



**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**

УТВЕРЖДАЮ

\_\_\_\_\_  
Декан биолого-почвенного факультета  
А. Н. Матвеев  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине:

**Б1. В.06. «ОСНОВЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ»**

Специальность: 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика

Направленность (профиль): Биоинженерия и биоинформатика

Квалификация выпускника: биоинженер и биоинформатик

Форма обучения: очная

Согласовано с УМК  
биолого-почвенного факультета  
Протокол № \_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Председатель \_\_\_\_\_ А. Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой:  
Протокол № \_\_  
От « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.П. Саловарова

Иркутск 2025 г.

## Содержание

|  | стр. |
|--|------|
| 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины .....   | 3    |
| 2. Оценочные материалы для проведения текущего контроля .....  | 5    |
| 2.1 Тестирование .....   | 5    |
| 2.2. Устный доклад с презентацией .....  | 9    |
| 2.3. Вопросы для текущего контроля .....   | 11   |
| 2.4. Ситуационные задачи.....  | 16   |
| 3. Оценочные материалы, используемые при проведении промежуточной аттестации ...   | 19   |
| 3.1. Тестовые задания на установление соответствия .....   | 19   |
| 3.2. Тестовые задания на установление последовательности .....   | 23   |
| 3.3. Тестовые задания комбинированного типа (с выбором одного или нескольких верных ответов из четырёх предложенных) и аргументацией ..... | 25   |
| 3.4. Тестовые задания открытого типа с эталонными ответами .....   | 28   |

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Разработан для учебной дисциплины Б1.В.06 «Основы физико-химической биологии» специальности 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика», Специализация: «Биоинженерия и биоинформатика». Фонд оценочных материалов (ФОМ) включает оценочные материалы для проведения текущего контроля, промежуточной аттестации в форме зачета.

Оценочные материалы соотнесены с требуемыми результатами освоения образовательной программы 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика», в соответствии с содержанием рабочей программы учебной дисциплины Б1. В.06 «Основы физико-химической биологии» с учетом ОПОП.

Нормативные документы, регламентирующие разработку ФОМ:

- статья 2, часть 9 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации», ФЗ-273, от 29.12.2012 г.;

- ФГОС ВО по специальности 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика», утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации 12 августа 2020 г. № 973.

### 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины (3 курс, 5 семестр)

**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

| Компетенции  | Индикаторы компетенций   | Планируемые результаты обучения   | Формы и методы контроля и оценки   |
|--|--|---|--|
| <p><b>ПК-1</b><br/>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</p> | <p><b>ИДК ПК-1.1</b><br/>Знает актуальные проблемы, основные открытия в области изучения живых организмов и биологических систем различных уровней организации и способен использовать теоретические знания и умения в научно-исследовательской деятельности</p> | <p><b>Знать:</b> теоретическую и практическую значимость физико-химической биологии, ее взаимосвязь с другими естественными науками, основные физико-химические законы, применяемые к живым системам; молекулярные механизмы передачи энергии и информации; принципы самоорганизации биомолекул;<br/><b>Уметь:</b> использовать полученные знания для объяснения физико-химических процессов в биологических объектах.<br/><b>Владеть:</b> специальной терминологией и категориальным аппаратом данной дисциплины</p> | <p><b>Текущий контроль:</b><br/>- устный опрос,<br/>- устный доклад-презентация, ситуационные задачи,<br/>- тестирование</p> <p><b>Промежуточная аттестация:</b> зачет</p> |
|  | <p><b>ИДК ПК-1.2</b><br/>Умеет использовать фундаментальные знания</p>   | <p><b>Знать:</b> физико-химические основы функционирования живых систем, включая</p>  |  |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| большого массива информации по биологическим объектам | и современные методологические подходы для перспективных направлений научных исследований, построения информационных моделей и практических разработок в сфере профессиональной деятельности.  | строение и свойства биоорганических соединений и их комплексов, а также новейшие достижения в области физико-химической биологии и их значение для медицины, биотехнологии;<br><b>Уметь:</b> анализировать термодинамические и кинетические параметры биохимических процессов;<br><b>Владеть:</b> базовыми приёмами математического моделирования биологических процессов, анализа и интерпретации данных физико-химических экспериментов |  |
|   | <b>ИДК ПК-1.3</b><br>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 | <b>Знать:</b> естественнонаучные теории, лежащие в основе физико-химической биологии;<br><b>Уметь:</b> использовать компьютерные базы данных и ресурсы для поиска и анализа биологической информации;<br><b>Владеть:</b> навыками работы с литературой и электронными ресурсами в области физико-химической биологии  |  |

