



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики



Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: Б1.О.40 «**БИОФИЗИКА**»

Специальность: 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика»

Специализация: «Биоинженерия и биоинформатика»

Квалификация выпускника: биоинженер и биоинформатик

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

Согласовано с УМК биологического-почвенного
факультета
Протокол № 5 от 24 марта 2025 г.
Председатель А.Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой физико-химической
биологии, биоинженерии и биоинформатики
Протокол № 12 от 19 марта 2025 г.
Зав. кафедрой В.П. Саловарова

Иркутск 2025 г.

Содержание

	с тр.
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	15
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.40 «Биофизика» относится к обязательной части. Изучается на 3 курсе в шестом семестре.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами специалитета («Математика», «Физика», «Химия», «Общая биология», «Биохимия», «Генетика», «Физиология растений», «Физиология человека и животных», «Физико-химические методы исследований», «Клеточная биология»).

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Биотехнология», «Нанобиотехнологии», «Моделирование биологических процессов», «Основы молекулярной инженерии», «Инженерная энзимология», «Большой практикум», выполнение ВКР.

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенции в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика»:

ОПК-2: Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).

ОПК-3: Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований

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

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ОПК-2 Способен использовать специализированные	ИДК опк 2.1 Демонстрирует специализированные	Знать: теоретическую и практическую значимость биофизики, взаимосвязь с другими естественными науками; физические основы

знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).	знания в области фундаментальных разделов математики, физики, химии, биологии и перспективы междисциплинарных исследований.	жизнедеятельности, включая химическое строение и свойства природных соединений и их комплексов, сущность гомеостаза и общие принципы регуляции систем; 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 2.2</i> Умеет использовать навыки проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики с учетом специализированных фундаментальных знаний	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 2.3</i> Владеет методами химии, физики и математического моделирования для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики.	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.
<i>ОПК-3</i> Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований	<i>ИДК опк 3.1</i> Проводит экспериментальную работу с организмами и клетками с использованием физико-химических методов исследования макромолекул	Знать: основные принципы, теории и законы, лежащие в основе биофизических методов Уметь: использовать знания биофизики для объяснения важнейших процессов, протекающих в живых организмах Владеть: навыками работы с аналитической приборной базой и теоретическими методами
	<i>ИДК опк 3.2</i> Демонстрирует практические навыки математических методов обработки результатов экспериментальных исследований	Знать: основные типы математических моделей, используемых в биологии; классические и современные математические методы, используемые при нахождении эмпирических закономерностей. Уметь: оценивать значимость различия показателей в разных совокупностях, определять величину и направление связи между переменными, характеризующими признаки объектов совокупности Владеть: современными методами численного и

		аналитического исследования математических моделей, описывающих биологические системы.
	<p><i>ИДК опк 3.3</i></p> <p>Владеет опытом применения методов для исследования макромолекул, обработки результатов биологических исследований, прогнозирования перспектив и социальных последствий своей профессиональной деятельности.</p>	<p>Знать: способы приготовления необходимых для исследований реагентов и иных расходных материалов</p> <p>Уметь: устанавливать связи между методами исследования, структурой и свойствами биополимеров</p> <p>Владеть: методами физико-химического и математического описания процессов взаимодействий вещества, энергии и информации в биологических системах.</p>

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа, в том числе 17 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/н	Раздел дисциплины/тема	Семestr	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная 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	25,5		8	10	0,5	7	Контрольные вопросы Отчет по ПР Решение задач тестирование		
2	Тема 2. Кинетика ферментативных процессов.	6	23		6	10	-	7	- « -		
3	Тема 3. Термодинамика биологических процессов	6	23,5		6	10	0,5	7	- « -		
4	Тема 4. Молекулярная биофизика	6	21		6	8	-	7	- « -		
5	Тема 5. Биофизика мембран	6	22		6	10	-	6	- « -		

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.)			
6	Тема 1. Введение. Кинетика биологических процессов.	Подготовка отчета по ЛР 1.1	1	2	Отчет по ЛР	1, 2	
		Подготовка отчета по ЛР 1.2	2	2	Отчет по ЛР	1, 2	
		Подготовка отчета по ЛР 1.3	3	2	Отчет по ЛР	1, 2	
		Решение задач по ЛР 2.1	4	2	Задачи	1, 2	
		Подготовка отчета по ЛР 3.1 (или 4.1)	5	2	Отчет по ЛР	1, 2	
		Подготовка к тестированию	6	2	Тест	1, 2	
6	Тема 2. Кинетика ферментативных процессов.	Подготовка отчета по ЛР 5.1 (или 6)	7	3	Отчет по ЛР	1, 2	
		Подготовка к устному опросу	8	2	Контрольные вопросы	1, 2	
6	Тема 3. Термодинамика биологических процессов	Решение задач по ЛР 7.1.	9	2	Задачи	1, 2	
		Подготовка к тестированию	10	2	Контрольные вопросы	1, 2	
6	Тема 4. Молекулярная биофизика	Подготовка отчета по ЛР 10	11	3	Отчет по ЛР	1, 2	
		Подготовка к устному опросу	12	2	Контрольные вопросы	1, 2	
6	Тема 5. Биофизика мембран	Подготовка отчета по ЛР 8.1	13	2	Отчет по ЛР	1, 2	
		Решение задач по ЛР 8.2	14	2	Задачи	1, 2	
		Подготовка отчета по ЛР 9	15	2	Отчет по ЛР	1, 2	
		Подготовка к устному опросу	16	2	Контрольные вопросы	1, 2	
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – 34							
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час) - 20							

