Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора ИФБиБТ
_____/В.В. Шишов/
«_27_» _января_____2022 г.
Институт фундаментальной биологии
и биотехнологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.04 БИОФИЗИКА

Направление подготовки / специальность
06.06.01 Биологические науки

Направленность (профиль) подготовки / специализация
03.01.02 Биофизика

Красноярск 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе 06.06.01 Биологические науки

Направление профиля/специализации 03.01.02 Биофизика

Программу составили: д.ф.-м.н., проф. С.И. Барцев
д.б.н., проф. В.А. Кратасюк

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Дисциплина «Биофизика» изучает физические и химические процессы, лежащие в основе функционирования биологических систем, механизмов функционирования и регулирования деятельности биологических систем. Знания необходимы для осмысленного применения физических и биофизических методов исследования состояния биологических объектов, управления их состоянием при использовании энергетических и информационных воздействий. Целью изучения дисциплины является освоение фундаментальных основ современной биофизики, приобретение навыков решения задач и проблем, связанных как с теоретическими основами, так и ключевыми методами биофизических исследований биологических объектов.

Дисциплина «Биофизика» является основой для подготовки к сдаче кандидатского минимума по направленности (профилю), выполнения научно-исследовательской работы по теме диссертации, прохождения научно-исследовательской и научно-педагогических практик, выполнения и защиты кандидатской диссертации.

1.2 Задачи изучения дисциплины

К задачам изучения дисциплины относятся:

- углубленное изучение методологических и теоретических основ биофизики;
- формирование умений и навыков самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области биофизики.

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

Выпускник аспирантуры является специалистом высшей квалификации и подготовлен:

- к самостоятельной, в том числе руководящей научно-исследовательской деятельности, требующей широкой фундаментальной подготовки в современных направлениях биофизики и биологии, глубокой специализированной подготовки в выбранном направлении, владения навыками современных биофизических методов исследования;
- к научно-педагогической работе в высших и средних специальных учебных заведениях различных форм собственности.

В соответствии с целями основной образовательной программы аспирант должен обладать следующими компетенциями:

а) универсальными:

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5);

общепрофессиональными:

- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

- готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2);

профессиональными:

- способность выбирать наиболее перспективные направления исследования в области биофизики и биологии (ПК-6);

- способность планировать и самостоятельно или в научном коллективе проводить исследования в области биофизики и биологии, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать результаты научных исследований (ПК-7);

- способность выбирать соответствующие математические методы и выполнять математическую обработку экспериментальных исследований в области биофизики и биологии (ПК-8);

- способность разрабатывать физические, химические и математические модели для изучения биологических систем (ПК-9).

По окончании изучения дисциплины аспирант
должен знать:

- структуру и правила организации научных текстов разных типов;
- устройство и организацию международной системы научных публикаций;

должен уметь:

- самостоятельно формировать научную тематику;
- организовывать и вести научно-исследовательскую деятельность по избранной научной специальности;

должен владеть:

- навыками использования принципов и методик научных исследований на современном уровне;
- современными информационными технологиями, включая методы получения, обработки и хранения научной информации.

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы высшего образования

Дисциплина «Биофизики» раскрывает содержание современной биофизики и осваивается в течение семестра. Для успешного освоения предлагаемой дисциплины в полном объеме необходимо изучение дисциплины «История и методология биофизики», «Спецсеминар: современные проблемы биофизики, биологии и биотехнологии». Некоторые модули дисциплины «Биофизика» служат основой для прохождения аспиранта научно-исследовательской и научно-педагогических практик.

Дисциплина «Биофизика» входит в вариативную часть образовательной программы.

1.5 Особенности реализации дисциплины.

Дисциплина реализуется на русском языке.

Программой предусмотрено следующие виды занятий: чтение лекций и самостоятельная работа аспирантов. При проведении занятий используются интерактивные методы обучения: лекция-визуализация, проблемная лекция, работа в малых группах и др.

2 Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего зачетных единиц (часов)	Семестр	
		3	4
Общая трудоемкость дисциплины	**6 (216)**	**3(108)**	**3 (108)**
Аудиторные занятия:	**1(36)**	**0,5(18)**	**0,5(18)**
занятия лекционного типа	1(36)	0,5(18)	0,5(18)
Самостоятельная работа:	**4(144)**	**2,5(90)**	**1,5(36)**
изучение теоретического курса (ТО)	4(144)	2,5(90)	1,5(54)
Вид контроля (зачет, экзамен)	**экзамен 1(36)**	**зачет**	**экзамен 1(36)**

3. Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Модуль 1. Теоретическая биофизика	6	-	-	8	УК-1, 3-5; ОПК-1, 2; ПК- 6-9.
2	Модуль 2. Молекулярная биофизика	8	-	-	7	УК-1, 3-5; ОПК-1, 2; ПК- 6-9.
3	Модуль 3. Биофизика клеточных процессов. Биофизика мембранных процессов	8	-	-	7	УК-1, 3-5; ОПК-1, 2; ПК- 6-9.
4	Модуль 4. Биофизика фотобиологических процессов	8	-	-	8	УК-1, 3-5; ОПК-1, 2; ПК- 6-9
5	Модуль 5. Радиационная биофизика	6	-	-	6	УК-1, 3-5; ОПК-1, 2; ПК- 6-9

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах

			всего	в том числе, в инновационной форме
1	Модуль 1. Теоретическая биофизика	Предмет и задачи биофизики. 1.1Кинетика биологических процессов. 1.2Термодинамика биологических процессов.	6	
2	Модуль 2. Молекулярная биофизика	2.1Пространственная организация биополимеров. 2.2Динамические свойства глобулярных белков. 2.3Электронные свойства биополимеров.	8	
3	Модуль 3. Биофизика клеточных процессов. Биофизика мембранных процессов	3.1Структура и функционирование биологических мембран. 3.2Биофизика процессов транспорта веществ через биомембраны и биоэлектрогенез. 3.3 Биофизика сократительных систем. 3.4 Биофизика рецепции.	8	
4	Модуль 4. Биофизика фотобиологических процессов	4.1Механизмы трансформации энергии в первичных фотобиологических процессах. 4.2Биофизика фотосинтеза. 4.3Фоторегуляторные и фотодеструктивные процессы. 4.4 Экологическая биофизика.	8	
5	Модуль 5. Радиационная биофизика	5.1Электромагнитные излучения и поля в природе, технике и жизни человека. 5.2Биологическое действие ионизирующих излучений.	6	

Модуль 1. Теоретическая биофизика

Предмет и задачи биофизики. Биологические и физические процессы и закономерности в живых системах. Методологические вопросы биофизики. История развития отечественной биофизики. Задачи биофизики в практике народного хозяйства.

1.1 Кинетика биологических процессов.

