



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
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.В.06 «ОСНОВЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ»**

: 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика»

Направленность (профиль): «Биоинженерия и биоинформатика»

Квалификация выпускника: биоинженер и биоинформатик

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

Согласовано с УМК биолого-почвенного факультета

Протокол № 5 от 21 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

	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) периодические издания.....	15
г) список авторских методических разработок	15
д) 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: формирование базовых представлений о физико-химических основах биологических процессов, понимание фундаментальных закономерностей функционирования живых систем

Задачи:

- ознакомить студентов с физико-химическими принципами организации биологических структур, особенностями организации биологических мембран и физико-химическими основами преобразования и аккумуляции энергии в биологических системах
- рассмотреть механизмы биологических процессов с позиций термодинамики, кинетики и молекулярных взаимодействий;
- обобщить и систематизировать знания об основных механизмах образования биорадикалов, антиокислительной защитной системы, системах регуляции

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.7 «Основы физико-химической биологии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений обязательной части. Изучается на 3 курсе в 5 семестре.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами специалитета («Химия», «Физика», «Общая биология», «Биохимия»).

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Биофизика», «Биотехнология», «Геномные и постгеномные технологии», «Моделирование биопроцессов», «Нанобиотехнологии».

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 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика»:

ПК-1: Способен творчески использовать и применять фундаментальные представления биологии, смежных дисциплин и современные методологические подходы для определения перспективных направлений научных исследований в сфере получения, изучения и применения различных природных, измененных природных биологических объектов, искусственных, организмов а также биомакромолекул, обработку и последующий анализ большого массива информации по биологическим объектам.

уметь: анализировать физико-химические процессы в биологических объектах; применять методы расчета термодинамических и кинетических параметров

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

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-1 : Способен творчески использовать и	ИДК ПК 1.1 Знает актуальные проблемы, основные открытия в области изучения живых	Знать: теоретическую и практическую значимость физико-химической биологии, ее взаимосвязь с другими естественными науками, основные физико-химические

<p>применять фундаментальные представления биологии, смежных дисциплин и современные методологические подходы для определения перспективных направлений научных исследований в сфере получения, изучения и применения различных природных, измененных природных биологических объектов, искусственных, организмов а также биомакромолекул, обработку и последующий анализ большого массива информации по биологическим объектам.</p>	<p>организмов и биологических систем различных уровней организации и способен использовать теоретические знания и умения в научно-исследовательской деятельности</p>	<p>законы, применяемые к живым системам; молекулярные механизмы передачи энергии и информации; принципы самоорганизации биомолекул; Уметь: использовать полученные знания для объяснения физико-химических процессов в биологических объектах; Владеть: специальной терминологией и категориальным аппаратом данной дисциплины</p>
	<p><i>ИДК ПК 1.2</i> Умеет использовать фундаментальные знания и современные методологические подходы для перспективных направлений научных исследований, построения информационных моделей и практических разработок в сфере профессиональной деятельности.</p>	<p>Знать: физико-химические основы функционирования живых систем, включая строение и свойства биорганических соединений и их комплексов, а также новейшие достижения в области физико-химической биологии и их значение для медицины, биотехнологии; Уметь: анализировать термодинамические и кинетические параметры биохимических процессов; Владеть: базовыми приёмами математического моделирования биологических процессов, анализа и интерпретации данных физико-химических экспериментов</p>
	<p><i>ИДК ПК 1.3</i> Владеет навыками творческого применения методологических подходов для разработки моделей, новых технологий, материалов и биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, методов выработки практических рекомендаций для решения задач профессиональной деятельности.</p>	<p>Знать: естественнонаучные теории, лежащие в основе физико-химической биологии; Уметь: использовать компьютерные базы данных и ресурсы для поиска и анализа биологической информации; Владеть: навыками работы с литературой и электронными ресурсами в области физико-химической биологии</p>

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий не менее 20% часов от аудиторной работы (22 часа)

Форма промежуточной аттестации: зачет.

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

№ п/н	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Тема 1. Введение в физико-химическую биологию	5	12		2	4		6	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование
2	Тема 2. Биологические мембраны: строение. функции	5	14		2	4		8	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование
3	Тема 3. Физико-химические основы биоэнергетики	5	12		2	4		6	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование
4	Тема 4. Кинетика биохимических процессов	5	20		4	8		8	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование

5	Тема 5. Свободные радикалы в биологических системах.	5	14		2	4		8	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование
6	Тема 6. Общие принципы регуляции метаболизма	5	20		4	8		10	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование
7	Тема 7. Перспективы развития физико-химической биологии	5	12		2	4		4	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование

