дозиметрия лазерного излучения. Методы и техника проведения хирургических процедур.

- Конструктивные особенности и применение лазерных терапевтических комплексов.

Устройство и конструкционные особенности лазерных комплексов терапевтического назначения. Обзор современных достижений в области лазерной терапии и перспективы развития. Области клинического применения.

- Конструктивные особенности и применение лазерных хирургических комплексов.

Устройство и конструкционные особенности лазерных комплексов хирургического назначения. Обзор современных достижений в области лазерной хирургии и перспективы развития. Области клинического применения.

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

<b>Название темы</b>	<b>Содержание темы</b>	<b>Объем (час)</b>
<b>Модуль 1. Введение в оптическую биомедицину</b>		
Особенности взаимодействия лазерного излучения с биотканями.	Классификация методов лазерной медицины. Виды и спектральные особенности взаимодействия лазерного излучения с биообъектами. Рассеяния и поглощение света биосредами.	2
Физиологические, морфофункциональные и оптико-спектральные свойства биообъектов.	Структура биологических тканей и клеток. Влияние злокачественных процессов. Эндогенные хромофоры, их спектральные свойства. Виды упругого рассеяния света. Методы управления оптическими свойствами биотканей.	3
Технические основы лазерной и оптоволоконной техники	Свойства лазерного излучения: монохроматичность, пространственная и временная когерентность, интенсивность, сверхкороткая длительность импульсов. Типы, виды и свойства волоконных световодов. Эффект полного внутреннего отражения.	2
<b>Модуль 2. Лазерно-спектрометрические методы диагностики биотканей</b>		

Стационарные и нестационарные методы спектрофотометрии	Спектрофотометрия интегрирующих сфер. Диффузная рефлектометрия временного и пространственного разрешения. Стационарные и время-разрешенные методы определения коэффициентов поглощения, рассеяния и фактора анизотропии рассеяния. Метод спектра мутности. Оксиметрия.	2
Основы флуоресцентной спектроскопии	Стационарная и время-разрешенная флуоресцентная спектроскопия и принципы его диагностического применения. Влияние реабсорбции и светорассеяния на формирование спектров флуоресценции. Флуоресцентная эндоскопия и микроскопия.	2
Спектроскопия инфракрасного поглощения и комбинационного рассеяния	Абсорбционная ИК-Фурье спектрометрия. ИК спектрометрия НПВО. Рамановская спектрометрия. Методы анализа спектральных полос ИК-поглощения и КР. Конструкционные особенности ИК-Фурье и КР-спектрометров.	2
Оптическая томография	Принципы оптической диффузионной (ОД) и оптической когерентной (ОК) томографии. Методы реконструкции изображения. Конструкционные особенности и области клинического применения ОДТ и ОКТ.	1
<b>Модуль 3. Принципы и методы лазерной терапии</b>		
Терапевтического действия низкоинтенсивного лазерного излучения.	Физико-химические и биологические механизмы воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения на ткани, клетки и клеточные органеллы. Лазерная биостимуляция. Фотохимическое воздействие. Резонансное колебание.	2
Фотодинамическая терапия злокачественных новообразований	Фотодинамическая терапии и диагностика раковых тканей. Виды сенсibilizаторов и механизмы их взаимодействия с биоструктурами. Дозиметрия. Современные методы и техника ФДТ.	2
Лазерная интерстициальная термотерапия	Физико-биологические основы процессов лазерно-индуцированного нагрева и фотопаривания биотканей. Принципы лазерной термотерапии злокачественных новообразований. Стадии термомодификации биоткани. Дозиметрия лазерного излучения. Методы проведения и техника процедур ЛТТ.	4
<b>Модуль 4. Принципы и методы лазерной хирургии</b>		
Физические основы лазерной хирургии	Физико-биологические основы, общие принципы и механизмы процессов взрывной фотоабляция и оптического пробоя биотканей. Виды и условия образования эффектов. Дозиметрия лазерного излучения. Методы и техника проведения лазерных хирургических процедур.	4

<p>Конструктивные особенности и применение лазерных терапевтических и хирургических комплексов.</p>	<p>Устройство и конструкционные особенности лазерных комплексов терапевтического и хирургического назначения. Обзор современных достижений в области лазерной терапии и хирургии, перспективы развития. Области клинического применения.</p>	<p>2</p>
---	--	----------

## 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-технологии, 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 лагерьной медицины, что, в свою очередь, позволяет студентам существенно повысить уровень их дополнительных профессиональных компетенций.