Основные особенности кинетики биологических процессов. Описание динамики биологических процессов на языке химической кинетики. Математические модели. Задачи математического моделирования в биологии. Общие принципы построения математических моделей биологических систем. Понятие адекватности модели реальному объекту. Динамические модели биологических процессов. Линейные и нелинейные процессы. Методы качественной теории дифференциальных уравнений в анализе динамических свойств биологических процессов. Понятие о фазовой плоскости и фазовом портрете системы. Временная иерархия и принцип «узкого места» в биологических системах. Управляющие параметры. Быстрые и медленные переменные.

Способы математического описания пространственно неоднородных систем.

Стационарные состояния биологических систем. Множественность стационарных состояний. Устойчивость стационарных состояний.

Модели триггерного типа. Примеры. Силовое и параметрическое переключение триггера. Гистерезисные явления. Колебательные процессы в биологии. Автоколебательные режимы. Предельные циклы и их устойчивость. Примеры.

Представления о пространственно неоднородных стационарных состояниях (диссипативных структурах) и условиях их образования.

Кинетика ферментативных процессов. Особенности механизмов ферментативных реакций. Понятие о физике ферментативного катализа.

Кинетика простейших ферментативных реакций. Условия реализации стационарности. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Влияние модификаторов на кинетику ферментативных реакций. Применение метода графов для исследования стационарной кинетики ферментативных реакций. Общие принципы анализа более сложных ферментативных реакций.

Влияние температуры на скорость реакций в биологических системах. Взаимосвязь кинетических и термодинамических параметров. Роль конформационных свойств биополимеров.

1.2 Термодинамика биологических процессов.

Классификация термодинамических систем. Первый и второй законы термодинамики в биологии. Теплоемкость и сжимаемость белковых глобул. Расчеты энергетических эффектов реакций в биологических системах. Характеристические функции и их использование в анализе биологических процессов.

Изменение энтропии в открытых системах. Постулат Пригожина. Термодинамические условия осуществления стационарного состояния. Связь между величинами химического сродства и скоростями реакций. Термодинамическое сопряжение реакций и тепловые эффекты в биологических системах.

Понятие обобщенных сил и потоков. Линейные соотношения и соотношения взаимности Онзагера. Термодинамика транспортных процессов. Стационарное состояние и условия минимума скорости прироста энтропии. Теорема Пригожина.

Применение линейной термодинамики в биологии. Термодинамические характеристики молекулярно-энергетических процессов в биосистемах. Нелинейная термодинамика.

Общие критерии устойчивости стационарных состояний и перехода к ним вблизи и вдали от равновесия.

Связь энтропии и информации в биологических системах.

Модуль 2. Молекулярная биофизика

2.1 Пространственная организация биополимеров.

Макромолекула как основа организации биоструктур. Пространственная конфигурация биополимеров. Статистический характер конформации биополимеров.

Условия стабильности конфигурации макромолекул. Фазовые переходы. Переходы глобула- клубок. Кооперативные свойства макромолекул. Типы объемных взаимодействий в белковых макромолекулах. Водородные связи: силы Ван-дер-Ваальса; электростатические взаимодействия; поворотная изомерия и энергия внутреннего вращения. Расчет общей конформации энергии био-полимеров.

Факторы стабилизации макромолекул, надмолекулярных структур и биомембран.

Взаимодействие макромолекул с растворителем. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биоструктурах. Переходы спираль-клубок.

Особенности пространственной организации белков и нуклеиновых кислот. Модели фибриллярных и глобулярных белков. Количественная структурная теория белка.

2.2 Динамические свойства глобулярных белков.

Структурные и энергетические факторы, определяющие динамическую подвижность белков. Гиперповерхности уровней конформационной энергии.

Динамическая структура олигопептидов и глобулярных белков; конформационная подвижность. Методы изучения конформационной подвижности: изотопный обмен, люминесцентные методы, ЭПР, гамма- резонансная спектроскопия, ЯМР высокого разрешения, импульсные методы ЯМР, методы молекулярной динамики. Авто- и кросскорреляционные функции торсионных углов и межатомных расстояний. Карты уровней свободной энергии пептидов.

Результаты исследования конформационной подвижности. Ограниченная диффузия. Типы движения в белках. Иерархия амплитуд и времен релаксации конформационных движений. Связь характеристик конформационной подвижности белков с их функциональными свойствами. Динамика электронно-конформационных переходов. Роль воды в динамике белков. Роль конформационной подвижности в формировании ферментов и транспортных белков.

2.3 Электронные свойства биополимеров.

Электронные уровни в биополимерах. Основыне типы молекулярных орбиталей и электронных состояний, л-электроны, энергия делокализации. Схема Яблонского для сложных молекул. Принцип Франка - Кондона и законы флуоресценции. Люминесценция биологически важных молекул. Механизмы миграции энергии: резонансный механизм, синглет-синглетный и триплет-триплетный переносы, миграция экситона. Природа гиперхромного и гипохромного эффектов. Оптическая плотность.

Возбужденные состояния и трансформация энергии в биоструктурах. Перегос электрона в биоструктурах. Различные физические модели переноса электрона. Туннельный эффект. Туннелирование с участием виртуальных уровней. Электронно-конформационные взаимодействия и релаксационные процессы в биоструктурах.

Современные представления о механизмах ферментативного катализа. Электронно-конформационные взаимодействия в фермент-субстратном комплексе. Образование многоцентровой активной конфигурации.

3. Биофизика клеточных процессов. Биофизика мембранных процессов

3.1 Структура и функционирование биологических мембран.

Мембрана как универсальный компонент биологических систем. Развитие представлений о структурной организации мембран. Характеристика мембранных белков. Характеристика мембранных липидов. Динамика структурных элементов мембраны. Белок - липидные взаимодействия. Вода как составной элемент биомембран.

Модельные мембранные системы. Монослой на границе раздела фаз. Бислойные мембраны. Протеолипосомы.

Физико-химические механизмы стабилизации мембран. Особенности фазовых переходов в мембранных системах. Вращательная и трасляционная подвижность фосфолипидов, флип-флоп переходы. Подвижность мембранных белков. Влияние внешних (экологических) факторов на структурно-функциональные характеристики биомембран.

Поверхностный заряд мембранных систем; происхождение электрокинетического потенциала. Явление поляризации в мембранах. Дисперсия электропроводности, емкости, диэлектрической проницаемости. Зависимость диэлектрических потерь от частоты. Особенности структуры живых клеток и тканей, лежащие в основе их электрических свойств.

Свободные радикалы при цепных реакциях окисления липидов в мем-бранах и других клеточных структурах. Образование свободных радикалов в тканях в норме и при патологических процессах. Роль активных форм кислорода. Антиоксиданты, механизм их биологического действия. Естественные антиоксиданты тканей и их биологическая роль.

3.2 Биофизика процессов транспорта веществ через биомембраны и биоэлектрогенез.

Пассивный и активный транспорт веществ через биомембраны.

Транспорт неэлектролитов. Проницаемость мембран для воды. Простая диффузия. Ограниченная диффузия. Связь проницаемости мембран с растворимостью проникающих веществ в липидах. Облегченная диффузия. Транспорт Сахаров и аминокислот через мембраны с участием переносчиков. Пиноцитоз.

