

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет физико-технический

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Хагуров Т.А.

подпись

« 27 »

2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.03 Квантовая физика биомолекулярных систем

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки/специальность

12.03.04 Биотехнические системы и технологии

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) /

специализация **Инженерное дело в медико-биологической практике**

(наименование направленности (профиля) специализации)

Программа подготовки **академическая**

(академическая /прикладная)

Форма обучения **очная**

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация (степень) выпускника **бакалавр**

(бакалавр, магистр, специалист)

Краснодар 2018

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Программу составил(и):

С.А. Онищук, доцент

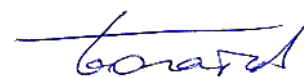

подпись

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физики и информационных систем

протокол № 15 от «06» апреля 2018г

Заведующий кафедрой физики и

информационных систем Богатов Н.М.
фамилия, инициалы

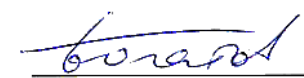

подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики и информационных систем

протокол № 15 от «06» апреля 2018г

Заведующий кафедрой физики и

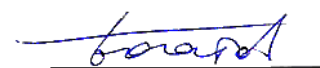
информационных систем Богатов Н.М.
фамилия, инициалы


подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № 10 от «12» апреля 2018г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.
фамилия, инициалы


подпись

Реценденты:

Шапошникова Т.Л., зав. кафедрой физики ФГБОУ ВО КубГТУ

Григорьян Л.Р., генеральный директор ООО НПФ “Мезон”

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Учебная дисциплина «Квантовая физика биомолекулярных систем» ставит своей целью рассмотрение основных понятий, законов и принципов квантовой физики применительно к живым системам.

1.2 Задачи дисциплины

Основные задачи дисциплины – изучить предпосылки развития квантовой механики; проблемы классической физики и первые квантовые теории, корпускулярно-волновой дуализм, волновые пакеты, соотношения неопределенностей, постулаты и основные понятия квантовой механики, рассеяние электромагнитного излучения (комбинационное рассеяние, эффект Комптона) и его применение к анализу свойств молекул, оптические методы исследования макромолекул, рентгеноструктурный анализ и его применение к анализу свойств молекул, ЭПР и ЯМР и их использование в медицине, зонную теорию твердого тела, принцип работы лазера, типы лазеров и их технические характеристики, взаимодействие лазерного излучения с металлами и диэлектриками, взаимодействие лазерного излучения с биологическими тканями, использование лазеров в медицине, аналитическое, терапевтическое и хирургическое применение лазеров, поглощение энергии молекулами, основные понятия квантовой фотохимии, взаимодействие фотонов с орбитальными электронами, фотохимия аминокислот и белков, механизм прохождения нервного импульса.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Квантовая физика биомолекулярных систем» по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии (квалификация (степень) "бакалавр") относится к учебному циклу дисциплин (модулей) базовой части.

В результате изучения дисциплины студенты должны получить знания, имеющие не только самостоятельное значение, но и обеспечивающие базовую подготовку для усвоения ряда последующих дисциплин.

Настоящая дисциплина находится на стыке дисциплин, обеспечивающих базовую и специальную подготовку студентов, необходимую для эксплуатации медицинского оборудования. Изучая эту дисциплину, студенты получают навыки экспериментальных измерений параметров и технических характеристик, методов измерений разнообразного медицинского оборудования. Поэтому для её освоения необходимо успешное усвоение сопутствующей дисциплины: «Оптика».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся *профессиональных компетенций (ПК)*: ПК-1, ПК-3

Компетенция	Компонентный состав компетенций		
	<u>Знает:</u>	<u>Умеет:</u>	<u>Владеет:</u>
ПК-1 Способность	- особенности современного этапа	- системно анализировать	- способами ориентирования в

представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	развития образования в мире; - способы профессионального самопознания и саморазвития;	информацию; - использовать теоретические знания для генерации новых идей);	профессиональных источниках информации (журналы, сайты, образовательные порталы и т.д.)
ПК-3 готовность формировать презентации, научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, оформлять результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях	- правовые нормы реализации педагогической деятельности и образования; - основы просвещенческой деятельности; - некоторые способы взаимодействия педагога с различными субъектами педагогического процесса;	- способы профессионального самопознания и саморазвития; - системно анализировать - бесконфликтно общаться с различными субъектами педагогического процесса; - участвовать в общественно-профессиональных дискуссиях	- способами взаимодействия с другими субъектами образовательного процесса - способами установления контактов и поддержания взаимодействия с субъектами образовательного процесса в условиях поликультурной образовательной среды

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		8			
Контактная работа, в том числе:					
Аудиторные занятия (всего):	44	44			

Занятия лекционного типа	24	24	-	-	-
Лабораторные занятия	20	20	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
Иная контактная работа:	2,2	2,2			
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:	25,8	25,8			
<i>Курсовая работа</i>	-	-	-	-	-
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>	20	20	-	-	-
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>	-	-	-	-	-
<i>Реферат</i>					
	-	-	-	-	-
Подготовка к текущему контролю	5,8				
Общая трудоемкость	час.	72	72	-	-
	в том числе контактная работа	46,2	46,2		
	зач. ед	2	2		

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основы квантовой механики.	12	4		3	5
2.	Оптический и рентгеноструктурный анализ и их применение к анализу свойств молекул	12	4		3	5
3.	ЭПР и ЯМР и их использование в медицине	14	4		5	5
4.	Применение квантовомеханических методов к биомолекулярным системам	12	4		3	5
5.	Взаимодействие лазерного излучения с биомолекулярными системами	13	4		3	6
6.	Энергоинформационный обмен в нервных волокнах	12,8	4		3	5,8
	<i>Итого по дисциплине:</i>		24		20	25,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
---	----------------------	--------------------	-------------------------

1	2	3	4
1.	Основы квантовой механики.	Предпосылки развития квантовой механики; проблемы классической физики и первые квантовые теории. Корпускулярно-волновой дуализм, волновые пакеты, соотношения неопределенностей. Постулаты и основные понятия квантовой механики. Рассеяние электромагнитного излучения (комбинационное рассеяние, эффект Комптона) и его применение к анализу свойств молекул. Оптические методы исследования макромолекул	Контрольная работа, технический отчет по лабораторным работам
2.	Оптический и рентгеноструктурный анализ и их применение к анализу свойств молекул	Оптические методы исследования веществ. Эффект Ми. Эффект Максвелла. Фотоэластический эффект. Эффект Керра. Рентгеноструктурный анализ и его применение к анализу свойств молекул. Формула Брэгга — Вульфа. Миллеровские индексы. обратную решетку. Сфера Эвальда. Функция Паттерсона. Рентгенография биополимеров.	Контрольная работа, технический отчет по лабораторным работам
3.	ЭПР и ЯМР и их использование в медицине	Спектры ядерного и электронного парамагнитного резонанса. Квантовая механика о расщеплении в магнитном поле уровней энергии частицы, обладающей магнитным моментом. Сверхтонкая (мультиплетная) структура. Использование ЭПР и ЯМР в медицине	Контрольная работа, технический отчет по лабораторным работам
4.	Применение квантовомеханических методов к биомолекулярным системам	Взаимодействие лазерного излучения с прозрачными диэлектриками. Вынужденное рассеяние Мандельштама—Бриллюэна (ВРМБ). Многофотонная ионизация. Термоупругие напряжения. Электронная лавина. Поглощающие микровключения	Контрольная работа, технический отчет по лабораторным работам
5.	Взаимодействие лазерного излучения с биомолекулярными системами	Зонная теория твердого тела. Принцип работы лазера. Типы лазеров и их технические характеристики. Взаимодействие лазерного излучения с металлами и диэлектриками. Взаимодействие лазерного излучения с биологическими тканями.	Контрольная работа, технический отчет по лабораторным работам

