



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
ДВФУ

ИНСТИТУТ МИРОВОГО ОКЕАНА (ШКОЛА)

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП 06.03.01 Биология

  
(подпись) Зюмченко Н.Е.  
Ф.И.О. рук. ОП

«14» октября 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий кафедрой биохимии и биотехнологии

  
(подпись) Э.Я. Костецкий  
Ф.И.О.  
«14» октября 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Механизмы биоэнергетических реакций**  
**Направление подготовки 06.03.01 Биология**  
**Профиль Биология**  
**Форма подготовки очная**

- Курс 4 семестр 7
- Лекции 34 час.
- практические занятия – 18 час.
- лабораторные работы – 18 час.
- в том числе с использованием МАО лек. \_\_\_/пр. \_\_\_00\_\_\_/лаб.00 час.
- всего часов аудиторной нагрузки 70 час.
- в том числе с использованием МАО 00 час.
- самостоятельная работа 38 час.
- в том числе на подготовку к экзамену - \_\_\_ час.
- контрольные работы (количество) не предусмотрены
- курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены
- зачет 7 семестр
- экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению 06.03.01 Биология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования № 920 от 07.08.2020 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры \_\_\_\_\_ Биохимии и биотехнологии  
протокол № 2 от «14» октября 2021 г.

Заведующий (ая) кафедрой д.б.н., проф. Костецкий Э.Я.  
Составитель (ли): д.б.н., профессор Ковалев Н.Н.

Владивосток  
2021

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**Целью** освоения дисциплины «Механизмы биоэнергетических реакций» является ориентация студентов в сущности протекания биоэнергетических процессов, структурной организации и механизме работы систем трансформации внешних источников энергии, путях и механизмах реализации энергии (полезная работа), использовании этих знаний в научной, производственной и педагогической деятельности.

**Задачи:**

- сформировать у студентов знания по следующим вопросам: Основные энергетические эквиваленты живых систем, механизмы их формирования и использования; Законы биоэнергетики, лежащие в основе функционирования биологических систем; Термодинамика живых систем; Принципы и механизмы внутриклеточной сигнализации; Молекулярные механизмы основных физиологических процессов;

- Сформировать у студентов следующие умения: Без особых затруднений формулировать ответы на основные вопросы, связанные с мембранной биоэнергетикой живых систем; Ориентироваться в основных современных теориях энергообмена в живых системах, молекулярных механизмах физиологических функций и внутриклеточной сигнализации.

Изучение дисциплины «Механизмы биоэнергетических реакций» связано с другими курсами учебного плана: «Биохимия и молекулярная биология», «Физиология человека и животных», «Физиология растений», «Низкомолекулярные биорегуляторы», «Цитология» и опирается на их содержание.

Для успешного изучения дисциплины «Механизмы биоэнергетических реакций» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- системное и критическое мышление;
- способность использовать и применять фундаментальные биологические представления и современные методологические подходы для постановки и решения новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
проектный	ПК-7 Способность применять достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных и практических задач	ПК-7.1. Понимает базовые достижения и методы различных областей знания
		ПК-7.2. Использует достижения и методы различных областей знания для решения поставленных задач
		ПК-7.3. Применяет междисциплинарный подход для решения научных и практических задач

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-7.1. Понимает базовые достижения и методы различных областей знания	Знает: как правильно применять достижения и методы различных областей знания для решения научных задач
	Умеет: применять достижения и методы различных областей знания для решения научных задач
	Владеет: навыками применения достижений и методов различных областей знания для решения научных задач
ПК-7.2. Использует достижения и методы различных областей знания для решения поставленных задач	Знает: основные достижения и методы различных областей знания, необходимые для решения конкретных научных и практических задач
	Умеет: применять достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения собственных научных и практических задач
	Владеет: навыками использования достижений и методов различных областей знания и междисциплинарного подхода для решения собственных научных и практических задач
ПК-7.3. Применяет междисциплинарный подход для решения научных и практических задач	Знает: основы широкого междисциплинарного подхода для решения научных и практических задач
	Умеет: распространить достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения

	научных задач на местном, региональном и межрегиональном уровнях
	Владеет: способностью распространить достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных задач на местном, региональном и межрегиональном уровнях

## 2. Трудоемкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Раздел I. Принципы биоэнергетики	7	3	2	2		4		УО-1; ; УО-3; ПР-3; ПР-12; ПР-13
2	Раздел II. Генераторы протонного потенциала		3	2	2		4		УО-1
3	Раздел III. Органотрофная биоэнергетика		5	2	2		4		УО-1
4	Раздел IV. Дыхательная цепь		4	2	2		4		УО-1
5	Раздел V. Строение дыхательной цепи прокариот, а также митохондрий		4	2	2		4		УО-1

	простейших, растений и грибов								
6	Раздел VI. Потребители энергии		5	2	2		6		УО-1
7	Раздел VII. Механическая работа		5	2	2		6		УО-1
8	Раздел VIII. Осмотическая работа		5	4	4		6		УО-1
	Итого:		34	18	18	-	38	-	

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

## **Раздел I. ПРИНЦИПЫ БИОЭНЕРГЕТИКИ (3 час.)**

### **Лекция 1. История и законы биоэнергетики (1 час.)**

Понятие «Биоэнергетика» и некоторые вехи ее истории. Биоэнергетика в системе биологических наук. Законы биоэнергетики.