## 2. Оценочные материалы для проведения текущего контроля

### 2.1 Тестирование

| Индекс и содержание формируемой компетенции   | Индикаторы компетенций  | Тип задания для текущей аттестации  |  |   |                        |                            |             |  |                             |   |                           |  |   |   |   |  |  |  |   |  |
|---|---|---|--|---|------------------------|----------------------------|-------------|--|-----------------------------|---|---------------------------|--|---|---|---|--|--|--|---|--|
|   |   | Задание закрытого типа на установление соответствия   | Задание закрытого типа на установление последовательности                            | Задание комбинированного типа с выбором одного или нескольких верных ответов из четырех предложенных и аргументацией выбора | Задание открытого типа |                            |             |  |                             |   |                           |  |   |   |   |  |  |  |   |  |
| <p><b>ПК-1</b></p> <p>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 биологических объектов, искусственных, организмов, а также</p> | <p><b>ИДК ПК-1.1</b></p> <p>Знает актуальные проблемы, основные открытия в области изучения живых организмов и биологических систем различных уровней организации и способен использовать теоретические знания и умения в научно-исследовательской деятельности</p> | <p><b>Задание 1</b></p> <p><i>Прочитайте текст задания и к каждой цифре в левом столбце подберите соответствующую букву из правого столбца :</i></p> <p><b>Установите соответствие между понятием и его определением:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Понятие</th> <th>Определение</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Энтальпия</td> <td>А. Мера беспорядка системы</td> </tr> <tr> <td>2. Энтропия</td> <td>В. Количество теплоты, поглощенное или выделенное в процессе при постоянном давлении</td> </tr> <tr> <td>3. Свободная энергия Гиббса</td> <td>С. Термодинамическая функция, определяющая возможность протекания процесса при постоянных температуре и давлении</td> </tr> <tr> <td>4. Закон действующих масс</td> <td>Д. Скорость химической реакции пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ в степенях, равных их стехиометрическим коэффициентам</td> </tr> </tbody> </table> | Понятие  | Определение   | 1. Энтальпия           | А. Мера беспорядка системы | 2. Энтропия | В. Количество теплоты, поглощенное или выделенное в процессе при постоянном давлении | 3. Свободная энергия Гиббса | С. Термодинамическая функция, определяющая возможность протекания процесса при постоянных температуре и давлении  | 4. Закон действующих масс | Д. Скорость химической реакции пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ в степенях, равных их стехиометрическим коэффициентам | <p><b>Задание 2</b></p> <p><i>Прочитайте текст задания и установите последовательность этапов реакций синтеза АТФ в митохондриях:</i></p> <p>Этапы:</p> <p>А) Окисление субстратов и образование NADH/FADH<sub>2</sub></p> <p>В) Передача электронов по дыхательной цепи</p> <p>С) Создание протонного градиента</p> <p>Д) Синтез АТФ АТФ-синтазой</p> <p><i>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:</i></p> <p>Ответ</p> <table border="1"> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> |   |   |  |  |  | <p><b>Задание 3</b></p> <p><i>Внимательно прочитайте текст задания и выберите все возможные варианты ответа, обоснуйте свой выбор:</i></p> <p><b>Какие процессы используют энергию АТФ?</b></p> <p>А) Транскрипция</p> <p>В) Осмос</p> <p>С) Ативный транспорт</p> <p>Д) Транскрипция</p> <p>Ответ _____</p> <p>Обоснование _____</p> | <p><b>Задание 4</b></p> <p><i>Прочитайте текст задания и запишите развернутый обоснованный ответ:</i></p> <p><b>Объясните строение и функцию биологических мембран. структура обеспечивает барьерные, транспортные, сигнальные функции?</b></p> <p><b>Эталонный ответ:</b></p> <p>Биологическая мембрана построена по модели «жидкой мозаики»: двойной слой фосфолипидов и встроены белки.</p> <p>Барьерная функция: отделение внутренней среды клетки от внешней.</p> <p>Транспортная: через каналы, насосы, переносчики обеспечивается перенос веществ.</p> <p>Сигнальная: рецепторы мембраны воспринимают внешние сигналы и запускают внутриклеточные каскады.</p> <p>Гибкость и динамичность мембраны позволяют ей адаптироваться к изменению среды.</p> |
|   |   | Понятие   | Определение  |   |                        |                            |             |  |                             |   |                           |  |   |   |   |  |  |  |   |  |
|   |   | 1. Энтальпия  | А. Мера беспорядка системы   |   |                        |                            |             |  |                             |   |                           |  |   |   |   |  |  |  |   |  |
|   |   | 2. Энтропия   | В. Количество теплоты, поглощенное или выделенное в процессе при постоянном давлении |   |                        |                            |             |  |                             |   |                           |  |   |   |   |  |  |  |   |  |
| 3. Свободная энергия Гиббса   | С. Термодинамическая функция, определяющая возможность протекания процесса при постоянных температуре и давлении  |   |  |   |                        |                            |             |  |                             |   |                           |  |   |   |   |  |  |  |   |  |
| 4. Закон действующих масс   | Д. Скорость химической реакции пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ в степенях, равных их стехиометрическим коэффициентам  |   |  |   |                        |                            |             |  |                             |   |                           |  |   |   |   |  |  |  |   |  |
|   |   |   |  |   |                        |                            |             |  |                             |   |                           |  |   |   |   |  |  |  |   |  |
| <p>Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:</p> <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>   |   | 1   | 2  | 3   | 4                      |                            |             |  |                             | <p><b>Правильный ответ</b></p> <table border="1"> <tr> <td>А</td> <td>В</td> <td>С</td> <td>Д</td> </tr> </table> | А                         | В  | С   | Д | <p><b>Правильный ответ:</b></p> <p>А, С, Д</p> <p><b>Обоснование:</b></p> <p>Энергия АТФ необходима для механической работы (сокращение), активного транспорта и синтеза РНК. Осмос — пассивный процесс, не требует АТФ</p> |  |  |  |   |  |
| 1   | 2   | 3   | 4  |   |                        |                            |             |  |                             |   |                           |  |   |   |   |  |  |  |   |  |
|   |   |   |  |   |                        |                            |             |  |                             |   |                           |  |   |   |   |  |  |  |   |  |
| А   | В   | С   | Д  |   |                        |                            |             |  |                             |   |                           |  |   |   |   |  |  |  |   |  |

биомакромолекул, обработку и последующий анализ большого массива информации по биологическим объектам

**ИДК ПК-1.2**  
Умеет использовать фундаментальные знания и современные методологические подходы для перспективных направлений научных исследований, построения информационных моделей и практических разработок в сфере профессиональной деятельности.

**Правильный ответ:**

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| B | A | C | D |

**Задание 5**

Прочитайте текст задания и к каждой цифре в левом столбце подберите соответствующую букву из правого столбца:

Соотнесите тип взаимодействия с его характеристикой:

| Тип взаимодействия            | Характеристика   |
|-------------------------------|--|
| 1. Водородная связь           | A. Взаимодействие между неполярными молекулами, обусловленное временными флуктуациями электронной плотности  |
| 2. Ионная связь               | B. Электростатическое взаимодействие между атомом водорода, ковалентно связанным с электроотрицательным атомом, и другим электроотрицательным атомом |
| 3. Ван-дер-Ваальсовы силы     | C. Электростатическое взаимодействие между ионами с противоположными зарядами  |
| 4. Гидрофобное взаимодействие | D. Тенденция неполярных молекул собираться вместе в водной среде   |

Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|   |   |   |   |

**Правильный ответ:**

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| B | C | A | D |

**Задание 6**

Прочитайте текст задания и установите последовательность событий при активном транспорте ионного насоса ( $Na^+/K^+$ -насос):

Этапы:

- A) Конформационное изменение и выброс  $Na^+$  наружу
- B) Фосфорилирование насоса АТФ
- C) Связывание  $K^+$  и возвращение насоса в исходное состояние
- D) Связывание  $Na^+$  с насосом

Ответ:

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

**Правильный ответ**

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| C | B | D | A |
|---|---|---|---|

**Задание 7**

Внимательно прочитайте текст задания и выберите все возможные варианты ответа, обоснуйте свой выбор:

Какие методы относятся к спектроскопии?

- A) ЯМР
- B) УФ-спектроскопия
- C) Хроматография
- D) Инфракрасная спектроскопия

Ответ \_\_\_\_\_

Обоснование \_\_\_\_\_

**Правильный ответ:**

A, B, D

**Обоснование:**

Спектроскопические методы основаны на взаимодействии вещества с электромагнитным излучением. Хроматография — метод разделения, не спектроскопический.

**Задание 8**

Прочитайте текст задания и запишите развернутый обоснованный ответ:

Опишите принципы работы модели Михаэлиса–Ментен. Как параметры  $K_m$  и  $V_{max}$  характеризуют свойства фермента?