		Использование лазеров в медицине. Аналитическое, терапевтическое и хирургическое применение лазеров. Поглощение энергии молекулами. Основные понятия квантовой фотохимии. Взаимодействие фотонов с орбитальными электронами. Фотохимия аминокислот и белков.	
6.	Энергоинформационный обмен в нервных волокнах	Структура нервной клетки. Потенциал действия. Механизм прохождения нервного импульса.	Контрольная работа, технический отчёт по лабораторным работам

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Основы квантовой механики.	Расчет фотоэффекта	технический отчёт по лабораторным работам
2.	Оптический и рентгеноструктурный анализ и их применение к анализу свойств молекул	Расчет оптических и рентгеноструктурных параметров при исследовании биомолекулярных систем	технический отчёт по лабораторным работам
3.	ЭПР и ЯМР и их использование в медицине	Магнитно-резонансная томография	технический отчёт по лабораторным работам
4.	Применение квантовомеханических методов к биомолекулярным системам	Взаимодействие лазерного излучения с прозрачными диэлектриками и биомолекулярными соединениями	технический отчёт по лабораторным работам
5.	Взаимодействие лазерного излучения с биомолекулярными системами	Использование лазеров в медицине. Аналитическое, терапевтическое и хирургическое применение лазеров	технический отчёт по лабораторным работам
6.	Энергоинформационный обмен в нервных волокнах	Расчет потенциала действия	технический отчёт по лабораторным работам

		работам
--	--	---------

Практические занятия - не предусмотрены.

2.3.4. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы - не предусмотрены

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Основы квантовой механики.	1. Капралова В.М. Физика макромолекул. Учебное пособие СПб: из-во НИИ СупГПУ, 2011.
2	Оптический и рентгеноструктурный анализ и их применение к анализу свойств молекул	2. Степанов, Е.В. Диодная лазерная спектроскопия и анализ молекул-биомаркеров [Электронный ресурс] : монография — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2009. — 416 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2329
3	ЭПР и ЯМР и их использование в медицине	3. Свищев, Г.М. Конфокальная микроскопия и ультрамикроскопия живой клетки [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2011. — 120 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5292
4	Применение квантовомеханических методов к биомолекулярным системам	4. Фотоника биоминеральных и биомиметических структур и материалов [Электронный ресурс] : монография / Ю.Н. Кульчин [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2011. — 224 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2690
5	Взаимодействие лазерного излучения с биомолекулярными системами	
6	Энергоинформационный обмен в нервных волокнах	

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

3. Образовательные технологии

Для проведения меньшей части лекционных занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержимого, позволяющего слушателю воспринимать особенности изучаемой профессии, зачастую играющие

решающую роль в понимании и восприятии, а так же формировании профессиональных компетенций. Большая часть лекций и практические занятия проводятся с использованием доски и справочных материалов.

По изучаемой дисциплине студентам предоставляется возможность открыто пользоваться (в том числе копировать на личные носители информации) подготовленными ведущим данную дисциплину лектором материалами в виде электронного комплекса сопровождения, включающего в себя: электронные конспекты лекций; электронные варианты учебно-методических пособий для выполнения лабораторных заданий; списки контрольных вопросов к каждой теме изучаемого курса; GNU и/или GNL пакеты программ для выполнения лабораторных работ.

Проведение занятий лабораторного практикума предусмотрено частично в специализированном «учебном мультимедийном классе».

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

текущий контроль: составление и защита технического отчета по выполняемым лабораторным работам практикума. Ответы на контрольные вопросы, приведенные в описаниях работ и на дополнительные вопросы, касающиеся соответствующих разделов основной дисциплины.

итоговый контроль: зачет.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Варианты контрольной работы:

Вариант № 1

Предпосылки развития квантовой механики; проблемы классической физики и первые квантовые теории. Корпускулярно-волновой дуализм, волновые пакеты, соотношения неопределенностей.

