

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

«Утверждаю»  
Декан естественнонаучного факультета  
Муродзода Д.С.  
08 2024 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
(СИЛЛАБУС)**

**«Биофизика»**

**Направление подготовки 03.03.02 - «Физика»**

**Профиль подготовки - «Общая физика»**

**Форма подготовки – очная**

**Уровень подготовки – бакалавр**

ДУШАНБЕ 2024

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

При разработке рабочей программы учитываются

- требования работодателей, профессиональных стандартов по направлению (для общепрофессиональных и профессиональных дисциплин);
- 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 2024г.

Рабочая программа утверждена УМС Естественного факультета, протокол № 1 от 29 августа 2024г.

Рабочая программа утверждена Ученым советом Естественного факультета, протокол № 1 от 30.08.2024г.

Заведующий кафедрой к.ф.-м.н., доцент



Гулбоев Б.Дж.

Зам. председатель УМС факультета



Халимов И.И.

Разработчик: к.ф.-м.н., доцент



Махмадбегов Р.С.

Разработчик от организации:



Акдодов Д.М.

## Расписание занятий дисциплины

Таблица 1

Ф.И.О. преподавателя	Аудиторные занятия			Приём СРС	Место работы преподавателя
	лекция	Практические занятия (КСР, лаб.)	Лабораторная занятия		
Махмадбегов Р.С.	Среда	Среда, Пятница	Пятница	Вторник	ЕНФ, РТСУ

### 1. ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ И ТРЕБОВАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 1.1. Цели изучения дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины «Биофизика» является: формирование у студентов современных представлений 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.

код	Формируемая компетенция	Этапы формирования компетенции	Содержание этапа формирования компетенции	Вид оценочного средства
ПК-2	Способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и	Начальный этап (знания)	Знает: - основных методов теоретической и экспериментальной физики, экспериментальные основы научных приборов и методика проведения современного научного эксперимента в различных областях физики. - современные методы измерений и способы проведения эксперимента по определению основных физических величин во всех разделах физики, такие как оптика и спектроскопия, физика твердого тела, ядерной физики и т.д. - основные достижения, современные тенденции и современную экспериментальную базу в области физики.	Коллоквиум
		Продвинутый этап (навыки)	Умеет: - проводить измерения физических характеристик объектов и осуществлять приготовление образцов и подготовку приборов для проведения измерений.	Разноуровневые задачи и задания

информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта		- обрабатывать полученные экспериментальные данные и проводить необходимые математические преобразования физических проблем, а также делать оценки по порядку величины.	
	Завершающий этап (умения)	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.	Коллоквиум

## 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 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых: лекции – 16 часов (шестой семестр), практические занятия – 16 часов (шестой семестр), КСР – 16 часов (шестой семестр), лабораторная 16 часов (шестой семестр), самостоятельная работа – 44 часов, всего часов аудиторной нагрузки – 64 часов. Зачет – 6-ой семестр.*

### 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 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 каналообразующие агенты. Ионная селективность мембран. Потенциал действия. Роль ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  в генерации потенциала действия в нервных и мышечных волокнах; роль ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Cl}^-$  генерации потенциала действия в других объектах. 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. Эффект

Дейла. Образование возбужденных молекул, ионов и радикалов. Количественная характеристика непрямого действия радиации в растворах. Роль модификаторов в радиоллизе 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 общепатологический. 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.

Занятие 1. Обсуждение тем о биофизика как наука. – 2 часа.

Занятие 2. Решение задач и обсуждение тем о кинетика биологических процессов. – 2 часа.

Занятие 3. Решение задач и обсуждение тем о термодинамика биологических процессов. – 2 часа.

Занятие 4. Решение задач и обсуждение тем о молекулярная биофизика. – 2 часа.

Занятие 5. Решение задач и обсуждение тем о молекулярная биофизика. – 2 часа.

Занятие 6. Решение задач и обсуждение тем о биофизика мембран. – 2 часа.

Занятие 7. Решение задач и обсуждение тем о биофизика фотобиологических процессов. – 2 часа.