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 брюсселятор. 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 средства 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 биополимерах. 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. Монослои на границе раздела фаз. Бислойные мембранны. 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 электрохимического потенциала. Явление поляризации в мембранах. Дисперсия электропроводности, емкости, диэлектрической проницаемости.

Транспорт веществ через биомембранны и биоэлектрогенез. Пассивный и активный транспорт веществ через биомембранны. 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 мембранны с участием переносчиков.

Транспорт электролитов. Электрохимический потенциал. Ионное равновесие на границе мембраны - 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 мембранны. Ионные каналы, теория однорядного транспорта. Ионофоры: переносчики и канaloобразующие 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 мембранных.

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	2	Отчет	ОПК-2 <i>ИДК опк 2.1</i> <i>ИДК опк2.3</i> ОПК-3 <i>ИДК опк 3.2</i>
2	Тема 1	Логистический рост численности популяции	2	2	Отчет	ОПК-2 <i>ИДК опк 2.1</i> <i>ИДК опк2.3</i> ОПК-3 <i>ИДК опк 3.2</i>
3	Тема 1	Логистический рост в условиях перекрывающихся поколений	4	4	Отчет	ОПК-2 <i>ИДК опк 2.1</i> <i>ИДК опк2.3</i> ОПК-3 <i>ИДК опк 3.2</i>
4	Тема 1	Качественное исследование моделей с	2	2	Задачи Тест	ОПК-2 <i>ИДК опк 2.1</i>

		одной переменной				ИДК опк2.3 ОПК-3 ИДК опк3.2
5	Тема 1	Кинематическая вязкость жидкости	2	2	Отчет	ОПК-2 ИДК опк2.1 ИДК опк2.3 ОПК-3 ИДК опк3.1 ИДК опк3.2
6	Тема 2	Измерение ферментативной активности вискозиметрическим методом.	4	4	Отчет	ОПК-2 ИДК опк2.1 ИДК опк2.3 ОПК-3 ИДК опк3.1 ИДК опк3.2
7	Тема 2	Определение кинетических параметров (V_{max} и K_m) ферментов	4	4	Отчет	ОПК-2 ИДК опк2.1 ИДК опк2.3 ОПК-3 ИДК опк3.1 ИДК опк3.2
8	Тема 2	Кинетика ферментативных процессов	2	2	Контрольные вопросы	ОПК-2 ИДК опк2.1 ИДК опк2.3 ОПК-3 ИДК опк3.1 ИДК опк3.2
9	Тема 3	Термодинамика биологических процессов в равновесном состоянии.	4	4	Задачи	ОПК-2 ИДК опк2.1 ИДК опк2.3 ОПК-3 ИДК опк3.1 ИДК опк3.2
10	Тема 3	Энтропия и информация	4	4	Задачи	ОПК-2 ИДК опк2.1 ИДК опк2.3 ОПК-3 ИДК опк3.1 ИДК опк3.2
11	Тема 3	Термодинамика биологических систем	2	2	Тест	ОПК-2 ИДК опк2.1 ИДК опк2.3 ОПК-3 ИДК опк3.1 ИДК опк3.2
	Тема 4	Зависимость потенциальной энергии пептидов от поворотной изомерии.	2	2	Отчет	ОПК-2 ИДК опк2.2 ИДК опк2.3 ОПК-3 ИДК опк3.1 ИДК опк3.3
	Тема 4	Потенциальная энергия биополимеров. Карты Рамачандрана.	2	2	Отчет	ОПК-2 ИДК опк2.2 ИДК опк2.3 ОПК-3 ИДК опк3.1 ИДК опк3.3
	Тема 4	Молекулярная биофизика. Структура биополимеров	2	4	Контрольные вопросы	ОПК-2 ИДК опк2.2 ИДК опк2.3 ОПК-3 ИДК опк3.1