Транспорт электролитов. Электрохимический потенциал. Ионное равновесие на границе мембрана-раствор. Профили потенциала и концентрации ионов в двойном электрическом слое. Равновесие Доннана. Пассивный транспорт; движущие силы переноса ионов. Электродиффузионное уравнение Нернста-Планка. Уравнения постоянного поля для

потенциала и ионного тока. Проницаемость и проводимость. Соотношение односторонних потоков (соотношение Уссинга).

Потенциал покоя, его происхождение. Активный транспорт. Электрогенный транспорт ионов. Участие АТФаз в активном транспорте ионов через биологические мембраны. Ионные каналы; теория однорядного транспорта. Ионофоры: переносчики и каналообразующие агенты. Ионная селективность мембран (термодинамический и кинетический подходы). Модель параллельно функционирующих пассивных и активных путей переноса ионов.

Потенциал действия. Роль ионов Na и К в генерации потенциала действия в нервных и мышечных волокнах; роль ионов Са и С1 в генерации потенциала действия у других объектов.

Кинетика изменений потоков ионов при возбуждении. Механизмы активации и инактивации каналов.

Описание ионных токов в модели Ходжкина-Хаксли. Воротные токи. Математическая модель нелинейных процессов мембранного транспорта. Флутуакции напряжения и проводимости в модельных и биологических мембранах.

Распространение возбуждения. Кабельные свойства нервных волокон. Проведение импульса по немиелиновым и миелиновым волокнам. Математические модели процесса распространения нервного импульса. Физико-химические процессы в нервных волокнах при проведении рядов импульсов (ритмическое возбуждение). Энергообеспечение процессов распространения возбуждения.

Основные понятия теории возбудимых сред.

3.3 Молекулярные механизмы процессов энергетического сопряжения.

Связь транспорта ионов и процесса переноса электрона в хлоропластах и митохондриях. Локализация электронтранспортных цепей в мембране; структурные аспекты функционирования связанных с мембраной переносчиков; ассиметрия мембраны.

Основные положения теории Митчела; электрохимический градиент протонов; энергизированное состояние мембран; роль векторной 1-Г-АТФазы. Сопрягающие комплексы, их локализация в мембране; функции отдельных субъединиц; конформационные перестройки в процессе образования макроэрга.

Протеолипосомы как модель для изучения механизма энергетического сопряжения. Бактериородопсин как молекулярный фотоэлектрический генератор. Физические аспекты и модели энергетического сопряжения.

3.4 Биофизика сократительных систем.

Основные типы сократительных и подвижных систем. Молекулярные механизмы подвижности белковых компонентов сократительного аппарата мышц. Принципы преобразования энергии в механохимических системах. Термодинамические, энергетические и мощностные характеристики сократительных систем.

Функционирование поперечнополосатой мышцы позвоночных. Модели Хаксли, Дещеревского, Хилла.

Молекулярные механизмы немышечной подвижности.

3.5 Биофизика рецепции.

Гормональная рецепция. Общие закономерности взаимодействия лигандов в рецепторами; равновесное связывание гормонов. Роль структуры плазматической мембраны в процессе передачи гормонального сигнала. Рецептор - опосредованный внутриклеточный транспорт. Представления о цитоплазменно-ядерном транспорте. Методы исследования гормональных рецепторов.

Сенсорная рецепция. Проблема сопряжения между первичным взаимодействием внешнего стимула с рецепторным субстратом и генерацией рецепторного (генераторного) потенциала. Общие представления о структуре и функции рецепторных клеток. Место рецепторных процессов в работе сенсорных систем.

Фоторецепция. Строение зрительной клетки. Молекулярная организация фоторецепторной мембраны; динамика молекулы зрительного пигмента в мембране.

Зрительные пигменты: классификация, строение, спектральные характеристики; фотохимические превращения родопсина. Ранние и поздние рецепторные потенциалы. Механизмы генерации позднего рецепторного потенциала.

Механорецепция. Рецепторные окончания кожи, проприорецепторы. Механорецепторы органов чувств: органы боковой линии, вестибулярный аппарат, кортиев орган внутреннего уха. Общие представления о работе органа слуха. Современные представления о механизмах механорецепции; генераторный потенциал. Электрорецепция.

Хеморецепция. Обоняние. Восприятие запахов: пороги, классификация запахов.

Вкус. Вкусовые качества. Строение вкусовых клеток. проблема вкусовых рецепторных белков.

Рецепция медиаторов и гормонов. Проблема клеточного узнавания. Механизмы взаимодействия клеточных поверхностей.

4. Биофизика фотобиологических процессов

4.1Механизмы трансформации энергии в первичных фотобиологических процессах.

Взаимодействие квантов с молекулами. Эволюция волнового пакета и результаты фемптосекундной спектроскопии. Первичные фотохимические реакции.

Основные стадии фотобиологического процесса. Механизмы фотобиологических и фотохимических стадий. Кинетика фотобиологических процессов.

Проблемы разделения зарядов и переноса электрона в первичном фотобиологическом процессе. Роль электронно-конформационных взаимодействий.

4.2 Биофизика фотосинтеза.

Структурная организация и функционирование фотосинтетических мембран. Фотосинтетическая единица. Два типа пигментных систем и две световые реакции. Организация и функционирование фотореакционных центров. Проблемы первичного акта фотосинтеза. Электронно-конформационные взаимодействия. Фотоинформационный переход.

Кинетика и физические механизмы переноса электрона в электрон-транспортных цепях при фотосинтезе. Механизмы сопряжения окислительно-восстановительных реакций с трансмембранным переносом протона. Механизмы фотоингибирования.

Особенности и механизмы фотоэнергетических реакций бактериородопсина и зрительного пигмента родопсина.

4.3 Фоторегуляторные и фотодеструктивные процессы.

Основные типы фоторегуляторных реакций растительных и микробных организмов: фотоморфогенез, фототропизм, фототаксис, фотоиндуцированный каротиногенез. Спектры действия, природа фоторецепторных систем, механизмы первичных фотореакций.

Фитохром - универсальная фоторецепторная система регуляции метаболизма растений. Молекулярные свойства и спектральные характеристики фитохрома. Механизм обратимой фотоконверсии двух форм фитохрома. Понятие о фотохромных молекулах и фотохромном механизме фотоактивации ферментов.

Фотохимические реакции в белках, липидах и нуклеиновых кислотах. ДНК как основная внутриклеточная мишень при летальном и мутагенном действии ультрафиолетового света. Фотосенсибилизированные и двухквантовые реакции при повреждении ДНК. Механизмы фотодинамических процессов. Защита ДНК некоторыми химическими соединениями.

Эффекты фоторепарации и фотозащиты. Ферментативный характер и молекулярный механизм фотореактивации. Роль фотоиндуцированного синтеза биологически активных соединений в процессе фотозащиты. Механизм фотосинергетических реакций при комбинированном действии разных длин волн ультрафиолетового света.