В рамках учебного курса «Основы лазерной биомедицины» 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 «Основы лазерной биомедицины» 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 «Основы лазерной биомедицины» 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. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов;	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные физические законы и их следствия, физические принципы исследования химических, биологических и сельскохозяйственных объектов и измерения отдельных их характеристик;</li> <li>– основные законы физики, физические явления и закономерности;</li> <li>– теоретические основы физических методов анализа вещества;</li> <li>– характеристики физических факторов, оказывающих воздействие на живой организм;</li> <li>– метрологические требования при работе с физической аппаратурой, правила техники</li> </ul>	Устный опрос, письменный опрос. Написание рефератов. Коллоквиум.

		<p>безопасности работы в химической лаборатории и с физической аппаратурой;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– экологические и этические аспекты воздействий физических факторов на человека.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– создавать и анализировать на основе физических законов и их следствий теоретические модели явлений природы;</li> <li>– использовать в практике важнейшие физические измерительные приборы и приемы;</li> <li>– <i>понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области биофизики неионизирующих излучений;</i></li> <li>– использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения задач <i>в области биофизики неионизирующих излучений;</i></li> <li>– излагать и критически анализировать информацию о достижениях и перспективах внедрения методов биофизики неионизирующих излучений в практику создания новых форм растений, животных и микроорганизмов;</li> <li>– применять на практике полученные теоретические знания в области биофизики неионизирующих излучений.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– устройством используемых ими приборов и принципов их действия, приобрести навыки выполнения физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники;</li> <li>– терминологией, основными понятиями и методами биофизики неионизирующих излучений;</li> <li>– информацией о роли различных химических элементов в биохимических процессах в здоровом и больном организме.</li> </ul>	
<p>ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности</p>	<p>Выявляет и анализирует проблемы, возникающие в ходе профессиональной деятельности, основываясь на современной научной картине мира. Реализует и совершенствует новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации;</li> <li>– навыки работы с компьютером как со средством управления информацией;</li> <li>– базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего физики, математики, информатики) для решения задач профессиональной деятельности;</li> <li>– использовать для изучения доступный математический аппарат, включая методы вычислительной математики;</li> </ul>	<p>Устный опрос, письменный опрос. Написание рефератов. Коллоквиум.</p>



	<p>Проводит качественный и количественный анализ выбранного методов решения выявленной проблемы, при необходимости вносит необходимые коррективы.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– пользоваться в работе справочной и учебной литературой, находить другие методы, необходимые источники информации и работать с ними.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ориентироваться в научной литературе, критически оценивать методы для решения экспериментальных задач;</li> <li>– представить полученные результаты, подтвердить их достоверность с помощью статистических методов, представить полученные результаты устно;</li> <li>– анализировать устройство используемых ими приборов и принципов их действия, приобрести навыки выполнения физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области биофизики неионизирующих излучений;</li> <li>– экспериментальными методами подхода при решении задач использования генно-инженерных продуктов в медицине;</li> <li>– проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники;</li> <li>– устройством используемых ими приборов и принципов их действия, приобрести навыки выполнения физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники.</li> </ul>	
<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>Собирает информацию, необходимую для решения задач исследования, поставленных специалистом более высокой квалификации. 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> <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>	<p>Устный опрос, письменный опрос. Написание рефератов. Коллоквиум. Круглый стол</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> <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 неионизирующих излучений.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– 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;</li> <li>– <i>методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области биофизики неионизирующих излучений;</i></li> <li>– современными теоретическими и методологическими концепциями, лежащих в основе создания и использования генно-инженерных продуктов;</li> <li>– методами применения на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований.</li> </ul>	
--	--	---	--

## 7.2. Типовые контрольные задания

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

- **Модуль 1.**

1. Предмет, классификация и основные виды лазерной биомедицины.
2. Общие принципы, закономерности и особенности взаимодействия лазерного излучения с биообъектами. Понятие гомеостаза живых систем.
3. Строение клетки и различных биотканей. Особенности влияния патологических процессов строение биообъектов.
4. Спектрально-оптические свойства мутных и прозрачных биотканей и эндогенных хромофоров.
5. Управление оптическими свойствами мягких биотканей.
6. Технические основы и виды лазеров.

7. Конструктивные особенности и устройство лазерных комплексов медицинского назначения.
8. Физика и техника волоконных световодов.
9. Виды и устройство волоконно-оптических датчиков и измерительных зондов для биомедицинских задач.

