

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
ТАДЖИКИСТАН
МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКО-ТАДЖИКСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ»**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«Биофизика»**

Направление подготовки - 03.03.02 «Физика»

Профиль подготовки «Общая физика»

Форма подготовки - очная

Уровень подготовки - бакалавриат

ДУШАНБЕ - 2025

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ №891 от 07.08.2020 г.

При разработке рабочей программы учитываются

- требования работодателей, профессиональных стандартов по направлению;
- содержание программ дисциплин, изучаемых на предыдущих и последующих этапах обучения;
- новейшие достижения в данной предметной области.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математики и физики, протокол № 1 от «28» августа 2025 г.

Рабочая программа утверждена УМС естественнонаучного факультета, протокол № 1 от «28» августа 2025 г.

Рабочая программа утверждена Ученым советом естественнонаучного факультета, протокол № 1 от «29» августа 2025 г.

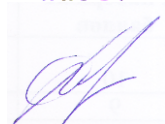
Заведующий кафедрой,
к.ф.-м.н., доцент
Зам. председателя УМС
факультета, ст.
преподаватель
Разработчик, ст.
преподаватель



Гулбоев Б.Дж.

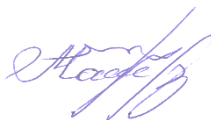


Мирзокаримов О.А.



Хикматуллоев С.Дж.

Разработчик от
организации, к.ф.-м.н.,
зам. директора Физико-
технического института
им. С.У. Умарова НАН
Таджикистана



Махмадбегов Р.С.

Расписание занятий дисциплины

Таблица 1

Ф.И.О. преподавателя	Аудиторные занятия		Приём СРС	Место работы преподавателя
	лекция	Практические занятия (КСР, лаб.)		
Хикматуллоев С.Дж.				РТСУ, кафедра математики и физики, основной корпус 2, 201. каб.

1. ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ И ТРЕБОВАНИИ К ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели изучения дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины «Биофизика» является: формирование 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.

1.2. Задачи изучения 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;

1.3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины «Биофизика» направлен на формирование следующих общекультурных и профессиональных компетенций, необходимых для осуществления профессиональной деятельности:

Таблица 1.

[illegible]

	помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	- основные достижения, современные тенденции и современную экспериментальную базу в области физики. ИПК 2.2. Умеет: - проводить измерения физических характеристик объектов и осуществлять приготовление образцов и подготовку приборов для проведения измерений. - обрабатывать полученные экспериментальные данные и проводить необходимые математические преобразования физических проблем, а также делать оценки по порядку величины. ИПК 2.3. Владеет: - навыками работы с современными экспериментальными научными приборами и компьютерного управления современными экспериментальными установками с использованием специального программного обеспечения; - компьютерной обработки полученных экспериментальных данных и использования электронно-вычислительной техники для расчетов и презентации полученных научных результатов. - грамотного использования физического научного языка для оформления ВКР, проектов и т.п.	Выступление Дискуссия
--	---	--	-------------------------------------

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Биофизика», входящая в Федеральный компонент цикла общих математических и естественнонаучных дисциплин в государственных образовательных стандартах 3-го поколения, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 07.08.2020г. №891, включена в базовую и теоретическую часть профессионального цикла Б1.В.06.

При освоении данной дисциплины необходимы умения и готовность («входные» знания) обучающегося по дисциплинам общего курса физики (механика, молекулярная физика, электричества и магнетизм, оптика, атомная и ядерная физика), математической физики (теоретическая механика, механика сплошных сред, физика конденсированного состояния) и математическим дисциплинам (математический анализ, теория вероятностей, интегральная и дифференциальная уравнения).

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ КУРСА, КРИТЕРИИ НАЧИСЛЕНИЯ БАЛЛОВ

Объем дисциплины (модуля) составляет 4 зачетных единицы, всего 144 часов, из которых: лекции – 16 часов, практические занятия – 16 часов, КСР – 16 часов, - лабораторная 16 часов, самостоятельная работа – 26 часов, всего часов аудиторной нагрузки – 64 часов. Контроль-54 час. Форма контроля – зачет.

3.1. Структура и содержание теоретической части курса

Тема 1. Введение. Биофизика как наука (2-часа).