						<i>ИДК опк 3.3</i>
	Тема 5	Изучение дисперсии импеданса растительных тканей	2	2	Отчет	ОПК-2 <i>ИДК опк 2.1</i> <i>ИДК опк2.3</i> ОПК-3 <i>ИДК опк 3.1</i> <i>ИДК опк 3.2</i>
7	Тема 5	Диффузия веществ в клетке. Законы Фика.	2	2	Задачи	ОПК-2 <i>ИДК опк 2.1</i> <i>ИДК опк2.3</i> ОПК-3 <i>ИДК опк 3.1</i> <i>ИДК опк 3.2</i>
	Тема 5	Определение сопротивления кожи человека для постоянного тока	2	2	Отчет	ОПК-2 <i>ИДК опк 2.1</i> <i>ИДК опк2.3</i> ОПК-3 <i>ИДК опк 3.1</i> <i>ИДК опк 3.2</i>
	Тема 5	Биофизика мембран. Мембранные потенциалы	2	2	Контрольные вопросы	ОПК-2 <i>ИДК опк 2.2</i> <i>ИДК опк2.3</i> ОПК-3 <i>ИДК опк 3.1</i> <i>ИДК опк 3.3</i>

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 ОПК-3	<i>ИДК опк 2.1</i> <i>ИДК опк 2.2</i> <i>ИДК опк2.3</i> <i>ИДК опк 3.1</i> <i>ИДК опк 3.2</i> <i>ИДК опк3.3</i>
2.	Тема 2. Кинетика ферментативных процессов.	1. Подготовка отчетов по лабораторным работам 5 (или 6) 2. Контрольные вопросы по теме	ОПК-2 ОПК-3	<i>ИДК опк 2.1</i> <i>ИДК опк 2.2</i> <i>ИДК опк2.3</i> <i>ИДК опк 3.1</i> <i>ИДК опк 3.2</i> <i>ИДК опк3.3</i>
3.	Тема 3. Термодинамика биологических процессов	1. Подготовка отчетов и решение задач по лабораторной работе 7 2. Контрольные вопросы по теме 3. Подготовка к тестированию	ОПК-2 ОПК-3	<i>ИДК опк 2.1</i> <i>ИДК опк 2.2</i> <i>ИДК опк2.3</i> <i>ИДК опк 3.1</i> <i>ИДК опк 3.2</i> <i>ИДК опк3.3</i>
	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 ОПК 3	<i>ИДК опк 2.1</i> <i>ИДК опк 2.2</i> <i>ИДК опк2.3</i> <i>ИДК опк 3.1</i> <i>ИДК опк 3.2</i> <i>ИДК опк3.3</i>
	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 ОПК-3	<i>ИДК опк 2.1</i> <i>ИДК опк 2.2</i> <i>ИДК опк2.3</i> <i>ИДК опк 3.1</i> <i>ИДК опк 3.2</i> <i>ИДК опк3.3</i>

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 мембранны», «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 Molecules, позволяющий моделировать структуру молекул и исследовать их потенциальную энергию в зависимости 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 «Руконт». 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., Вольтметр 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 OHAUS – 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 ЦЛи 16 с микропроцес-ной системой управл – 1 шт., спектрофотометр СФ-2000, ферментер Minifors Speco бактериальный – 1шт., термостат WB4MS водный /с перемешиванием/ - 1 шт., термостат ТС-1/80 СПУ – 1 шт., служащими для представления учебной информации по дисциплине «Регуляция внутриклеточных процессов» *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 трилокуляр"-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. Форус Контракт №04-114-16 от 14ноября 2016г KES. Счет №РСЦЗ-000147 и АКТ от 23ноября 2016г Лиц.№1В08161103014721370444.
- Microsoft Office Enterprise 2007 Russian Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 43364238.
- Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 41059241.
- Office 365 профессиональный плюс для учащихся. Номер заказа: 36dde53d-7cdb-4cad-a87f-29b2a19c463e.

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.
- *Практические занятия* – это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы, которое формирует практические умения. Одной из форм практических занятий является коллоквиум.
- *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

Для входного контроля оценки уровня знаний студентов используются по основным разделам биохимии, цитологии, генетики и молекулярной биологии.

Оценочные материалы текущего контроля

Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета.

В рамках дисциплины «Биофизика» используются следующие формы текущего контроля:

- письменная работа по решению самостоятельных заданий (все формулировки заданий для самостоятельного решения с необходимыми сопроводительными материалами выложены на образовательном портале ИГУ в темах курса «Биофизика»);

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проходит в форме экзамена (б семестр), к которому допускаются студенты, выполнившие в полном объеме аудиторную нагрузку, самостоятельную работу. Студенты, имеющие задолженность, должны выполнить все обязательные виды деятельности.

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации включает:

- тестовые задания для экзамена.

Назначение оценочных средств: выявить сформированность компетенций ОПК-2, ОПК-3 (см. п. III).

