



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

Кафедра физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики



Директор Института
Биологических наук
А. Н. Матвеев
«02» апреля 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: Б1.О.39 «**БИОФИЗИКА**»

Направление подготовки: **06.03.01 «БИОЛОГИЯ»**

Направленность (профиль) подготовки: «**Биология**»

Квалификация выпускника: Бакалавр

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

Согласовано с УМК Института
Биологических наук ИГУ
Протокол № 6 от 02» апреля 2026 г.

Председатель  А. Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой физико-химической
биологии, биоинженерии и биоинформатики
Протокол № 11 от « 02 » апреля 2026 г

Зав. кафедрой  В.П. Саловарова

Иркутск 2026 г.

Содержание

	стр.
I. Цель и задачи дисциплины	3
II. Место дисциплины в структуре ОПОП	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины	3
IV. Содержание и структура дисциплины	5
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	5
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	6
4.3 Содержание учебного материала	7
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	10
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов	10
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	11
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	11
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	12
а) перечень литературы	12
б) периодические издания	12
в) список авторских методических разработок	15
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы.....	15
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины	14
6.1. Учебно-лабораторное оборудование	14
6.2. Программное обеспечение	14
6.3. Технические и электронные средства обучения	15
VII. Образовательные технологии	15
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	15

I. Цель и задачи дисциплины:

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

Задачи:

- 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.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина Б1.О.39 «Биофизика» относится к обязательной части. Изучается на 3 курсе во втором семестре.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами бакалавриата («Математика», «Физика», «Химия», «Общая биология», «Биохимия», «Генетика», «Физиология растений», «Физиология человека и животных», «Молекулярная биология», «Цитология»).

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Биотехнология», «Большой практикум», выполнение ВКР.

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенции в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 06.03.01 «Биология»:

ОПК-2: Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ОПК-2 Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические,	ИДК ОПК 1.1 Знает принципы структурно-функциональной организации, основные системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных	Знать: теоретическую и практическую значимость биофизики, взаимосвязь с другими естественными науками; физические основы жизнедеятельности, включая химическое строение и свойства природных соединений и их комплексов, сущность гомеостаза и общие принципы регуляции систем;

биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания	функций живых систем; ориентируется в современных методических подходах, концепциях и проблемах структурно-функциональной организации биосистем.	Уметь: использовать знания биофизики для объяснения важнейших физиологических процессов, протекающих в живых организмах; Владеть: терминологией дисциплины; навыками работы с аналитической приборной базой и теоретическими методами биофизики.
	<i>ИДК опк 1.2</i> Умеет осуществлять выбор методов, адекватных для решения исследовательских задач и выявлять связи физиологического состояния объекта с факторами окружающей среды.	Знать: основные теории и законы, лежащие в основе биофизических процессов, закономерности функционирования биологических систем с точки зрения базовых физических теорий. Уметь: использовать основные биофизические методы исследований в экспериментальной биологии; формулировать задачи исследований, выбирать адекватные теоретические и эмпирические методы и интерпретировать полученные результаты. Владеть: методами физико-математического описания биологической кинетики, пассивного и активного транспорта, взаимодействий вещества, энергии и информации в биологических системах.
	<i>ИДК опк 1.3</i> Владеет навыками применения методов для оценки состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания.	Знать: новейшие достижения в области биофизики и перспективы их использования в различных областях народного хозяйства. Уметь: использовать полученные знания и навыки для решения профессиональных задач; рассчитывать термодинамические и физико-химические параметры процессов, протекающих в биологических системах. Владеть: основными приемами построения и исследования моделей биологических процессов, поведения сложных систем в зависимости от параметров.

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа, в том числе 26 часов на экзамен.

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий не менее 20% часов от аудиторной работы (16 часов)

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся , практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятель ная работа	Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися				
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Тема 1. Введение. Кинетика биологических процессов.	6	23,5		8	8	0,5	9	Контрольные вопросы Отчет по ПР Решение задач тестирование
2	Тема 2. Кинетика ферментативных процессов.	6	21,5		6	6	-	8	- « -
3	Тема 3. Термодинамика биологических процессов	6	21,5		6	6	0,5	8	- « -
4	Тема 4. Молекулярная биофизика	6	21,5		6	6	-	8	- « -
5	Тема 5. Биофизика мембран	6	19		6	6	-	8	- « -