Ответ:

**Эталонный ответ:**

Модель Михаэлиса–Ментен описывает кинетику ферментативных реакций. Скорость реакции зависит от концентрации субстрата:  $V_{max}$  — максимальная скорость, достигаемая при насыщении фермента субстратом.  $K_m$  — концентрация субстрата, при которой скорость равна половине  $V_{max}$ ; отражает аффинность фермента к субстрату. Низкий  $K_m$  означает высокое сродство фермента к субстрату. Эта модель используется для анализа эффективности ферментов и действия ингибиторов.

**ИДК** пк-1.3  
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

**Задание 9**  
Прочитайте текст задания и к каждой цифре в левом столбце подберите соответствующую букву из правого столбца  
Установите соответствие между типом молекулы и ее основной функцией в клетке:

| Тип молекулы           | Функция   |
|------------------------|---|
| 1. Белки               | А. Хранение и передача генетической информации              |
| 2. Углеводы            | В. Катализ биохимических реакций, структурные функции и др. |
| 3. Липиды              | С. Основной источник энергии, структурные компоненты клеток |
| 4. Нуклеиновые кислоты | Д. Основной компонент клеточных мембран, запас энергии      |

Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|   |   |   |   |

**Правильный ответ:**

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| В | С | Д | А |

**Задание 10**  
Прочитайте текст задания и установите последовательность образования свободных радикалов в клетке:

Этапы:  
Д) Превращение в гидроксильный радикал  
С) Диспропорционирование в перекись водорода  
В) Образование супероксидного радикала  
А) Передача электрона на кислород

Ответ:

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

**Правильный ответ:**

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| Д | С | В | А |
|---|---|---|---|

**Задание 11**  
Внимательно прочитайте текст задания и выберите все возможные варианты ответа, обоснуйте свой выбор:

**Какие типы ингибирования ферментов существуют?**

- А) Конкурентное
- В) Неконкурентное
- С) Необратимое
- Д) Термическое

Ответ: \_\_\_\_\_  
Обоснование \_\_\_\_\_

**Правильный ответ:**  
А, В, С

**Обоснование:**  
Известные типы ингибирования: конкурентное, неконкурентное, необратимое. Термическое разрушение фермента — это денатурация, не ингибирование.

**Задание 12**  
Прочитайте текст задания и запишите развернутый обоснованный ответ:

**Раскройте роль буферных систем в поддержании гомеостаза организма. Опишите работу бикарбонатной и фосфатных буферных систем.**

Ответ:

**Эталонный ответ::**

Буферные системы препятствуют значительным изменениям рН при добавлении кислот или оснований. Они поддерживают постоянство внутренней среды организма.

**Бикарбонатная буферная система:**  $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$

Она регулирует рН крови (~7,4). При избытке кислот ионы  $\text{H}^+$  связываются с бикарбонатом, при избытке щелочи угольная кислота диссоциирует.

**Фосфатная буферная система:**  $\text{H}_2\text{PO}_4^- \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-} + \text{H}^+$

Особенно важна в регуляции рН внутри клеток и в по...

## Критерии оценки результатов тестирования

| № | Тип задания   | Критерии оценки  | Результат оценивания   |
|---|---|--|--|
| 1 | Задание закрытого типа на установление соответствия   | Считается верным, если правильно установлены все соответствия (позиции одного столбца верно соотнесены с позициями другого столбца)        | Полное совпадение с верным ответом – 1 балл<br>Совпадение более половины вариантов с верным ответом – 0,5 балла<br>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<br>Все остальные случаи – 0 баллов   |
| 3 | Задание комбинированного типа с выбором одного или нескольких верных ответов из четырех предложенных и аргументацией 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<br>Совпадение более половины вариантов с верным ответом – 0,5 балла<br>Все остальные случаи – 0 баллов |
| 4 | Задание открытого типа с развернутым ответом  | Считается верным, если ответ совпадает с эталонным ответом по содержанию и полноте   | Полное соответствие эталонному ответу – 1 балл<br>Соответствие общей сути эталонного ответа – 0,5 балла<br>Все остальные случаи – 0 баллов         |

| Процент результативности | Оцениваемые компетенции | Оценка         |                     |
|--------------------------|-------------------------|----------------|---------------------|
|                          |                         | Балл (отметка) | Вербальный аналог   |
| 86 % - 100 %             | ПК -1                   | 5              | отлично             |
| 71 % - 85 %              |                         | 4              | хорошо              |
| 51 % - 70 %              |                         | 3              | удовлетворительно   |
| 0 % - 50 %               |                         | 2              | неудовлетворительно |

### 2.2. Устный доклад с презентацией

*Устный доклад* – это сообщение в течение 10 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 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 должны 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.

### 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

### Критерии оценивания устного доклада с презентацией

Оценка доклада осуществляется в соответствие со следующими критериями: четкость изложения основных элементов; понимание изучаемой проблемы и методологии; умение выявлять сильные стороны и недостатки изложенных в научной литературе теорий и использованных методологических подходов; владение профессиональной терминологией; умение отвечать на вопросы аудитории.

| Критерий   | Оцениваемые компетенции | Оценка              |
|--|-------------------------|---------------------|
| Тема раскрыта полностью, проанализировано современное состояние вопроса; студент свободно владеет материалом, излагает его логично, последовательно, лаконично, хорошим научным языком. Доклад сопровождается презентацией, которая составлена с соблюдением общих требований оформления, содержит ссылки на приведенные фото, рисунки, схемы и т.д. При обсуждении студент демонстрирует понимание изучаемой проблемы и методологии научного исследования, владение профессиональной терминологией и умение грамотно отвечать на вопросы аудитории. | ПК-1                    | отлично             |
| Тема раскрыта, приведено достаточное количество материала, но при этом материал в недостаточной степени проанализирован автором. Имеются недочеты в оформлении презентации или презентация не в полной степени соответствует общим требованиям. Ответы студента на вопросы не являются исчерпывающими и аргументированными.  |                         | хорошо              |
| Тема раскрыта не полностью, материал не проанализирован, студент показывает поверхностные знания. Презентация частично соответствует установленным требованиям. При обсуждении доклада студент дает неправильные или исчерпывающие ответы.   |                         | удовлетворительно   |
| Тема не раскрыта, приведен скудный объем материала; презентация отсутствует или не соответствует требованиям. При обсуждении доклада студент не дает ответы или они не соответствуют вопросам.   |                         | неудовлетворительно |

## 2.3. Вопросы для текущего контроля

### 1. Что изучает физико-химическая биология?

Физико-химическая биология изучает молекулярные механизмы биологических процессов с использованием законов физики и химии. Она объясняет структуру, функции и взаимодействия биомолекул (белков, нуклеиновых кислот, липидов) и энергетические основы жизнедеятельности.

### 2. Основные методы физико-химической биологии и их значение.

Электрофорез, хроматография, спектроскопия, калориметрия, рентгеноструктурный анализ, ЯМР, крио-ЭМ, компьютерное моделирование. Они позволяют исследовать структуру и динамику биомолекул, кинетику реакций и энергетические преобразования.