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

Тема 2. Кинетика биологических процессов (2-часа).

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.

Тема 3. Термодинамика биологических процессов (2-часа).

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.

Тема 4. Молекулярная биофизика (4-часа).

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.

Тема 5. Биофизика мембран (2-часа).

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 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. 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. Ионфоры: переносчики и каналообразующие 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.

Тема 6. Биофизика фотобиологических процессов (2-часа).

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.

Тема 7. Радиационная биофизика (2-часа).

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.

Тема 8. 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.

3.2. Структура и содержание практической части курса

Цель практических занятий – способствовать лучшему усвоению и закреплению теоретических знаний, полученных из лекционного курса и изучения литературы.

Практические занятия состоят из трех частей - вводной, основной и заключительной.

Вводная часть занятия содержит формулировку его цели, ответы на вопросы студентов по домашнему заданию, контроль его выполнения в любой форме и обсуждение понятий, утверждений и методов, знание которых необходимо для продуктивной работы на занятии.

Основная часть занятия включает в себя обсуждение типовых задач по теме занятия, методов и их решения, а также самостоятельное решение задач под руководством и при

необходимой помощи преподавателя. В основную часть занятия входит также обучение студентов умению проверять, анализировать и интерпретировать полученные результаты.

Заключительная часть занятия содержит анализ тех знаний и умений, которые осваивались на занятии и должны быть закреплены при выполнении домашнего задания. Полезно также обсудить, при изучении, каких разделов данного курса и других дисциплин эти знания и умения будут необходимы. Выдача заданий для самостоятельной работы студентов и подробные рекомендации по его выполнению.

1. Занятие 1. Обсуждение тем о биофизика как наука. – 2 часа.
2. Занятие 2. Решение задач и обсуждение тем о кинетика биологических процессов. – 2 часа.
3. Занятие 3. Решение задач и обсуждение тем о термодинамика биологических процессов. – 2 часа.
4. Занятие 4. Решение задач и обсуждение тем о молекулярная биофизика. – 2 часа.
5. Занятие 5. Решение задач и обсуждение тем о молекулярная биофизика. – 2 часа. Занятие 6. Решение задач и обсуждение тем о биофизика мембран. – 2 часа.
6. Занятие 7. Решение задач и обсуждение тем о биофизика фотобиологических процессов. – 2
7. Занятие 8. Решение задач и обсуждение тем о радиационная биофизика. – 2 часа.

Итого 16 час.

7.1. Структура и содержание КСР

Занятие 1. Контроль самостоятельных работ на тему: Прикладное значение биофизики. – 2

Занятие 2. Контроль самостоятельных работ на тему: 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. – 2 час.

Занятие 3. Контроль самостоятельных работ на тему: Нелинейная термодинамика. Общие критерии устойчивости стационарных состояний и перехода к ним вблизи и вдали от равновесия. Связь энтропии и информации в биологических системах – 2 час.

Занятие 4. Природа гипохромного эффектов. 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 гипохромного эффектов. – 2 час.

Занятие 5. Контроль самостоятельных работ на тему: 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 многоцентральной активной конфигурации. – 2 час.

Занятие 6. Контроль самостоятельных работ на тему: 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^+ -АТ Фазы. 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. – 2 час.

Занятие 7. Контроль самостоятельных работ на тему: 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. – 2 час.

Занятие 8. Контроль самостоятельных работ на тему: 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. – 2 часа.

Итого 16 час.

7.2. Структура и содержание лабораторных занятия

Занятие 1. **Кинетика биологических процессов. Работа 1.** Вычисление температурного коэффициента и энергии активации процесса ассимиляции углекислоты веточкой элодеи. **Работа**

2. Определение температурного коэффициента и вычисление энергии активации сокращения сердца лягушки – 2 часа.

Занятие 2. **Работа 1. Определение поверхностного натяжения воды. Работа 2.** Определение поверхностного натяжения различных жидкостей. – 2 часа.

Занятие 3. **Поверхностное натяжение. Работа 3.** Исследование поверхностной буферности плазмы крови. **Работа 4.** Определение константы кольца – 2 часа.