Тестовое задание включает два варианта по 20 вопросов по всем темам курса. К тесу допускаются студенты, задавшие все домашние заданий и получившие по каждому заданию зачет.

Критерий оценивания тестового экзаменационного задания

№	Тип задания	Критерии оценки	Результат оценивания
1	Задание закрытого типа на установление соответствие	Считается верным, если правильно установлены все соответствия (позиции одного столбца верно соотнесены с позициями другого столбца)	Полное совпадение с верным ответом – 1 балл Все остальные случаи – 0 баллов
2	Задание закрытого типа на установление последовательности	Считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр	Полное совпадение с верным ответом – 1 балл Все остальные случаи – 0 баллов
3	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Считается верным, если правильно указана цифра	Полное совпадение с верным ответом – 1

	из четырех предложенных и обоснованием выбора	(буква) правильного ответа и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа	балл Все остальные случаи – 0 баллов
4	Задание комбинированного типа с выбором нескольких верных ответов из четырех предложенных и обоснованием выбора	Считается верным, если правильно указаны цифры (буквы) правильного ответа и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа	Полное совпадение с верным ответом – 1 балл Все остальные случаи – 0 баллов
5	Задание открытого типа с развернутым ответом	Считается верным, если ответ совпадает с эталонным ответом по содержанию и полноте	Полное соответствие эталонному ответу – 1 балл Все остальные случаи – 0 баллов

Система получения баллов за тестирование

Оценка	критерий
отлично	18 и более баллов
хорошо	16 – 17 баллов
удовлетворительно	15 – 13 баллов
неудовлетворительно	12 баллов и менее

Оценочные материалы для промежуточной аттестации (экзамена)

Тестирование (Вариант 1).

Индекс и содержание формируемой компетенции	Индикаторы компетенций	Тестовые задания для промежуточной аттестации
<p><i>ОПК-2</i> Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).</p>	<p><i>ИДК ОПК 2.1</i> Демонстрирует специализированные знания в области фундаментальных разделов математики, физики, химии, биологии и перспективы междисциплинарных исследований.</p>	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного или нескольких верных ответов из четырех предложенных с аргументацией выбора</p> <p>Вопрос 1. Какая модель описывает экспоненциальный рост численности популяции?</p> <p>A) $dN/dt = rN$ B) $dN/dt = rN(1 - N/K)$ C) $dN/dt = rN - aN^2$ D) $dN/dt = 0$</p> <p>Ответ: _____</p> <p>Правильный ответ: А Аргументация: Экспоненциальный рост описывается уравнением Malthus ($dN/dt = rN$), где r — коэффициент роста.</p>
	<p><i>ИДК ОПК 2.2</i> Умеет использовать навыки проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики с учетом специализированных фундаментальных знаний</p>	<p>Вопрос 2. Какая особенность отличает логистический рост от экспоненциального?</p> <p>A) Учет предельной численности (K) B) Отсутствие влияния факторов среды C) Линейная динамика роста D) Полное отсутствие устойчивых состояний</p> <p>Ответ: _____</p> <p>Правильный ответ: А Аргументация: Логистический рост учитывает ограниченные ресурсы среды через параметр K (ёмкость среды).</p>
	<p><i>ИДК ОПК 2.3</i> Владеет методами химии, физики и математического моделирования для проведения исследований в области</p>	<p>Вопрос 3. Что является условием устойчивости стационарного состояния по Ляпунову?</p> <p>A) Производная функции равна нулю B) Малые отклонения затухают со временем C) Наличие бифуркации D) Система находится вдали от равновесия</p> <p>Ответ: _____</p> <p>Правильный ответ: В Аргументация: Устойчивость означает, что при малых возмущениях система возвращается к стационарному</p>