### 3. Междисциплинарные связи физико-химической биологии с биохимией, биофизикой и медициной.

Физико-химическая биология объединяет методы и принципы этих наук: из биохимии — понимание метаболизма, из биофизики — физические подходы к изучению макромолекул, из медицины — применение знаний для диагностики и терапии заболеваний.

### 4. Примеры прикладного значения физико-химической биологии.

Разработка лекарств, диагностика заболеваний, биотехнологии (создание ферментов, ДНК-наноструктур), медицина (антиоксидантные препараты), агробиология (устойчивость растений к стрессу).

### 5. Строение биологических мембран: модель Сингера–Николсона.

Модель «жидкостно-мозаичная»: липидный бислой с встроенными белками, обладающий динамичностью. Белки выполняют структурные, транспортные и сигнальные функции.

### 6. Роль липидов в организации мембраны.

Липиды формируют барьер, определяют текучесть мембраны, участвуют в сигнальных процессах и служат платформой для встроенных белков.

### 7. Функции мембранных белков.

Транспорт веществ, каталитическая активность, рецепторные функции, структурная организация клетки, передача сигналов.

### 8. Типы транспорта через мембраны: пассивный, активный, облегчённый.

- Пассивный — по градиенту концентрации, без затрат энергии.
- Облегчённый — с участием белков-переносчиков или каналов.
- Активный — против градиента, с затратой АТФ.

### 9. Осмотическое давление и его значение для клетки.

Осмотическое давление регулирует водный баланс, предотвращает разрыв или сморщивание клеток, играет ключевую роль в поддержании тургора и гомеостаза.

### 10. Ионные каналы: принципы работы и биологическая роль.

Белковые структуры, обеспечивающие селективный транспорт ионов; участвуют в генерации потенциала действия, передаче сигналов, регуляции осмотического давления.

### 11. Первый закон термодинамики и его значение в биологических системах.

Закон сохранения энергии: энергия не возникает и не исчезает, а преобразуется (например, химическая энергия пищи → АТФ → механическая работа).

### 12. Второй закон термодинамики: роль энтропии в живых системах.

Энтропия (степень беспорядка) всегда возрастает. Живые системы поддерживают порядок, используя энергию, и увеличивают энтропию окружающей среды.

### 13. Свободная энергия Гиббса: условия самопроизвольности реакций.

$\Delta G < 0$  — реакция идёт самопроизвольно,  $\Delta G = 0$  — равновесие,  $\Delta G > 0$  — реакция требует затрат энергии.

### 14. Макроэргические соединения: строение и примеры.

Соединения с высокоэнергетическими фосфатными связями: АТФ, ГТФ, креатинфосфат.

### 15. АТФ как универсальный переносчик энергии.

АТФ обеспечивает энергию для биосинтеза, активного транспорта, мышечного сокращения и передачи сигналов.

### 16. Цикл Кребса: энергетический баланс.

С 1 ацетил-КоА: 3 NADH, 1 FADH<sub>2</sub>, 1 GTP ( $\approx 12$  АТФ эквивалентов).

### 17. Субстратное и окислительное фосфорилирование: различия.

- Субстратное — образование АТФ на уровне отдельных реакций (гликолиз, цикл Кребса).

- Окислительное — синтез АТФ за счёт работы дыхательной цепи и протонного градиента.

#### 18. Хемииосмотическая теория П. Митчелла.

АТФ синтезируется благодаря протонному градиенту на мембране, создаваемому переносом электронов в дыхательной цепи.

#### 19. Цепь переноса электронов и её роль в синтезе АТФ.

Комплексы в митохондриях переносят электроны, одновременно перекачивая протоны, формируя электрохимический градиент → работа АТФ-синтазы.

#### 20. Биоэнергетика фотосинтеза.

Поглощение света → возбуждение электронов в хлорофилле → транспорт электронов → образование АТФ и НАДФН → фиксация CO<sub>2</sub> (цикл Кальвина).

#### 21. Факторы, влияющие на скорость биохимических реакций.

Концентрация субстрата, температура, рН, наличие катализатора (фермента), ингибиторов.

#### 22. Модель Михаэлиса–Ментен: основные параметры.

- V<sub>max</sub> — максимальная скорость.
- K<sub>m</sub> — концентрация субстрата, при которой скорость = ½ V<sub>max</sub>.

K<sub>m</sub> отражает сродство фермента к субстрату.

#### 23. Влияние температуры и рН на активность ферментов.

Оптimum температуры и рН обеспечивает максимальную активность; при экстремальных значениях фермент денатурирует.

#### 24. Типы ингибирования ферментов: конкурентное и неконкурентное.

- Конкурентное — ингибитор конкурирует с субстратом за активный центр.
- Неконкурентное — ингибитор связывается вне активного центра, изменяя конфигурацию фермента.

#### 25. Аллостерическая регуляция ферментов.

Регуляторные молекулы связываются с аллостерическим центром, изменяя активность фермента (активация или ингибирование).

#### 26. Роль ферментов в регуляции метаболических путей.

Ферменты обеспечивают скорость, направление и согласованность метаболических реакций, участвуют в обратных связях.

#### 27. Свободные радикалы: определение и механизмы образования.

Молекулы или атомы с неспаренным электроном. Образуются при дыхании, радиации, воспалении, действии токсинов.

#### 28. Основные типы активных форм кислорода.

Супероксид-анион (O<sub>2</sub><sup>•-</sup>), перекись водорода (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), гидроксильный радикал (•ОН), синглетный кислород (<sup>1</sup>O<sub>2</sub>).

#### 29. Биологическое действие свободных радикалов на клетку.

Окисление липидов, белков, ДНК → повреждения мембран, мутации, апоптоз.

#### 30. Антиоксидантные системы организма.

Ферменты (каталаза, супероксиддисмутаза, глутатионпероксидаза), витамины (Е, С, А), глутатион.

#### 31. Окислительный стресс и его роль в патогенезе заболеваний.

Дисбаланс между продукцией радикалов и антиоксидантной защитой → старение, рак, атеросклероз, нейродегенеративные болезни.

#### 32. Общие принципы регуляции метаболизма.

Регуляция осуществляется через ферменты, гормоны, сигнальные пути, обратные связи.

#### 33. Гормональная регуляция обмена углеводов (инсулин, глюкагон).

Инсулин стимулирует синтез гликогена и гликолиз, глюкагон — гликогенолиз и глюконеогенез.

#### 34. Роль аллостерических ферментов в координации метаболизма.

Они регулируют ключевые необратимые реакции (например, ФФК-1 в гликолизе).

#### 35. Нарушения регуляции метаболизма: примеры и их значение для медицины.

Сахарный диабет, ожирение, метаболический синдром → развитие сердечно-сосудистых и эндокринных заболеваний.