Занятие 8. Решение задач и обсуждение тем о радиационная биофизика. – 2 часа.

### **3.3. Структура и содержание КСР**

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

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 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. – 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 многоцентровой 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  $H^+$ -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.– 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.

### 3.4. 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. **Поверхностное натяжение. 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<sup>+</sup> и K<sup>+</sup>. Опыт 4: Влияние изменения концентрации ионов на ионные токи. Опыт 5: Зависимость Na<sup>-</sup> и K<sup>-</sup> 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.

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		
Наименование тем		Лек.	Пр.	Лаб.	КСР	СРС		
Семестр								
1.	Введение. Биофизика как наука	2				2	1-17	3
2	Решение задач и Обсуждение тем о биофизика как наука.		2			1,5	1-17	
3	Прикладное значение биофизики.				2	1	1-17	
4	Кинетика биологических процессов.			2		1		
5	Термодинамика биологических процессов	2				2	1-17	
6	Решение задач и обсуждение тем о термодинамика биологических процессов.		2			1,5	1-17	
7	Нелинейная термодинамика. Общие критерии устойчивости стационарных состояний и перехода к ним вблизи и вдали от равновесия. Связь энтропии и информации в биологических системах				2	1	1-17	
8	Поверхностное натяжение.			2		1		
9	Кинетика биологических процессов	2				2	1-17	
10	Решение задач и обсуждение тем о кинетика биологических процессов.		2			1,5	1-17	
11	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	1	1-17	
12	Поверхностное натяжение.			2		1		
13	Молекулярная биофизика	2				2	1-17	
14	Решение задач и обсуждение тем о молекулярная биофизика.		2			1,5	1-17	
15	Природа гиперхромного и гипохромного эффектов. Электронные свойства биополимеров. Электронные уровни в биопомерах. Основные типы молекулярных				2	1	1-17	

	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.						
16	Проницаемость клеток и тканей.			2		1	
17	Молекулярная биофизика	2				2	1-17
18	Решение задач и обсуждение тем о молекулярная биофизика.		2			1,5	1-17
19	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.				2	1	1-17
20	Определение концентрации растворов при помощи рефрактометра			2		1	
21	Биофизика мембран	2				2	1-17
22	Решение задач и обсуждение тем о биофизика мембран.		2			1,5	1-17
23	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 Н <sup>+</sup> -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.				2	1	1-17
24	Биоэлектрические потенциалы. Регистрация биопотенциалов			2		1	
25	Биофизика фотобиологических процессов	2				2	1-17
26	Решение задач и обсуждение тем о биофизика фотобиологических процессов.		2			1,5	1-17

27	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	1	1-17	
28	Моделирование электрических свойств возбудимой клетки			2		1		
29	Радиационная биофизика	2				2	1-17	
30	Решение задач и обсуждение тем о радиационная биофизика. – 2 часа.		2			1,5	1-17	
31	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	1	1-17	
32	Биолюминесценция. Люминесцентный анализ			2		1		
	ИТОГО: лек-16, прак-16, КСР-16, Лаб-16, СРС-44 ВСЕГО-108							

### 3.4. Формы контроля и критерии начисления баллов

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

Таблица 4.

Неделя	Активное участие на лекционных занятиях, написание конспекта и	Активное участие на практических (семинарских) занятиях, КСР	СРС Написание реферата, доклада, эссе Выполнение	Выполнение положения высшей школы (установленная форма одежды, наличие рабочей папки, а также других	Всего
--------	--	--	--	--	-------