	биоинженерии, биоинформатики.	состоянию.
<i>ОПК-3</i> Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований	<i>ИДК ОПК 3.1</i> Проводит экспериментальную работу с организмами и клетками с использованием физико-химических методов исследования макромолекул	<p>Вопрос 4. Какая система уравнений описывает взаимодействие хищник–жертва (Лотки–Вольтерра)?</p> <p>A) $dN/dt = rN; dP/dt = -sP$ B) $dN/dt = rN - aNP; dP/dt = bNP - sP$ C) $dN/dt = rN(1 - N/K); dP/dt = bP$ D) $dN/dt = 0; dP/dt = 0$</p> <p>Ответ: _____</p> <p>Правильный ответ: В</p> <p>Аргументация: Уравнения Лотки–Вольтерра описывают популяционную динамику с учетом взаимодействия хищников (P) и жертв (N).</p>
	<i>ИДК ОПК 3.2</i> Демонстрирует практические навыки математических методов обработки результатов экспериментальных исследований	<p>Вопрос 5. Какая бифуркация приводит к появлению предельного цикла в биологических системах?</p> <p>A) Бифуркация Андронова–Хопфа B) Седло–узловая бифуркация C) Триггерная бифуркация D) Трансляционная бифуркация</p> <p>Ответ: _____</p> <p>Правильный ответ: А</p> <p>Аргументация: При бифуркации Хопфа устойчивое стационарное состояние теряет устойчивость, и возникает автоколебание (пределный цикл).</p>
	<i>ИДК ОПК 3.3</i> Владеет опытом применения методов для исследования макромолекул, обработки результатов биологических исследований, прогнозирования перспектив и социальных последствий своей профессиональной деятельности.	<p>Вопрос 6. Какая модель иллюстрирует автоколебания в биохимических системах?</p> <p>A) Модель Лотки–Вольтерра B) Модель Брюсселятора C) Логистическая модель D) Уравнение Михаэлиса–Ментен</p> <p>Ответ: _____</p> <p>Правильный ответ: В</p> <p>Аргументация: Брюсселятор — простая модель автоколебательных химических реакций, применяемая к биосистемам.</p> <p>Вопрос 7. В чем заключается биологическое значение субстратного угнетения ферментов?</p> <p>A) Предотвращение чрезмерного накопления продукта B) Ускорение реакции при высоких концентрациях субстрата C) Переход фермента в неактивную форму D) Усиление кооперативности фермента</p>

	<p>Ответ: _____</p> <p>Правильный ответ: А</p> <p>Аргументация: Субстратное угнетение регулирует скорость реакции, предотвращая избыточный синтез продуктов.</p> <p>Вопрос 8.</p> <p>Какая графическая зависимость используется для линеаризации уравнения Михаэлиса–Ментен?</p> <ul style="list-style-type: none">A) Прямые координаты (v от $[S]$)B) Обратные координаты Лайнвивера–Берка ($1/v$ от $1/[S]$)C) Полулогарифмические координатыD) Диаграмма бифуркаций <p>Ответ: _____</p> <p>Правильный ответ: В</p> <p>Аргументация: Лайнвивер–Берк позволяет определить V_{max} и K_m с помощью линейного графика.</p> <p>Вопрос 9.</p> <p>Какой закон термодинамики объясняет невозможность 100% превращения тепла в работу?</p> <ul style="list-style-type: none">A) Первый законB) Второй законC) Закон ГессаD) Закон сохранения импульса <p>Ответ: _____</p> <p>Правильный ответ: В</p> <p>Аргументация: Второй закон термодинамики утверждает, что энтропия замкнутой системы всегда возрастает.</p> <p>Вопрос 10.</p> <p>Что утверждает теорема Пригожина?</p> <ul style="list-style-type: none">A) Энтропия замкнутой системы минимальнаB) В стационарных открытых системах скорость производства энтропии минимальнаC) Потоки и силы всегда линейно связаныD) Энергия не исчезает и не появляется <p>Ответ: _____</p> <p>Правильный ответ: В</p> <p>Аргументация: Пригожин показал, что открытые системы в стационарном состоянии характеризуются минимумом скорости прироста энтропии.</p> <p>Вопрос 11.</p> <p>Какое взаимодействие играет главную роль в стабилизации α-спиралей белков?</p> <ul style="list-style-type: none">A) Водородные связиB) Гидрофобные взаимодействияC) Дисульфидные мостикиD) Электростатическое отталкивание
--	--

Ответ: _____

Правильный ответ: А

Аргументация: Вторичная структура белка (α -спираль) стабилизируется водородными связями между NH и CO группами.

Вопрос 12.

Какая молекула выступает протонным насосом и фотоэлектрическим генератором в бактериях?

- A) Цитохром с
- B) АТФ-синтаза
- C) Бактериородопсин
- D) Хлорофилл

Ответ: _____

Правильный ответ: С

Аргументация: Бактериородопсин переносит протоны через мембрану под действием света и формирует электрохимический градиент.

Вопрос 13.

Что является главным источником генерации потенциала действия в нервных клетках?

- A) Перемещение ионов Na^+ и K^+
- B) Скачкообразное движение электронов
- C) Гидролиз АТФ
- D) Движение Ca^{2+} в митохондриях

Ответ: _____

Правильный ответ: А

Аргументация: Потенциал действия формируется благодаря входу Na^+ внутрь и выходу K^+ из клетки через ионные каналы.

Задание закрытого типа на установление соответствия

Вопрос 14.

Установите соответствие между термодинамическими величинами и их характеристиками.

- a) Энтропия
- b) Свободная энергия Гиббса
- c) Энтальпия
- d) Химическое сродство

Ответ: _____

Правильный ответ:

- a — 3 (Мера беспорядка системы)
- b — 1 (Критерий самопроизвольности процесса)

с — 4 (Сумма внутренней энергии и произведения давления на объем)
д — 2 (Движущая сила химической реакции)

Вопрос 15.

