



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра физико-химической биологии

УТВЕРЖДАЮ
Декан биолого-почвенного факультета
Матвеев А.Н.
« 15 » апреля 2019 г.



Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: Б1.Б.21 «БИОФИЗИКА»

Направление подготовки: 06.03.01 «Биология»

Тип образовательной программы: академический бакалавриат

Квалификация выпускника: Бакалавр

Форма обучения: очная с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Согласовано с УМК биолого-почвенного факультета

Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 4 от 15 апреля 2019 г.
Председатель _____
проф. Матвеев А.Н.

Протокол № 15 от 9 апреля 2019 г.
Зав. кафедрой _____ Саловарова В.П.

Иркутск 2019 г.

Содержание

	стр.
1. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	4
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	5
5. Содержание дисциплины (модуля)	
5.1 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	6
5.2 Разделы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)	10
5.3 Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий	10
6. Перечень семинарских, практических занятий, лабораторных работ, план самостоятельной работы студентов, методические указания по организации самостоятельной работы студентов	11
6.1 План самостоятельной работы студентов	11
6.2 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	12
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	15
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):	
а) основная литература	15
б) дополнительная литература	15
в) программное обеспечение	16
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	16
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	17
10. Образовательные технологии	18
11. Оценочные средства (ОС)	18

1. Цели и задачи дисциплины (модуля):

Целью освоения учебной дисциплины «Биофизика» является:

- Сформировать у студентов современные представления о физике биологических структур молекулярного, клеточного и организменного уровней организации, рассмотреть область применения физических методов при исследовании биологических систем, изучить основные проблемы, стоящих перед различными разделами биофизики.

Задачи дисциплины:

- Сформировать системные представления о физике биологических структур на основе знаний смежных естественнонаучных дисциплин (физика, математика, биохимия и физиология);
- изучить основные понятия, гипотезы, теории и законы биофизики;
- рассмотреть закономерности физической организации живой материи на разных уровнях, начиная от молекулярного и заканчивая биосферным;
- дать представление об основных объектах и методах исследования (как теоретических, так и практических) молекулярной биофизики, биофизики клетки и биофизики сложных систем;
- научить студентов грамотному восприятию практических проблем, связанных с биофизикой в целом;

2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Предмет «Биофизика» является дисциплиной базовой части учебного плана подготовки бакалавров по направлению 06.03.01 Биология.

Биофизика как междисциплинарная наука, находящаяся на стыке биологии, физики, химии и математики, играет существенную роль в формировании мировоззрения современного биолога, дает базу для глубокого усвоения других дисциплин, относящихся к разделу физико-химической биологии и биотехнологии. Современную биофизику можно определить как физику явлений жизни, изучаемых на всех уровнях, начиная от молекулярного и клеточного уровня и до биосферного.

В данном курсе рассматриваются строение и свойства биологически функциональных молекул, механизмы протекания процессов в клеточных структурах, физико-математические модели биологических процессов. В программу курса так же включено рассмотрение общетеоретических подходов к явлениям жизни, основанных на термодинамике и теории информации.

Содержание курса базируется на результатах, полученных в области математического анализа, различных разделов физики, химии и биологии, поэтому его основные положения разрабатывались с учетом знаний и умений, полученных при изучении предшествующих дисциплин бакалавриата: «Физика», «Математика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Биохимия и молекулярная биология», «Общая биология», «Физико-химические методы в биологии». Студент, приступающий к изучению дисциплины «Биофизика», должен знать основные теории, законы и принципы предшествующих естественнонаучных дисциплин:

- физика: основы теории электричества; принципы квантовой механики; характеристики электромагнитного и ионизирующего излучения; взаимодействие электромагнитного излучения с веществом; основные понятия оптики; единицы измерения физических величин и их размерности.
- химия: строение и физико-химические свойства основных классов соединений; свойства растворов; закономерности протекания химических реакций; механизмы ферментативного катализа; типы химических равновесий.

- биология: теория эволюции, основные метаболические пути и их взаимосвязи; клеточная теория; механизмы гомеостаза; принципы размножения и развития биологических структур.
- математика: понятие производной; дифференциальное исчисление; исследование функций; статистический анализ.

Данная дисциплина является необходимой основой при изучении курсов, рассматривающих физико-математические особенности организации и функционирования биологических систем («Математика и математические методы в биологии», «Введение в биотехнологию», «Большой практикум по физико-химической биологии и биотехнологии»), а так же для прохождения преддипломной практики.

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих компетенций:

- способностью использовать экологическую грамотность и базовые знания в области физики, химии, наук о Земле и биологии в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, нести ответственность за свои решения (ОПК-2);
- способностью применять принципы структурной и функциональной организации биологических объектов и владением знанием механизмов гомеостатической регуляции; владением основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем (ОПК-4);
- способностью применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности (ОПК-5);

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- физические основы жизнедеятельности, включая химическое строение и свойства природных соединений и их комплексов;
- основные закономерности протекания биологических процессов с точки зрения термодинамики, механизмы их регуляции;
- биофизические механизмы реализации генетической информации;
- теоретическую и практическую значимость биофизики, взаимосвязь с другими естественными науками;
- новейшие достижения в области биофизики и перспективы их использования в различных областях народного хозяйства и медицины.
- основные теории и законы, лежащие в основе биофизических процессов.

Уметь:

- использовать знания биофизики для объяснения важнейших физиологических процессов, протекающих в живых организмах;
- использовать биофизические методы исследований в экспериментальной биологии;
- рассчитывать термодинамические и физико-химические параметры процессов, протекающих в биологических системах;
- строить математические модели биологических процессов, анализировать их и определять поведение системы в целом при заданных условиях;
- отображать суть процессов, происходящих под влиянием ионизирующего излучения, рассчитывать ионизирующую способность;
- работать с основными типами приборов, используемых в биофизике;

- использовать полученные знания и навыки для решения профессиональных задач.

Владеть:

- методами математического описания ферментативной кинетики, диффузии, активного транспорта, взаимосвязи информации в биологической системе и энтропии;
- квантово-механическими представлениями о взаимодействии электромагнитного излучения и вещества;
- основными приемами качественного исследования моделей биологических процессов и исследования поведения сложных систем в зависимости от параметров
- навыками работы с аналитической приборной базой биофизики.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		6			
Аудиторные занятия (всего)	64/1,78	64/1,78			
Из них объем занятий с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий	12/0,33	12/0,33			
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	32/0,89	32/0,89			
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-	-	-
Семинары (С)	-	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	32/0,89	32/0,89			
КСР	1/0,03	1/0,03			
Самостоятельная работа (всего)	16/0,4	16/0,4			
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа)	-	-	-	-	-
Расчетно-графические работы	8/0,25	8/0,25			
Реферат	-	-	-	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>					
Письменные работы	8/0,25	8/0,25			
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	27/0,75	27/0,75			
Контактная работа (всего)	65/1,81	65/1,81			
Общая трудоемкость	часы	108	108		
	зачетные единицы	3	3		

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля). Все разделы и темы нумеруются.

Тема 1. Введение. Биофизика как наука

Предмет и задачи биофизики. Биологические и физические процессы и закономерности в живых системах. Методологические вопросы биофизики. История развития отечественной биофизики. Современные направления в биофизике. Прикладное значение биофизики.