Занятие 4. **Проницаемость клеток и тканей.** Работа 1. Исследование проницаемости кожи лягушки для метиленового синего. – 2 часа.

Занятие 5. **Определение концентрации растворов при помощи рефрактометра.** – 2 часа.

Занятие 6. **Биоэлектрические потенциалы. Регистрация биопотенциалов.** Работа 1. Измерение потенциала покоя нерва лягушки. Зависимость величины потенциала покоя от концентрации ионов калия в среде. Работа 2. Регистрация потенциала действия нерва лягушки.

Работа 3. Измерение потенциала повреждения (потенциала покоя) мышцы лягушки. – 2 часа.

Занятие 7. **Моделирование электрических свойств возбудимой клетки.** 1. Потенциал покоя. 2. Потенциал действия. Краткое описание работы модели. Компьютерная обработка модели. Опыт 1: Равновесный потенциал. Опыт 2: Влияние изменения концентраций ионов на ПП. Опыт 3: Метод фиксации потенциала для анализа токов Na^+ и K^+ . Опыт 4: Влияние изменения концентрации ионов на ионные токи. Опыт 5: Зависимость Na^+ - и K^+ - токов от потенциала. – 2 часа.

Занятие 8. **Биолюминесценция. Люминесцентный анализ.** Работа 1. Знакомство с

устройством и работой люминесцентного микроскопа МЛ-2. Работа 2. Изучение люминесценции хлорофилла. Работа 3. Изучение люминесценции нервных волокон окрашенных акридиновым оранжевым. – 2 часа.

Итого 16 час.

Таблица 3.

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Литература	Кол-во баллов в неделю
		Лек.	Пр.	Лаб.	КСР	СРС		
7-семестр								
1.	Лек.1. Введение. Биофизика как наука. Пр.1. Обсуждение тем о биофизика как наука. Лб.1. Кинетика биологических процессов. Кср 1. Прикладное значение биофизики.	2	2	2		2	1,3,47,8,9.	12,5
2.	Лек.2. Кинетика биологических процессов Пр.2. Решение задач и обсуждение тем о кинетика биологических процессов	2	2			2	1,3,47,8, 9.	12,5
3	Лб.2. Определение поверхностного натяжения воды. Кср2. Кинетика простейших ферментативных реакций			2	2	2		12,5
4	Лек. 3. Термодинамика биологических процессов Лб.3. Поверхностное натяжение. Пр.3. Решение задач и обсуждение тем о термодинамика биологических процессов.	2	2	2	2	2		12,5
5	Лб. 3.Проницаемость клеток и тканей Кср.3. Нелинейная термодинамика.			2	2	2		12,5
6	Лек.4. Молекулярная биофизика. Пр.4. Решение задач и обсуждение тем о молекулярная биофизика.	2	2			2		12,5
7	Лб.4. Проницаемость клеток и тканей. Кср.4. Природа и гипохромного эффектов.			2	2	2		12,5
8	Лек.5. Биофизика мембран.	2	2			2		12,5

	Пр.5. Решение задач и обсуждение тем о молекулярная биофизика.							
9	Лек. 6. Биофизика фотобиологических процессов. Кср.5. Возбужденные состояния и трансформация энергии в биоструктурах.	2			2	2		12,5
10	Лб.5. Определение концентрации растворов при помощи рефрактометра. Кср.6. Молекулярные механизмы процессов энергетического сопряжения.			2	2	2		12,5
11	Пр.6. Решение задач и обсуждение тем о биофизика мембран. Лек.7. Радиационная биофизика.	2	2			2		12,5
12	Лб.6. Биоэлектрические потенциалы. Регистрация биопотенциалов.			2		2		12,5
13	Кср.7. Фотохимические реакции в белках, липидах и нуклеиновых кислотах. ДНК как основная внутриклеточная мишень при летальном и мутагенном действии ультрафиолетового света.				2	2		12,5
14	Лб.7. Билюминесценция. Люминесцентный анализ. Пр.7. Решение задач и обсуждение тем о биофизика фотобиологических процессов.		2	2		2		12,5
15	Лек.8. Эффект Дейла. Лб.8. Моделирование электрических свойств возбудимой клетки.	2				2		12,5
16	Пр.8. Решение задач и обсуждение тем о радиационная биофизика. Кср.8. Радиационная биофизика сложных систем. Временные и дозовые эффекты радиации.		2		2	2		12,5