Установите соответствие между типами биологических мембранных транспортов и их характеристиками.

- а) Простая диффузия
- б) Облегчённая диффузия
- в) Первично-активный транспорт
- г) Вторично-активный транспорт

Ответ: _____

Правильный ответ:

- а — 2 (Перемещение веществ по градиенту концентрации без участия белков)
- б — 3 (Перенос по градиенту с участием белков-переносчиков или каналов)
- в — 1 (Перенос против градиента с использованием энергии АТФ)
- г — 4 (Перенос против градиента за счёт сопряжения с другим процессом)

Задание закрытого типа на установление последовательности

Вопрос 16.

Расположите шаги в правильной последовательности при анализе ферментативной реакции по уравнению Михаэлиса–Ментен.

Шаги:

- А. Построить график зависимости скорости от концентрации субстрата.
- Б. Измерить начальные скорости реакции при разных [S].
- С. Определить параметры V_{max} и K_m.
- Д. Записать уравнение Михаэлиса–Ментен.

Правильный ответ: В – Д – А – С

Вопрос 17.

Расположите шаги в правильной последовательности для описания распространения нервного импульса в аксоне.

Шаги:

- А. Деполяризация мембранны вследствие входа Na⁺.
- Б. Восстановление потенциала за счёт выхода K⁺.
- С. Возникновение локального потенциала действия.
- Д. Распространение возбуждения по аксону.

Правильный ответ: С – А – Д – В

	<p>Задание открытого типа с развернутым ответом</p> <p>Вопрос 18. Что такое потенциал покоя мембраны, и какие механизмы обеспечивают его поддержание?</p> <p>Правильный ответ: Потенциал покоя — это разность электрических потенциалов на мемbrane клетки в невозбуждённом состоянии. Он формируется благодаря неравномерному распределению ионов (в первую очередь Na^+, K^+ и Cl^-) и избирательной проницаемости мембраны. Основную роль играет натрий-калиевый насос (Na^+/K^+-АТФаза), который поддерживает высокий уровень K^+ внутри клетки и Na^+ снаружи. Также важен градиент концентраций и пассивная диффузия ионов через калиевые каналы. Поддержание потенциала покоя необходимо для нормального проведения нервных импульсов, мышечного сокращения и других процессов биоэлектрогенеза.</p> <p>Вопрос 19. Объясните, в чём состоит значение второго закона термодинамики для живых систем. Как удаётся поддерживать порядок и низкую энтропию в биологических объектах?</p> <p>Правильный ответ: Согласно второму закону термодинамики, в замкнутых системах энтропия со временем увеличивается. Живые организмы являются открытыми системами, поэтому они могут поддерживать упорядоченность (низкую энтропию) за счёт постоянного обмена веществ и энергии с окружающей средой. Организмы потребляют энергию (например, из химических связей пищи или солнечного излучения) и используют её для построения и поддержания сложных структур. При этом энтропия увеличивается в окружающей среде, что компенсирует локальное снижение энтропии внутри организма. Таким образом, жизнь возможна благодаря открытому характеру биосистем и их способности к энергообмену.</p> <p>Вопрос 20. Объясните значение уравнения Михаэлиса–Ментен для описания ферментативных реакций. Почему это уравнение так широко применяется в биофизике и биохимии?</p> <p>Правильный ответ (шаблон): Уравнение Михаэлиса–Ментен описывает зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата. Оно позволяет ввести два важных параметра: V_{\max} (максимальная скорость реакции) и K_m (константа Михаэлиса, отражающая сродство фермента к субстрату). Это уравнение широко используется, потому что оно даёт возможность количественно описать катализическую активность ферментов, сравнивать разные ферменты между собой и прогнозировать, как изменится скорость реакции при изменении концентрации субстрата. Универсальность уравнения делает его основой анализа ферментативных процессов в биофизике и медицине.</p>
--	---

Тестирование (Вариант 2).