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.)		
5	Тема 1. Введение в физико-химическую биологию	Подготовка к опросу Подготовка сообщений Подготовка к тестированию	1-2	6	Контрольные вопросы Доклад Тестовые задания	Раздел 5 а-г
5	Тема 2. Биологические мембраны: строение. функции	Подготовка к опросу Подготовка сообщений Подготовка к тестированию	3-4	8	Контрольные вопросы Доклад Тестовые задания	- « -
5	Тема 3. Физико-химические основы биоэнергетики	Подготовка к опросу Подготовка сообщений Подготовка к тестированию	5-6	6	Контрольные вопросы Доклад Тестовые задания	- « -
5	Тема 4. Кинетика биохимических процессов	Подготовка к опросу Подготовка сообщений Подготовка к тестированию	7-10	8	Контрольные вопросы Доклад Тестовые задания	- « -
5	Тема 5. Свободные радикалы в биологических системах.	Подготовка к опросу Подготовка сообщений Подготовка к тестированию	11-12	8	Контрольные вопросы Доклад Тестовые задания	- « -
5	Тема 6. Общие принципы регуляции метаболизма	Подготовка к опросу Подготовка сообщений Подготовка к тестированию	13-16	8	Контрольные вопросы Доклад	- « -
5	Тема 7. Перспективы развития физико-химической биологии	Подготовка к опросу Подготовка сообщений Подготовка к зачету	17-18	6	Контрольные вопросы Доклад Тестовые задания	- « -

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
		Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) –50				
		Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час) -22				

4.3 Содержание учебного материала

Тема 1. Введение в физико-химическую биологию

Предмет, цели и задачи физико-химической биологии, связь с другими естественно-научными дисциплинами. Исторические аспекты. Проблемы современной физико-химической биологии. Междисциплинарное значение: биотехнология, медицина, фармакология., энергетика и другие сектора экономики.

Биологические системы как самоорганизующиеся структуры. Физико-химические законы в биологических системах. Принцип системности в биологии. Системы и системный анализ. Иерархия биологических систем. Принципы регуляции гомеостаза. Контур регулирования и обратная связь. Принцип дублирования. Совокупность физических, химических и биологических критериев живого. Молекулярные основы функционирования живых систем. Белки и нуклеиновые кислоты - важнейшие биополимеры живых организмов. Роль слабых взаимодействий в организации биомолекул. Протеом. Самовоспроизведение как важнейшее свойство жизни.

Тема 2. Биологические мембраны: строение. функции

Современные представления о структуре мембран. Жидкостно-мозаичная модель строения мембран. Латеральная диффузия. Факторы, определяющие текучесть биомембран. Структурно-функциональная характеристика мембранных. Белок-липидные взаимодействия. Характеристика мембранных белков, липидов и сахаров. Мембраносвязанные рецепторы. Кооперативные структурные перестройки компонентов биомембран. Асимметрия мембран. Современные методы изучения динамической структуры биомембран.

Проницаемость мембран. Механизмы транспорта веществ через мембраны. Типы мембранного транспорта. Способы транспорта макромолекул. Основные формы функциональной активности биомембран. Формы компартментализации биомембран, их участие в транспорте веществ, интеграции многоступенчатых биохимических реакций в клетке, явлениях возбудимости. Мембранные эффекты в механизме действия гормонов и других биологически активных соединений. Осмотические и электрические явления на биомембранах. Мембранный потенциал покоя, потенциал действия. Возбудимость, распространение нервного импульса, синаптическая передача. Механизмы повреждения биомембран при развитии патологических процессов в организме.

Тема 3. Физико-химические основы биоэнергетики

Живые клетки как открытые термодинамические системы. Основные законы термодинамики. Биологические виды энергии. АТФ и $\Delta\mu\text{H}^+$ - две формы энергетических посредников в клетке. Энергетическое сопряжение в химических реакциях. Немембранные биоэнергетические системы. Основные метаболические пути окисления гексоз. Мембранные системы генерации энергии. Структурные особенности энергопреобразующих оргanelл живой клетки. Трансформация энергии на биомембранах. Цепь переноса электронов и окислительное фосфорилирование. Хемоосмотическая теория Митчелла. Строение и функции мембран митохондрий. Структурно-функциональная организация митохондриальной электрон-транспортной цепи (ЭТЦ). H^+ АТФ-аза митохондрий, молекулярные механизмы ее функционирования. Ингибиторный анализ. Разобщение дыхания и фосфорилирования. Термогенные ткани. Дыхательный контроль. Особенности электронтранспортных путей в мембранах хемотрофных организмов. Электронтранспортные цепи фототрофных организмов. Строение фотосинтетического пигментного аппарата и миграция энергии (Z-схема). Структурно-функциональная организация ЭТЦ мембран хлоропластов у растений, водорослей и цианобактерий. Генерация $\square\square\text{H}^+$ в хлоропластах и цианобактериях. ЭТЦ пурпурных бактерий. Механизм трансмембранного транспорта протонов бактериородопсином. Нарушения биоэнергетики: митохондриальные болезни, гипоксия.

Тема 4. Кинетика биохимических процессов.