Тема 2. Кинетика биологических процессов

Основные особенности кинетики биологических процессов. Описание динамики биологических процессов на языке химической кинетики. Математические модели. Задачи математического моделирования в биологии. 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. 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. Влияние температуры на скорость реакций в биологических системах. Взаимосвязь кинетических и термодинамических параметров. Роль конформационных свойств биополимеров.

Тема 3. Термодинамика биологических процессов

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

Изменение энтропии в открытых системах. 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.

Тема 4. Молекулярная биофизика

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

Особенности пространственной организации белков и нуклеиновых кислот. Количественная структурная теория белка. Динамические свойства глобулярных белков. Структурные и энергетические факторы, определяющие динамическую подвижность белков. Динамическая структура олигопептидов и глобулярных белков. Конформационная подвижность. Методы изучения конформационной подвижности: люминесцентные методы, ЭПР, гамма-резонансная спектроскопия, ЯМР, методы молекулярной динамики.

Связь характеристик конформационной подвижности белков с их функциональными свойствами. Динамика электронно-конформационных переходов. Роль воды в динамике белков. Роль конформационной подвижности в функционировании ферментов и транспортных белков.

Электронные свойства биополимеров. Электронные уровни в биопомерах. Основные типы молекулярных орбиталей и электронных состояний. Схема Яблонского. 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.

Возбужденные состояния и трансформация энергии в биоструктурах. Перенос 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. Формула для константы скорости образования многоцентровой активной конфигурации.

Тема 5. Биофизика мембран

Структура и функционирование биологических мембран. Мембрана как универсальный компонент биологических систем. Характеристика мембранных белков и 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 трансляционная 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.

Свободные радикалы при цепных реакциях окисления липидов в мембранах 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.

Транспорт веществ через биомембраны и биоэлектrogenез. 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. Пассивный транспорт; движущие силы переноса ионов. Электродиффузионное уравнение Нернста-Планка. Уравнения постоянного поля для потенциала и ионного тока. Проницаемость и проводимость. Соотношение односторонних потоков (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 каналобразующие агенты. Ионная селективность мембран. Потенциал действия. Роль ионов Na^+ и K^+ в генерации потенциала действия в нервных и мышечных волокнах; роль ионов Ca^{2+} и Cl^- генерации потенциала действия у других объектов. Механизмы активации и инактивации каналов.

Математическая модель нелинейных процессов мембранного транспорта. Флуктуации напряжения и проводимости в модельных и биологических мембранах.

Распространение возбуждения. Кабельные свойства нервных волокон. 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.

Молекулярные механизмы процессов энергетического сопряжения. Связь транспорта ионов и процесса переноса электрона в хлоропластах и митохондриях. Локализация электротранспортных цепей в мембране. Структурные аспекты функционирования связанных с мембраной переносчиков. Асимметрия мембраны. Основные положения теории Митчелла. Электрохимический градиент протонов. энергизированное состояние мембран; роль векторной H^+ -АТФазы. Сопрягающие комплексы, их локализация в мембране. Функции отдельных субъединиц. Конформационные перестройки в процессе образования макроэрга. Бактериородопсин как молекулярный фотоэлектрический генератор. Физические аспекты и модели энергетического сопряжения.

Тема 6. Биофизика фотобиологических процессов

Механизмы трансформации энергии в первичных фотобиологических процессах. Взаимодействие квантов с молекулами. 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.

Биофизика фотосинтеза. Структурная организация и функционирование фотосинтетических мембран. 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. Особенности и механизмы фотоэнергетических реакций бактериородопсина и зрительного пигмента родопсина.

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 как фоторецепторная система регуляции метаболизма растений. Молекулярные свойства и спектральные характеристики 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.

Тема 7. Радиационная биофизика

Электромагнитные излучения и поля в природе, технике и жизни человека. Общая физическая характеристика ионизирующих и неионизирующих излучений. Гамма- и рентгеновские лучи. Ультрафиолетовое и видимое излучения. Спектроскопия в УФ и видимой области. Инфракрасное излучение, инфракрасная спектроскопия. Радиочастоты.

Прикладная биофизика: использование различных видов излучений в медицине, технике и сельском хозяйстве. Специфика первичных механизмов действия различных видов излучений на молекулы. Конечный биологический эффект при действии ионизирующих и неионизирующих излучений на биологические объекты и системы. Механизмы поглощения рентгеновских и гамма-излучений, нейтронов, заряженных частиц. Экспозиционные и поглощенные дозы излучений. Единицы активности радионуклидов. Единицы доз ионизирующих излучений. Зависимость относительной биологической эффективности от линейных потерь энергии излучений.

Инактивация молекул в результате прямого и непрямого действия ионизирующих излучений. Дозовые зависимости. Прямое действие радиации на биомолекулы. 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. Концепция мишени. Основы микродозиметрии ионизирующих излучений. Первичные физико-химические процессы в облученной клетке. 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.

Радиационная биофизика сложных систем. Временные и дозовые эффекты радиации. Сравнительная радиочувствительность биологических объектов и систем. Действие малых доз и хронического облучения. Особенности действия разных видов облучения организмов разными типами радиации.

Этапы ответных реакций на острое облучение: физический, биофизический и общебиологический. Синдромы острого лучевого поражения. Критические процессы лучевого поражения. Лучевой токсический эффект. Факторы, модифицирующие лучевое поражение: радиопротекторы и радиосенсибилизаторы, их химическая природа и биологическое действие. Эндогенный фон радиорезистентности. Кислородный эффект и механизмы его проявления.

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин (вписываются разработчиком)								
		2	3	4	6	7				
1.	Математика и математические методы в биологии	2	3	4						
2.	Введение в биотехнологию	2	3	4	6	7				
4.	Большой практикум по физико-химической биологии и биотехнологии	2	3	4	5	7				
5.	Преддипломная практика	2	3	4	5	6	7			

5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лекц.	Практ. зан.	Семина	Лаб. зан.	СРС	Всего
1.		Введение. Биофизика как наука	2	-	-	-	2	4
2.		Кинетика биологических процессов	6	-	-	8	2	16
3.		Термодинамика биологических процессов	6	-	-	8	2	16
4.		Молекулярная биофизика	6	-	-	6	2	14
5.		Биофизика мембран	4	-	-	4	2	10
6.		Биофизика фотобиологических процессов	4	-	-	6	2	12
7.		Радиационная биофизика	4	-	-	-	4	8

6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудо-емкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1.	Тема 2	Имитационное моделирование популяционной динамики	4	Контрольные вопросы и задачи, защита отчета, реферат	ОПК 2, 4, 5
2.	Тема 2	Качественное исследование моделей, описываемых дифференциальным уравнением первого порядка	4	- « -	- « -
3.	Тема 3	Определение кинематической вязкости жидкости	4	- « -	- « -
4.	Тема 3	Термодинамика биохимических процессов в равновесном состоянии	4	- « -	- « -
5.	Тема 4	Измерение ферментативной активности и определение кинетических параметров α -амилазы	6	- « -	- « -
6.	Тема 5	Определение электрического сопротивления кожи	4	- « -	- « -
7.	Тема 6	Определение импеданса биологических тканей	6	- « -	- « -