Индекс и содержание формируемой компетенции	Индикаторы компетенций	Тестовые задания для промежуточной аттестации
<p><i>ОПК-2</i> Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).</p>	<p><i>ИДК ОПК 2.1</i> Демонстрирует специализированные знания в области фундаментальных разделов математики, физики, химии, биологии и перспективы междисциплинарных исследований.</p> <p><i>ИДК ОПК 2.2</i> Умеет использовать навыки проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики с учетом специализированных фундаментальных знаний</p> <p><i>ИДК ОПК 2.3</i> Владеет методами химии, физики и математического моделирования для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики.</p>	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного или нескольких верных ответов из четырех предложенных и аргументацией выбора</p> <p>Вопрос 1. Какая особенность отличает биофизику как науку от классической физики? А) Исследование исключительно неживых систем В) Рассмотрение физических процессов в живых системах С) Отсутствие использования математических моделей Д) Игнорирование химических закономерностей Ответ: _____ Правильный ответ: В Аргументация: биофизика изучает физические законы в живых системах, соединяя подходы физики, химии и биологии.</p> <p>Вопрос 2. Какой тип роста численности популяции учитывает ограниченность ресурсов? А) Экспоненциальный рост В) Логистический рост С) Геометрический рост Д) Линейный рост Ответ: _____ Правильный ответ: В Аргументация: логистическая модель учитывает фактор насыщения среды, поэтому рост замедляется и выходит на плато.</p> <p>Вопрос 3. Какая биологическая система может быть описана уравнениями Лотки–Вольтерра? А) Ферментативная реакция В) Система хищник–жертва С) Транспорт через мембрану Д) Фотосинтетическая цепь Ответ: _____ Правильный ответ: В Аргументация: уравнения Лотки–Вольтерра описывают динамику взаимодействия двух популяций (хищник–жертва).</p>

<p>ОПК-3 Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований</p>	<p>ИДК ОПК 3.1 Проводит экспериментальную работу с организмами и клетками с использованием физико-химических методов исследования макромолекул</p> <p>ИДК ОПК 3.2 Демонстрирует практические навыки математических методов обработки результатов экспериментальных исследований</p> <p>ИДК ОПК 3.3 Владеет опытом применения методов для исследования макромолекул, обработки результатов биологических исследований, прогнозирования перспектив и социальных последствий своей профессиональной деятельности.</p>	<p>Вопрос 4. Что означает наличие предельного цикла в модели биологической системы?</p> <p>A) Система всегда стремится к хаосу B) Система выходит из равновесия без возврата C) Возникают устойчивые автоколебания D) Система всегда находится в стационарном состоянии</p> <p>Ответ: _____</p> <p>Правильный ответ: C</p> <p>Аргументация: предельный цикл описывает устойчивые колебательные режимы, характерные для ритмических процессов в живых системах.</p> <p>Вопрос 5. Какой параметр уравнения Михаэлиса–Ментен отражает сродство фермента к субстрату?</p> <p>A) V_{max} B) K_m C) k_{cat} D) ΔG реакции</p> <p>Ответ: _____</p> <p>Правильный ответ: B</p> <p>Аргументация: K_m — концентрация субстрата, при которой скорость реакции достигает половины V_{max}; чем меньше K_m, тем выше сродство.</p> <p>Вопрос 6. Что означает субстратное ингибиение фермента?</p> <p>A) Повышение активности при увеличении субстрата B) Снижение активности при избытке субстрата C) Конкуренция между двумя ферментами D) Полное прекращение реакции при нулевой концентрации субстрата</p> <p>Ответ: _____</p> <p>Правильный ответ: B</p> <p>Аргументация: при высоких концентрациях субстрата реакция тормозится из-за образования неактивных комплексов фермент–субстрат.</p> <p>Вопрос 7. Какая величина остаётся постоянной в замкнутой системе согласно первому закону термодинамики?</p> <p>A) Энтропия B) Внутренняя энергия C) Температура D) Свободная энергия</p> <p>Ответ: _____</p> <p>Правильный ответ: B</p>
---	---	---

	<p>Аргументация: первый закон формулируется как закон сохранения энергии: внутренняя энергия может изменяться только за счёт тепла и работы.</p> <p>Вопрос 8.</p> <p>Какая характеристика соответствует второму закону термодинамики?</p> <ul style="list-style-type: none">A) Сохранение энталпииB) Постоянство температурыC) Необратимый рост энтропии в замкнутых системахD) Увеличение числа частиц в реакции <p>Ответ: _____</p> <p>Правильный ответ: C</p> <p>Аргументация: второй закон утверждает, что энтропия в замкнутых системах не убывает.</p> <p>Вопрос 9.</p> <p>Что отражает коэффициент взаимности Онзагера?</p> <ul style="list-style-type: none">A) Независимость процессовB) Взаимосвязанность потоков и сил в термодинамикеC) Прямую пропорциональность концентрацийD) Случайные колебания систем <p>Ответ: _____</p> <p>Правильный ответ: B</p> <p>Аргументация: соотношения Онзагера показывают взаимозависимость обобщённых потоков и сил в неравновесной термодинамике.</p> <p>Вопрос 10.</p> <p>Какая конформация белка является наиболее стабильной в физиологических условиях?</p> <ul style="list-style-type: none">A) Денатурированная формаB) ГлобулаC) Случайный клубокD) Спираль–клубок <p>Ответ: _____</p> <p>Правильный ответ: B</p> <p>Аргументация: глобулярная форма белка устойчива и функционально активна в клетке.</p> <p>Вопрос 11.</p> <p>Какой процесс обеспечивает активный транспорт ионов через мембрану?</p> <ul style="list-style-type: none">A) Простая диффузияB) Градиент концентрации без затрат энергииC) Работа АТФ-азы с затратой энергииD) Оsmos <p>Ответ: _____</p>
--	---

Правильный ответ: С
Аргументация: активный транспорт требует энергии, обычно за счёт гидролиза АТФ.