4.4 Экологическая биофизика.

Адаптация, устойчивость и надежность биологических систем разного уровня организации: клеток, организмов, популяций. Разнообразие ответных реакций индивидуумов в клеточных ансамблях и популяциях. Энергетической стоимость физиологических процессов и ее изменениях в неблагоприятных условиях. Структура популяции как отражение ее функционального состояния. Типизация особей в популяциях. Прогнозирование динамики численности популяции.

Классификация воздействий. Слабые (фоновые) воздействия. Космические и периодические воздействия. Естественный радиационный фон и уровень радона в среде. Проблема озоновой дыры. ЭМ- излучения космических и земных источников. Магнитные поля Солнца, звезд, галактик и других объектов Вселенной. Циклы солнечной активности, их влияние на Землю. Свет и биоритмы. Биологические часы.

Действие оптического излучения. Фотосинтез в море. Причины лимитирования первичной продукции. Фотоингибирование и фотодеструкция. Фоторегуляция роста растения. Оптические свойства листьев высших растений и спектральные методы оценки функционального состояния фотосинтетического аппарата.

Действие УФ- излучения. Молекулярные механизмы фотоповреждения ДНК при действии УФ излучения экологического диапазона. Клеточные системы репарации ДНК. Фотоповреждение и фотореактивация микроорганизмов. Комбинированное действие излучения разных длин волн на клетку. Ферментативная реактивация. Молекулярные механизмы действия фотолиазы.

Окислительный стресс. Молекулярные механизмы повреждающего действия кислорода. Пути световой и темновой активации молекулярного кислорода. Ферментативные и неферментативные реакции. Роль свободно-радикальных реакций и синглетного кислорода. Методы изучения окисли-тельных деструктивных процессов в биологических системах. Природные фотосенсибилизаторы фотодеструктивных процессов. Повреждения растений при действии гербицидов, загрязнителей атмосферы, токсических веществ, заболеваниях. Фагоцитоз и сверхчувствительность в связи с иммунитетом животных и растительных организмов. Старение растений, продукты деградации липидов и пигментов.

Молекулярные механизмы адаптации живых организмов к экстремальным факторам внешней среды (температурам, освещению, засолению, действию ксенобиотиков, гипоксии и гипероксии).

Оценка состояния среды обитания. Предельно допустимые концентрации и биотестирование. Методология биотестирования. Дистанционные методы. Практическое использование биотестирования для оценки качества среды.

Модуль 5. Радиационная биофизика

5.1 Электромагнитные излучения и поля в природе, технике и жизни человека.

Общая физическая характеристика ионизирующих и неионизирующих излучений. Излучения как инструмент исследований структуры и свойств молекул. Гамма- и рентгеновские лучи. Рентгеноструктурный анализ, лучевая ультрамикрометрия, радиационно-химические методы. Ультрафиолетовое и видимое излучения. Спектроскопия в УФ и видимой области. Лазерная спектроскопия, исследования электронно-вращательных спектров, фотохимические методы исследования. Инфракрасное излучение, инфракрасная спектроскопия. Радиочастоты: СВЧ, УВЧ, ВЧ НЧ. Микроволновая спектроскопия, спектроскопия ЭПР, ЯМР, диэлектрическая спектроскопия, методы электропроводности.

Использование различных видов излучений в медицине, технике и сельском хозяйстве.

Естественный радиационный фон и уровень радона в среде. Проблема озоновой дыры. ЭМИ и ЭМП космических и земных источников. Магнитные поля Солнца, звезд, галактик и других объектов Вселенной. Циклы Солнечной активности, их влияние на Землю. Свет и биоритмы. Биологические часы.

Специфика первичных (физических) механизмов действия различных видов излучений на молекулы. Поглощение и размен энергии. Конечный биологический эффект при действии ионизирующих и неионизирующих излучений на биологические объекты и системы.

5.2 Биологическое действие ионизирующих излучений.

Первичные и начальные биологические процессы поглощения энергии ионизирующих излучений. Механизмы поглощения рентгеновских и гамма-излучений, нейтронов, заряженных частиц. Экспозиционные и поглощенные дозы излучений. Единицы активности радионуклеотидов. Единицы доз ионизирующих излучений. Фактор изменения дозы облучения. Зависимость относительной биологической эффективности от линейных потерь энергии излучений. Индивидуальные и стационарные дозиметры.

Понятия «малые» и «большие» дозы радиации. Стохастические и статистические эффекты.

Инактивация молекул в результате прямого и непрямого действия ионизирующих излучений. Дозовые зависимости. Прямое действие радиации на ферменты, белки, нуклеиновые кислоты, липиды, углеводы. Первичные процессы, приводящие к инактивации макромолекул при прямом действии радиации. Первичные продукты радиолиза и дальнейшая судьба облученных макромолекул. Радиочувствительность молекул. Радиолиз воды и липидов. Взаимодействие растворенных молекул с продуктами радиолиза растворителей. Эффект Дейла. Образование возбужденных молекул, ионов и радикалов. Количественная характеристика непрямого действия радиации в растворах. Роль модификаторов в радиолизе молекул.

Радиационная биофизика клетки. Количественные характеристики гибели облученных клеток. Репродуктивная и интерфазная гибель клеток. Апоптоз. Принцип попадания, концепция мишени. Эволюция этих понятий. Стохастические модели.

Основы микродозиметрии ионизирующих излучений. Первичные физико-химические процессы в облученной клетке. Анализ механизмов лучевого поражения клеток. Роль молекулярных механизмов репарации ДНК и репарационных ферментов в лучевом поражении клетки. Роль повреждения биологических мембран в радиационных нарушениях клетки. Окислительные процессы в липидах и антиокислительные системы, участвующие в первичных биофизических и последующих лучевых реакциях.

Восстановительные процессы при лучевом поражении клетки.

Модификация лучевого поражения клетки.

Радиационная биофизика сложных систем. Временные и дозовые эффекты радиации. Сравнительная радиочувствительность биологических объектов и систем. Действие малых доз и хронического облучения. Отдаленные последствия малых доз радиации на организм. Особенности действия внешнего и инкорпорированного, общего и локального, острого и хронического, однократного и многократного облучения организмов разными типами радиации.

Этапы ответных реакций на острое облучение: физический, биофизический и общебиологический. Синдромы острого лучевого поражения: костно-мозговой, кишечный и церебральный. Критические органы и системы. Критические процессы лучевого поражения. Лучевой токсический эффект. Роль биофизических исследований сложных систем в анализе первичных и последующих лучевых процессов. Проблема риска. Факторы, модифицирующие лучевое поражение: радиопротекторы и радиосенсибилизаторы, их химическая природа и биологическое действие. Эндогенный фон радиорезистентности. Лучевые реакции и стресс. Кислородный эффект и механизмы его проявления.