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	2	3	4	5	6
1-2	Введение. Биофизика как наука	Решение задач Контрольные вопросы Тест	1. Разделы биофизики – биофизика сложных систем, биофизика клетки, молекулярная биофизика. 3. Биофизические методы исследования - спектральные, электрические, радиоизотопные, физико-химические.	1, 2	2
3-4	Кинетика биологических процессов	Решение задач Контрольные вопросы Тест Подготовка отчетов	1. Простейшие кинетические модели биологических процессов 2. Исследование стационарного состояния систем. 3. Прикладное значение биофизики.	1, 2	2
5-6	Термодинамика биологических процессов	-«-	1. Сравнительные особенности классической термодинамики и термодинамики необратимых процессов. 2. Проблема нелинейности в термодинамике биологических систем.	1, 2	2

7-8	Молекулярная биофизика	-«-	1. Общие закономерности формирования макромолекул. 2. Ковалентные и слабые связи (кулоновские взаимодействия, водородные связи, силы Ван-дер-Ваальса, дисперсные силы). 3. История открытия и изучения биоэлектрических явлений.	1, 2	2
9-10	Биофизика мембран	-«-	1. Развитие представлений о структурной организации мембран: липидная теория, модель «сэндвич», теория «унитарной мембраны». 2. Электродные и ионные потенциалы. 3. Современное представление о механизме генерации потенциалов покоя и действия.	1, 2	2
11-12	Биофизика фотобиологических процессов	-«-	1. Методы биофизических исследований структуры и свойств молекул с использованием электромагнитного излучения. 2. Механизмы поглощения и излучения квантов биомолекулами.	1, 2	2
13-16	Радиационная биофизика	-«-	1. Образование свободных радикалов при взаимодействии ионизирующей радиации с веществом. 2. Единицы дозы (рентген, фэр, рад, бэр), энергии (электрон-вольт) и активности (кюри). Системные и внесистемные единицы измерений. 3. Радиационная биофизика клетки	1, 2	4

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студента преследует следующие цели:

- совершенствование навыков самообразовательной работы как основного пути повышения уровня образования;
- углубление и расширение знаний по предмету.

По дисциплине «Биофизика» предлагаются следующие формы самостоятельной работы:

- а) Углубленный анализ научно-методической литературы и изучение учебного материала, предусмотренного рабочей программой, но не изложенного в лекциях;
- б) подготовка к контрольному опросу на лабораторных занятиях;
- в) оформление отчетов по лабораторным работам;
- г) решение расчетных задач;
- д) подготовка к тестированию.

Темы для самостоятельной работы

1. Значение биофизики для медицины, сельского хозяйства, экологии, космических исследований.
2. Разделы биофизики – биофизика сложных систем, биофизика клетки, молекулярная биофизика.
3. Биофизические методы исследования - спектральные, электрические, радиоизотопные, физико-химические, микрохимические.
4. Простейшие кинетические модели биологических процессов
5. Исследование стационарного состояния систем.
6. Сравнительные особенности классической термодинамики и термодинамики необратимых процессов.
7. Проблема нелинейности в термодинамике биологических систем.
8. Общие закономерности формирования макромолекул.
9. Ковалентные и слабые связи (кулоновские взаимодействия, водородные связи, силы Ван-дер-Ваальса, дисперсные силы).
10. Развитие представлений о структурной организации мембран: липидная теория, модель «сэндвич», теория «унитарной мембраны».
11. История открытия и изучения биоэлектрических явлений.
12. Электродные и ионные потенциалы.
13. Современное представление о механизме генерации потенциалов покоя и действия.
14. Методы биофизических исследований структуры и свойств молекул с использованием электромагнитного излучения: рентгеноструктурный анализ, лучевая ультрамикротомия, различные виды спектроскопии, лазерная спектроскопия, электронный парамагнитный резонанс (ЭПР), ядерный магнитный резонанс (ЯМР).
15. Механизмы поглощения и излучения квантов биомолекулами.
16. Образование свободных радикалов при взаимодействии ионизирующей радиации с веществом.
17. Единицы дозы (рентген, фэр, рад, бэр), энергии (электрон-вольт) и активности (кюри). Системные и внесистемные единицы измерений.

Соотношения, которые необходимо учитывать при выполнении расчетных задач

1. Уравнения для описания численности популяции

1.1. В условиях неограниченных ресурсов: $\frac{dN}{dt} = rN$, где N – численность популяции, r – коэффициент пропорциональности (репродуктивный потенциал);

1.2. В условиях ограниченных ресурсов – логистическое уравнение: $\frac{dN}{dt} = rN\left(1 - \frac{N}{K}\right)$, где K – равновесная численность популяции. После интегрирования:

$$N(t) = \frac{N_0 \exp(rt)}{1 + \frac{N_0}{K}(\exp(rt) - 1)}$$

1.3. Динамика популяции с учетом постоянного оттока особей: $\frac{dN}{dt} = rN\left(1 - \frac{N}{K}\right) - V_0$. Стационарные точки определяются из равенства нулю правой части уравнения. Решение имеет вид: $N_{1,2} = \frac{K}{2} \left(1 \pm \sqrt{1 - \frac{4V_0}{rK}}\right)$. Точка бифуркации определяется из корней квадратного уравнения.

2. Формула Нернста для расчета разности потенциалов: $\Delta\varphi = -\frac{RT}{ZF} \ln \frac{C_{вн}}{C_{нар}}$, где R –

универсальная газовая постоянная, F – постоянная Фарадея, T – температура, Z – валентность, $C_{вн}$ и $C_{нар}$ – концентрации ионов внутри и снаружи клетки.

3. Ёмкость плоского конденсатора: $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{l}$, где S – площадь, l – расстояние

между пластинами конденсатора, ϵ – диэлектрическая проницаемость диэлектрика. Биологическую мембрану можно рассматривать как конденсатор. Проводниковые пластины конденсатора образуют электролиты наружного и внутреннего растворов (внеклеточного и цитоплазмы). Проводники разделены диэлектриком – липидным бислоем. Если предположить, что клетка имеет сферическую геометрию, тогда площадь мембраны составит $S = 4\pi r^2$, исходя из чего, можно посчитать емкость мембраны.

4. Затраты энергии, необходимые для проникновения в липидный слой мембраны:

4.1. Для иона – согласно формуле Борна: $W_1 = \frac{Z^2 e^2}{2a\epsilon_0} \left(\frac{1}{\epsilon_l} - \frac{1}{\epsilon_s} \right)$, где Z_e – заряд иона.

4.2. Для иона через пору: $W_p = \frac{Z^2 e^2}{2\epsilon_0 \epsilon_n a} + \frac{Z^2 e^2}{\epsilon_0 \epsilon_l b} P\left(\frac{\epsilon_l}{\epsilon_n}\right)$, где $P(x)$ – функция,

достигающая максимального значения $P_{max} = 0,25$.

5. Объем макромолекул

Исходный объем α -спирали определяется как объем цилиндра: $V_\alpha = \frac{\pi h d^2}{4}$, где h –

высота цилиндра, и d – диаметр. Линейная длина белка составляет $L = pdn$, где n – число витков спирали. При полной денатурации белок принимает форму статистического клубка, средний радиус которого определяется как $R = l\sqrt{N}$, где l – длина статистического сегмента, N – число сегментов. Число сегментов составляет $N = L/l$, а объем клубка $V = 4\pi r^3$.