Основные особенности биологической кинетики. Описание динамики биологических процессов на языке химической кинетики. Принципы математического описания кинетики химических реакций. Недостатки химического подхода в биологии. Ферменты как природные катализаторы. Основные отличия ферментативного катализа от химического. Коферменты и витамины. Молекулярные механизмы ферментативных реакций. Эффекты сближения и ориентации, индуцированного соответствия, усиления реакционной способности функциональных групп. Кислотно-основной и ковалентный катализ. Кинетика ферментативного катализа. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Константа Михаэлиса. Типы ингибирования ферментов: конкурентное, неконкурентное, необратимое. Аллостерическая регуляция ферментов. Сетевой характер метаболизма: регуляция потоков вещества и энергии. Примеры применения кинетического анализа в медицине и фармакологии. Рибозимы – РНК с ферментативной активностью. Молекулярные механизмы и биологическое значение. Гипотеза РНК-мира. Современные методы селекции рибозимов с требуемыми свойствами. Каталитические антитела – абзимы.

Тема 5. Свободные радикалы в биологических системах

Определение свободных радикалов и активных форм кислорода (АФК). Классификация биорадикалов. Природные и чужеродные радикалы. Активные формы кислорода и азота. Образование биорадикалов в организме. Радикалы, образующиеся при действии излучения. Радиолит и фотолит. Фотосенсибилизаторы и фотосенсибилизированное окисление. Фотодинамический эффект и его практическое использование. Радикалы, образующиеся при метаболической активации ксенобиотиков в системе микросомального окисления. Феномен токсификации. Свободно-радикальное окисление как фундаментальный механизм клеточной патологии. Свободно-радикальная теория старения. Общая схема реакций цепного окисления органических соединений. Инициирование цепного окисления.

Механизмы повреждающего действия: перекисное окисление липидов, повреждение белков и ДНК. Свободно-радикальное (перекисное) окисление липидов. Последствия перекисного окисления мембранных липидов. Свободнорадикальное окисление нуклеиновых кислот и мутагенез. Механизмы устранения последствий свободно-радикального повреждения ДНК. Последствия свободно-радикального окисления белков. Антиоксиданты. Основные механизмы антиокислительной защитной системы. Антиоксидантная ферментная система. Система низкомолекулярных антиоксидантов. Синергизм в действии антиоксидантов. Структурный антиоксидантный эффект. Роль биорадикалов в процессах биосигнализации. Физиологическая роль эндогенного NO. Современные подходы к оценке окислительного стресса и антиоксидантной терапии.

Тема 6. Общие принципы регуляции метаболизма

Необходимость регуляции: поддержание энергетического и метаболического гомеостаза клетки и организма. Иерархический характер: регуляция осуществляется на уровне: отдельных ферментов, метаболических путей, клеток, тканей и целого организма. Основные механизмы: регуляция активности ферментов, регуляция скорости метаболических потоков, гормональный контроль, взаимодействие между органами. Принцип обратной связи и системного самоконтроля.

Ферментативные механизмы регуляции. Аллостерическая регуляция ферментов: связывание эффектора (ингибитора или активатора) с аллостерическим центром, примеры: фосфофруктокиназа (гликолиз), аспартаттранскарбамоилла (синтез нуклеотидов).. Ковалентная модификация ферментов: фосфорилирование/дефосфорилирование (киназы и фосфатазы), ацетилирование, метилирование, убиквитинирование. Протеолитическая активация: переход зимогена (неактивного предшественника) в активный фермент (пример: пепсиноген → пепсин, каскады свертывания крови). Концентрация субстрата и продукта как регулятор скорости реакции. Клеточный уровень регуляции. Координация катаболизма и анаболизма: энергетический баланс (АТФ/АДФ/АМФ как сигнальные молекулы), NAD⁺/NADH и FAD/FADH₂ как индикаторы окислительно-восстановительного состояния.

Компартментализация метаболизма: разделение процессов в органеллах (гликолиз — цитоплазма, цикл Кребса — митохондрии). Метаболические "узлы": пируват (соединяет гликолиз, глюконеогенез, цикл Кребса), ацетил-КоА (ключевой метаболит катаболизма и анаболизма).

Гормональная регуляция метаболизма: Инсулин: стимуляция синтеза гликогена, липогенеза и белкового синтеза, торможение липолиза и глюконеогенеза., Глюкагон: активация глюконеогенеза и липолиза, мобилизация запасов энергии., Адреналин и норадреналин: быстрый мобилизующий эффект, активация распада гликогена, усиление липолиза, Гормоны щитовидной железы: регуляция основного обмена, Стероидные гормоны: долгосрочная регуляция экспрессии генов метаболических ферментов. Сигнальные пути и вторичные мессенджеры. Роль рецепторов (мембранные, внутриклеточные) в передаче сигнала. Вторичные посредники: цАМФ, инозитолтрифосфат (IP₃), диацилглицерол (DAG), Ca²⁺. Примеры каскадов: аденилатциклазная система (глюкагон, адреналин → ↑цАМФ → активация протеинкиназы А), фосфоинозитидный каскад, MAP-киназный путь. Системы передачи сигнала как средства тонкой настройки метаболизма.

Межорганный координация метаболизма Взаимодействие печени, мышц, жировой ткани и мозга. Цикл Кори (обмен лактата между мышцами и печенью). Гормональные и нервные сигналы как интеграторы метаболизма на уровне организма. Роль крови как транспортной среды для метаболитов и гормонов.