4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	Тема 1. Введение. Кинетика биологических процессов.	Подготовка отчета по ЛР 1.1	1	2	Отчет по ЛР	Раздел 5 а-г
		Подготовка отчета по ЛР 1.2	2	2	Отчет по ЛР	- « -
		Подготовка отчета по ЛР 1.3	3	2	Отчет по ЛР	- « -
		Решение задач по ЛР 2.1	4	1	Задачи	- « -
		Подготовка отчета по ЛР 3.1 (или 4.1)	5	1	Отчет по ЛР	- « -
		Подготовка к тестированию	6	1	Тест	- « -
3	Тема 2. Кинетика ферментативных процессов.	Подготовка отчета по ЛР 5.1 (или 6)	7	4	Отчет по ЛР	- « -
		Подготовка к устному опросу	8	4	Контрольные вопросы	- « -
3	Тема 3. Термодинамика биологических процессов	Решение задач по ЛР 7.1.	9	4	Задачи	- « -
		Подготовка к тестированию	10	4	Контрольные вопросы	- « -
3	Тема 4. Молекулярная биофизика	Подготовка отчета по ЛР 10	11	4	Отчет по ЛР	- « -
		Подготовка к устному опросу	12	4	Контрольные вопросы	- « -
3	Тема 5. Биофизика мембран	Подготовка отчета по ЛР 8.1	13	2	Отчет по ЛР	- « -
		Решение задач по ЛР 8.2	14	2	Задачи	- « -
		Подготовка отчета по ЛР 9	15	2	Отчет по ЛР	- « -
		Подготовка к устному опросу	16	2	Контрольные вопросы	- « -
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – 41						
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час) - 41						

4.3 Содержание учебного материала

Тема 1. Введение. Кинетика биологических процессов.

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.

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.

Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка. Понятие решения одного автономного дифференциального уравнения. Стационарное состояние, его устойчивость. Методы оценки устойчивости. Критерий Ляпунова. Решение линейного дифференциального уравнения. Примеры: Модели роста численности популяции. Непрерывные модели: экспоненциальный рост, логистический рост, модели с наименьшей критической численностью. Модели с неперекрывающимися поколениями. Временная иерархия и принцип "узкого места" в биологических системах. Управляющие параметры. Быстрые и медленные переменные.

Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений. Фазовая плоскость и фазовый портрет системы. Типы особых точек. Пример: химические реакции первого порядка. Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка. Примеры исследования устойчивости стационарных состояний моделей биологических систем. Уравнения Лотки. Уравнения Вольтерра.

Множественность стационарных состояний. Устойчивость стационарных состояний. Мультистационарные системы. Модели триггерного типа. Примеры. Силовое и параметрическое переключение триггера. Бифуркации динамических систем. Типы бифуркаций. Генетический триггер Жакоба и Моно. Бифуркационные диаграммы.

Колебания в биологических системах. Понятие автоколебаний. Предельные циклы. Бифуркация Андронова - Хопфа. Модель брюсселяторов. Примеры автоколебательных моделей процессов в живых системах. Распределенные системы. Уравнение диффузии. Система реакция-диффузия. Система реакция-диффузия для двух уравнений.

Тема 2. Кинетика ферментативных процессов.

Особенности механизмов ферментативных реакций. Понятие о физике ферментативного катализа. Кинетика простейших ферментативных реакций. Условия реализации стационарности. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Прямые обратные координаты. Влияние модификаторов на кинетику ферментативных реакций. Взаимосвязь кинетических и термодинамических параметров. Роль конформационных свойств биополимеров.

Модель гликолиза. Субстратное угнетение, его биологическое значение. Кинетика ферментативного катализа в условиях субстратного угнетения. Автоколебательные процессы в ферментативных системах.

Тема 3. Термодинамика биологических процессов

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

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

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

термодинамики в биологии. Термодинамические характеристики молекулярно-энергетических процессов в биосистемах.

Нелинейная термодинамика. Общие критерии устойчивости стационарных состояний и перехода к ним вблизи и вдали от равновесия. Связь энтропии и информации в биологических системах.

Тема 4. Молекулярная биофизика

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

Условия стабильности конфигурации макромолекул. Фазовые переходы. Переходы глобула-клубок. Кооперативные свойства макромолекул. Типы объемных взаимодействий в белковых макромолекулах. Водородные связи: силы Ван-дер-Ваальса; электростатические взаимодействия; поворотная изомерия и энергия внутреннего вращения. Расчет общей конформации энергии биополимеров. Взаимодействие макромолекул с растворителем. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биоструктурах. Переходы спираль-клубок.