Постулаты и основные понятия квантовой механики.

Вариант № 2

Рассеяние электромагнитного излучения (комбинационное рассеяние, эффект Комптона) и его применение к анализу свойств молекул. Оптические методы исследования макромолекул

Вариант № 3

Оптические методы исследования веществ. Рентгеноструктурный анализ и его применение к анализу свойств молекул

Вариант № 4

ЭПР и ЯМР и их использование в медицине

Вариант № 5

Зонная теория твердого тела.

Принцип работы лазера.

Типы лазеров и их технические характеристики.

Взаимодействие лазерного излучения с металлами и диэлектриками.

Взаимодействие лазерного излучения с биологическими тканями.

Использование лазеров в медицине. Аналитическое, терапевтическое и хирургическое применение лазеров.

Поглощение энергии молекулами. Основные понятия квантовой фотохимии.

Взаимодействие фотонов с орбитальными электронами. Фотохимия аминокислот и белков

Вариант № 6

Структура нервной клетки.

Потенциал действия.

Механизм прохождения нервного импульса.

Вопросы по темам, которые могут быть проверены при допуске на выполнение лабораторных работ:

Раздел 1. Основы квантовой механики

1. Что представляет собой модель атома Томсона?
2. Что представляет собой модель атома Резерфорда?
3. В чем заключается теория атома водорода по Бору?
4. Что такое постоянная Ридберга?
5. В чем заключаются опыты Франка и Герца??
6. В чем заключаются постулаты Бора
7. Как выглядит спектр атома водорода по Бору?
8. Какие были первые квантовые теории?
9. В чем заключается корпускулярно-волновой дуализм?
10. Что такое волновые пакеты?
11. Что такое соотношения неопределенностей?
12. В чем заключается эффект Комптона?
13. Что такое волны де Бройля?
14. Что такое волновая функция?
15. Что такое волновое уравнение?
16. Что такое уравнение Шредингера?
17. В чем заключается принцип причинности в квантовой механике?
18. Что такое свободная частица?
19. Что такое линейный гармонический осциллятор в квантовой механике?

Раздел 2. Оптический и рентгеноструктурный анализ и их применение к анализу свойств молекул

1. Как выглядит формула Рэлея для естественного падающего света ?
2. Как ослабляется вследствие рассеяния свет, проходящий через слой вещества?:

3. Что можно определить для растворенного вещества, зная n , n_0 — показатели преломления раствора и чистого растворителя соответственно, и весовую концентрацию c и измерив коэффициент χ , т. е. потерю света на рассеяние?
4. Для любого ли раствора справедлива аналогия с газом, на которой основывается отношение Рэлея?
5. От чего зависит в реальных растворах макромолекул набухание клубков, приводящее к взаимодействию между центрами рассеяния?
6. Как называется эффект, если условие, что размеры частиц много меньше длины волны, не выполняется, вследствие чего изменяется угловое распределение рассеяния и интенсивность света, рассеянного вперед, больше, чем рассеянного назад?
7. О чем дает ценную информацию исследование диффузного рассеяния рентгеновских лучей под малыми углами в разбавленных растворах полимеров?
8. Что называется динамооптическим эффектом?
9. Как называется двойное лучепреломление в электрическом поле называется?
10. Когда наблюдают двойное лучепреломление при динамооптическом эффекте?
11. Как называется двойное лучепреломление в потоке жидкости?
12. Каково условие дифракции (отражения) рентгеновских лучей?
13. Что дается известной формулой Брэгга — Вульфа?
14. Каково расстояние между атомами в молекулах?
15. Каким излучением пользуются чаще всего в рентгенографии?
16. Какую длину волны λ имеет $K\alpha$ -излучение?
17. Что по существу представляет собой рентгенограмма?
18. Кто впервые расшифровал структуру пенициллина в 1944 г?
19. Сколько атомов кроме атомов водорода содержит молекула пенициллина?