Нарушения регуляции и патология. Метаболические заболевания: сахарный диабет, ожирение, метаболический синдром. Митохондриальные патологии и энергетическая недостаточность. Опухолевый метаболизм (эффект Варбурга): смещение регуляции в сторону гликолиза даже при наличии кислорода. Нарушения антиоксидантной защиты и окислительный стресс как фактор регуляторных сбоев.

Современные подходы к изучению регуляции метаболизма. Системная биология и моделирование метаболических сетей. Метаболомика и протеомика как инструменты анализа регуляции. Компьютерные модели энергетического и метаболического гомеостаза. Перспективы персонализированной медицины на основе анализа метаболизма.

Тема 7. Перспективы развития физико-химической биологии

Смена парадигмы молекулярно-биологических и биохимических исследований на современном этапе. Физико-химические методы и приборное оборудование новейшего поколения: отличительные особенности и область применения. Роль вычислительной техники в современной науке. Квантовые и ДНК-компьютеры. Многомерная биология. OMICS-науки: геномика, протеомика, транскриптомика, РНмика, метаболомика, липидомика. Перспективы для медицины и лабораторной диагностики. Биоинформатика – область приложения информационных технологий к управлению биологическими данными и их анализу.

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	Системный анализ и физико-химическая биология	2		Контрольные вопросы, доклад	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i>
2	Тема 1	Молекулярные основы функционирования живых систем	2		Контрольные вопросы Тест	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
3	Тема 2	Структура биомембран	2		Контрольные вопросы Доклад	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
4	Тема 2	Функционирование мембран	2		Контрольные вопросы Тест	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>

5	Тема 3	Немембранные биоэнергетические системы	2		Контрольные вопросы Доклад	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
6	Тема 3	Мембранные биоэнергетические системы	4		Контрольные вопросы , тест	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
7	Тема 4	Химическая кинетика. Общие принципы моделирования кинетических процессов	2		Контрольные вопросы, тест	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
8	Тема 4	Ферментативная кинетика. Модель Михаэлиса-Ментен	2		Контрольные вопросы Доклад, тест	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
9	Тема 5	Свободно-радикальные процессы в клетке	2		Контрольные вопросы доклад	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
10	Тема 5	Механизмы антиокислительной системы клетки	2		Контрольные вопросы тест	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
11	Тема 6	Механизм рецепции водорастворимых лигандов	4		Контрольные вопросы Доклад	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
12	Тема 6	Механизм рецепции липофильных лигандов. Рецепторы с протеинкиназной активностью	4		Контрольные вопросы Тнст	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
13	Тема 7	Современные физико-химические методы в биологии	2		Контрольные вопросы Доклад	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
14	Тема 7	Биоинформатические методы в физико-химической биологии	4		Контрольные вопросы	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</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 в физико-химическую биологию	1. Контрольные вопросы (1-10) 2. Доклад (1, 2)	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
2	Тема 2. Биологические мембраны: строение. функции	1. Контрольные вопросы (11-20) 2. Доклад (3, 4)	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
3	Тема 3. Физико-химические основы биоэнергетики	1. Контрольные вопросы (21-35) 2. Доклад (5, 6)	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>

4	Тема 4. Кинетика биохимических процессов	1. Контрольные вопросы (36-55). 2. Доклад (7, 8)	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
5	Тема 5. Свободные радикалы в биологических системах.	1. Контрольные вопросы (56-60) 2. Доклад (9, 10)	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
6	Тема 6. Общие принципы регуляции метаболизма	1. Контрольные вопросы (61-70) 2. Доклад (10, 11)	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
7	Тема 7. Перспективы развития физико-химической биологии	1. Контрольные вопросы (71-80) 2. Доклад (13, 14)	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</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 «Основы физико-химической биологии» 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 устному опросу на практических занятиях;
- подготовка устных докладов с презентацией;
- решение ситуационных задач;
- подготовка к тестированию по отдельным разделам дисциплины;
- подготовка к зачету.

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.

Устный доклад – это сообщение в течение 10-15 мин, в котором студент в лаконичной форме должен изложить материал по соответствующей теме, придерживаясь следующего плана: введение, основная часть, заключение. Доклад сопровождается презентацией, отражающей основные положения по соответствующей теме, включающей наглядные материалы (схемы, таблицы, фото и т.д.). По окончании доклада студенту задают вопросы, как преподаватель, так и студенты, на которые докладчик должен дать исчерпывающие ответы.

Рекомендации по подготовке презентации.

Презентации — способ представления информации, сочетающий в себе текст, гипертекстовые ссылки, компьютерную анимацию, графики, видео, музыку и звуковой ряд, которые организованы в единую среду. Презентация имеет сюжет, сценарий и структуру, организованную для удобного восприятия информации. Отличительной особенностью презентации является её интерактивность, то есть создаваемая для пользователя возможность взаимодействия через элементы управления.