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

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

Электронные свойства биополимеров. Электронные уровни в биопомерах. Основные типы молекулярных орбиталей и электронных состояний. Принцип Франка - Кондона и законы флуоресценции. Люминесценция биологически важных молекул. Механизмы миграции энергии: резонансный механизм, синглет-синглетный и триплет-триплетный переносы, миграция экситона. Природа гиперхромного и гипохромного эффектов.

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

Современные представления о механизмах ферментативного катализа. Электронно-конформационные взаимодействия в фермент-субстратном комплексе.

Тема 5. Биофизика мембран

Структура и функционирование биологических мембран. Мембрана как универсальный компонент биологических систем. Характеристика мембранных белков и липидов. Динамика структурных элементов мембраны. Белок-липидные взаимодействия. Вода как составной элемент биомембран. Модельные мембранные системы. Монослой на границе раздела фаз. Бислойные мембраны. Протеолипосомы.

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

Поверхностный заряд мембранных систем; происхождение электрокинетического потенциала. Явление поляризации в мембранах. Дисперсия электропроводности, емкости, диэлектрической проницаемости.

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.

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 одnorядного транспорта. Ионофоры: переносчики и каналобразующие агенты. Ионная селективность мембран. Потенциал действия. Роль ионов Na^+ и K^+ в генерации потенциала действия в нервных и мышечных волокнах; роль ионов Ca^{2+} и Cl^- генерации потенциала действия у других объектов. Механизмы активации и инактивации каналов.

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

Распространение возбуждения. Кабельные свойства нервных волокон. Математические модели процесса распространения нервного импульса. Физико-химические процессы в нервных волокнах при проведении рядов импульсов (ритмическое возбуждение). Энергообеспечение процессов распространения возбуждения. Основные понятия теории возбудимых сред.

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

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/н	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1	Экспоненциальный рост численности популяции	2		Отчет по ЛР	ОПК-2 ИДК ОПК 1.1 ИДК ОПК 1.2 ИДК ОПК1.3
2	Тема 1	Логистический рост численности популяции	2		Отчет по ЛР	ОПК-2 ИДК ОПК 1.1 ИДК ОПК 1.2 ИДК ОПК1.3
3	Тема 1	Логистический рост в условиях перекрывающихся поколений	2		Отчет по ЛР	ОПК-2 ИДК ОПК 1.1 ИДК ОПК 1.2 ИДК ОПК1.3
4	Тема 1	Качественное исследование моделей с одной переменной	2		Задачи Тест	ОПК-2 ИДК ОПК 1.1 ИДК ОПК 1.2 ИДК ОПК1.3

5	Тема 2	Кинематическая вязкость жидкости	2		Отчет по ЛР	ОПК-2 ИДК ОПК 1.1 ИДК ОПК 1.2 ИДК ОПК1.3
6	Тема 2	Измерение ферментативной активности вискозиметрическим методом.	4		Отчет по ЛР	ОПК-2 ИДК ОПК 1.1 ИДК ОПК 1.2 ИДК ОПК1.3
9	Тема 3	Термодинамика биологических процессов в равновесном состоянии. Энтропия и информация	4		Задачи	ОПК-2 ИДК ОПК 1.1 ИДК ОПК 1.2 ИДК ОПК1.3
11	Тема 3	Термодинамика биологических систем	2		Тест	ОПК-2 ИДК ОПК 1.1 ИДК ОПК 1.2 ИДК ОПК1.3
12	Тема 4	Зависимость потенциальной энергии пептидов от поворотной изомерии. Карты Рамачандрана.	4		Отчет по ЛР	ОПК-2 ИДК ОПК 1.1 ИДК ОПК 1.2 ИДК ОПК1.3
13	Тема 4	Вычисление потенциальной энергии биополимеров.	2		Задачи	ОПК-2 ИДК ОПК 1.1 ИДК ОПК 1.2 ИДК ОПК1.3
15	Тема 5	Изучение дисперсии импеданса растительных тканей	2		Отчет по ЛР	ОПК-2 ИДК ОПК 1.1 ИДК ОПК 1.2 ИДК ОПК1.3
17	Тема 5	Определение сопротивления кожи человека для постоянного тока	2		Отчет по ЛР	ОПК-2 ИДК ОПК 1.1 ИДК ОПК 1.2 ИДК ОПК1.3
16	Тема 5	Мембранные потенциалы. Законы Фика.	2		Задачи Контрольные вопросы	ОПК-2 ИДК ОПК 1.1 ИДК ОПК 1.2 ИДК ОПК1.3