Вопрос 12.

Что является причиной возникновения потенциала действия в нервной клетке?

- A) Медленная диффузия воды
- B) Быстрый вход Na^+ и выход K^+ через мембрану
- C) Изменение температуры среды
- D) Накопление АТФ

Ответ: _____

Правильный ответ: В

Аргументация: потенциал действия возникает благодаря деполяризации мембранны вследствие движения ионов Na^+ и K^+ .

Вопрос 13.

Что описывает теория Митчелла (хемиосмотическая теория)?

- A) Процессы фотосинтеза в хлоропластах
- B) Электронно-транспортную цепь и образование АТФ за счёт протонного градиента
- C) Активный транспорт кальция
- D) Механизмы экзоцитоза

Ответ: _____

Правильный ответ: В

Аргументация: теория Митчелла объясняет синтез АТФ с использованием энергии электрохимического протонного градиента на мембранах.

Задание закрытого типа на установление соответствия

Вопрос 14.

Установите соответствие между процессами и их характеристиками:

- a) Экспоненциальный рост
- b) Логистический рост
- c) Хищник–жертва (Лотка–Вольтерра)
- d) Автоколебания

Ответ: _____

Правильный ответ:

- a — 3 (Рост без ограничений)
- b — 2 (Рост с насыщением)
- c — 1 (Популяционная динамика)
- d — 4 (Предельный цикл)

Вопрос 15.

Установите соответствие между методами и их назначением:

- a) Электронная микроскопия
- b) ЯМР-спектроскопия
- c) ЭПР-спектроскопия
- d) Флуоресцентные методы

Ответ: _____

Правильный ответ:

- a — 1 (Изучение ультраструктуры мембран и белков)
- b — 4 (Изучение конформации и динамики белков)
- c — 2 (Изучение радикалов и электронных состояний)
- d — 3 (Изучение динамики и взаимодействий биомолекул)

Задание закрытого типа на установление последовательности

Вопрос 16.

Расположите этапы проведения эксперимента по определению кинетических параметров фермента в правильной последовательности:

- A. Измерение скорости реакции при разных концентрациях субстрата
- B. Построение графика зависимости скорости от концентрации
- C. Определение V_{max} и K_m
- D. Подготовка растворов субстрата и фермента
- E. Анализ полученных данных

Правильный ответ: D – A – B – C – E

Вопрос 17.

Расположите этапы формирования потенциала действия в правильной последовательности:

- A. Реполяризация за счёт выхода K^+
- B. Деполяризация — быстрый вход Na^+
- C. Гиперполяризация мембранны
- D. Восстановление потенциала покоя
- E. Стадия покоя

Правильный ответ: E – B – A – C – D

Задание открытого типа с развернутым ответом

Вопрос 18.

Объясните, что такое бифуркация в динамических системах. Почему изучение бифуркаций важно для биофизики?

Правильный ответ:

Бифуркация — это качественное изменение поведения системы при изменении параметра. В биофизике она описывает переход от стационарного состояния к колебательному режиму (например, в нейронах или ферментативных реакциях). Изучение бифуркаций помогает прогнозировать поведение биологических систем и устойчивость их состояний.

Вопрос 19.

Почему процессы биоэнергетики в клетке описывают как сопряжённые? Приведите пример.

Правильный ответ:

В клетке многие процессы не могут протекать самопроизвольно, поэтому они сопряжены с реакциями, выделяющими энергию. Например, синтез АТФ сопряжён с переносом электронов и созданием протонного градиента в митохондриях (теория Митчелла). Это обеспечивает эффективное использование энергии и устойчивость метаболизма.

Вопрос 20.

Что такое гидрофобные взаимодействия и какую роль они играют в формировании структуры белков и мембран?

Правильный ответ:

Гидрофобные взаимодействия — это стремление неполярных групп молекул избегать контакта с водой. Они обеспечивают сворачивание белковых глобул и формирование липидного бислоя мембран. Эти взаимодействия критически важны для стабильности и функциональности биологических макромолекул.

Разработчик:

Букин доцент Букин Ю.С.
(подпись)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика».

Программа рассмотрена на заседании кафедры физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики 19.03.2025 г. протокол № 12.

Зав. кафедрой, д.б.н., профессор В.П. Соловарова В.П. Соловаров

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