#### 36. Современные методы молекулярной визуализации: от флуоресцентной микроскопии до крио-ЭМ.

Флуоресцентная микроскопия, конфокальная микроскопия, атомно-силовая микроскопия, рентгеноструктурный анализ, ЯМР, крио-ЭМ позволяют изучать молекулы и клеточные структуры на нанометровом уровне.

### 37. Роль компьютерного моделирования в физико-химической биологии.

Предсказывает структуру белков, динамику взаимодействий, моделирует биохимические процессы, помогает в разработке лекарств.

### 38. Буферные системы крови и их медицинское значение.

Главные буферы: бикарбонатный, фосфатный, белковый. Поддерживают pH крови ( $\approx 7,4$ ), предотвращают ацидоз и алкалоз.

### 39. Осморегуляция у экстремофильных организмов.

Галофилы накапливают соли или совместимые растворители; термофилы используют стабилизирующие белки и липиды.

### 40. ДНК-нанотехнологии: как использовать принципы комплементарности для создания новых материалов.

Используются законы комплементарности для построения наноструктур («ДНК-оригами»), наноконтейнеров для лекарств, биосенсоров.

## Критерии оценивания работы студентов на практических занятиях

| Критерий  | Оцениваемые компетенции | Оценка              |
|---|-------------------------|---------------------|
| Студент активно работает на занятиях, дает правильные ответы. Для подготовки, кроме конспекта лекций и рекомендуемой литературы, использует дополнительные материалы. | ПК-1                    | отлично             |
| Студент активно работает на занятиях, дает достаточно полные ответы, демонстрируя хорошую подготовку, однако при этом допускает небольшие неточности.                 |                         | хорошо              |
| Студент отвечает на вопросы, допуская ошибки и неточности.  |                         | удовлетворительно   |
| Студент дает неверные ответы, показывая очень слабую подготовку.  |                         | неудовлетворительно |

## 2.4. 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.

В лаборатории наблюдали, что при повышении температуры с 37 °С до 50 °С активность фермента резко увеличилась, но затем при 60 °С почти полностью исчезла.

**Вопрос:** объясните причину такого поведения фермента.

**Ответ:**

**Правильный ответ:** Увеличение температуры ускоряет реакции до оптимума (37–45 °С), но при более высоких температурах происходит денатурация белка, что приводит к потере его каталитической активности.

### Задача 2.

У пациента наблюдается ацидоз: рН крови снизился до 7,1.

**Вопрос:** Какая буферная система организма в первую очередь включается и как она работает?

**Ответ:**

**Правильный ответ:** Бикарбонатная буферная система:  $\text{HCO}_3^-$  связывает избыток  $\text{H}^+$ , превращаясь в  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , которая распадается на  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Увеличение дыхания выводит  $\text{CO}_2$ , нормализуя рН.

### Задача 3.

При проведении эксперимента клетки поместили в гипотонический раствор. Через некоторое время они начали лопаться.

**Вопрос:** Почему это произошло?

**Ответ:**

**Правильный ответ:** Осмотическое давление вызвало поступление воды в клетку по градиенту концентрации, мембрана не выдержала избытка жидкости — клетка лизировалась.

### Задача 4.

Биохимики исследовали митохондрии, добавив в среду вещества, разрушающие протонный градиент.

**Вопрос:** Как изменится синтез АТФ?

**Ответ:**

**Правильный ответ:** Синтез АТФ прекратится, так как по хемиосмотической теории Митчелла работа АТФ-синтазы зависит от протонного градиента на мембране.

### Задача 5.

В эксперименте установлено, что ингибитор связывается с ферментом вне активного центра и уменьшает скорость реакции, независимо от концентрации субстрата.

**Вопрос:** Какой это тип ингибирования?

**Ответ:**

**Правильный ответ:** Неконкурентное ингибирование.

### Задача 6.

Флуоресцентный краситель был введён в клетку для изучения мембранного транспорта.

Наблюдалось, что он проникает только при наличии белков-переносчиков.

**Вопрос:** Какой это тип транспорта?

**Ответ:**

**Правильный ответ:** Облегчённый транспорт, так как он требует участия специфических белков, но не требует затрат энергии.

### Задача 7.

У спортсмена при интенсивной нагрузке отмечено накопление лактата в мышцах.

**Вопрос:** Почему это происходит и какое значение имеет процесс?

**Ответ:**

**Правильный ответ:** В условиях кислородного дефицита гликолиз идёт по анаэробному пути с образованием молочной кислоты. Это позволяет получать АТФ без участия дыхательной цепи, но приводит к закислению тканей.

### Задача 8.

В опыте исследовали влияние рН на активность пепсина (желудочный фермент). При рН 2 активность была максимальной, при рН 7 — почти нулевая.

**Вопрос:** Как объяснить?

**Ответ:**

**Правильный ответ:** У пепсина оптимум активности в кислой среде (желудочный сок). При нейтральном рН изменяется конформация активного центра → фермент теряет активность.

### Задача 9.

Исследователи заметили, что при облучении клеток ультрафиолетом в ДНК возникают повреждения и мутации.

**Вопрос:** С чем это связано на молекулярном уровне?

**Ответ:**

**Правильный ответ:** УФ-излучение вызывает образование пиримидиновых димеров (чаще тиминовых), что нарушает структуру ДНК и приводит к мутациям.

### Задача 10.

В биотехнологии при создании ДНК-наноструктур используют принцип комплементарности.

**Вопрос:** Почему именно этот принцип лежит в основе нанотехнологий?

**Ответ:**

**Правильный ответ:** Комплементарные нуклеотиды (А–Т, G–C) образуют специфические водородные связи, что позволяет предсказуемо «собирать» из ДНК различные структуры («ДНК-оригами»).

## Критерии оценки решения ситуационной задачи

| Критерии   | Оцениваемые компетенции | Оценка     |                     |
|--|-------------------------|------------|---------------------|
|  |                         | Балл       | Отметка             |
| Ситуационная задача выполнена правильно с определением необходимых показателей. Не допускаются неточности в ответах на вопросы, определении показателей и расчетах | ПК-1                    | 10         | отлично             |
| Ситуационная задача выполнена правильно. Допускаются небольшие отклонения в ответах на вопросы к ситуационной задаче.  |                         | 9-8        | хорошо              |
| Ситуационная задача выполнена правильно. Допускаются неточности в ответах на вопросы к задаче, к оценке ситуации и определении ряда параметров в задании.          |                         | 7-5        | удовлетворительно   |
| Решение ситуационной задачи не правильное, ответы отсутствуют или ситуационная задача по всем параметрам выполнена неверно.  |                         | 4 и меньше | неудовлетворительно |

## 3. Оценочные материалы, используемые при проведении промежуточной аттестации (зачет)

К зачету допускаются студенты, выполнившие в полном объеме аудиторную нагрузку, самостоятельную работу, успешно сдавшие все предусмотренные формы текущего контроля. Студенты, имеющие задолженность по текущему контролю, должны выполнить все обязательные виды деятельности по учебному плану, и только затем допускаются к сдаче зачета.