Раздел 3. ЭПР и ЯМР и их использование в медицине

Раздел 3. Основы ЭПР и ЯМР.

1. Что представляет собой частота Лармора?
2. Когда происходит парамагнитный резонанс?
3. Кем было открыто явление парамагнитного резонанса?
4. Какие частицы обладают ядерным спином?
5. Какой спин имеет электрон?
6. Как расщепляется энергетический уровень электрона в магнитном поле?
7. Какие атомные ядра обладают отличным от нуля моментом количества движения?
8. Какие атомные ядра имеют магнитный момент?
9. *Что такое спин-решеточная релаксация?*
10. Чем определяется ширина спектральной линии ЯМР, согласно принципу неопределенности квантовой механики,

Раздел 4. Применение квантовомеханических методов к биомолекулярным системам.

1. Что происходит в диэлектриках в процессе вынужденного рассеяния Мандельштама—Бриллюэна под воздействием лазерного излучения?
2. Что происходит в диэлектриках в процессе многофотонной ионизации под воздействием лазерного излучения?

3. Что играет доминирующую роль в инициировании разрушения твердых прозрачных диэлектриков?

Раздел 5. Взаимодействие лазерного излучения с биомолекулярными системами

1. Какова длина волны излучения азотного лазера?
2. Какова длина волны излучения гелий-неонового лазера?
3. Какова длина волны излучения неодимового лазера?
4. Какова длина волны излучения рубинового лазера?
5. Какова длина волны излучения лазера на CO_2 ?
6. Какова длина волны излучения лазера на арсениде галлия?
7. Какова длина волны излучения лазера на водороде?
8. Какова длина волны излучения аргонового лазера?
9. Какие основные требования к активатору твердотельного лазера?
10. Что такое рубин?
11. Какими свойствами обладает рубин?
12. Какую формулу имеет алюмо-иттриевый гранат?
13. Чем легируют для лазеров алюмо-иттриевый гранат?
14. Какими свойствами обладает алюмо-иттриевый гранат по сравнению с рубином?
15. Какими свойствами обладает алюмо-иттриевый гранат по сравнению с неодимовым стеклом?
16. Какие импульсы могут генерировать жидкостные лазеры на растворах красителей?
17. Какие монохроматичность и мощности излучения возможно получить в газовых гелий-неоновых лазерах?
18. Какие расходимость излучения и КПД имеют гелий-неоновые лазеры?
19. На каких переходах работает CO_2 -лазер?
20. Как зависит радиус фокального пятна при фокусировке лазерного излучения от длины волны излучения и фокусного расстояния линзы?

Раздел 6. Энергоинформационный обмен в нервных волокнах

1. Что такое аксон?
2. Чем окружен аксон?
3. Как называются аксоны, электрической активностью в которых обладает вся поверхность?
4. Из чего состоит мембрана аксона?
5. Какова толщина мембраны аксона?
6. Какова величина и длительность отдельного электрического импульса в аксоне?
7. Какова электропроводность аксоплазмы?
8. Какова разность потенциалов между внутренней и внешней поверхностями мембраны?
9. Чему равно по порядку величины удельное сопротивление аксоплазмы?
10. Каково электрическое сопротивление мембраны аксона в состоянии покоя?
11. Какова емкость мембраны аксона в состоянии покоя?
12. Чему равно сопротивление на единицу длины волокна аксона диаметром 1 мкм?
13. Какова в окружающей аксон среде концентрация ионов калия, натрия и хлора?
14. Какова в аксоплазме концентрация ионов калия, натрия и хлора?
15. Какая приблизительно развивается разность потенциалов на мембране аксона в покое?
16. Чему равно по порядку величины скорость распространения импульса по аксону?
17. Какой эмпирической формулой определяется сила порогового тока?
18. Какова продолжительность всего рефракторного состояния?