Особенности химической защиты организма от действия малых доз и хронического облучения.

3.3 Занятия семинарского типа

Учебным планом не предусмотрено.

3.4 Лабораторные занятия

Учебным планом не предусмотрено.

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

1. Биология и биофизика развития [электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие для самостоят. работы / Сиб. федерал. ун-т; сост. Н.А. Сетков. - электрон. текстовые дан. (pdf, 216 Кб). - Красноярск: СФУ, 2012. - 11 с. - *http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/b28/i-826772.pdf*
2. Биофизика: учеб.-метод. пособие для самостоят. работы / Сиб. федерал. ун-т; сост. С.И. Барцев и др. - Красноярск: СФУ, 2012. - 18 с.
3. Биофизика популяций [электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие для самостоятельной работы / Сиб. федерал. ун-т; сост.: Д.Ю. Рогозин, Н.С. Печуркин. - электрон. текстовые дан. (pdf, 221 Кб). - Красноярск: СФУ, 2012. - 12с.
4. Биофизика сложных систем [электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие для самост. Работы / Сиб. федерал. ун-т; сост.: И.В. Свилдерская. - Электрон. текстовые дан. (pdf, 202 Кб). - Красноярск: СФУ, 2012. - 10с.- *http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/b28/i-675149.pdf*
5. Биофизика сложных систем: учеб.-метод. пособие для самостоятельной работы / Сиб. федерал. ун-т; сост. И.В. Свидерская. - Красноярск: СФУ, 2012. - 10с.
6. Биофизика: учеб.-метод. пособие для самостоят. работы / Сиб. федерал. ун-т; сост. С. И. Барцев и др. - Красноярск: СФУ, 2012. - 18 с.
7. История и метология физики: учебно-метод. пособие по самостоят. работе / Сиб. федерал. ун-т; сост. С.И. Барцев. - Красноярск: СФУ, 2012. - 10 с.
8. Математические методы в биофизических исследованиях. Спецсеминар. Практические занятия: учебно-метод. пособие / Сиб. федерал. ун-т; сост. С.И. Барцев. Электрон. текстовые дан. (pdf, 193 Кб) - Красноярск: СФУ, 2012. - 6 с. *http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/b28/i-243408.pdf*
9. Математические методы в биофизических исследованиях. Спецсеминар.Самостоятельная работа: учебно-метод. пособие/ Сиб. федерал. ун-т; сост. С.И. Барцев. - Красноярск: СФУ, 2012. - 10 с.
10. Проблемы динамики устойчивого развития биосферы: учеб.-метод. пособие для самостоят. работы / Сиб. федерал. ун-т; сост. С.И. Барцев - Красноярск: СФУ, 2012. - 11 с.
11. Проблемы динамики устойчивого развития биосферы: учеб.-метод. пособие для самостоят. работы / Сиб. федерал. ун-т; сост. С.И. Барцев - Электрон. текстовые дан. (pdf, 266 Кб) - Красноярск: СФУ, 2012. - 11 с. *http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/b28/i-334833.pdf*

12. Современная аппаратура и методы исследования биологических систем: учебное пособие / Т.Г. Волова, Н.В. Зобова и др.; отв. ред.: Э. Дж. Синski, Т.Г. Волова; Сиб. федер. ун-т, Ин-т фундамент. Биологии и биотехнологии, Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т биофизики. - 3-е изд., исп. - Красноярск: СФУ, 2013. - 481.

13. Физика и химия биолюминесценции [электронный ресурс]: учеб-метод. пособие для самостоят. работы / Сиб. федерал. ун-т; сост.: И.Е. Суковатая. - Электрон. текстовые дан. (pdf, 294 Кб). Красноярск: СФУ, 2012. - 18с.- http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/b28/i-731778.pdf

14. Физика и химия биолюминесценции: учеб-метод. пособие для самостоят. работы / Сиб. федерал. ун-т; сост.: И.Е. Суковатая. - Красноярск: СФУ, 2012. - 19 с.

15. Экологическая биофизика: учебное пособие / Федеральная целевая программа «Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки на 1997-2000 годы»; под ред.: И.И. Гительзон, Н.С. Печуркин: том 1: Фотобиофизика экосистем / И.И. Гительзон, В.А. Кратасюк и др. - Москва: Логос, 2002. - 327 с.

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Итоговый контроль - экзамен. Форма проведения экзамена - устный ответ на вопросы. Контрольные вопросов по подготовке к экзамену:

1. Объект и метод биофизики. Понятие объекта и метода в методологии естественных наук. Метод биофизики на разных уровнях структуры биофизики. Место биофизики в системе биологических и физических наук.

2. Классическая термодинамика. Предмет термодинамики: чем занимается термодинамика. Значение термодинамики для биологии и биофизики. Функции состояния - язык термодинамики. Начала термодинамики. Температура как функция состояния (нулевое начало). Закон сохранения энергии (первое начало). Энтропия и энергия (второе начало). Тепловая теорема Нернста (третье начало).

3. Моделирование в биофизике. Понятие о моделях в методологии естественных наук. Теоретические и экспериментальные модели. Особенности биофизических моделей. Моделирование в биофизике с помощью систем дифференциальных уравнений. Основные подходы к решению систем дифференциальных уравнений, описывающих биофизические процессы.

4. Термодинамические потенциалы. Основное соотношение термодинамики (соотношение Гиббса). Свободная энергия. Энтальпия. Термодинамический потенциал Гельмгольца. Термодинамический потенциал Гиббса. Вычисление энтропии.

5. Редукционизм и холизм в исследовании биологических систем. Функциональное и структурное описания живых систем. Живые организмы как (M, R)-системы по Р.Розену. Понятие замкнутости по эффективной причине.

6. Химический потенциал. Понятие химического потенциала. Парциальная моляльная свободная энергия Гиббса как химический потенциал. Химический потенциал как критерий химического равновесия. Сопоставление с критериями механического и теплового равновесия.

7. Экстремальные принципы в биологии. Физическая каузальность и биологический финализм. Принципы максимальной простоты, оптимальной конструкции, адекватной конструкции. Частные принципы оптимальности.

8. Электрохимический потенциал. Определение электрохимического потенциала. Концентрационные элементы. Мембранный потенциал в живых клетках.

9. Атрибуты живого с эволюционных позиций и с точки зрения ключевых свойств. Необходимость расширения понятийной и терминологической базы физики для объяснения жизни. Адекватность применения понятий "конструкция", "машина", "сигнал",

"информация" к биологическим системам, относящимся к разным уровням иерархии (за исключением надорганизменного).

10. Фазы и фазовые переходы в биологических системах. Вывод правила фаз Гиббса. Биологические мембраны как многокомпонентные системы. Биологический смысл многокомпонентности в свете правила фаз Гиббса. Взаимосвязь между функцией мембраны и фазовым состоянием мембраны.