6. Количество информации, заключенной в биополимерах: $I = \log_2 N^n$ [бит], где N – количество типов мономеров (4 для НК и 20 для белков), n – длина полимерной цепи. Число возможных способов размещения мономеров в полимере $W = n!$, т.е. $I = \log_2 n! \cong n \cdot \log_2 n$.

Изменение энтропии, связанное с образованием полимерной молекулы (увеличением структурированной информации) определяется: $\Delta S = -k_B I$ [Дж/К], где k_B – постоянная Больцмана.

7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)

Курсовых работ по дисциплине учебным планом не предусмотрено

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):

а) основная литература

1. Биофизика [Текст] : учебник / ред. В. Г. Артюхов. - М. : Академ. проект ; Екатеринбург : Деловая кн., 2009. - 294 с. (ISBN 978-5-8291-1081-9. - ISBN 978-5-88687-203-3, 50 экз.)
2. Плутахин Г. А. Биофизика [Электронный ресурс] / Г. А. Плутахин, А. Г. Кошаев. - Москва : Лань, 2012. - 240 с. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN978-5-8114-1332-4

б) дополнительная литература

1. Волькенштейн М.В. Биофизика [Текст] / М. В. Волькенштейн. - М. : Наука, 1981. - 575 с. (4 экз.)
2. Ризниченко Г.Ю. Математические модели биологических продукционных процессов [Текст] / Г.Ю. Ризниченко, А.Б.Рубин. - М. : Изд-во МГУ, 1993. - 299 с. ISBN 5211017552 (2 экз.)
3. Блюменфельд Л.А. Решаемые и нерешаемые проблемы биологической физики / Л.А. Блюменфельд. – М. : Едиториал УРСС, 2002. – 160 с. - ISBN 5-354-00121-8 (1 экз.)
4. Владимиров Ю.А. Физико-химические основы фотобиологических процессов : учеб. пособие / Ю.А. Владимиров, А.Я. Потапенко. – М. : Высш. шк., 1989. – 199 с. - ISBN 5060004945 (2 экз.)
5. Кудряшов Ю. Б. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) / Ю. Б. Кудряшов; Под ред. В. К. Мазурика, М. Ф. Ломанова ; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. - М. : Физматлит, 2004. - 442 с. - ISBN 5-9221-0388-1 (5 экз.)
6. Рощупкин Д.И. Биофизика органов / Д.И. Рощупкин, Е.Е. Фесенко, В.И. Новоселов ; РАН, Ин-т биофизики клетки. - М. : Наука, 2000. - 255 с. - ISBN 5020052108 (3 экз.)

Кроме этого, студентам рекомендуется изучение периодических научных изданий: «Биологические мембраны», «Биохимия», «Биофизика», «Биотехнология», «Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии», «Известия РАН. Серия биологическая», «Микробиология», «Молекулярная биология», «Прикладная биохимия и микробиология».

в) программное обеспечение

DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal (Windows 10 Education 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Windows 7 Professional with Service Pack 1 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Windows Server 2008 Enterprise and Standard without Hyper-V with SP2 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Access 2016 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Access 2010 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine). Договор №03-016-14 от 30.10.2014г.

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 250-499. Форум Контракт №04-114-16 от 14ноября 2016г KES. Счет №РСЦЗ-000147 и АКТ от 23ноября 2016г Лиц.№1В08161103014721370444.

Microsoft Office Enterprise 2007 Russian Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 43364238.

Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 41059241.

Office 365 профессиональный плюс для учащихся. Номер заказа: 36dde53d-7cdb-4cad-a87f-29b2a19c463e.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://6years.net/index.php> - портал бесплатной медицинской информации, содержит большое количество книг, учебных пособий биохимической и биофизической направленности.
2. http://bio.fizteh.ru/resource/bio_books/book_biophysics.html - раздел сайта МФТИ, на котором представлены учебники по общей, теоретической, радиационной, медицинской биофизике
3. <http://bio.fizteh.ru/student/files/biology/biopharticles/> - раздел сайта МФТИ, содержащий научно-популярные статьи по биофизике
4. <http://dmb.biophys.msu.ru> - Информационная система «Динамические модели в биологии», рассчитанная на широкий круг пользователей, включает в себя

гипертекстовые документы и реляционные базы данных и обеспечивает унифицированный доступ к разнообразной информации по данной предметной области. Справочный раздел содержит сведения о научных организациях и университетах России, в которых ведутся работы по математическому моделированию в биологии, персональную информацию о российских ученых, работающих в этой области и их трудах, аннотированный список международных и российских журналов, печатающих статьи по моделированию в биологии. Библиотека содержит библиографическую, аннотированную и полнотекстовую информацию по математическому моделированию биологических процессов, в том числе специально подготовленные электронные версии более 20 российских монографий и учебных пособий по математическим моделям в биологии.

5. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - Научная электронная библиотека, крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн научных статей и публикаций.
6. <http://tusearch.blogspot.com> - Поиск электронных книг, публикаций, законов, ГОСТов на сайтах научных электронных библиотек. В поисковике отобраны лучшие библиотеки, в большинстве которых можно скачать материалы в полном объеме без регистрации. В список включены библиотеки иностранных университетов и научных организаций.
7. <http://www.bio-phys.narod.ru/> - Лекции по биофизике. Сведения о молекулярной биофизике, пространственной организации биополимеров, элементах биофизики белка (учебное пособие МГТУ им. Баумана)
8. <http://www.mai.ru/> - Международная академическая издательская компания "Наука". Журнал "Биофизика".
9. <http://www.protein.bio.msu.ru/biokhimiya/index.htm> - Интернет версия международного журнала по биохимии и биохимическим аспектам молекулярной биологии, биоорганической химии, микробиологии, иммунологии, физиологии и биомедицинских исследований. Статьи в pdf-формате.
10. ЭБС «Издательство Лань». Адрес доступа <http://e.lanbook.com/>
11. ЭБС «Рукопт». Адрес доступа <http://rucont.ru/>
12. ЭБС «Айбукс». Адрес доступа <http://ibooks.ru>
13. ЭБС «Юрайт». Адрес доступа: <http://biblio-online.ru/>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

Материально-техническое обеспечение дисциплины «Биофизика» базируется на следующих ресурсах:

- Аудитория для проведения занятий лекционного типа. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на 48 посадочных мест; оборудована *техническими средствами обучения*, служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Биофизика»: проектор Epson EB-X05, экран Digis; *учебно-наглядными пособиями*, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине «Биофизика»: презентации в количестве 4 шт.

- Аудитория для проведения занятий лабораторного типа. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на 12 посадочных мест; оборудована *техническими средствами обучения*: Проектор Epson EB-X03, Экран ScreenMedia, Доска аудиторная меловая, магнитная, Лаборатория орган химии - Шкаф вытяжной АФ-221"- 2 шт., Химический шкаф (стеллаж) -1 шт., Лабораторный стол с выкатными тумбами – 5 шт., Холодильник «Минск» - 2шт., Аппарат для вертикального электрофореза – 1 шт., Вакуумный испаритель РВО-64 – 1 шт., Вольметр ВУ-15 – 1 шт., Дезинтегратор УД-20 – 1 шт., Измеритель ионных сопротивлений (импеданса) - 1 шт., Источник питания для

электрофореза "Эльф" – 1 шт., Осциллограф универсальный двухлучевой С-55 – 1 шт., Термостат ТС-80 – 1 шт., Центрифуга К-24 – 1 шт., Центрифуга МПВ-310 – 1 шт. служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Биофизика».

- Компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, организации самостоятельной работы. Аудитория оборудована: специализированной (учебной) мебелью на 20 посадочных мест, доской меловой; оборудована техническими средствами обучения: Системный блок PentiumG850, Монитор BenQ G252HDA-1 шт.; Системный блок Athlon 2 X2 250, Монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; Системный блок PentiumD 3.0GHz, Монитор Samsung 740N – 3 шт.; Моноблок IRU T2105P – 2 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQG955 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ GL2250 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T200 HD – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T190N – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung 740N – 1 шт.; Проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot. С неограниченным доступом к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

- Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Аудитория оборудована: специализированной мебелью на 8 посадочных мест; Вытяжной шкаф – 1шт., Ламинарный шкаф – 2 шт., Термостат ТС-80 – 2 шт., Лабораторный стол металлический – 3 шт., Лабораторный стол с резиновой поверхностью – 2 шт., Холодильник «Атлант» – 1шт. Микроскоп монокулярный – 8 шт, Микроскоп "Биолам"-1 шт., Стерилизатор паровой ВК-75 ПТ "ТЗМОИ" – 1шт., Пипетка автоматическая Ленпипет 0,5-10 м"-1 шт., Пипетка-дозатор"-1 шт., Микроскоп Levenhuk D870T тринокуляр"-1 шт., Проектор Оверхед"-1 шт., Проектор View Sonic"-1 шт., Проектор View Sonic"-1 шт., Ноутбук Lenovo"-2 шт., Принтер Brother -1 шт., Принтер Canon -1 шт.

10. Образовательные технологии:

При реализации различных видов учебной работы дисциплины используются как стандартные методы обучения, так и интерактивные формы проведения занятий, доля которых составляет не менее 20 % аудиторных занятий. Доля лекционных занятий по дисциплине составляет 50 % от аудиторной нагрузки.

Стандартные методы обучения:

- Информационная лекция
- Лабораторные занятия, предназначенные для практического освоения студентами теоретических и практических методов биофизики;
- Самостоятельная работа студентов;
- Консультации преподавателя;
- Подготовка ответов на контрольные вопросы и решение расчетных задач;

Обучения с применением интерактивных форм образовательных технологий:

- кейс-метод – обучение в контексте моделируемой ситуации, воспроизводящей реальные условия научной деятельности (разбор конкретных ситуаций);
- информационно-коммуникационные образовательные технологии – лекция-визуализация, представление результатов деятельности (рефератов и отчетов по лабораторным работам) с использованием специализированных программных сред.

Все разделы дисциплины обеспечены контрольными и методическими материалами для текущей и промежуточной аттестации, которые представлены в электронно-образовательной среде Educa. Предусмотрена возможность выполнения ряда лабораторных работ в удаленном интерактивном режиме (на платформе Educa) с использованием виртуальных симуляторов и проведения лекций в режиме on-line

видеоконференций (на платформе Zoom).

11. Оценочные средства (ОС):

11.1. Оценочные средства для входного контроля (могут быть в виде тестов с закрытыми или открытыми вопросами).

Тестовые задания для входного контроля

1. Белковые аминокислот в водном растворе при значениях pH, близких к нейтральным, содержат: а) ионизированную аминогруппу; б) протонированную карбоксильную группу; в) протонированную аминогруппу; г) ионизированную карбоксильную группу
2. Пептидная связь в белках является: а) одинарной; б) двойной; в) частично одинарной и частично двойной; г) тройной
3. Какие связи образуют α -спираль во вторичной структуре белка? а) Ван-дер-Ваальса; б) гидрофобные; в) пептидные; г) водородные
4. Какие факторы могут вызывать необратимую денатурацию белка? а) взаимодействие с лигандом; б) ограниченный протеолиз; в) действие солей тяжелых металлов г) изменение конформации белков за счет химической модификации
5. Ферменты, катализирующие окислительно-восстановительные реакции относятся к классу: а) оксидоредуктаз; б) гидролаз; в) трансфераз; г) лиаз
6. Ферменты, катализирующие реакции в присутствии воды, относятся к классу: а) оксидоредуктаз; б) гидролаз; в) трансфераз; г) лиаз
7. Регулируемый фермент гликолиза: а) фосфофруктокиназа; б) триозофосфат-изомеразы; в) глицеральдегидфосфатдегидрогеназа; г) 1,3 дифосфоглицераткиназа.
8. Наибольшее количество сфинголипидов содержится в мембранах клеток: а) жировой ткани; б) селезенки; в) нервной ткани; г) легких
9. Из пуриновых оснований в нуклеиновых кислотах обнаружены: а) аденин; б) Тимин; в) урацил; г) цитозин
10. Какую роль играют мембраны клеток в преобразовании энергии? а) На мембранах клеток осуществляются анаболические процессы; б) На мембранах клеток происходит синтез АТФ и преобразование энергии квантов света при фотосинтезе; в) Благодаря мембранам осуществляются процессы диффузии — осмос и диализ; г) благодаря мембранам осуществляется межклеточная коммуникация; д) мембраны участвуют в регуляции гомеостаза.
11. Последовательность реакций в ЭТЦ митохондрий определяется: а) строением окисляемого субстрата; б) величинами окислительно-восстановительных потенциалов компонентов ЭТЦ; в) локализацией ферментов в митохондриальной мембране; г) прочностью связи апоферментов с коферментами; д) наличием АТФ-синтазы в мембране митохондрий.
12. Укажите правильный порядок этапов превращения энергии в организме при синтезе АТФ путем окислительного фосфорилирования: а) энергия химических связей веществ, поступающих с пищей; б) энергия электронов в восстановленных коферментах НАДН и ФАДН₂; в) энергия электронов, проходящих через компоненты ЭТЦ; г) энергия $\Delta\mu\text{H}^+$ на внутренней мембране митохондрий; д) энергия макроэргических связей АТФ.
13. В основе абсорбционной спектроскопии лежит явление: а) поглощения кванта электромагнитного излучения определенной длины волны молекулами вещества; б) рассеяния излучения при прохождении через раствор изучаемого вещества; в) флуоресценции раствора, содержащего изучаемые компоненты; г) электронного перехода между основным и возбужденным состоянием.