Презентация всегда состоит из двух основных компонентов: информации, которую выступающий хочет донести до аудитории, и манеры изложения. Написанный на бумаге текст помогает более четко и последовательно изложить материал. Презентации обычно делают в PowerPoint, в Impress, либо в Acrobat. Желательно придерживаться принципа: один слайд -

одна мысль. Титульный слайд должен содержать название презентации, её автора, контактную информацию автора. На втором слайде обычно представлен план презентации, основные разделы или вопросы, которые будут рассмотрены. Остальные слайды нужно строить по модели: тезис - аргументы – вывод. Выводы всегда должно быть даны ясно и лаконично на отдельном слайде. Предпоследний слайд должен содержать информацию об использованных источниках литературы, интернет-ресурсах. Последний слайд может повторять титульный с добавлением фразы «Спасибо за внимание!»

На слайды должны попасть только самые важные тезисы и данные, а также графический материал: диаграммы, рисунки, фотографии. Старайтесь делать слайды на однородном светлом фоне с более контрастным текстом. Ключевые слова в предложении лучше выделять жирным шрифтом или цветом. Текст пишите крупно, плотно набранный текст сложнее воспринимается.

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

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) перечень литературы

1. 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 (6 экз.)
2. Физико-химические методы в биологии: теоретические и экспериментальные основы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Л. Михайленко [и др.]. - Электрон. текстовые дан., 5,34 Мб. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2018. - эл. опт. диск (CD-ROM) ; 12 см. - Систем. требования: Операц. система Windows 2000 / XP / Vista, Mac OS X ; Процессор Pentium III 700 МГц (рекомендуется Pentium IV 1500 МГц или AMD Athlon XP 1600+ и выше) ; Оперативная память 256 Мб и выше ; Поддерживаются все разрешение экрана выше SVGA 1024x768 включительно ; Adobe Reader 6 или выше (дефектов нет). - Загл. с этикетки диска. - ISBN 978-5-9624-1622-9 (в кор.) : 150.00 р.
3. Физико-химические методы в биологии [Текст] : учеб. пособие для вузов, обуч. по напр. 020400 (020200) "Биология" и биологическим специальностям / В. П. Саловарова [и др.] ; ред. В. П. Саловарова ; рец.: В. К. Войников, С. Н. Естафьев ; Иркутский гос. ун-т, Биол.-почв. фак. - Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. - 295 с. : ил., цв. ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 272-275. - ISBN 978-5-9624-0806-4 (88 экз.)
4. 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.)
5. Комов В.П. Биохимия [Электронный ресурс] / В. П. Комов. - 4-е изд., испр. и доп. - Электрон. текстовые дан. - М. : Юрайт, 2014. - 640 с. - ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9916-3929-3

б) периодические издания

Биохимия (изд-во РАН).

Биофизика.

Успехи биологической химии.

Молекулярная биология.

Вавиловский журнал генетики и селекции (разделы по молекулярным аспектам).

Математическая биология и биоинформатика»,

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. Физико-химические методы в биологии / В. П. Саловарова, А.А. Приставка, Н.Л. Белькова, Г. В. Юринова, О.А. Берсенева; под ред. В.П. Саловаровой. - Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. - 295 с. - ISBN 978-5-9624-0806-4 (50 экз.)

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. elibrary.ru – Российская научная электронная библиотека.
2. КиберЛенинка – открытый доступ к научным статьям.
3. ScienceDirect (Elsevier) – полнотекстовые статьи в области биологии и химии.
4. SpringerLink – журналы и книги по биохимии, молекулярной биологии, биофизике.
5. ACS Publications – химические и биохимические исследования.
6. Protein Data Bank (PDB) – структура белков и нуклеиновых кислот.
7. KEGG (Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes) – метаболические пути и сети.
8. Reactome – база данных по реакциям и метаболическим процессам.
9. Google Scholar – академический поиск по научным публикациям.
10. ResearchGate – социальная сеть для учёных с публикациями и препринтами.
11. Academia.edu – публикации и обмен научными работами.
12. Semantic Scholar – интеллектуальный поиск по биологии и медицине.
13. IUPAC Gold Book – терминология по химии.
14. IUPHAR/BPS Guide to Pharmacology – справочник по биомолекулам и рецепторам.
15. Merck Index – справочник по химическим соединениям.
16. RCSB PDB – данные по 3D-структурам биомакромолекул.
17. UniProt – база данных по белкам.
18. Gene Ontology (GO) – функциональная аннотация генов и белков.
19. ChEBI (Chemical Entities of Biological Interest) – справочник по малым молекулам.
20. <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.
21. <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 биоинформатике. Статьи в pdf-формате.
22. ЭБС «Издательство Лань». Адрес доступа <http://e.lanbook.com/>
23. ЭБС «Рукопт». Адрес доступа <http://rucont.ru/>
24. ЭБС «Айбукс». Адрес доступа <http://ibooks.ru>
25. 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 ОНАУС - 2 шт., рефрактометр ИРФ 454Б2М - 1 шт., рефрактометр УРП - 1 шт., фотоэлектрокалориметр КФ 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 «Основы физико-химической биологии» 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 блок Athlon 2 X2 250, Монитор BenQ G252HDA - 8 шт.; Системный блок PentiumD 3.0GHz, Монитор Samsung 740N - 3 шт.; Моноблок IRU T2105P - 2 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQG955 - 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ GL2250 - 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T200 HD - 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T190N - 1 шт.; Системный блок 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 D870Т 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.№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;
- Система электронного тестирования на базе образовательного портала Educa.