Зачет проводится в форме **тестирования**.

## Задания для тестирования

### I. Тестовые задания на установление соответствия

#### Задание 1

Прочитайте текст задания и к каждой цифре в левом столбце подберите соответствующую букву из правого столбца:

Установите соответствие между понятием и его значением:

| Понятие           | Значение   |
|-------------------|--|
| 1. Фермент        | А. Вещество, которое снижает активность фермента   |
| 2. Субстрат       | В. Вещество, с которым связывается фермент   |
| 3. Активный центр | С. Область фермента, где происходит связывание с субстратом и катализ                                    |
| 4. Ингибитор      | Д. Вещество, которое катализирует биологические реакции<br>Вещество, которое снижает активность фермента |

Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|   |   |   |   |

Правильный ответ:

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| D | B | C | A |

#### Задание 2.

Прочитайте текст задания и к каждой цифре в левом столбце подберите соответствующую букву из правого столбца:

Установите соответствие между типом мембранного транспорта и его механизмом:

| Тип транс порта         | Механизм  |
|-------------------------|---|
| 1. Простая диффузия     | А. Транспорт вещества через мембрану с использованием белка-переносчика против градиента концентрации                                 |
| 2. Облегченная диффузия | В. Транспорт вещества через мембрану за счет кинетической энергии молекул по градиенту концентрации                                   |
| 3. Активный транспорт   | С. Транспорт вещества через мембрану с использованием белка-переносчика по градиенту концентрации                                     |
| 4. Осмос                | Д. Диффузия молекул воды через полупроницаемую мембрану из области с высокой концентрацией воды в область с низкой концентрацией воды |

Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|   |   |   |   |

Правильный ответ:

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| B | C | A | D |

**Задание 3**

Прочитайте текст задания и к каждой цифре в левом столбце подберите соответствующую букву из правого столбца:

**Установите соответствие между биомолекулой и её мономером:**

| Биомолекула            | Мономер                      |
|------------------------|------------------------------|
| 1. Белок               | А. Моносахарид               |
| 2. Полисахарид         | В. Аминокислота              |
| 3. Нуклеиновая кислота | С. Нуклеотид                 |
| 4. Триглицерид         | Д. Жирная кислота и глицерин |

Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|   |   |   |   |

**Правильный ответ:**

|          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|
| <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> |
| В        | А        | С        | Д        |

**Задание 4**

Прочитайте текст задания и к каждой цифре в левом столбце подберите соответствующую букву из правого столбца:

**Установите соответствие между типом связи и ее ролью в стабилизации структуры белка:**

| Тип связи                     | Роль в стабилизации структуры белка   |
|-------------------------------|---|
| 1. Водородные связи           | А. Стабилизация третичной и четвертичной структуры  |
| 2. Дисульфидные связи         | В. Стабилизация третичной структуры (образование ковалентной связи между остатками цистеина)    |
| 3. Гидрофобные взаимодействия | С. Формирование гидрофобного ядра белка   |
| 4. Ионные связи               | Д. Взаимодействие между заряженными аминокислотными остатками, стабилизация третичной структуры |

Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|   |   |   |   |

**Правильный ответ:**

|          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|
| <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> |
| А        | В        | С        | Д        |

**Задание 5**

Прочитайте текст задания и к каждой цифре в левом столбце подберите соответствующую букву из правого столбца:

**Установите соответствие между процессом и его местом протекания в клетке:**

| Процесс        | Место протекания |
|----------------|------------------|
| 1. Гликолиз    | А. Митохондрии   |
| 2. Цикл Кребса | В. Цитоплазма    |

|                   |             |
|-------------------|-------------|
| 3. Трансляция     | С. Рибосомы |
| 4. Репликация ДНК | Д. Ядро     |

Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|   |   |   |   |

**Правильный ответ:**

|          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|
| <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> |
| В        | А        | С        | Д        |

### Задание 6

Прочитайте текст задания и к каждой цифре в левом столбце подберите соответствующую букву из правого столбца:

**Установите соответствие между классом ферментов с типом катализируемой реакции:**

| Класс ферментов    | Тип катализируемой реакции                         |
|--------------------|--|
| 1. Оксидоредуктазы | А. Перенос функциональных групп                    |
| 2. Трансферазы     | В. Расщепление связей с использованием воды        |
| 3. Гидролазы       | С. Окислительно-восстановительные реакции          |
| 4. Лигазы          | Д. Образование связей с использованием энергии АТФ |

Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|   |   |   |   |

**Правильный ответ:**

|          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|
| <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> |
| С        | А        | В        | Д        |

## II. Тестовые задания на установление последовательности

### Задание 7

Прочитайте текст задания и установите последовательность событий при конкурентном ингибировании фермента:

Этапы:

- А. Введение избытка субстрата ослабляет эффект ингибитора
  - В. Снижение скорости реакции
  - С. Субстрат не может присоединиться
  - Д. Ингибитор связывается с активным центром фермента
- С) Снижение скорости реакции  
 Д) Введение избытка субстрата ослабляет эффект ингибитора

Ответ

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

**Правильный ответ**

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| Д | С | В | А |
|---|---|---|---|

### Задание 8

Прочитайте текст задания и установите последовательность событий при аллостерической регуляции фосфофруктокиназы:

Этапы:

- A. Снижение каталитической активности
- B. Связывание АТФ как эффектора
- C. Изменение конформации фермента
- D. Замедление потока через гликолитический путь

Ответ

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|

**Правильный ответ**

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| B | C | A | D |
|---|---|---|---|

### Задание 9

Прочитайте текст задания и установите последовательность применения законов термодинамики к биологическим системам:

Этапы:

- A. учет закона сохранения энергии (первый закон)
- B. предсказание условий равновесия
- C. расчет свободной энергии Гиббса
- D. определение направления процессов через энтропию (второй закон)

Ответ

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|

**Правильный ответ**

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| A | D | C | B |
|---|---|---|---|

### Задание 10

Прочитайте текст задания и установите последовательность этапов прохождения молекулы глюкозы через мембрану при облегчённой диффузии:

Этапы:

- A. перенос глюкозы через мембрану
- B. связывание глюкозы с переносчиком
- C. освобождение глюкозы в цитоплазму
- D. конформационное изменение белка

Ответ

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|

**Правильный ответ**

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| B | D | A | C |
|---|---|---|---|

### Задание 11

Прочитайте текст задания и установите последовательность событий в работе митохондрий при синтезе АТФ:

События:

- A работа АТФ-синтазы и синтез АТФ
- B накопление протонного градиента
- C перекачка протонов через мембрану
- D перенос электронов по дыхательной

Ответ

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|

Правильный ответ

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| D | C | B | A |
|---|---|---|---|

### Задание 12

Прочитайте текст задания и установите последовательность методов исследования от самых «классических» к современным:

Методы:

- A B) рентгеноструктурный анализ
- B D) криоэлектронная микроскопия B) рентгеноструктурный анализ
- C A) электрофорез белков
- D ЯМР-спектроскопия

Ответ

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|

Правильный ответ

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| B | D | A | C |
|---|---|---|---|

## III. Тестовые задания комбинированного типа (с выбором одного или нескольких верных ответов из четырёх предложенных) и аргументацией

### Задание 13

Внимательно прочитайте текст задания и выберите все возможные варианты ответа, обоснуйте свой выбор:

**Какие вещества выполняют роль буферных систем организма?**

- A) Бикарбонатная система
- B) Фосфатная система
- C) Гликоген
- D) Белки плазмы крови

Впишите буквы верных ответов:

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

Обоснование ответа: \_\_\_\_\_

**Правильный ответ:**

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| A | D | B |  |
|---|---|---|--|

**Обоснование:**

Буферы стабилизируют pH. Бикарбонатная и фосфатная системы — основные, белки (например, гемоглобин) выполняет буферную функцию. Гликоген не выполняет буферную функцию.

**Задание 14**

*Внимательно прочитайте текст задания и выберите все возможные варианты ответа, обоснуйте свой выбор:*

**Какие ферменты участвуют в антиоксидантной защите клетки?**

- A) Амилаза
- B) Супероксиддисмутаза
- C) Каталаза
- D) Глутатионпероксидаза

*Впишите буквы верных ответов:*

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

Обоснование ответа: \_\_\_\_\_

**Правильный ответ:**

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| B | C | D |  |
|---|---|---|--|

**Обоснование:**

Антиоксидантные ферменты нейтрализуют активные формы кислорода. Амилаза — пищеварительный фермент, не участвующий в защите от радикалов

**Задание 15**

*Внимательно прочитайте текст задания и выберите все возможные варианты ответа, обоснуйте свой выбор:*

**Какие процессы можно изучать методом хроматографии?**

- A) Разделение аминокислот
- B) Разделение белков
- C) Измерение температуры
- D) Анализ нуклеотидов

*Впишите буквы верных ответов:*

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

Обоснование ответа: \_\_\_\_\_

**Правильный ответ:**

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| A | B | D |  |
|---|---|---|--|

**Обоснование:**

Хроматография применяется для разделения и анализа сложных смесей биомолекул. Температуру этим методом не измеряют.

**Задание 16**

*Внимательно прочитайте текст задания и выберите все возможные варианты ответа, обоснуйте свой выбор:*

**Какие примеры относятся к активному транспорту через мембрану?**

- A)  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -насос
- B) Пассивная диффузия кислорода
- C)  $\text{H}^+$ -АТФаза
- D) Эндоцитоз

*Впишите буквы верных ответов:*

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

Обоснование ответа: \_\_\_\_\_

**Правильный ответ:**

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| A | C | D |  |
|---|---|---|--|

**Обоснование:**

Активный транспорт требует энергии (насосы, АТФазы, эндоцитоз). Пассивная диффузия кислорода не требует затрат энергии.

**Задание 17**

*Внимательно прочитайте текст задания и выберите все возможные варианты ответа, обоснуйте свой выбор:*

**Какие процессы протекают в митохондриях?**

- A) Гликолиз
- B) Цикл Кребса
- C) Окислительное фосфорилирование
- D) Синтез белка на рибосомах

*Впишите буквы верных ответов:*

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

Обоснование ответа: \_\_\_\_\_

**Правильный ответ:**

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| B | C |  |  |
|---|---|--|--|

**Обоснование:**

Гликолиз — цитоплазматический процесс. Цикл Кребса и окислительное фосфорилирование происходят в митохондриях. Синтез белка осуществляется в рибосомах, не в митохондриях (кроме небольшого числа митохондриальных белков).

**Задание 18**

*Внимательно прочитайте текст задания и выберите все возможные варианты ответа, обоснуйте свой выбор:*

**Какие функции выполняют биологические мембраны?**

- A) Барьерная
- B) Энергетическая (градиент ионов)
- C) Репликация ДНК
- D) Рецепторная

*Впишите буквы верных ответов:*

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

Обоснование ответа: \_\_\_\_\_

**Правильный ответ:**

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| A | B | D |  |
|---|---|---|--|

**Обоснование:**

Мембраны обеспечивают барьерную, энергетическую и сигнальную функции. Репликация ДНК осуществляется в ядре и цитоплазме, не в мембранах

**Задание 19**

*Внимательно прочитайте текст задания и выберите все возможные варианты ответа, обоснуйте свой выбор:*

**Какие методы применяются в структурной биологии?**

- A) Рентгеноструктурный анализ
- B) Электронная микроскопия
- C) Иммуноферментный анализ
- D) ЯМР-спектроскопия

*Впишите буквы верных ответов:*

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

Обоснование ответа: \_\_\_\_\_

**Правильный ответ:**

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| A | B | D |  |
|---|---|---|--|

**Обоснование:**

К структурной биологии относят методы, позволяющие видеть пространственное строение макромолекул (рентген, ЯМР, крио-ЭМ). ИФА — метод количественного анализа, но не структурный.

#### IV. Тестовые задания открытого типа с эталонными ответами

**Задание 20**

*Прочитайте текст задания и запишите развернутый, обоснованный ответ:*

**Объясните значение первого и второго закона термодинамики для функционирования живых систем. Приведите примеры биологических процессов, которые иллюстрируют эти законы.**

**Ответ:** \_\_\_\_\_

**Эталонный ответ:**

Первый закон термодинамики (закон сохранения энергии) утверждает, что энергия не возникает и не исчезает, а только переходит из одной формы в другую. В живых системах это проявляется в превращении химической энергии питательных веществ в энергию АТФ, тепла, механическую энергию (например, сокращение мышц).

Второй закон термодинамики гласит, что в изолированных системах энтропия всегда возрастает. Живые организмы — открытые системы, которые поддерживают низкую энтропию за счет обмена веществ и энергии с окружающей средой.

*Пример:* дыхательная цепь в митохондриях, где часть энергии расходуется на работу, а часть рассеивается в виде тепла.

**Задание 21**

*Прочитайте текст задания и запишите развернутый, обоснованный ответ:*

**Объясните различия между конкурентным и неконкурентным ингибированием ферментов. Приведите примеры биологических ингибиторов.**

**Ответ:** \_\_\_\_\_

**Эталонный ответ:**

**Конкурентное ингибирование:** ингибитор конкурирует с субстратом за активный центр. Оно обратимо избытком субстрата.

*Пример:* малонат — конкурентный ингибитор сукцинатдегидрогеназы.