14. Выберите тип молекулярного перехода, соответствующий поглощению молекулой инфракрасного излучения: а) ядерный; б) между основным состоянием и любым колебательным уровнем первого возбужденного состояния; в) вращательный; г) между колебательными уровнями в пределах одного электронного уровня.
15. Прямая потенциометрия основана на использовании: а) уравнения Лоренца; б) уравнения Нернста; в) закона Фарадея; г) уравнения Гендерсона
16. Водородный электрод служит индикаторным электродом в реакциях: а) окисления – восстановления; б) нейтрализации; в) осаждения; г) комплексообразования
17. Закону Бугера-Ламбета-Бера соответствует уравнение: а) $D = \frac{I_t}{I_0}$; б) $D = -\lg T$; в) $D = \varepsilon \cdot l \cdot C$
18. На измерении какого параметра основан метод кондуктометрии? а) коэффициента распределения; б) светопоглощения атомами вещества; в) оптической плотности; г) электропроводности; д) показателя преломления
19. Среди перечисленных соединений укажите электролиты: а) NaOH; б) C₆H₆; в) HCl; г) C₂H₅OH; д) C₆H₁₂O₆
20. Какой элемент имеет только отрицательную степень окисления? а) кислород; б) неон; в) углерод; г) литий; д) фтор
21. При нагревании скорость химической реакции: а) уменьшается; б) не меняется; в) сначала возрастает, потом падает; г) возрастает
22. Равновесие реакции смещается в сторону образования продуктов реакции при: а) увеличении концентрации исходных веществ; б) уменьшении концентрации исходных веществ; в) увеличении концентрации продуктов реакции; г) неизменных концентрациях всех веществ
23. Единица измерения количества теплоты и работы в системе СИ: а) Джоуль; б) Ватт; в) Калория; г) Паскаль.
24. Мера интенсивности хаотического движения микрочастиц: а) абсолютная температура; б) теплоемкость; в) энтропия; г) плотность;
25. Единица измерения абсолютной (термодинамической) температуры: а) градус Цельсия; б) градус Фаренгейта; в) Кельвин; г) Паскаль;
26. Универсальная газовая постоянная – это работа, которую совершит при увеличении температуры на 1К в изобарном процессе: а) 1 кг газа; б) 1 кмоль газа; в) 1 м³ газа; г) 1 литр газа;
27. Часть полного запаса энергии термодинамической системы, не связанная с положением ее в поле внешних сил или движением: а) внутренняя энергия; б) теплота; в) энтальпия; г) энтропия;
28. Параметр, величина которого увеличивается при переходе термодинамической системы из менее вероятного состояния в более вероятное: а) энтропия; б) энтальпия; в) давление; г) плотность
29. Химическая реакция, сопровождающаяся выделением теплоты: а) экзотермическая; б) эндотермическая; в) гомогенная; г) гетерогенная
30. Найдите производную функции $f(x) = 2x^3 - 3x^2 + 6x - 6$: а) $6x^2 - 6x + 6$; б) $6x^2 - 6x$; в) $6x^2 - 6x + 6$; г) $6x^2 - 6x + 6$
31. Найдите производную функции $f(x) = \frac{3x+2}{2x-1}$: а) $-\frac{7}{(2x-1)^2}$; б) $-\frac{7}{(2x-1)^2}$; в) $\frac{3}{2}$;
г) $\frac{2}{3}$

32. Найдите производную функции $y = 5x^3 - 4\sqrt{x} + \frac{2}{x} - 5$: а) $15x^2 - \frac{2}{\sqrt{x}} - \frac{2}{x^2}$;
 б) $15x^3 - 2x^{\frac{1}{2}} + 2$; в) $15x^2 - 2x^{\frac{1}{2}} \frac{2}{x}$; г) $15x^2 - \frac{2}{\sqrt{x}} - \frac{2}{x^2}$

11.2. Оценочные средства текущего контроля формируются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе университета. Назначение оценочных средств ТК - выявить сформированность компетенций ОПК 2, 4, 5.

Темы рефератов

1. Кинетика ферментативных процессов.
2. Термодинамика систем вдали от равновесия.
3. Математические модели в экологии.
4. Физико-химические принципы строения биополимеров.
5. Внутримолекулярная динамика белков.
6. Электронные переходы в биополимерах.
7. Физико-химические принципы строения биополимеров.
8. Физико-химические особенности биологических мембран: ионные равновесия.
9. Пассивный транспорт веществ через мембрану.
10. Каналы и переносчики. Активный транспорт.
11. Транспорт ионов в возбудимых мембранах.
12. Первый закон термодинамики и его применимость к биологическим системам.
13. Второй закон термодинамики. Изменение энтропии открытых систем. Термодинамические условия осуществления стационарного состояния.
14. Изменение свободной энергии химических реакций. Термодинамическое сопряжение реакций. Тепловые эффекты в биологических системах.
15. Соотношение между значениями движущих сил и скоростей процессов. Соотношение взаимности Онзагера.
16. Термодинамические критерии достижения стационарных состояний и их устойчивости. Теорема Пригожина. Принцип Ле-Шателье.
17. Статистическое истолкование энтропии. Формула Больцмана. Энтропия и информация.
18. Основные особенности кинетики биологических процессов на языке химической кинетики.
19. Типы химических реакций. Порядок реакции. Линейные и разветвленные цепи реакций.
20. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Коэффициент Вант - Гоффа.
21. Кинетика ферментных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментан.
22. Типы динамического поведения биологических структур. Понятие о биологических триггерах, колебательных процессах. Модель Вальтера.
23. Статистический характер организации полимеров. Объемные взаимодействия и переходы глобула-клубок в полимерных макромолекулах.
24. Типы взаимодействия в макромолекулах. Силы Ван - дер - Ваальса, водородная связь, электростатические взаимодействия, внутреннее вращение и поворотная изомерия.
25. Конформационная энергия полипептидной цепи. Пространственная организация белков и нуклеиновых кислот.
26. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биоструктурах.

27. Динамика фазовых переходов в макромолекулах. Кооперативный характер перехода спираль-клубок.
28. Конформационная подвижность белков по данным различных методов (методы изотопного обмена, оптической и резонансной спектроскопии).
29. Принцип Франка-Кондона и законы флюоресценции.
30. Квантово-механические представления о строении атомов и молекул. Уравнение Шредингера. Квантовые уровни энергии и квантовые числа.

Контрольные вопросы для текущего контроля

1. Какое определение можно дать биофизике на современном этапе развития науки?
2. Почему биофизику относят к биологическим и физическим наукам?
3. Какие разделы включает современная биофизика?
4. Какие задачи стоят перед биофизикой на современном этапе?
5. Какие исторические периоды в развитии биофизики можно выделить?
6. Как можно охарактеризовать развитие биофизики как науки на современном этапе развития?
7. Какие принципы положены в основу единства структурной организации живых организмов?
8. Какие имеются проявления случайного и детерминированного в структуре и функционировании живых систем?
9. Как следует понимать химическую и предбиологическую эволюцию биологических систем?
10. Сформулируйте закон Гесса - следствие первого закона термодинамики.
11. Как применяются калориметрические методы в термодинамике биологических процессов?
12. В чем физическая сущность понятия энтропии? Единицы измерения энтропии.
13. Сформулируйте второе начало термодинамики для изолированных и открытых систем. Запишите математические уравнения.
14. Какие виды энергии характеризуются наименьшим значением энтропии?
15. Как изменяется баланс энтропии при росте и старении организмов?
16. Как изменяется диссипативная функция открытой системы в устойчивом и не устойчивом стационарных состояниях?
17. Как осуществляется переход закрытой системы в равновесное состояние?
18. Сформулируйте соотношения Онзагера и покажите, как они применяются для анализа биологических систем.
19. Объясните связь скорости изменения энтропии биологических систем (dS/dt) с теплопродукцией.
20. Каковы термодинамические критерии достижения устойчивого стационарного состояния?
21. Что понимают под термином «скорость химической реакции»?
22. В каких единицах выражается скорость биохимической реакции?
23. Каков физический смысл константы скорости реакции?
24. Что называется порядком реакции по веществу? Может ли порядок реакции быть нулевым, дробным, отрицательным?
25. Какими уравнениями описываются зависимости концентраций реагирующих веществ от времени в случае необратимых реакций второго порядка?
26. Можно ли на основании определения порядка реакции судить о ее сложности?
27. Как формулируется правило Вант-Гоффа о температурной зависимости скорости реакции? Что представляет собой температурный коэффициент скорости реакции? Каково его значение для ферментативных реакций?
28. Каков физический смысл энергии активации?