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1.	Тема 1. Введение. Кинетика биологических процессов.	1. Подготовка отчетов по лабораторным работам 1, 3 (или 4). 2. Решение задач по ЛР 2. 3. Контрольные вопросы по теме	ОПК-2	ИДК ОПК 1.1 ИДК ОПК 1.2 ИДК ОПК1.3
2.	Тема 2. Кинетика ферментативных процессов.	1. Подготовка отчетов по лабораторным работам 5 (или 6) 2. Контрольные вопросы по теме	ОПК-2	ИДК ОПК 1.1 ИДК ОПК 1.2 ИДК ОПК1.3
3.	Тема 3. Термодинамика	1. Подготовка отчетов и решение задач по лабораторной работе 7 2. Контрольные вопросы по теме	ОПК-2	ИДК ОПК 1.1 ИДК ОПК 1.2 ИДК ОПК1.3

	биологических процессов	3. Подготовка к тестированию		
	Тема 4. Молекулярная биофизика	1. Подготовка отчетов по лабораторной работе 10 2. Решение задач по ЛР 10.4 3. Контрольные вопросы по теме	ОПК-2	ИДК ОПК 1.1 ИДК ОПК 1.2 ИДК ОПК 1.3
	Тема 5. Биофизика мембран	1. Подготовка отчетов по лабораторным работам 8 и 9 2. Решение задач по ЛР 8.2 3. Контрольные вопросы по теме	ОПК-2	ИДК ОПК 1.1 ИДК ОПК 1.2 ИДК ОПК 1.3

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студента преследует следующие цели:

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

По дисциплине «Биофизика» предлагаются следующие формы самостоятельной работы:

- Работа над конспектом лекции;
- Углубленный анализ научно-методической литературы и изучение учебного материала, предусмотренного рабочей программой;
- Самостоятельное изучение отдельных тем, параграфов, не изложенных в лекции;
- подготовка к контрольному опросу на практических занятиях;
- подготовка отчетов по лабораторным работам;
- решение задач;
- подготовка к тестированию по отдельным разделам дисциплины
- подготовка к экзамену.

Письменные работы. Для самостоятельного изучения тем рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу, а также источники, найденные при помощи информационно-справочных и поисковых. Для закрепления материала рекомендуется делать краткие конспекты по теме.

Содержание и форма отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе выполняется в соответствии с методическими рекомендациями [1] и должен включать следующие разделы:

1. НАЗВАНИЕ РАБОТЫ
2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ
3. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В данном разделе приводятся характеристики исследуемого объекта в соответствии с индивидуальным заданием, дается перечень использованных в работе компьютерных программ, иных электронных ресурсов и баз данных; описание методик. Не следует включать материалы, не использованные в работе.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В данном разделе приводятся результаты работы в виде таблиц, рисунков и схем. Дается обсуждение результатов работы: адекватность результатов поставленным задачам, интерпретация результатов с позиции основных биологических теорий и т.д.

5. ВЫВОДЫ

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов): не предусмотрены учебным планом.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

ДИСЦИПЛИНЫ

а) перечень литературы

1. Биофизика [Текст] : учебник / ред. В. Г. Артюхов. - М. : Академ. проект ; Екатеринбург : Деловая кн., 2009. - 294 с. (ISBN 978-5-8291-1081-9. - ISBN 978-5-88687-203-3, 50 экз.)
2. Биология клетки. Физико-химические, структурно-функциональные и информационные основы [Текст] : учеб. пособие / Г. Ф. Жегунов [и др.] ; ред. Г. Ф. Жегунов. - 5-е изд., стер. - М. : Ленанд, 2018. - 542 с. - ISBN 978-5-9710-4976-0
3. Биофизика [Электронный ресурс] / М. В. Волькенштейн. - Электрон. текстовые дан. - Москва : Лань, 2012. - 594, с. - ISBN 978-5-8114-0851-1
4. Плутахин Г. А. Биофизика [Электронный ресурс] / Г. А. Плутахин, А. Г. Кощаев. - Москва : Лань, 2012. - 240 с. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN978-5-8114-1332-4

б) периодические издания

«Биологические мембраны», «Биохимия», «Биофизика», «Биотехнология», «Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии», «Известия РАН. Серия биологическая», «Микробиология», «Молекулярная биология», «Прикладная биохимия и микробиология»

в) список авторских методических разработок:

1. Биофизика: учебно-методическое пособие / А. А. Приставка, Г. В. Юринова, З. А. Ефременко, В. Л. Михайленко, В. П. Саловарова ; [под общ. ред. В. П. Саловаровой]. – Иркутск : Издательство ИГУ, 2021. – 1 электронный оптический диск
2. Приставка А.А. Большой практикум по биоинженерии и биоинформатике. В 3 ч. Ч. 1. Белки : учеб.-метод. пособие / А.А. Приставка, В.П. Саловарова. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. – 121 с.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://www.protein.bio.msu.ru/biokhimiya/index.htm> - Интернет-версия международного журнала по биохимии и биохимическим аспектам молекулярной биологии, биоорганической химии, микробиологии, иммунологии, физиологии и биомедицинских исследований. Статьи в pdf-формате.
2. <http://www.6years.net/index.php> - портал бесплатной медицинской информации, содержит большое количество книг, учебных пособий биохимической направленности.
3. <http://www.chemexper.com/> - поиск химических соединений в различных базах данных
4. <http://www.dmb.biophys.msu.ru> - Информационная система «Динамические модели в биологии», рассчитанная на широкий круг пользователей, включает в себя гипертекстовые документы и реляционные базы данных и обеспечивает унифицированный доступ к разнообразной информации по данной предметной области.
5. <http://www.elibrary.ru/defaultx.asp> - Научная электронная библиотека, крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн научных статей и публикаций.
6. <http://www.rcsb.org/pdb/> - база данных по структуре белков PDB (Protein 3D Structure database)
7. <https://sites.google.com/site/biologydarkow/enzymes?authuser=0> – виртуальный симулятор изучения кинетики ферментативных процессов (разработан Jon Darkow)
8. <https://amrita.olabs.edu.in/?sub=1&brch=5&sim=225&cnt=4> – виртуальный симулятор измерения вязкости раствором методом Стокса (компания Olabs)

9. chemagic.org/molecules/amini.html – онлайн ресурс *CheMagic Molecula*, позволяющий моделировать структуру молекул и исследовать их потенциальную энергию в заливистости от поворотной изомерии
10. <http://www.tusearch.blogspot.com> - Поиск электронных книг, публикаций, законов, ГОСТов на сайтах научных электронных библиотек. В поисковике отобраны лучшие библиотеки, в большинстве которых можно скачать материалы в полном объеме без регистрации. В список включены библиотеки иностранных университетов и научных организаций.
11. ЭБС «Издательство Лань». Адрес доступа <http://e.lanbook.com/>
12. ЭБС «Рукоонт». Адрес доступа <http://rucont.ru/>
13. ЭБС «Айбукс». Адрес доступа <http://ibooks.ru>
14. ЭБС «Юрайт». Адрес доступа: <http://biblio-online.ru/>

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Аудитория для проведения занятий практического типа. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на 12 посадочных мест; оборудована *техническими средствами обучения*: Проектор Epson EB-X03, Экран ScreenMedia, Доска аудиторная меловая, магнитная, Лаборатория орган химии - Шкаф вытяжной АФ-221" - 2 шт., Химический шкаф (стеллаж) - 1 шт., Лабораторный стол с выкатными тумбами – 5 шт., Холодильник «Минск» - 2шт., Аппарат для вертикального электрофореза – 1 шт., Вакуумный испаритель РВО-64 – 1 шт., Вольметр ВУ-15 – 1 шт., Дезинтегратор УД-20 – 1 шт., Измеритель ионных сопротивлений (импеданса) - 1 шт., Источник питания для электрофореза "Эльф" – 1 шт., Осциллограф универсальный двухлучевой С-55 – 1 шт., Термостат ТС-80 – 1 шт., Центрифуга К-24 – 1 шт., Центрифуга МПВ-310 – 1 шт. Ноутбук Lenovo G580 – 1 шт., весы аналитические HR-200 – 1 шт., весы лабораторные ОНАУС – 2 шт., рефрактометр ИРФ 454Б2М – 1 шт., рефрактометр УРП – 1 шт., фотоэлектрокалориметр KF 77 – 1шт., центрифуга лабораторная ОПК-8 – 1 шт., центрифуга лабор-я, медицин-я, настольная ЦЛн 16 с микропроцес-ной системой управл – 1 шт., спектрофотометр СФ-2000, ферментер Minifors Spesco бактериальный – 1шт., термостат WB4MS водный /с перемешиванием/ - 1 шт., термостат ТС-1/80 СПУ – 1 шт., служащими для представления учебной информации по дисциплине «Биофизика» *учебно-наглядными пособиями*, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине в виде презентации.

Компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, организации самостоятельной работы. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на 20 посадочных мест, доской меловой; оборудована *техническими средствами обучения*: Системный блок PentiumG850, Монитор BenQ G252HDA-1 шт.; Системный блокAthlon 2 X2 250, Монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; Системный блок PentiumD 3.0GHz, Монитор Samsung 740N – 3 шт.; Моноблок IRU T2105P – 2 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQG955 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ GL2250 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T200 HD – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T190N – 1 шт.; Системный блок tium G3250, Монитор Samsung 740N – 1 шт.; с неограниченным доступом к сети Интернет; Проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot. Ноутбук Lenovo G580 – 1 шт. С неограниченным доступом к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

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

Пипетка-дозатор"-1 шт., Микроскоп Levenhuk D870T тринокуляр"-1 шт., Проектор Оверхед"-1 шт., Проектор View Sonic"-1 шт., Проектор View Sonic"-1 шт., Ноутбук Lenovo"-2 шт., Принтер Brother -1 шт., Принтер Canon -1 шт.

6.2. Программное обеспечение:

- DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal (Windows 10 Education 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Windows 7 Professional with Service Pack 1 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Windows Server 2008 Enterprise and Standard without Hyper-V with SP2 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Access 2016 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Access 2010 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine). Договор №03-016-14 от 30.10.2014г.
- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 250-499. Форум Контракт №04-114-16 от 14ноября 2016г KES. Счет №РСЦЗ-000147 и АКТ от 23ноября 2016г Лиц.№1B08161103014721370444.
- Microsoft Office Enterprise 2007 Russian Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 43364238.
- Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 41059241.
- Office 365 профессиональный плюс для учащихся. Номер заказа: 36dde53d-7cdb-4cad-a87f-29b2a19c463e.

6.3. Технические и электронные средства:

- Презентации по всем темам курса;
- Виртуальные симуляторы: «Lactase Enzyme Simulation», «Viscosity of a liquid - Stoke's method», «CheMagic Molecula», «Ramachandran Plot Inspection»;
- Система электронного тестирования на базе образовательного портала Educa

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для освоения дисциплины «Биофизика» применяются следующие образовательные технологии:

- *Информационная лекция* - это сжатое изложение основных научных фактов, что является базой для анализа рассуждений, оценок.
- *Лекция-визуализация*. Учит студентов преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения. Задача преподавателя использовать такие формы наглядности, которые не только дополняют словесную информацию, но и сами являются носителями информации (схемы, рисунки, слайды-презентации, и т.п.). Этот вид лекции лучше всего использовать на этапе введения студентов в новый раздел, тему дисциплины.
- *Лабораторные занятия* – занятия, нацеленные на формирование практических навыков с использованием приборов и технических средств. Предназначены для углубления и закрепления теоретических знаний, развития навыков самостоятельного экспериментирования. Лабораторные работы могут выполняться в удаленном дистанционном режиме при использовании виртуальных симуляторов.
- *Коллоквиумы* – вид учебного занятия, проводимого с целью проверки и оценивания знаний учащихся. Коллоквиум может проводиться в форме индивидуальной беседы преподавателя со студентом или как массовый опрос. В ходе группового обсуждения студенты учатся высказывать свою точку зрения по определенному вопросу, защищать свое мнение, применяя знания, полученные на занятиях по предмету. В ходе коллоквиума также проверяются письменные работы студентов, проводится защита докладов.
- *Самостоятельная работа студентов* (см. п.4.4).
- *Дистанционные образовательные технологии*. Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей. При освоении дисциплины «Биофизика» используется *компьютерные сетевые технологии* (интернет-технологии) – способ дистанционной передачи информации, основанный на использовании глобальных и локальных компьютерных сетей для обеспечения доступа обучающихся к информационным образовательным ресурсам и для формирования совокупности методических, организационных, технических и программных средств реализации и управления учебным процессом независимо от места нахождения его субъектов. Для организации дистанционного обучения на основе этих технологий используется специализированное программное средство - образовательный портал ИГУ (educa.isu.ru).

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценочные материалы для входного контроля

Для входного контроля оценки уровня знаний студентов используется тестирование по основным разделам математики, физики, химии, биохимии и молекулярной биологии.

Демонстрационный вариант теста для входного контроля

1. Универсальная газовая постоянная – это работа, которую совершит при увеличении температуры на 1К в изобарном процессе:
а) 1 кг газа; б) 1 кмоль газа; в) 1 м³ газа; г) 1 литр газа;
2. Химическая реакция, сопровождающаяся выделением теплоты:
а) экзотермическая; б) эндотермическая; в) гомогенная; г) гетерогенная
3. Найдите производную функции $f(x) = 2x^3 - 3x^2 + 6x - 6$:

а) $6x^2-6x+6$; б) $6x^2-6x$; в) $6x^2-6x+6$; г) $6x^2-6x+6$

4. Какие связи образуют α -спираль во вторичной структуре белка?