	ИТОГО: лек-16ч, прак-16ч, КСР-16ч, Лаб-16ч, СРС-26ч, Конт. - 57 час. ВСЕГО-144ч.						200
--	--	--	--	--	--	--	-----

3.4. Формы контроля и критерии начисления баллов

Формы контроля и критерии начисления баллов

Контроль усвоения студентом каждой темы осуществляется в рамках балльно-рейтинговой системы (БРС), включающей текущий, рубежный и итоговый контроль.

Итоговая форма контроля по дисциплине (зачет) проводится в форме тестирования.

Таблица 4.

Неделя	Активное участие на лекционных занятиях, написание конспекта и выполнение других видов работ*	Активное участие на практических (семинарских) занятиях, КСР	СРС Написание реферата, доклада, эссе Выполнение других видов работ	Выполнение положения высшей школы (установленная форма одежды, наличие рабочей папки, а также других пунктов устава высшей школы)	Административный балл за примерное поведение	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
2	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
3	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
4	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
5	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
6	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
7	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
8	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
Первый рейтинг	20	40	20	20	-	100
10	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
11	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
12	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
13	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
14	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
15	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
16	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
Второй рейтинг	20	40	20	20		100
ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ (зачет, зачет с оценкой, экзамен)						100

***Примечание:** в случае отсутствия лекционных занятий по дисциплине, баллы начисляются за активное участие в практических

(семинарских) занятиях, КСР (см. графы 2 и 3 Таблицы с баллами).

Формула вычисления результатов дистанционного контроля и итоговой формы контроля по дисциплине за семестр:

$$ИБ = \left[\frac{(P_1 + P_2)}{2} \right] \cdot 0,49 + Эи \cdot 0,51$$

где ИБ – итоговый балл, P_1 - итоги первого рейтинга, P_2 - итоги второго рейтинга, Эи – результаты итоговой формы контроля (зачет, зачет с оценкой, экзамен).

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа позволяет оптимально сочетать теоретическую и практическую составляющие обучения. При этом обеспечивается упорядочивание теоретических знаний, что в конечном счёте, приводит к повышению мотивации обучающихся в их освоении. Самостоятельная работа планируется и организуется с целью углубления и расширения теоретических знаний, формирования самостоятельного логического мышления. Организация этой работы позволяет оперативно обновлять содержание образования, создавая предпосылки для формирования базовых (ключевых) компетенций категории интеллектуальных (аналитических) и обеспечивая, таким образом, качество подготовки специалистов на конкурентоспособном уровне. Из всех ключевых компетенций, которые формируются в процессе выполнения самостоятельных работ, следует выделить следующие: умение учиться, умение осуществлять поиск и интерпретировать информацию, повышение ответственности за собственное обучение.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать справочную и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов;
- творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

По дисциплине «Биофизика» используется два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

К основным аудиторным видам относятся:

- активная работа на лекциях
- активная работа на практических занятиях

- контрольно-обучающие программы тестирования (КОПТ).
- выполнение контрольных работ.

Внеаудиторная работа проводится в следующих видах:

- проработка лекционного материала,
- подготовка к практическим занятиям,
- подготовка к аудиторным контрольным работам,
- выполнение ИДЗ,
- подготовка к защите ИДЗ,
- подготовка к экзамену.

Таблица 5.

№ п/п	Объем СРС в часах	Тема самостоятельной работы	Форма и вид СРС	Форма контроля.
1	2	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.	Реферат	Поощрение баллами
2	2	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. 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.	Реферат	Поощрение баллами
3	2	Классификация термодинамических систем. Первый и второй законы термодинамики в биологии. Расчеты энергетических эффектов реакций в биологических системах. Характеристические функции и их использование	Реферат	Поощрение баллами