	выполнение других видов работ*		других видов работ	пунктов устава высшей школы)	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>7</b>
1	3	4	3	2,5	12,5
2	3	4	3	2,5	12,5
3	3	4	3	2,5	12,5
4	3	4	3	2,5	12,5
5	3	4	3	2,5	12,5
6	3	4	3	2,5	12,5
7	3	4	3	2,5	12,5
8	3	4	3	2,5	12,5
<b>Первый рейтинг</b>	<b>24</b>	<b>32</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>100</b>
1	3	4	3	2,5	12,5
2	3	4	3	2,5	12,5
3	3	4	3	2,5	12,5
4	3	4	3	2,5	12,5
5	3	4	3	2,5	12,5
6	3	4	3	2,5	12,5
7	3	4	3	2,5	12,5
8	3	4	3	2,5	12,5
<b>Второй рейтинг</b>	<b>24</b>	<b>32</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>100</b>
<b>Итого</b>	<b>48</b>	<b>64</b>	<b>48</b>	<b>40</b>	<b>200</b>

Формула вычисления результатов дистанционного контроля и итоговой формы контроля по дисциплине за семестр для студентов 1-х курсов:

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

где ИБ – итоговый балл,  $P_1$ - итоги первого рейтинга,  $P_2$ - итоги второго рейтинга,  $Эи$  – результаты итоговой формы контроля (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 самостоятельной работы в часах	Тема самостоятельной работы	Форма и вид самостоятельной работы	Форма контроля
1	5,5	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.	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	Поощрение баллами
2	5,5	Основные особенности кинетики биологических процессов. Описание динамики биологических	Письменное решение	Поощрение баллами

		<p>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.</p>	<p>упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)</p>	
3	8	<p>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. Нелинейная термодинамика. Общие критерии устойчивости стационарных состояний и перехода к ним вблизи и вдали от равновесия. Связь энтропии и информации в биологических системах</p>	<p>Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)</p>	<p>Поощрение баллами</p>
4	8	<p>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.</p>	<p>Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)</p>	<p>Поощрение баллами</p>
5	9	<p>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.</p>	<p>Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)</p>	<p>Поощрение баллами</p>

		Электронно конформационные взаимодействия в фермент-субстратном комплексе. Формула для константы скорости образования многоцентровой активной конфигурации.		
6	9	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.	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	Поощрение баллами
7	9	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.	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	Поощрение баллами
8	9	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.	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	Поощрение баллами

## 5. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Лекции по биофизика [Текст]: учебное пособие. – Томск: Сибирский государственный медицинский университет, 2009. – 200 с., 72 рис., 4 табл, лит. – 6 ист.
2. Биофизика [Электронный ресурс] / под редакцией профессора Антонова Ф.В.. - Москва : изд. Владос. 1999. - 288 с.

#### **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. <http://6years.net/index.php>
2. [http://bio.fizteh.ru/resource/bio\\_books/book\\_biophysics.html](http://bio.fizteh.ru/resource/bio_books/book_biophysics.html)
3. <http://bio.fizteh.ru/student/files/biology/biopharticles/>
4. <http://dmb.biophys.msu.ru>
5. <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
6. <http://tusearch.blogspot.com>
7. <http://www.bio-phys.narod.ru/>
8. <http://www.maik.ru/>
9. <http://www.protein.bio.msu.ru/biokhimiya/index.htm>
10. ЭБС «Издательство Лань». Адрес доступа <http://e.lanbook.com/>
11. ЭБС «Руконт».. Адрес доступа <http://rucont.ru/>
12. <http://ibooks.ru> 13. ЭБС «Юрайт». Адрес доступа: <http://biblio-online.ru/>

#### **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

Материально-техническое обеспечение дисциплины «Биофизика» базируется на следующих ресурсах: - Аудитория для проведения занятий лекционного типа. Аудитория оборудована: специализированной (учебной) мебелью на 25 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 – 1шт. 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 Pentium G850, Монитор BenQ G252HDA-1 шт.; Системный блок Athlon 2 X2 250, Монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; Системный блок Pentium D 3.0GHz, Монитор Samsung 740N – 3 шт.; Моноблок IRU T2105P – 2 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ G955 – 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 18 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

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

### **8.1. Итоговая система оценок по кредитно-рейтинговой системе с использованием буквенных символов**

**Таблица 6.**

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

*Форма итоговой аттестации (экзамен): от 0 до 100 баллов.*

*Форма промежуточной аттестации (1 и 2 рубежный контроль) от 0 до 100 баллов.*