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Перечень вопросов и практических заданий, выносимых на экзамен по дисциплине «Квантовая физика биомолекулярных систем»:

1. Предпосылки развития квантовой механики.
2. Типы лазеров и их технические характеристики.
3. Проблемы классической физики и первые квантовые теории.
4. Твердотельные лазеры.
5. Корпускулярно-волновой дуализм.
6. Газовые лазеры.
7. Соотношения неопределенностей.
8. Жидкостные лазеры.
9. Основные понятия квантовой механики.
10. Молекулярные лазеры.
11. Рассеяние электромагнитного излучения и его применение к анализу свойств молекул.
12. Взаимодействие лазерного излучения с металлами.
13. Оптические методы исследования макромолекул.
14. Взаимодействие лазерного излучения с диэлектриками.
15. Рентгеноструктурный анализ и его применение к анализу свойств молекул.
16. Взаимодействие лазерного излучения с биологическими тканями.
17. ЭПР и его использование в медицине.
18. Использование лазеров в медицине.
19. ЯМР и его использование в медицине.
20. Аналитическое, терапевтическое и хирургическое применение лазеров.
21. Зонная теория твердого тела.
22. Структура нервной клетки.
23. Инверсия заселенностей.
24. Потенциал действия.
25. Принцип работы лазера.
26. Механизм прохождения нервного импульса.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.
- Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Капралова В.М. Физика макромолекул. Учебное пособие СПб: из-во НИИ СупГПУ, 2011.
2. Степанов, Е.В. Диодная лазерная спектроскопия и анализ молекул-биомаркеров [Электронный ресурс] : монография — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2009. — 416 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2329>
3. Свищев, Г.М. Конфокальная микроскопия и ультрамикроскопия живой клетки [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2011. — 120 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5292>
4. Фотоника биоминеральных и биомиметических структур и материалов [Электронный ресурс] : монография / Ю.Н. Кульчин [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2011. — 224 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2690>
5. Квантовая физика. Основные законы [Текст] : [учебное пособие для вузов] / И. Е. Иродов. - 3-е изд., стер. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 256 с. - (Общая физика). - ISBN 9785996302826.
6. Квантовая механика и квантовая химия [Электронный ресурс] : в 2-х ч. : учебник и практикум для академического бакалавриата . Ч. 1 / Н. Ф. Степанов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2017. - 233 с. - <https://biblio-online.ru/book/B748D8AF-B899-4DDD-9C8E-795ECEEE3F963>.
7. Квантовая механика и квантовая химия [Электронный ресурс] : в 2-х ч. : учебник и практикум для академического бакалавриата. Ч. 2 / А. И. Ермаков. - Москва : Юрайт, 2017. - 402 с. - <https://biblio-online.ru/book/6149CFF0-5AE4-4BC0-AA0D-6284AE6BCED3>.
8. Квантовая механика и квантовая химия [Электронный ресурс] : в 2-х ч. : учебник и практикум для академического бакалавриата . Ч. 1 / А. И. Ермаков. - Москва : Юрайт, 2017. - 183 с. - <https://biblio-online.ru/book/F55EE297-33DF-4B10-B7F7-E9197C0F1490>.
9. Физика: оптика. Элементы атомной и ядерной физики. Элементарные частицы [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / С. И. Кузнецов. - Москва : Юрайт, 2018. - 301 с. - <https://biblio-online.ru/book/F3137DF8-BE69-4CDA-A647-4727B9830251>.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

Дополнительная литература:

1. Рубин А. Б. Биофизика: учебник для студентов вузов : [в 2 т.] Т. 2 Биофизика клеточных процессов/А. Б. Рубин ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова 3-е изд., испр. и доп. -М.: Наука, 2004

2. Рубин, Андрей Борисович Биофизика: учебник для студентов вузов : [в 2 т.] Т. 1 Теоретическая биофизика/А. Б. Рубин ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова 3-е изд., испр. и доп. -М.: Наука, 2004