		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. Нелинейная термодинамика. Общие критерии устойчивости стационарных состояний и перехода к ним вблизи и вдали от равновесия. Связь энтропии и информации в биологических системах		
4	2	Природа гиперхромного и гипохромного эффектов. 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.	Реферат	Поощрение баллами
5	2	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.	Реферат	Поощрение баллами
6	2	Электронно конформационные взаимодействия в фермент-субстратном комплексе. Формула для константы скорости образования многоцентровой активной конфигурации.	реферат	Поощрение баллами
7	2	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.	реферат	Поощрение баллами
8	2	Электрохимический градиент протонов. энергизированное состояние мембран; роль векторной H^+ -АТ Фазы. Сопрягающие комплексы, их локализация в мембране. Функции отдельных	реферат	Поощрение баллами

		субъединиц. Конформационные перестройки в процессе образования макроэрга. Бактериородопсин как молекулярный фотоэлектрический генератор. Физические аспекты и модели энергетического сопряжения.		
9	2	Фотохимические реакции в белках, липидах и нуклеиновых кислотах. ДНК как основная внутриклеточная мишень при летальном и мутагенном действии ультрафиолетового света.	Реферат	Поощрение баллами
10	2	Фотосенсибилизированные и двухквантовые реакции при повреждении ДНК.	Реферат	Поощрение баллами
11	1	Ферментативный характер и молекулярный механизм фотореактивации. Роль фотоиндуцированного синтеза биологически активных соединений в процессе фотозащиты.	реферат	Поощрение баллами
12	1	Радиационная биофизика сложных систем. Временные и дозовые эффекты радиации. Сравнительная радиочувствительность биологических объектов и систем	реферат	Поощрение баллами
13	1	Действие малых доз и хронического облучения. Особенности действия разных видов облучения организмов разными типами радиации.	Реферат	Поощрение баллами
14	1	Этапы ответных реакций на острое облучение: физический, биофизический и общепатологический. Синдромы острого лучевого поражения. Критические процессы лучевого поражения.	реферат	Поощрение баллами
15	1	Лучевой токсический эффект. Факторы, модифицирующие лучевое поражение: радиопротекторы и радиосенсибилизаторы, их химическая природа и биологическое действие.	реферат	Поощрение баллами
16	1	Эндогенный фон радиорезистентности. Кислородный эффект и механизмы его проявления.	Реферат	Поощрение баллами

5. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература:

1. Щука, А. А. Электроника в 4 ч. Часть 2. Микроэлектроника : учебник для вузов / А. А. Щука, А. С. Сигов ; ответственный редактор А. С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 326 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01867-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].
2. Аристотель, -. Физика / Аристотель ; переводчик В. П. Карпов. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 228 с. — (Антология мысли). — ISBN 978-5-534-08826-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].

3. Физика : учебник и практикум для вузов / В. А. Ильин, Е. Ю. Бахтина, Н. Б. Виноградова, П. И. Самойленко ; под редакцией В. А. Ильина. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 399 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6343-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].
1. Кравченко, Н. Ю. Физика : учебник и практикум для вузов / Н. Ю. Кравченко. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 322 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19224-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].
2. Лекции по биофизика [Текст]: учебное пособие. — Томск: Сибирский государственный медицинский университет, 2009. — 200 с., 72 рис., 4 табл, лит. — 6 ист.
3. Биофизика [Электронный ресурс] / под редакции профессора Антонова Ф.В. - Москва: изд. Владос. 1999. - 288 с.

5.2. 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.)

Интернет-ресурсы:

1. <https://urait.ru>
2. <http://math4school.ru>
3. <http://webmath.ru>.
4. <http://www-formula.ru/index.php>

Электронно-библиотечные системы

1. ЭБС «Издательство Лань» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Издательство Лань». – Режим доступа <https://e.lanbook.com/>;
2. ЭБС «Электронная библиотечная система ЮРАЙТ» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Режим доступа <https://biblio-online.ru/>.

Перечень лицензионного программного обеспечения

1. Windows Serwer 2019;
2. ILO;
3. ESET NOD32.

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Работа с литературой – 3 час в неделю;

Подготовка к практическому занятию – 3 час; Подготовка к экзамену – 4 часов;

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. В течение недели выбрать время для работы с литературой по биофизике.
2. При подготовке к практическим занятиям следующего дня, необходимо сначала прочитать основные понятия и теоремы по теме домашнего задания. При выполнении упражнения или задачи нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи. Если это не дало результатов, и Вы сделали задачу «по образцу» аудиторной задачи, или из методического пособия, нужно после решения такой задачи обдумать ход решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.