29. Какую информацию можно получить при изучении зависимости константы скорости ферментативной реакции от температуры?
30. Какие виды конкурентного ингибирования Вам известны?
31. Каковы механизмы смешанного ингибирования?
32. Назовите методы определения константы ингибирования K_i
33. Дать определение биологическим мембранам.
34. Какие виды мембран известны?
35. Выделите основные функции биологических мембран.
36. Какие выделяют биофизические методы исследования структуры, параметров, свойств, функций биомембран? Каковы их особенности и отличия от методов других биологических наук?
37. Какими методами изучают динамику изменений параметров и функций мембран?
38. Какую информацию можно получить о биологических мембранах, их свойствах при применении методов ЭПР, ЯМР и флуоресцентной спектроскопии?
39. Какими методами изучают фазовое состояние липидов в мембране и фазовые переходы?
40. Охарактеризуйте наиболее информативный метод, позволяющий изучать динамику изменения параметров мембраны при протекании различных биологических процессов и реакций.
41. Охарактеризуйте подвижность липидов и белков в мембране.
42. Что представляют собой силы, стабилизирующие структуру мембран?
43. Что такое фазовое состояние и фазовые переходы в мембранах?
44. Почему нормально функционировать могут только асимметричные мембраны? Как создается и поддерживается асимметрия мембран?
45. Какие надмолекулярные липидные структуры образуются в воде и неполярных растворителях?
46. Назовите основные модели биомембран.
47. Какие вещества транспортируются через биологические мембраны?
48. По каким признакам транспорт веществ подразделяют на пассивный и активный?
49. Назовите основные пути проникновения молекул и ионов через мембрану.
50. Какие силы обеспечивают трансмембранный транспорт веществ?
51. Каковы основные механизмы пассивного транспорта?
52. Как осуществляется облегченная диффузия?
53. Выделите принципы и основные этапы работы Ca^{2+} - насоса и $Na^+ - K^+$ - насоса.
54. Как клетки и ткани проводят постоянный и переменный электрический ток?
55. Что такое импеданс биологической ткани и клеток?
56. Охарактеризуйте α , β и γ -дисперсии электропроводности
57. Что изучают квантовая биофизика и биофизика фотобиологических процессов?
58. Назовите области практического использования идей и методов квантовой биофизики.
59. Проанализируйте отдельные стадии фотобиологического процесса.
60. Назовите условия, необходимые для того, чтобы произошло поглощение в биосистеме.
61. Охарактеризуйте спектры светопропускания и поглощения: их применение для количественного и качественного анализов биосистем.
62. Назовите типы электронных переходов, обуславливающих спектр поглощения вещества в видимой и УФ-областях.
63. Назовите хромофорные группы молекул белков, нуклеиновых кислот, липидов, хлорофилла и родопсина.
64. Вследствие какого типа электронного перехода возникает полоса поглощения полипептидов и белков при 190 нм?
65. Проанализируйте пути дезактивации электронно-возбужденного состояния

- биомолекул.
66. Как измеряют спектры люминесценции и спектры возбуждения люминесценции биообъектов? Какую информацию можно получить при их анализе?
 67. Каковы квантовые выходы флуоресценции и фосфоресценции?
 68. По какой формуле определяют степень поляризации флуоресценции?
 69. Что понимают под эффективностью хемилюминесценции?
 70. Миграция энергии - это чисто физический процесс или она сопровождается химическими изменениями вещества?
 71. Назовите особенности индуктивно-резонансного, экситонного, обменно-резонансного путей миграции энергии. Приведите примеры.
 72. Что понимают под спектром действия фотобиологического процесса?
 73. Каков физический смысл квантового выхода фотохимической реакции?
 74. Назовите квантовые выходы фотоинактивации белков, фотодимеризации тиминов и образования гидропероксидов при УФ-облучении жирных кислот.
 75. Какие биофизические методы анализа биосистем можно отнести к конформационно-чувствительным?
 76. Дайте характеристику супероксид-радикалу кислорода.
 77. Назовите методы изучения свободных радикалов.
 78. Охарактеризуйте главные направления применения ЭПР-спектроскопии в исследовании биологических структур и процессов.
 79. В чем заключается сущность метода импульсного (флеш) фотолиза?
 80. Каковы особенности лазерной спектроскопии по сравнению с обычной?
 81. Происхождение ИК-спектров: основные характеристики спектра ИК-поглощения.
 82. Принцип метода дифференциальной сканирующей микрокалориметрии. Какие биологические процессы изучаются с помощью этого метода?
 83. В чем заключается главная идея рентгеноструктурного анализа? Основные направления применения этого метода анализа в биохимии и медицине.
 84. Дайте классификацию фотобиологических реакций.
 85. Применение фотохимии в медицине.
 86. В чем особенности УФ-излучения как физического агента и биологического фактора?
 87. Влияет ли конформация белковых молекул на их УФ-чувствительность?
 88. Перечислите основные типы фотохимических реакций, приводящих к различным повреждениям нуклеиновых кислот.
 89. Дайте определение понятию "фотореактивация". Какова роль фотореактивирующего фермента в осуществлении этой реакции?
 90. В чем заключаются особенности фотохимических превращений белков в составе биомембран по сравнению со свободными белками?
 91. Какова роль липидов в процессах УФ-модификации биомембран?
 92. Что изучает радиационная биофизика? Основные проблемы радиобиологии.
 93. Что такое доза ионизирующего излучения и ее мощность?
 94. В каких единицах измеряют поглощенную и экспозиционную дозы ионизирующего излучения?
 95. Что такое относительная биологическая эффективность ионизирующих излучений (ОБЭ)? Какова связь ОБЭ с линейной передачей энергии (ЛПЭ)?
 96. Что следует понимать под термином «модификация радиочувствительности»?
 97. Понятия «радиопротекторы» и «радиосенсибилизаторы». Приведите примеры радиопротекторов.
 98. Суть теории мишени. Ее научная обоснованность и критика.
 99. Что такое липидные радиотоксины? Кинетика процессов их образования в различных системах облученного организма.
 100. Является ли структурно-метаболическая теория количественной теорией

биологического действия радиации? Какая идея лежит в основе структурно-метаболической теории?