**Неконкурентное ингибирование:** ингибитор связывается в другом участке фермента, изменяя его конформацию и снижая  $V_{max}$ , не влияя на  $K_m$ .

*Пример:* ионы тяжёлых металлов, связывающиеся с SH-группами ферментов.

## Задание 22

*Прочитайте текст задания и запишите развернутый, обоснованный ответ:*

**Объясните, как клетка делает термодинамически невыгодные реакции возможными за счёт сопряжения с гидролизом АТФ. Разберите 1–2 примера (например, фосфорилирование глюкозы или активация аминокислот при синтезе белка). Покажите роль концентраций реагентов через выражение  $\Delta G = \Delta G^{\circ'} + RT \ln Q$ .**

**Ответ:** \_\_\_\_\_

### Эталонный ответ:

Клетка делает неблагоприятные реакции возможными за счёт сопряжения их с гидролизом АТФ. Гидролиз АТФ ( $ATP \rightarrow ADP + P_i$ ) сопровождается  $\Delta G^{\circ'} \approx -30,5$  кДж/моль.

Если реакцию (например, фосфорилирование глюкозы) «связать» с этим процессом, суммарный  $\Delta G$  становится отрицательным. Формула:  $\Delta G = \Delta G^{\circ'} + RT \ln Q$  показывает, что даже неблагоприятная реакция может идти при высоком соотношении  $[ATP]/[ADP][P_i]$ .

Пример: глюкоза + АТФ → глюкозо-6-фосфат + АДФ ( $\Delta G < 0$ ).

Биологический смысл: клетка управляет энергетикой через сопряжение и поддержание высоких концентраций АТФ

## Задание 23

*Прочитайте текст задания и запишите развернутый, обоснованный ответ:*

**Опишите путь электронов от NADH/FADH<sub>2</sub> к O<sub>2</sub>, образование протонного градиента и работу АТФ-синтазы.**

**Обсудите различия между ингибитором дыхательной цепи и разобщителем: как меняются скорость дыхания,  $\Delta pH/\Delta \psi$  и синтез АТФ?**

**Предложите схему эксперимента, позволяющего отличить эти два случая.**

**Ответ:** \_\_\_\_\_

### Эталонный ответ:

Электроны идут: NADH/FADH<sub>2</sub> → комплексы I–IV → O<sub>2</sub>.

При этом протоны перекачиваются через внутреннюю мембрану → создаётся протонный градиент ( $\Delta pH$  и  $\Delta \psi$ ). АТФ-синтаза использует этот градиент для синтеза АТФ.

Ингибиторы (цианид, ротенон): блокируют перенос электронов, дыхание и синтез АТФ прекращаются,  $\Delta pH/\Delta \psi$  растёт до блока.

Разобщители (ДНФ, FCCP): дыхание идёт быстрее, но протонный градиент не накапливается, АТФ не синтезируется.

Эксперимент: измерить потребление O<sub>2</sub>,  $\Delta pH$  (рН-зонд), синтез АТФ ±ингибитор или разобщитель.

## Задание 24

*Прочитайте текст задания и запишите развернутый, обоснованный ответ:*

**Объясните модель Михаэлиса–Ментен ( $V_{max}$ ,  $K_m$ ) и опишите, как экспериментально определить тип ингибирования (конкурентное, неконкурентное, смешанное).**

**Ответ:** \_\_\_\_\_

### Эталонный ответ:

Уравнение Михаэлиса–Ментен:  $v = V_{max} [S]/(K_m + [S])$ .

Конкурентное ингибирование:  $\uparrow K_m$ ,  $V_{max}$  без изменений (график Lineweaver–Burk — линии пересекаются на оси Y). Неконкурентное ингибирование:  $V_{max} \downarrow$ ,  $K_m$  без изменений (линии пересекаются на оси X).

Смешанное: меняются оба параметра.

### Задание 25

Прочитайте текст задания и запишите развернутый, обоснованный ответ:

Сравните пассивную диффузию, облегчённую диффузию и активный транспорт.

Объясните, как по данным эксперимента (зависимость потока от [S], наличие насыщения, влияние ингибитора и АТФ) отличить эти механизмы.

Предложите простой экспериментальный план с красителем/субстратом и контролями

Ответ: \_\_\_\_\_

### Эталонный ответ:

Пассивная диффузия – идёт по градиенту, не насыщается, не требует белков.

Облегчённая диффузия – по градиенту, но через переносчика или канал; насыщаемая; селективная.

Активный транспорт – против градиента, требует АТФ или сопряжённого потока ионов.

Экспериментальные признаки: Линейная зависимость скорости от [S] → простая диффузия.

Насыщение ( $V_{max}$ ) → переносчик. Ингибирование специфическими веществами → переносчик.

Потребление АТФ и работа «вверх по градиенту» → активный транспорт.

Пример плана: взять краситель или ион, измерить скорость накопления в клетках  $\pm$ АТФ-ингибитор (олигомицин) или канал-блокатор

### Критерии оценки результатов тестирования

| № | Тип задания   | Критерии оценки  | Результат оценивания   |
|---|---|--|--|
| 1 | Задание закрытого типа на установление соответствия   | Считается верным, если правильно установлены все соответствия (позиции одного столбца верно соотнесены с позициями другого столбца)        | Полное совпадение верным с ответом – 1 балл<br>Совпадение более половины вариантов с верным ответом – 0,5 балла<br>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<br>Все остальные случаи – 0 баллов   |
| 3 | Задание комбинированного типа с выбором одного или нескольких верных ответов из четырех предложенных и аргументацией выбора | Считается верным, если правильно указана цифра (буква) правильного ответа и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа | Полное совпадение с верным ответом – 1 балл<br>Все остальные случаи – 0 баллов   |
| 4 | Задание открытого типа с развернутым ответом  | Считается верным, если правильно указаны цифры (буквы) правильного ответа и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа | Полное совпадение с верным ответом – 1 балл<br>Совпадение более половины вариантов с верным ответом – 0,5 балла<br>Все остальные случаи – 0 баллов |

| Процент<br>результативности | Оцениваемые<br>компетенции | Оценка            |                     |
|-----------------------------|----------------------------|-------------------|---------------------|
|                             |                            | Балл<br>(отметка) | Вербальный аналог   |
| 86 % - 100 %                | ПК-1                       | 5                 | отлично             |
| 71 % - 85 %                 |                            | 4                 | хорошо              |
| 51 % - 70 %                 |                            | 3                 | удовлетворительно   |
| 0 % - 50 %                  |                            | 2                 | неудовлетворительно |

**Разработчик:**

\_\_\_\_\_ профессор В.П. Саловарова