11. Ключевые проблемы абиогенного возникновения жизни и возможные подходы для их снятия. Эксперименты Миллера-Юри. Невозможность самосборки простейшей живой клетки. Парадокс Кастлера. Необходимые условия для возникновения и эволюции живого. Возможные предшественники живой клетки и химическая эволюция.

12. Осмотическое давление. Вывод формулы для расчета осмотического давления. Значение осмотического давления для биологических систем. Определение молекулярной массы веществ по величине осмотического давления.

13. Биосфера - верхний уровень иерархической организации жизни. Определение биосферы по Вернадскому. Замкнутость химических и биохимических процессов в биосфере как необходимое условие существования функционирующих автокаталитических систем в конечном объеме в течение неограниченного времени. Парадокс Дарвина-Вернадского и пути его решения.

14. Полупроницаемые мембраны и электролиты. Вывод формулы, описывающей равновесие Доннана для однозарядных ионов. Влияние эффекта Доннана на осмотическое давление. Диализ и его применение.

15. Второе начало термодинамики и развитие биологических систем. Энтропия и биологические системы. Химическое сродство. Функция диссипации. Производство энтропии в биологических системах.

16. Транспорт ионов в возбудимых мембранах и распространение нервного импульса. Потенциал действия и потенциал покоя. Генерация импульса. Транспорт ионов в возбудимых мембранах. Ионные токи в модели Ходжкина-Хаксли. Физико-химические и математические модели возбудимых мембран. Распространение нервного импульса.

17. Биологические молекулы и их окружение. Основные меж- и внутримолекулярные силы, обеспечивающие формирование и поддержание структуры биомолекул и их комплексов. Пространственная организация биополимеров. Электронные свойства биополимеров.

18. Трансформация энергии в биомембранах. АТР как универсальный химический переносчик энергии для сопряжения химических реакций друг с другом и другими клеточными процессами. Перенос электронов и трансформация энергии в биомембранах. Электрон-транспортные цепи. Механизмы генерации электрохимического потенциала. Окислительное фосфорилирование и хемиосмотическая теория Митчелла.

19. Структура и функция белков. Классификация структур белков. Принципы структурной организации белков. Переходы спираль-клубок. Кооперативные переходы в белковых молекулах. Формирование пространственной организации белков. Проблема предсказания пространственной структуры белков по первичной структуре.

20. Нестационарная ферментативная кинетика. Релаксационные методы исследования ферментативных реакций. Основные экспериментальные способы измерения характеристик нестационарных ферментативных процессов.

21. Ферменты. Каталитический и субстрат-связывающий центры. Механизмы ферментативного катализа. Электронно-конформационные взаимодействия в ферментативном катализе.

22. Теория Онзагера. Принцип локальности. Термодинамические уравнения движения. Соотношение взаимности. Сопряжение химических процессов с механохимическими процессами и активным переносом через мембраны.

23. Концепция "фермент-машина" по Д.С.Чернавскому. Положения, лежащие в основе концепции "фермент-машина". Механизмы ферментативных реакций и данная концепция. Применимость данной концепции.

24. Химические реакции и константы равновесия. Константы равновесия. Активность как термодинамическая концентрация. Вывод уравнения Гиббса-Дюгема. Самопроизвольное протекание химических реакций. Вывод критерия самопроизвольности химических реакций.

25. Биологические мембраны как составная часть клеточной оболочки.

Амфифильные вещества и образование мембранных структур. Молекулярная организация биологических мембран. Фазовые переходы в мембранах. Особенности структуры мембранных белков. Меж- и внутримолекулярные взаимодействия в мембранах. Проблема локализации и необходимой ориентации белков в мембранах.

26. Теория переходного состояния и скорости химических реакций. Температурная зависимость индивидуальных констант скоростей реакции. Теория переходного состояния и скорости химических реакций. Денатурация белков. Термодинамические характеристики ферментативной реакции.

27. Биологические механохимические машины. Ферменты. АТФ-синтаза. Бактериальный мотор. Броуновская "трещотка". Мышцы. Механохимическая машина Качальского и Оплатки.

28. Пассивный транспорт веществ через мембрану. Диффузия. Облегченная диффузия. Транспорт ионов. Ионное равновесие на границе раздела фаз. Уравнения электродиффузии Нернста-Планка и их решение. Индуцированный транспорт ионов.

29. Управление и информация в биологических системах. Связь между понятиями "управление", "сигнал" и "информация". Необходимость введения понятий "управление" и "информация" для описания специфики биологических систем. Мышление человека, как предельный известный нам уровень обработки информации. Подход Р.Пенроуза к проблеме сознания.

30. Активный транспорт. Молекулярное строение каналов. Каналы и транспорт ионов через них. Электронейтральный и электрогенный транспорт ионов. Калий-натриевый насос. Активный транспорт кальция. Транспорт протонов. Активный транспорт нейтральных молекул.

31. Способность к молекулярной рецепции - необходимое условие функционирования биологических систем. Понятие молекулярной рецепции. "Сквозное" присутствие молекулярной рецепции практически во всех биологических реакциях. Молекулярная рецепция в функционировании ферментов. Каскады ферментативных реакций.

32. Стационарная ферментативная кинетика. Кинетическая схема Михаэлиса-Ментен и условие стационарности. Вывод уравнения Михаэлиса-Ментен. Линеаризация уравнения Михаэлиса-Ментен по Лайнуиверу-Берку.

33. Гомеостаз. Отрицательные и положительные обратные связи в организме. Элементы теории управления. Примеры проявления отрицательных обратных связей в организме. Принципы соорганизации процессов в клетке. Механизмы координации внутриорганизменных химических и физиологических процессов.

34. Основные механизмы изменения активности ферментов. Ингибиторы ферментов. Основные типы обратимого ингибирования активности ферментов. pH-регуляция скоростей ферментативных реакций. Аллостерическая регуляция активности ферментов. Кооперативные эффекты в ферментативных реакциях.

35. Моделирование полиферментных клеточных систем. Модель энергетического метаболизма клетки. Понятие о первичной, вторичной и третичной структурах метаболизма. Режимы работы системы энергетического метаболизма.

36. Стационарные состояния в неравновесных системах. Производство энтропии. Теорема Пригожина о минимальном производстве энтропии в стационарном состоянии, близком к равновесию. Термодинамика и биологическая эволюция.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется обучаемому, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал разнообразных литературных источников, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач;
- оценка «хорошо» выставляется обучаемому, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения;
- оценка «удовлетворительно» выставляется обучаемому, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучаемому, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задачи.