• **Модуль 2.**

1. Стационарная спектрофотометрия и рефлектометрия биотканей. Методика определения оптических свойств.
2. Время-разрешенная спектрофотометрия биотканей.
3. Метод спектра мутности.
4. Принципы и метод оптической оксиметрии. Конструкция оптических оксиметров.
5. Стационарная и время-разрешенная флуоресцентная спектроскопия. Основные свойства и параметры флуоресцентной эмиссии.
6. Основные эндогенные флуорофоры и их спектрально-оптические свойства.
7. Влияние процессов реабсорбции и светорассеяния на формирование спектров флуоресценции.
8. Конструкционные особенности эндоскопических лазерно-флуоресцентных диагностических комплексов.
9. Флуоресцентная микроскопия биологических структур. Многофотонная микроскопия.
10. Инфракрасная спектроскопия, как метод диагностики патологического состояния биотканей.
11. Спектроскопия комбинационного рассеяния, как метод диагностики патологического состояния биотканей.
12. Конструкционные особенности ИК-Фурье и КР-спектрометров и микроскопов.
13. Оптическая диффузионная (ОД) томография. Принципы и конструкция ОД томографов.
14. Оптическая когерентная (ОК) томография. Принципы и конструкция ОК томографов.

• **Модуль 3.**

1. Физико-биологические механизмы терапевтического действия низкоинтенсивного лазерного излучения.
2. Биостимуляция, как метод лазерной терапии.
3. Фотодинамическая терапия (ФДТ) и диагностика злокачественных новообразований.
4. Современные методы ФДТ. Виды сенсibilизаторов.
5. Фотонагрев и фотовыпаривание биотканей.
6. Лазерная интерстициальная термотерапия, области клинического применения.

7. Устройство и виды лазерных терапевтических аппаратов. Обзор основных технических средств, используемых в лазерной терапии.

• **Модуль 4.**

1. Взрывная фотоабляция биотканей.
2. Разрушение биотканей оптическим пробоем.
3. Методы лазерной хирургии, области клинического применения.
4. Эндоскопическая лазерная хирургия.
5. Дозиметрия лазерного излучения при проведении различных процедур лазерной хирургии и терапии.
6. Устройство и виды лазерных хирургических комплексов. Обзор основных технических средств, используемых в лазерной хирургии.

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

• **Примерные темы рефератов:**

1. Классификация методов лазерной медицины.
2. Влияние злокачественных процессов на строение биологических тканей и клеток.
3. Приближенные методы упругого рассеяния света.
4. Лазеры: принципы работы и свойства излучения.
5. Волоконно-оптические зонды и датчики в лазерной медицине.
6. Исследование биотканей методом спектрофотометрии интегрирующих сфер: определение коэффициентов поглощения и анизотропии светорассеяния.
7. Диагностика биотканей при помощи метода диффузной рефлектометрия пространственного разрешения.
8. Диагностика биотканей методов лазерно-индуцированной флуоресцентной спектроскопии. Конструкционные особенности флуоресцентных эндоскопических комплексов.
9. Спектроскопия инфракрасного поглощения, как метод диагностики биологических тканей.
10. Спектроскопия комбинационного рассеяния, как метод диагностики биологических тканей.
11. Диагностика биотканей методом оптической диффузионной томографии. Области клинического применения.
12. Диагностика биотканей методом оптической когерентной томографии. Области клинического применения.
13. Лазерная биостимуляция, как метод лазерной терапии.
14. Фотодинамическая терапия и диагностика раковых тканей. Виды сенсibilizаторов и механизмы их взаимодействия с биоструктурами.
15. Лазерная интерстициальная термотерапии. Области клинического применения.
16. Разрушение биотканей методом взрывной фотоабляции и оптическим пробоем.

17. Методы лазерной хирургии, области клинического применения.  
Области клинического применения.

• **Методические указания к выполнению рефератов**

Целью выполнения рефератов по курсу «Основы лазерной биомедицины» является проверка знаний студентов по вопросам основ лазерной медицины, 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 «Основы лазерной биомедицины», 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 «Основы лазерной биомедицины» 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.

### **7.3. 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. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения 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 «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
- Доступ к электронной библиотеке на <http://elibrary.ru>
- Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф>
- Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
- Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.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>
- <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> – электронные учебные пособия физического факультета МГУ.
- <http://www.phys.spbu.ru/library/> – электронные учебные пособия физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета.
- Springer – <http://link.springer.com>, SCOPUS – <https://www.scopus.com>
- Web of Science – [webofknowledge.com](http://webofknowledge.com)

## 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; пометить 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>
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	<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 «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;
- 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 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.