Демонстрационный вариант теста №1

1. Выберите пропущенное слово: «Градиент концентрации ионов вещества и мембранный потенциал составляют градиент _____ потенциала для этого вещества».
а) изотермического; б) электрохимического; в) электрического; г) изобарического; д) химического
2. Белки, пронизывающие липидный бислой и контактирующие с водной средой с обеих сторон клеточной мембраны, называются:
а) фибриллярными; б) глобулярными; в) анулярными; г) ионофорными; д) трансмембранными

Демонстрационный вариант теста №2

1. Время, в течение которого вещество перемещается на определенное расстояние в растворе за счет свободной диффузии:
а) уменьшается пропорционально этому расстоянию; б) уменьшается пропорционально квадрату этого расстояния; в) не зависит от этого расстояния; г) пропорционально этому расстоянию; д) увеличивается прямо пропорционально квадрату этого расстояния
2. Единицей потока диффундирующего вещества в СИ является: а) моль в секунду на квадратный метр; б) метр в секунду; в) моль в секунду; г) квадратный метр на секунду; д) секунда на квадратный метр

Демонстрационный вариант расчетных задач

Тема «Кинетика биологических процессов»

Выращена популяция бактерий численностью 10^6 . Внезапно начинается гибель бактерий, причем за первую минуту число погибших бактерий составило 10^4 . Определить, за какое время погибнет вся популяция, если известно, что скорость гибели пропорциональна численности популяции.

Тема «Термодинамика биологических процессов»

В теле человека представлено около 10^{13} клеток. Считаем, что все они уникальны (нельзя переставлять). Определить количество информации, необходимое для построения организма, и соответствующее изменение энтропии.

Тема «Молекулярная биофизика»

Как изменится объем белка, представляющего собой α -спираль длиной 45 нм и диаметром 1,1 нм, после его полной денатурации? Среднюю длину статистического сегмента принять равной 5 нм.

Тема «Биофизика мембран»

Концентрация ионов (ммоль/л) между двумя сторонами клеточной мембраны в мышце лягушки имеет следующее значение: Na (120 / 9,2), K (2,5 / 140), Cl (120 / 3–4), где цифры относятся к внешней/внутренней стороне мембраны, соответственно. Определить разность потенциалов на мембране в случае пассивного транспорта каждого типа ионов. Дать сравнительный анализ при условии, что экспериментальная величина составляет –90 мВ.

Тема «Биофизика фотобиологических процессов»

Когда фотосистема I поглощает красный свет с длиной волны 700 нм, восстановительный потенциал P_{700} изменяется от +0,4 до -0,6 В. Какая доля поглощенного света улавливается в форме восстановительной силы?

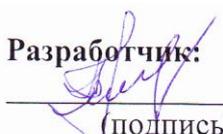
11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Биофизика: объект исследования, цели, задачи, методы. Основные исторические этапы становления и развития дисциплины.
2. Термодинамика, как наука, изучающая общие закономерности обмена и превращения энергии. Классификация термодинамических систем. Первый закон термодинамики и его применимость к биологическим системам.
3. Второй закон термодинамики. Изменение энтропии открытых систем. Термодинамические условия осуществления стационарного состояния.
4. Изменение свободной энергии химических реакций. Термодинамическое сопряжение реакций. Тепловые эффекты в биологических системах.
5. Соотношение между значениями движущих сил и скоростей процессов. Соотношение взаимности Онзагера.
6. Термодинамические критерии достижения стационарных состояний и их устойчивости. Теорема Пригожина. Принцип Ле-Шателье.
7. Статистическое истолкование энтропии. Формула Больцмана. Энтропия и информация.
8. Основные особенности кинетики биологических процессов на языке химической кинетики.
9. Типы химических реакций. Порядок реакции. Линейные и разветвленные цепи реакций.
10. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Коэффициент Вант - Гоффа.
11. Кинетика ферментных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментан.
12. Методы исследования кинетики сложных систем. Определение устойчивости системы по Ляпунову.
13. Математическое моделирование в биологии. Качественное исследование простейших моделей биологических процессов. Упрощенная модель культиватора.
14. Методы качественной теории дифференциальных уравнений в анализе динамических свойств биологических процессов. Понятие фазовой плоскости.
15. Типы динамического поведения биологических структур. Понятие о биологических триггерах, колебательных процессах. Модель Вальтера.
16. Статистический характер организации полимеров. Объемные взаимодействия и переходы глобула-клубок в полимерных макромолекулах.
17. Типы взаимодействия в макромолекулах. Силы Ван-дер-Ваальса, водородная связь, электростатические взаимодействия, внутреннее вращение и поворотная изомерия.
18. Конформационная энергия полипептидной цепи. Пространственная организация белков и нуклеиновых кислот.
19. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биоструктурах.
20. Динамика фазовых переходов в макромолекулах. Кооперативный характер перехода спираль-клубок.
21. Конформационная подвижность белков по данным различных методов (методы изотопного обмена, оптической и резонансной спектроскопии).
22. Принцип Франка- Кондона и законы флюоресценции
23. Квантово-механические представления о строении атомов и молекул. Уравнение Шредингера. Квантовые уровни энергии и квантовые числа.
24. Образование молекулярных орбиталей. Природа и типы химической связи. Природа связи. Электронные переходы в молекуле.
25. Взаимодействия света с молекулами. Принцип Франка-Кондона.
26. Поглощение света молекулами. Спектры поглощения. Полосы поглощения. Коэффициенты поглощения. Спектры действия.

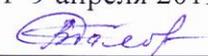
27. Электронные спектры биополимеров.
28. Современные представления о механизмах ферментативного катализа. Электронно-конформационные взаимодействия в фермент-субстратном комплексе.
29. Структура и функции биологических мембран.
30. Поверхностный заряд мембранных систем, происхождение электрокинетического потенциала.
31. Методы электрофореза и их применение в биологии.
32. Пассивные электрические характеристики биологических тканей.
33. Пассивный и активный транспорт веществ через мембраны. Транспорт неэлектролитов.
34. Транспорт ионов через мембраны. Электрохимический потенциал.
35. Ионные равновесия на границе раздела фаз. Уравнение Нернста
36. Уравнение электродиффузии Нернста-Планка.
37. Диффузные потенциалы в растворе. Уравнение Гендерсона
38. Мембранный диффузный потенциал. Уравнение Гольдмана.
39. Соотношение Уссинга-Теорелла.
40. Перенос электронов и трансформация энергии в биомембранах.
41. Виды ионизирующих излучений.
42. Взаимодействие рентгеновского и гамма излучений со средой.
43. Взаимодействие нейтронного излучения со средой.
44. Поглощение энергии ускоренных заряженных частиц. Модель Дертингера, Юнга.
45. Методы регистрации ионизирующих излучений.
46. Количественное описание радиационных эффектов. Поглощенная доза, ЛПЭ, ОБЭ.
47. Эквивалентная доза. Весовой множитель W_p . Эффективная доза. Тканевый весовой множитель W_v . Экспозиционная доза. Коллективная доза.
48. Эффекты воздействия ионизирующих излучений на живые организмы. Принцип попадания. Концепция мишени.
49. Общие закономерности радиолиза. Радиолиз воды, белков, ДНК. Восстановительные процессы при облучении.
50. Последствия облучения. Относительная значимость риска различных радиационных эффектов.

Разработчик:

 _____ доцент Приставка А.А.
(подпись)

Программа рассмотрена на заседании кафедры физико-химической биологии

Протокол № 15 от 9 апреля 2019 г.

Зав.кафедрой  _____ проф. Саловарова В.П.

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.