а) Вандер-Ваальса; б) гидрофобные; в) пептидные; г) водородные

Оценочные материалы текущего контроля

Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета. В рамках дисциплины «Биофизика» используются следующие формы текущего контроля:

- устный опрос;
- тестирование;
- решение задач;
- защита отчетов по практическим работам
- контроль самостоятельной работы.

Фонд оценочных средств включает:

- тестовые задания по дисциплине;
- контрольные вопросы;
- задачи;
- перечень тем докладов;
- вопросы для самостоятельного изучения (СРС);
- перечень экзаменационных вопросов.

Назначение оценочных средств: выявить сформированность компетенции ОПК-2 (см. п. III). Студенты, не выполнившие задания текущего контроля или получившие за них оценку «не удовлетворительно», до промежуточной аттестации не допускаются, пока не будут ликвидированы все задолженности.

Демонстрационные варианты тестов для текущего контроля

1. Математический смысл критерия устойчивости стационарного состояния:

а) область допустимых отклонений от равновесия - ε ; б) величина отклонения системы от стационарного состояния - ξ ; в) первая производная исследуемой функции - $f'(x)$; г) знак первой производной исследуемой функции: $f'(x) < > 0$

2. Какова устойчивость стационарных состояний в системе $dx/dt = ax^2 - b$?

а) два устойчивых стационарных состояния; б) два неустойчивых состояния; в) одно устойчивое и одно неустойчивое; г) нет стационарных состояний.

Расчетные задачи для текущего контроля по каждой теме представлены в авторской методической разработке: Биофизика: учебно-методическое пособие / А. А. Приставка, Г. В. Юринова, З. А. Ефременко, В. Л. Михайленко, В. П. Саловарова. – Иркутск: Издательство ИГУ, 2021. (Приложение 1)

Критерии оценивания решения задач:

Оценка «отлично» выставляется, если задача решена правильно, в ходе решения продемонстрированы понимание метода решения, правильность использования категориального аппарата, способность интерпретировать результаты, приведено детальное и полное описание решения;

Оценка «хорошо» выставляется, если задача решена правильно, но студент затрудняется изложить и обосновать алгоритм решения и / или интерпретировать результаты расчетов;

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если задача решена неправильно, но студент демонстрирует верный подход к проблеме, поставленной в задаче;

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если задача решена неправильно или не решена вовсе.

Контрольные вопросы по каждой теме представлены в авторской методической разработке: Биофизика: учебно-методическое пособие / А. А. Приставка, Г. В. Юринова, З. А. Ефременко, В. Л. Михайленко, В. П. Саловарова. – Иркутск: Издательство ИГУ, 2021.

Критерии оценивания ответов на контрольные вопросы:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изученного;
- 3) языковое оформление ответа.

Ответ оценивается на «*отлично*», если студент: полно излагает изученный материал, дает правильное определенное понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

Ответ оценивается на «*хорошо*», если студент даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

«*Удовлетворительно*» ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений темы, но при этом: излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке теорий; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка «*неудовлетворительно*» ставится, если ответ не удовлетворяет требованиям положительной оценки или студент отказывается отвечать на контрольные вопросы

Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме экзамена

Форма промежуточной аттестации - **экзамен**. Система оценок: пятибалльная. ОС этого типа должны выявлять степень освоения теоретических знаний как базу для формирования компетенций, умения их применять в ситуациях, моделирующих профессиональную деятельность, а также сформированность компетенции ОПК-2, заявленной в п. III.

Примерный список вопросов к экзамену

1. Биофизика: объект исследования, цели, задачи, методы. Основные исторические этапы становления и развития дисциплины.
2. Основные особенности кинетики биологических процессов на языке химической кинетики.
3. Математическое моделирование в биологии. Виды моделей. Методы исследования кинетики сложных систем. Модели динамики численности популяции.
4. Качественное исследование простейших моделей биологических процессов. Понятие стационарного состояния и его устойчивости.
5. Определение устойчивости системы по Ляпунову. Динамика численности популяции в открытой системе
6. Модели систем из двух автономных дифференциальных уравнений. Методы качественной теории дифференциальных уравнений в анализе динамических свойств биологических процессов. Метод фазовых портретов.
7. Характеристическое уравнение и типы стационарных состояний на фазовой плоскости.
8. Модель системы линейных химических реакций и модель Лотки – сравнительные аспекты.
9. Бифуркации на фазовой плоскости. Биологические триггеры, автоколебательных процессах. Предельный цикл, условия его возникновения. Примеры.
10. Модели Вольтера.
11. Базовая модель Брюсселятора.
12. Распределенные системы. Уравнение диффузии. Система «реакция-диффузия».