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

6.1 Основная литература:

1. Антонов, В. Ф. Физика и биофизика [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Ф. Антонов, Е. К. Козлова, А. М. Черныш. - Москва: ГЭТАР-Медиа, 2016. URL: http://www.studmedlib.ru/extra.
2. Барцев, С.И. Эвристические нейросетевые модели в биофизике: приложение к проблеме структурно-функционального соответствия: монография / С.И. Барцев, О.Д. Барцева; Сибирский федеральный университет, Российская акакдемия наук Сибирское отделение Институт биофизики. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2010. - 114 с.
3. Волькенштейн, М. В. Биофизика = Biophysics: учебное пособие / М. В. Волькенштейн. - Изд. 4-е, стер. - Санкт-Петербург: Москва; Краснодар: Лань, 2012. - 595 с.
4. Динамические модели процессов в клетках и субклеточных наноструктурах: сб. работ / ред.: Г.Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин. - Москва; Ижевск: Институт компьютерных исследований; Регулярная и хаотическая динамика, 2010. - 447с
5. Мюррей, Д. Математическая биология = Mathematical Biology: перевод с английского / Д. Мюррей; под науч. ред. Г. Ю. Ризниченко. Том 2: Пространственные модели и их приложения в биомедицине = Spatial Models and Biomedical Applications. - Москва: Регулярная и хаотическая динамика; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2011. -xxiv, 1078 с.
6. Неделько, В. И. Физика: учеб. пособие / В.И. Неделько, А. Г. Хунджуа. - Москва: Издательский центр «Академия», 2011. - 464 с.
7. Современная аппаратура и методы исследования биологических систем: учебное пособие / Т.Г. Волова, Н.В. Зобова и др.; отв. ред.: Э. Дж. Сински, Т.Г. Волова; Сиб. федер. ун-т, Ин-т фундамент. Биологии и биотехнологии, Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т биофизики. - 3-е изд., исп. - Красноярск: СФУ, 2013. - 481.

8. Сердюк, И. Методы в молекулярной биофизике. Структура. Функция. Динамика: учебн. пособие в 2 томах / И. Сердюк, Н. Заккаи, Д. Заккаи; науч. ред. И. Сердюк. - том 2. - Москва: Книжный дом «Университет», 2010. - 733 с.

9. Физика и химия биолюминесценции: учеб. пособие / В. С. Бондарь, Е.С. Высоцкий и др.; ред.: О. Шимомура, И.И. Гительзон; Сиб. федерал. ун-т, Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние Ин-т биофизики. - Красноярск: СФУ, 2012. - 217с.

10. Экологическая биофизика: учебное пособие / Федеральная целевая программа «Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки на 1997-2000 годы»; под ред.: И.И. Гительзон, Н.С. Печуркин: том 1: Фотобиофизика экосистем / И.И. Гительзон, В.А. Кратасюк и др. - Москва: Логос, 2002. - 327 с.

6.2 Дополнительная литература:

1. Альберс, Б. Молекулярная биология клетки / Б. Альберс, Д. Брей, Дж. Льюис и др. - том.1. - Москва: Наука, 1994 г.- 515 с.

2. Антонов, В.Ф. Липидные мембраны при фазовых превращениях / В.Ф. Антонов, Е.Ю. Смирнова, Е.В. Шевченко.- Москва: Наука, 1992 г. - 135 с.

3. Блюменфельд, Л.А. Проблемы биологической физики / Л.А. Блюменфельд. - Москва: Наука, 1977 г. - 336 с.

4. Вернадский, В.И. Живое вещество и биосфера / В.И. Вернадский. - М.: Наука, 1994.- 342 с.

5. Волъкенштейн, М.В. Молекулярная биофизика / М.В. Волъкенштейн. - Москва: Наука, 1975 г. - 616 с.

6. Волькенштейн М.В. Общая биофизика / М.В. Волькенштейн. - Наука, Москва, 1978 - 592с.

7. Волькенштейн, М.В. Молекулярная биофизика / М.В. Волькенштейн. - Наука, Москва, 1975. - 616с.

8. Иваницкий, Г.Р. Математическая биофизика клетки / Г.Р. Иваницкий, Б.И. Кринский, Е.Е. Сельков. - М.: Наука, 1978. - 308 с.

9. История и методология биологии и биофизики : учеб. пособие / В. А. Кратасюк и др.. - Красноярск: СФУ, 2009. - 172 с. - (История и методология биологии и биофизики: УМКД № 1314-2008 / рук. творч. коллектива В. А. Кратасюк).

10. Корниш-Боуден, Э. Основы ферментативной кинетики / Э. Корниш-Боуден. - Москва: Мир, 1979.- 280 с.

11. Котык, А. Мембранный транспорт / А. Котык, К.М. Яначек, 1980 г. - 341 с.

12. Рубин, А.Б. Биофизика / А. Б. Рубин; Московский университет [МГУ] им. М.В. Ломоносова. - 3-е изд., испр. и доп., том 1 - Москва: Московский университет [МГУ] им. М.В. Ломоносова, 2004 - 462 с.

13. Рубин, А.Б. Биофизика / А. Б. Рубин; Московский университет [МГУ] им. М.В. Ломоносова. - 3-е изд., испр. и доп., том 2 - Москва: Московский университет [МГУ] им. М.В. Ломоносова, 2004 - 469 с.

14. Рубин, А.Б. Лекции по биофизике / А.Б. Рубин. - Москва: МГУ 1998 - 167 с.

15. Фотобиофизика: учеб. пособие / В. А. Кратасюк, И. Е. Суковатая, Е. В. Немцева и др. - 413 с. - (Фотобиофизика : УМКД № 141-2007 / рук. творч. коллектива В. А. Кратасюк).

16. Хакен, Г. Информация и самоорганизация / Г. Хакн. - Москва: Мир, 1991. - 240 с.

17. Чернавский, Д.С. Белок-машина / Д.С. Чернавский, Н.М. Чернавская. - Москва: Янус. 1999. - 256 с.

18. Эйдельман, Е. Д. Физика с элементами биофизики: учебник для студентов вузов / Е. Д. Эйдельман. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 512 с.

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

№ п/п	Ресурс	Описание	Интернет-адрес
1	Специализированный научный поисковый сервер Google	Поиск текстов статей, книг, информации об организациях, научных сообществах, учебных заведениях; возможность задавать различные условия поиска текстов	http://scholar.google.com
2	Концентратор SciVerse	Расширенный поиск по БД SciVerse Science Direct и Scopus SciVerse. Более 2500 научных журналов и 1100 книг	http://www.info.sciverse.com/
3	Ресурс Science Direct	Более 2700 научных журналов и книг с поисковой системой по ключевым словам, названию и выходным данным журнала, фамилии автора. Имеются краткие аннотации к статьям (abstracts), доступ к полным текстам в некоторых журналах.	http://www.sciencedirect.com/
4	Специализированный научный поисковый сервер SCIRUS	Является наиболее полным научным инструментом исследования в Интернете. Более 410 млн ресурсов, в том числе: журналы, домашние страницы ученых, учебные курсы, патенты и т.д.	http://www.scirus.com/
5	Ресурс Издательства Blackwell	Открытый доступ к полным текстам статей в журналах издательства Blackwell. Журналы перечислены по алфавиту и по предметным разделам, есть поиск статей по ключевым словам, поиск журналов по году и номеру. Журналы: Psychophysiology; Journal of Neurochemistry; Genes, Brain and Behavior; Journal of Neuroimaging; The Journal of Physiology; Acta Physiologica; Journal of Sleep Research; Sleep and Biological Rhythms; Psychological Science; European Journal of Neuroscience и др.	http://onlinelibrary.wiley.com/
6	Ресурс Издательства Springer	БД с поиском статей по ключевым словам, поиском названий по первым буквам, алфавитным и тематическим указателями журналов. Журналы: Experimental Brain Research; Neuroscience and Behavioral Physiology; Neurophysiology Review; Neurochemical Research; Neurochemical Journal; Psychological research; Psychopharmacology; Behavior; Journal of Nonverbal Behavior и др.	http://www.springerlink.com/home/main.mpx
7	Ресурс Elsevier	Более 2200 журналов, систематизированных по алфавиту и по предметным областям. Журналы: Brain Research, Brain Research Bulletin, Neuroscience, Neuroscience Research, Neuroscience Letters, Neuroimaging, Journal	http://top25.sciencedirect.com http://www.elsevier.ru