Основная часть теоретического материала курса дается в ходе практических занятий, хотя большая часть материала может изучаться и самостоятельно по учебной литературе.

Рекомендуется использовать текст лекций преподавателя (если он имеется), пользоваться рекомендациями по изучению дисциплины; использовать литературу, рекомендуемую составителями программы; использовать вопросы к зачету, примерные контрольные работы. Учесть требования, предъявляемые к студентам и критерии оценки знаний.

Учебно-методический комплекс (УМК) призван помочь студенту понять специфику изучаемого материала, а в конечном итоге – максимально полно и качественно его освоить.

В первую очередь студент должен осознать предназначение комплекса:

его структуру, цели и задачи. Для этого он знакомится с преамбулой, оглавлением УМК, говоря иначе, осуществляет первичное знакомство с ним.

Далее студент внимательно прочитывает и осмысливает тот раздел, задания которого ему необходимо выполнить.

Выполнение всех заданий, определяемых содержанием курса, предполагает работу с научными исследованиями (монографиями и статьями). Перед работой с научными источниками студенту следует обратиться к основной учебной литературе – учебным пособиям и хрестоматиям. Это позволит ему сформировать общее представление о существе интересующего вопроса.

Системный подход к изучению предмета предусматривает не только тщательное чтение специальной литературы, но и обращение к дополнительным источникам – справочникам, энциклопедиям, словарям. Эти источники – важное подспорье в самостоятельной работе студента (СРС и НИРС), поскольку глубокое изучение именно их материалов позволит студенту уверенно

«распознавать», а затем самостоятельно оперировать научными категориями и понятиями, следовательно – освоить новейшую научную терминологию. Такого рода *работа с литературой* обеспечивает решение студентом поставленной перед ним задачи (подготовка к практическому занятию, выполнение контрольной работы и т.д.).

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

При проведении занятий по дисциплине «Биофизика» используются как классические формы и методы обучения (лекции, практические занятия), так и активные методы обучения (контрольно-обучающие программы тестирования по всем разделам изучаемого материала, работа с ЭУК при подготовке к занятиям, контрольным работам и рейтингового контроля.). Применение любой формы обучения предполагает также использование новейших ИТ-обучающих технологий.

При проведении лекционных занятий по дисциплине «Аналитическая геометрия» целесообразно использовать мультимедийное презентационное оборудование, чтобы сделать более наглядными и понятными доказательства теорем, методики и алгоритмы решения задач и примеров, иллюстрирующих теоретические выводы и их прикладную направленность. Преподаватель использует компьютерные и мультимедийные средства обучения (презентации, содержащиеся в ЭУК), а также наглядно-иллюстрационные (в том числе раздаточные) материалы.

В Университете созданы специальные условия обучающихся с ограниченными возможностями здоровья - специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, проведение групповых и индивидуальных

коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания организаций и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются бесплатно специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, а также обеспечивается:

- наличие альтернативной версии официального сайта организации в сети "Интернет" для слабовидящих;
- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
- возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения организации, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проёмов, лифтов).

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Форма итоговой аттестации: 7 семестр - экзамен.

Итоговая система оценок по кредитно-рейтинговой системе с использованием буквенных символов

Оценка по буквенной системе	Диапазон соответствующих наборных баллов	Численное выражение оценочного балла	Оценка по традиционной системе
A	10	95-100	Отлично
A-	9	90-94	
B+	8	85-89	
B	7	80-84	Хорошо
B-	6	75-79	
C+	5	70-74	
C	4	65-69	Удовлетворительно
C-	3	60-64	
D+	2	55-59	
D	1	50-54	
Fx	0	45-49	Неудовлетворительно

Содержание текущего контроля, промежуточной аттестации, итогового контроля раскрываются в фонде оценочных средств, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по

дисциплине требованиям ФГОС ВО.

ФОС по дисциплине является логическим продолжением рабочей программы учебной дисциплины. ФОС по дисциплине прилагается.