6 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Ссылка	Пояснение
1.	http://www.book.ru	BOOK.ru – электронная библиотечная система (ЭБС) современной учебной и научной литературы. Библиотека BOOK.ru содержит актуальную литературу по всем отраслям знаний, коллекция пополняется электронными книгами раньше издания печатной версии.
2.	http://www.ibooks.ru	Айбукс.ру – электронная библиотечная система учебной и научной литературы. В электронную коллекцию включены современные учебники и пособия ведущих издательств России.
3.	http://www.sciencedirect.com	Платформа ScienceDirect обеспечивает всесторонний охват литературы из всех областей науки, предоставляя доступ к более чем 2500 наименований журналов и более 11000 книг из коллекции издательства «Эльзевир», а также огромному числу журналов, опубликованных престижными научными сообществами. Полнотекстовая база данных ScienceDirect является непревзойденным Интернет-ресурсом научно-технической и медицинской информации и содержит 25% мирового рынка научных публикаций.
4.	http://www.scopus.com	База данных Scopus индексирует более 18 тыс. наименований журналов от 5 тыс. международных издательств, включая более 300 российских журналов. Непревзойденная поддержка в поиске научных публикаций и предоставлении ссылок на все вышедшие рефераты из обширного объема доступных статей. Возможность получения информации о том, сколько раз ссылались другие авторы на интересующую Вас статью, предоставляется список этих статей. Отслеживание своих публикаций с помощью авторских профилей, а так же работы своих соавторов и соперников.
5.	http://www.scirus.com	Scirus – бесплатная поисковая система для поиска научной информации.
6.	http://www.elibrary.ru	Научная электронная библиотека (НЭБ) содержит полнотекстовые версии научных изданий ведущих зарубежных и отечественных издательств.
7.	http://diss.rsl.ru	«Электронная библиотека диссертаций» Российской Государственной Библиотеки (РГБ) в настоящее время содержит более 400 000 полных текстов наиболее часто запрашиваемых читателями диссертаций. Ежегодное оцифровывание от 25000 до 30000 диссертаций.

8.	http://moodle.kubsu.ru	Среда модульного динамического обучения
----	---	---

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Сопровождение самостоятельной работы студентов организовано в следующих формах:

- выполнение дополнительных заданий в лабораторных работах.

По итогам выполнения каждой лабораторной работы студент составляет подробный отчёт, опираясь на который должен в беседе с преподавателем продемонстрировать знание теоретического и экспериментального материала, относящегося к работе. Проверка знаний студента основана на контрольных вопросах, приведенных в описании работы и дополнительных вопросах, касающихся соответствующих разделов дисциплины.

- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы.

- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

График самостоятельной работы студента приведен в Приложении 1

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) Перечень необходимого программного обеспечения

1. Операционная система MS Windows или Linux.
2. GNU демо пакет программ САПР Micro-Cap.
3. Интегрированное офисное приложение.
4. ПО для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – ауд. 201, корп. С (ул. Ставропольская, 149) Оснащение: демонстрационное мультимедийное оборудование: проектор, компьютер, аудиосистема, экран; Компьютерная техника с подключением к сети «Интернет», демонстрационный стол, типовой комплект плакатов, типовой комплект демонстраций, комплект учебной мебели, доска учебная.
2.	Лабораторные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа – ауд. 132 корп. С (ул. Ставропольская, 149).

		Мультимедийная аудитория с выходом в ИНТЕРНЕТ: комплект учебной мебели, доска учебная, учебные ПЭВМ, ПЭВМ преподавателя 1 шт. Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа – ауд. 148, корп. С (ул. Ставропольская, 149). Оснащен: комплект учебной мебели, доска учебная, проектор, доска интерактивная.
3.	Самостоятельная работа	Учебная аудитория для самостоятельной работы – ауд. 204, 213 корп. С (ул. Ставропольская, 149) Компьютерная техника с возможностью подключения к сети “Интернет”, программным обеспечением в режиме подключения к терминальному серверу, программой экранного увеличения и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.