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для освоения дисциплины «Основы физико-химической биологии» 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.
- *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 «Основы физико-химической биологии» 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

Входной контроль оценки уровня знаний студентов не предусмотрен

Оценочные материалы текущего контроля

Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета. В рамках дисциплины «Основы физико-химической биологии» используются следующие формы текущего контроля:

- устный опрос;
- тестирование;
- защита докладов;
- решение ситуационных задач;
- контроль самостоятельной работы.

Фонд оценочных средств включает:

- контрольные вопросы;

- перечень тем докладов;
- тестовые задания;
- ситуационные задачи;
- перечень вопросов к зачету.

Назначение оценочных средств: выявить сформированность компетенции ПК-1 (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.

2.1. Темы докладов

1. Физико-химическая биология как междисциплинарная наука: история и современные задачи.
2. Методы физико-химической биологии и их роль в биомедицинских исследованиях.
3. Системная биология: от метаболических сетей к цифровым моделям организма.

Биологические мембраны

4. Современные представления о структуре биологических мембран (модель «мозаики» и её развитие).
5. Роль липидного рафтинга и доменов мембраны в клеточной сигнализации.
6. Транспорт веществ через мембраны: механизмы и примеры.
7. Мембранные белки: строение, функции и методы их исследования.
8. Ионные каналы и их значение в физиологии клетки.

Биоэнергетика

9. Законы термодинамики в биологии: примеры и значение.
10. Свободная энергия Гиббса и принцип сопряжённых реакций в метаболизме.
11. Хемосмотическая теория Питера Митчелла и её подтверждения.
12. Цепь переноса электронов и синтез АТФ в митохондриях.
13. Альтернативные пути дыхания и их биологическое значение.
14. Биоэнергетика фотосинтеза: превращение световой энергии в химическую.

Кинетика биохимических процессов

15. Механизмы катализа и регуляции активности ферментов.
16. Модель Михаэлиса–Ментен: классика и современные дополнения.
17. Ингибирование ферментов как основа действия лекарственных препаратов.
18. Аллостерическая регуляция ферментов и её биологическая роль.

Свободные радикалы и окислительный стресс

19. Свободные радикалы: образование, свойства и биологическое действие.
20. Роль активных форм кислорода в патогенезе заболеваний.
21. Антиоксидантные системы организма и их значение для гомеостаза.
22. Методы исследования свободнорадикальных процессов в биологии.

Регуляция метаболических процессов

23. Гормональная регуляция углеводного обмена (инсулин, глюкагон, адреналин).
24. Метаболические «узлы» и их роль в координации обмена веществ (пируват, ацетил-КоА).
25. Нарушения регуляции метаболизма: диабет, метаболический синдром, опухолевый метаболизм.
26. Рибозимы и абзимы: механизм действия, эволюционные и биотехнологические аспекты.
27. Современные физико-химические методы исследования мембран.
28. Искусственные мембраны: способы получения и область применения.
29. Модификации НК и белков в присутствии АФК.
30. Ферментативные и неферментативные антиоксидантные системы: механизм действия и биомедицинское значение.
31. Оксид азота (II) как вторичный посредник и паракринный регулятор.
32. Механизмы регуляции гибели клетки.
33. OMICS-науки как смена естественнонаучной парадигмы.
34. Физико-химия вирусов: что мы знаем после пандемии COVID-19.
35. Роль биоинформатики в современной физико-химической биологии

2.2. Вопросы для текущего контроля

1. Что изучает физико-химическая биология?
2. Основные методы физико-химической биологии и их значение.
3. Междисциплинарные связи физико-химической биологии с биохимией, биофизикой и медициной.
4. Примеры прикладного значения физико-химической биологии.
5. Строение биологических мембран: модель Сингера–Николсона.
6. Роль липидов в организации мембраны.
7. Функции мембранных белков.
8. Типы транспорта через мембраны: пассивный, активный, облегчённый.
9. Осмотическое давление и его значение для клетки.
10. Ионные каналы: принципы работы и биологическая роль.
11. Первый закон термодинамики и его значение в биологических системах.
12. Второй закон термодинамики: роль энтропии в живых системах.
13. Свободная энергия Гиббса: условия самопроизвольности реакций.
14. Макроэргические соединения: строение и примеры.

15. АТФ как универсальный переносчик энергии.
16. Цикл Кребса: энергетический баланс.
17. Субстратное и окислительное фосфорилирование: различия.
18. Хемииосмотическая теория П. Митчелла.
19. Цепь переноса электронов и её роль в синтезе АТФ.
20. Биоэнергетика фотосинтеза.
21. Факторы, влияющие на скорость биохимических реакций.
22. Модель Михаэлиса–Ментен: основные параметры.
23. Влияние температуры и рН на активность ферментов.
24. Типы ингибирования ферментов: конкурентное и неконкурентное.
25. Аллостерическая регуляция ферментов.
26. Роль ферментов в регуляции метаболических путей.
27. Свободные радикалы: определение и механизмы образования.
28. Основные типы активных форм кислорода.
29. Биологическое действие свободных радикалов на клетку.
30. Антиоксидантные системы организма.
31. Окислительный стресс и его роль в патогенезе заболеваний.