		of Neuroscience Methods, Brain and Cognition, Neuropsychologia, Behavioral Brain Research, Physiology & Behavior и др.	
8	Ресурс журнала Science	Бесплатная регистрация позволяет получить доступ к полным текстам статей в выпусках журнала с 1996 года	http://www.sciencemag.org/
9	Международная поисковая система Medline на российском портале Medline.ru	Публикации по медицине и биологии	http://www.medline.ru/
10	Библиотечный сервис A-to-Z	С помощью нового библиотечного сервиса A-to-Z электронные ресурсы различных издательств объединены в одну систему, что позволяет пользователю переходить из одной БД в другую, не производя поиск в каждом ресурсе отдельно	http://atoz.ebsco.com/

Перечень электронных методических ресурсов:

1. История и методология биологии и биофизики. Презентационные материалы [Электронный ресурс]: наглядное пособие / В. А. Кратасюк, Е. В. Немцева, Е. Н. Есимбекова и др. - Электрон. дан. (30 Мб). - Красноярск: ИПК СФУ, 2009. - (История и методология биологии и биофизики: УМКД № 1314/599-2008 / рук. творч. коллектива В. А. Кратасюк). - 1 электрон. опт. диск (DVD). - Систем. требования: Intel Pentium (или аналогичный процессор других производителей) 1 ГГц; 512 Мб оперативной памяти ; 30 Мб свободного дискового пространства ; привод DVD ; операционная система Microsoft Windows 2000 SP 4 / XP SP 2 / Vista (32 бит) ; Microsoft PowerPoint 2003 или выше. - (Номер гос. регистрации в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 0320902464).
2. История и методология биологии и биофизики [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. комплекс по дисциплине / В. А. Кратасюк, И. Е. Суковатая, И. В. Свидерская и др. - Электрон. дан. (165 Мб). - Красноярск: ИПК СФУ, 2009. - (История и методология био-логии и биофизики: УМКД № 1314/599-2008 / рук. творч. коллектива В. А. Кратасюк). - 1 электрон. опт. диск (DVD). - Систем. требования: Intel Pentium (или аналогичный процессор других производителей) 1 ГГц; 512 Мб оперативной памяти ; 225 Мб свободного дискового пространства ; привод DVD ; операционная система Microsoft Windows 2000 SP 4 / XP SP 2 / Vista (32 бит) ; Adobe Reader 7.0 (или аналогичный продукт для чтения файлов формата pdf) ;Microsoft PowerPoint 2003 или выше. - (Номер гос. регистрации в ФГУПНТЦ «Информре-гистр» 0320902463).2. Фотобиофизика [Электронный

ресурс]: электрон. учеб. пособие / И. Е. Суковатая, В. А. Кратасюк, В. В. Межевикин и др. - Красноярск : ИПК СФУ, 008.

3. Фотобиофизика [Электронный ресурс]: электрон. учеб.-метод. комплекс по дисциплине / И. Е. Суковатая, В. А. Кратасюк, В. В. Межевикин и др. - Электрон. дан. (177 Мб). - Красноярск: ИПК СФУ, 2008. - (Фотобиофизика: УМКД № 141-2007 / рук. творч. коллектива В. А. Кратасюк). - 1 электрон. опт. диск (DVD). - Систем. требования: Intel Pentium (или аналогичный процессор других производителей) 1 ГГц; 512 Мб оперативной памяти ; 96 Мб свободного дискового пространства ; привод DVD ; операционная система Microsoft Windows 2000 SP 4 / XP SP 2 / Vista (32 бита); Adobe Reader 7.0 (или аналогичный продукт для чтения файлов формата pdf) ; Microsoft PowerPoint 2003 или выше. - (Номер гос. регистра-ции в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 0320802751 от 22.12.2008).

4. Финкельштейн, А.В. Введение в физику белка: курс лекций 1999-2000 гг. - http://phys.protres.ru/lectures/protein_physics/.

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Предлагаемые варианты занятий (лекция, самостоятельная работа) нацелены на выявление умений аспиранта работать с учебной литературой, самостоятельно отбирать, анализировать и обобщать материал, разбираться в деталях поставленного вопроса.

Лекция является важнейшей формой организации учебного процесса: знакомит с новым учебным материалом, разъясняет учебные элементы, трудные для понимания, систематизирует учебный материал, ориентирует в учебном процессе. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения, помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации. Лекция, пропущенная аспирантом, отрабатывается следующим способом: аспирант пишет краткий конспект по теме пропущенной лекции и отвечает на вопросы лектора по данной теме.

Самостоятельная работа аспиранта закрепляет и углубляет знания, полученные на аудиторных занятиях, также способствовать развитию у аспирантов творческих навыков, инициативы, умения организовать своё время. При самостоятельной работе над теоретическим курсом аспиранту необходимо прочитать теоретический материал из списка основной и дополнительной литературы, электронных методических изданий, методических указаний, используемых в учебном процессе, а также познакомится с публикациями в периодических изданиях в электронных ресурсах по данной тематике. Темами для самостоятельной работы аспиранта являются вопросы к экзамену.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения.

Программное обеспечение не требуется.

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем.

В рамках изучения дисциплины обучающимся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам:

- свободный доступ в сеть Интернет, в т.ч. к электронным реферативным базам данных, включающим научные журналы, патенты, материалы научных конференций, информацию по цитируемости статей;
- доступ к Freedom Collection издательства Elsevier, в которую входят

электронные научные полнотекстовые журналы по всем областям науки, техники, медицины. Охват более 15000 названий журналов;

- 24 предметные коллекции (охват более 1800 названий журналов).

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

Необходимое материально-техническое обеспечение для реализации дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории, оборудованные аппаратно-программными комплексами «Малый презентационный комплекс», «Доска обратной проекции», «Средний презентационный комплекс»;
- компьютерный класс, укомплектованный современными компьютерами, на 15 рабочих мест с выходом в Интернет.