13. Термодинамика, как наука, изучающая общие закономерности обмена и превращения энергии. Классификация термодинамических систем. Первый закон термодинамики и его применимость к биологическим системам.
14. Второй закон термодинамики. Термодинамическое равновесие.
15. Изменение энтропии открытых систем. Термодинамические условия осуществления стационарного состояния.
16. Изменение свободной энергии химических реакций. Термодинамическое сопряжение реакций. Тепловые эффекты в биологических системах.
17. Соотношение между значениями движущих сил и скоростей процессов. Соотношение взаимности Онзагера.
18. Термодинамические критерии достижения стационарных состояний и их устойчивости в линейной области. Теорема Пригожина.
19. Нелинейная термодинамика необратимых процессов. Критерий устойчивости стационарных состояний в нелинейной области.
20. Статистическое истолкование энтропии. Формула Больцмана. Энтропия и информация.
21. Кинетика ферментных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен.
22. Определение кинетических параметров ферментативной реакции. Координаты Лайнуивера-Берка.
23. Активаторы и ингибиторы. Отображение разных типов ингибирования в прямых обратных координатах.
24. Субстратное угнетение, его биологический смысл. Возникновение предельных циклов в системе с субстратным угнетением. Модель гликолиза.
25. Статистический характер организации полимеров. Объемные взаимодействия и переходы глобула-клубок в полимерных биомолекулах.
26. Типы взаимодействия в макромолекулах. Силы Ван-дер-Ваальса, водородная связь, электростатические взаимодействия, внутреннее вращение и поворотная изомерия.
27. Конформационная энергия полипептидной цепи. Пространственная организация белков и нуклеиновых кислот.
28. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биоструктурах.
29. Конформационная подвижность белков по данным различных методов: ЯМР- и ПМР-спектроскопия.
30. Люминесцентная спектроскопия и внутримолекулярная подвижность биомолекул. Принцип Франка-Кондона.
31. Механизмы электронных переходов в биомолекулах
32. Современные представления о механизмах ферментативного катализа. Электронно-конформационные взаимодействия в фермент-субстратном комплексе.
33. Структура и функции биологических мембран.
34. Физические и динамические свойства биомембран. Липосомы.
35. Поверхностный заряд мембранных систем, происхождение электрокинетического потенциала.
36. Пассивный и активный транспорт веществ через мембраны. Транспорт неэлектролитов.
37. Транспорт ионов через мембраны. Электрохимический потенциал.
38. Ионные равновесия на границе раздела фаз. Уравнение Нернста
39. Уравнение электродиффузии Нернста-Планка.
40. Диффузные потенциалы в растворе. Уравнение Гендерсона
41. Мембранный диффузный потенциал. Уравнение Гольдмана.
42. Соотношение Уссинга-Теорелла.
43. Биоэлектрические потенциалы. Потенциал покоя.
44. Биоэлектрические потенциалы. Потенциал действия – механизмы образования и биологическая роль.
45. Перенос электронов и трансформация энергии в биомембранах.

Критерии оценки:

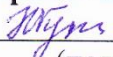
«Отлично»: ответ полный, отражающий большинство сторон рассматриваемого вопроса; в ответе грамотно используется терминология и даются определения; проведен анализ, сравнение и приведены конкретные примеры. Отсутствуют ошибки в формулировке терминов и оценке фактов.

«Хорошо»: в ответе отражена основная суть рассматриваемого вопроса; грамотно использована терминология; проведен анализ, сравнение и приведены примеры. Допускаются незначительные упущения фактов, незначительные ошибки в терминологии.

«Удовлетворительно»: студент выполнил задание, но при этом допустил принципиальные погрешности (незнание необходимой для данного вопроса теории, терминологии и фактологии).

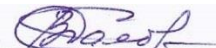
«Неудовлетворительно»: при ответе студентом не выполнены требования, указанные для положительных отметок или студент отказывается отвечать на вопросы билета.

Разработчик:

 _____ доцент Букин Ю.С.
(подпись)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 06.03.01 Биология.

Программа рассмотрена на заседании кафедры физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики 02.04.2026 г. протокол № 11.

Зав. кафедрой, д.б.н., профессор В.П. Саловарова 

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