Механизмы регуляции метаболических процессов

32. Общие принципы регуляции метаболизма.
33. Гормональная регуляция обмена углеводов (инсулин, глюкагон).
34. Роль аллостерических ферментов в координации метаболизма.
35. Нарушения регуляции метаболизма: примеры и их значение для медицины
36. Современные методы молекулярной визуализации: от флуоресцентной микроскопии до крио-ЭМ.
37. Роль компьютерного моделирования в физико-химической биологии.
38. Буферные системы крови и их медицинское значение.
39. Осморегуляция у экстремофильных организмов.
40. ДНК-нанотехнологии: как использовать принципы комплементарности для создания новых материалов.

2.2. Демонстрационные варианты тестов для текущего контроля

I. Тестовые задания закрытого типа на установление соответствия.

*Каждое задание содержит два столбца: элементы **А** нужно сопоставить с элементами **Б**.*

- 1. Сопоставьте законы термодинамики с их определениями:**

А

1. Первый закон
2. Второй закон

Б

- а) Энтропия в замкнутой системе возрастает.
- б) Энергия сохраняется и может переходить из одной формы в другую.

Правильный ответ: 1 → б, 2 → а

2. Сопоставьте активные формы кислорода (АФК) с их примерами:

А

1. Супероксид
2. Гидроксильный радикал

Б

- а) •ОН
- б) $O_2^{\bullet-}$

Правильный ответ: 1 → б, 2 → а

3. Сопоставьте типы аллостерической регуляции с примерами:

А

1. Положительная
2. Отрицательная

Б

- а) Связывание эффектора усиливает активность фермента (например, АТФ/АДР баланс)
- б) Связывание эффектора снижает активность фермента (например, конечный продукт в цепи)

Правильный ответ: 1 → а, 2 → б

II. Тестовые задания закрытого типа на установление последовательности:

1. Последовательность аллостерической регуляции фермента:

Этапы:

- А) Связывание аллостерического эффектора
- В) Изменение конформации фермента
- С) Изменение активности фермента
- Д) Влияние на скорость метаболического пути

Правильная последовательность: А → В → С → Д

2. Последовательность основных этапов фотолиза воды в фотосинтезе:

Этапы:

- А) Световая энергия возбуждает фотосистему II
- В) Передача электронов на фотосистему I
- С) Расщепление воды на H^+ , O_2 и электроны
- Д) Формирование протонного градиента для синтеза АТФ

Правильная последовательность: $A \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow D$

3. Последовательность событий при конкурентном ингибировании фермента:

Этапы:

- A) Ингибитор связывается с активным центром фермента
- B) Субстрат не может присоединиться
- C) Снижение скорости реакции
- D) Введение избытка субстрата ослабляет эффект ингибитора

Правильная последовательность: $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$

III. Тестовые задания комбинированного типа с выбором одного или нескольких верных ответов из четырех предложенных и аргументацией выбора

1. Какие процессы связаны с действием первого закона термодинамики в биологии?

- A) Образование АТФ в митохондриях
- B) Поддержание постоянной температуры тела
- C) Генетическая рекомбинация
- D) Транспорт ионов через мембрану

Правильный ответ: A, B, D

Аргументация: Первый закон отражает сохранение энергии. В биосистемах это образование АТФ (химическая энергия), поддержание температуры (тепловая энергия) и активный транспорт (затрата энергии). Генетическая рекомбинация — информационный процесс, напрямую не относящийся к закону.

2. Какие взаимодействия относятся к слабым связям в биомолекулах?

- A) Ионные связи
- B) Водородные связи
- C) Гидрофобные взаимодействия
- D) Ван-дер-ваальсовы силы

Правильный ответ: B, C, D

Аргументация: К слабым взаимодействиям относят водородные, гидрофобные и ван-дер-ваальсовы. Ионные связи — более сильные и стабильные.

3. Какие источники образования активных форм кислорода в клетке?

- A) Дыхательная цепь митохондрий
- B) Пероксисомы
- C) Фотосинтез
- D) Синтез белка

Правильный ответ: A, B, C

Аргументация: Побочные продукты дыхания, фотосинтеза и реакции в пероксисомах формируют АФК. Синтез белка не приводит к их образованию

IV. Тестовые задания открытого типа с развернутым ответом

1. Раскройте основные механизмы регуляции метаболизма (аллостерическая регуляция, ковалентная модификация, обратная связь). Приведите примеры из энергетического обмена.

Ожидаемый ответ:

Аллостерическая регуляция: связывание эффектора меняет активность фермента. Пример: АТФ ингибирует фосфофруктокиназу.

Ковалентная модификация: фосфорилирование или дефосфорилирование изменяет активность фермента. Пример: регуляция гликогенфосфорилазы.

Обратная связь: конечный продукт ингибирует фермент раннего этапа. Пример: изоцитратдегидрогеназа регулируется НАДН.

2. Объясните биологический смысл свободной энергии Гиббса. Какое значение имеют реакции со $\Delta G < 0$ и $\Delta G > 0$ для клеточного метаболизма?

Ожидаемый ответ:

Свободная энергия Гиббса (ΔG) показывает возможность протекания реакции.

Если $\Delta G < 0$, реакция экзергоническая, протекает самопроизвольно (например, гидролиз АТФ).

Если $\Delta G > 0$, реакция эндергоническая, она невозможна без подвода энергии (например, синтез макромолекул).

В клетке часто происходит сопряжение реакций: энергия гидролиза АТФ используется для проведения энергетически невыгодных процессов.

3. Охарактеризуйте основные типы слабых взаимодействий в биомолекулах. Почему именно они играют ключевую роль в стабилизации структуры белков и нуклеиновых кислот?

Ожидаемый ответ:

Слабые взаимодействия:

- водородные связи;
- гидрофобные взаимодействия;
- ионные взаимодействия;

ван-дер-ваальсовы силы.

Хотя каждое из них по отдельности слабое, в сумме они создают устойчивую структуру биополимеров. Белки и ДНК формируют функциональную трёхмерную структуру именно благодаря множеству слабых взаимодействий

2.3. Ситуационные задачи

Решение ситуационных задач (кейсов) – это форма текущего контроля самостоятельной работы студента по систематизации информации в рамках постановки или решения конкретных проблем. Ситуационная задача представляет собой описание ситуации, которую надо решить, ответив на вопросы, носящие проблемный характер и (или) выполнив задания, которые демонстрируют сформированность умения решения практических заданий.

Каждая ситуационная задача имеет структуру:

- описание ситуации (описание проблемы), связанной с будущей профессиональной деятельностью;
- вопрос;
- ответ, пояснение

Задача 1.

pH крови человека в норме поддерживается на уровне 7,35–7,45. После интенсивной физической нагрузки pH снизился до 7,2.

Вопрос: Какая буферная система включается первой? Как она действует?

Ответ:

Правильный ответ: включается **бикарбонатный буфер** ($\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$). Избыток ионов H^+ связывается с бикарбонатом, образуя угольную кислоту, которая затем выделяется в виде CO_2 через лёгкие.

Задача 2.

При исследовании фермента выяснилось, что его $K_m = 2$ мМ.

В эксперименте при концентрации субстрата $[\text{S}] = 2$ мМ скорость реакции составила 50% от V_{max} .

Вопрос: Как интерпретировать этот результат?

Ответ:

Правильный ответ: При $[\text{S}] = K_m$ скорость реакции равна половине максимальной. Это значит, что K_m отражает сродство фермента к субстрату: чем меньше K_m , тем выше сродство. В данном случае фермент обладает средним сродством к субстрату.

Задача 3.

Клетку поместили в гипотонический раствор. Через несколько минут клетка набухла и разрушилась.

Вопрос: Объясните причину явления.

Ответ:

Правильный ответ: В гипотоническом растворе осмотическое давление ниже, чем в цитоплазме. Вода поступает в клетку, возникает избыток внутреннего давления (тургор). У животных клеток, не имеющих клеточной стенки, это приводит к лизису.

3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации - *зачет*. Зачет проводится в форме тестирования.

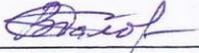
К зачету допускаются студенты, выполнившие в полном объеме аудиторную нагрузку, самостоятельную работу, успешно сдавшие все предусмотренные формы текущего контроля.

Вопросы к зачету

1. Предмет, задачи и методы физико-химической биологии.
2. Роль физико-химической биологии в системе наук о жизни.
3. Строение биологических мембран и модель Сингера–Николсона.
4. Функции липидов и белков в мембранах.
5. Транспорт веществ через мембраны (пассивный, активный, облегчённый).
6. Осмотическое давление и его биологическое значение.
7. Ионные каналы и их роль в клетке.
8. Первый и второй законы термодинамики в биологии.
9. Свободная энергия Гиббса и её значение для биохимических реакций.
10. Макроэргические соединения и их роль в клетке.
11. Структура и функции АТФ.

12. Цикл Кребса и его энергетический выход.
13. Субстратное и окислительное фосфорилирование.
14. Цепь переноса электронов и хемиосмотическая теория Митчелла.
15. Биоэнергетика фотосинтеза.
16. Факторы, влияющие на скорость биохимических реакций.
17. Модель Михаэлиса–Ментен и её параметры.
18. Влияние температуры и рН на активность ферментов.
19. Типы ингибирования ферментов.
20. Аллостерическая регуляция ферментов.
21. Свободные радикалы и активные формы кислорода.
22. Биологическое действие свободных радикалов.
23. Антиоксидантные системы клетки.
24. Окислительный стресс и его роль в патологии.
25. Общие принципы регуляции метаболических процессов.
26. Гормональная регуляция углеводного обмена (инсулин, глюкагон).
27. Роль аллостерических ферментов в координации метаболизма.
28. Нарушения регуляции метаболизма и их биологическое значение

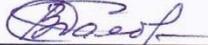
Разработчики:


(подпись)

профессор, зав. кафедрой В.П. Саловарова

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 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. Саловарова 

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