### **Лекция 2. Эволюция биоэнергетических механизмов (2 час.)**

Эволюция биоэнергетических механизмов (АТФ, адениловый фотосинтез, запасные энергетические ресурсы и гликолиз, протонные каналы, бактериородопсиновый фотосинтез, хлорофилловый фотосинтез, дыхательный механизм энергообеспечения).

## **Раздел II. ГЕНЕРАТОРЫ ПРОТОННОГО ПОТЕНЦИАЛА (3 час.)**

### **Лекция 3. Хлорофилльные генераторы протонного потенциала биоэнергетики (2 час.)**

Хлорофилльные генераторы протонного потенциала. Светозависимая циклическая редокс-цепь пурпурных бактерий.

### **Лекция 4. Нециклическая светозависимая редокс-цепь бактерий (1 час.)**

Нециклическая светозависимая редокс-цепь зеленых серных бактерий.

Нециклическая светозависимая редокс-цепь хлоропластов и цианобактерий.

## **Раздел III. ОРГАНОТРОФНАЯ БИОЭНЕРГЕТИКА (5 час.)**

### **Лекция 5. Субстраты органотрофной биоэнергетики (2 час.)**

Субстраты органотрофной биоэнергетики. Унификация субстратов – углеводов, белков, жиров. Метаболизм сахаров и жиров.

### **Лекция 6. Субстратное фосфорилирование (3 час.)**

Механизм субстратного фосфорилирования. Брожение.

## **Раздел IV. ДЫХАТЕЛЬНАЯ ЦЕПЬ (4 час.)**

### **Лекция 7. Название темы: Редуктазный центр (2 час.)**

Принцип действия. NADH-CoQ-редуктаза. CoQH<sub>2</sub>-цитохром c-редуктаза.

### **Лекция 8. Оксидазы дыхательной цепи (2 час.)**

Цитохром c-оксидаза. Ингибиторы цитохромоксидазы.

## **Раздел V. СТРОЕНИЕ ДЫХАТЕЛЬНОЙ ЦЕПИ ПРОКАРИОТ, А ТАКЖЕ МИТОХОНДРИЙ ПРОСТЕЙШИХ, РАСТЕНИЙ И ГРИБОВ (4 час.)**

### **Лекция 9. Дыхательная цепь митохондрий простейших (2 час.)**

Дыхательная цепь митохондрий простейших, растений и грибов. Строение дыхательной цепи прокариот.

### **Лекция 10. Дыхательная цепь цианобактерий и архей (2 час.)**

Дыхательная цепь цианобактерий, хлоропластов. Электрон-транспортная цепь метаногенных архей.

### **Раздел VI. ПОТРЕБИТЕЛИ ЭНЕРГИИ (5 час.)**

#### **Лекция 11. $H^+$ -АТФ-синтаза (2 час.)**

Субъединичное строение. Трехмерная структура и расположение в мембране. Синтез АТФ. Механизм преобразования энергии АТФ-синтазой.

#### **Лекция 12 (лекция-визуализация): Вторичные генераторы (3 час.)**

$H^+$ -АТФ-азы  $F_0F_1$ ,  $V_0V_1$ ,  $E_0E_1$  – типов.  $H^+/K^+$ -АТФ-аза слизистой желудка. Пирофосфат-синтаза.

### **Раздел VII. МЕХАНИЧЕСКАЯ РАБОТА (5 час.)**

#### **Лекция 13. Структура флагеллярного мотора бактерий: строение, возможный механизм действия (5 час.)**

Структура флагеллярного мотора. Возможный механизм  $H^+$ -мотора. Протон-зависимая подвижность прокариот, не содержащих флагелл. Подвижные симбионты прокариот и эукариот.

### **Раздел VIII. ОСМОТИЧЕСКАЯ РАБОТА (5 час.)**

#### **Лекция 15. Определение и классификация. $\Delta\psi$ и $\Delta pH$ как движущая сила (2 час.)**

Определение и классификация.  $\Delta\psi$  и  $\Delta pH$  как движущая сила. Общая  $\Delta\mu_{H^+}$  - как движущая сила.

#### **Лекция 16. Транспортные каскады (3 час.)**

Симпортер лактозы. Митохондриальный АТФ/АДФ-антипортер. Транспорт белков и ДНК.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Практические занятия (18 час.)**

#### **Семинар-диспут 1. Эволюция биологических механизмов запасания энергии (2 час.)**

АТФ. Гипотеза об адениловом фотосинтезе. Запасные энергетические ресурсы и гликолиз. Протонные каналы и АТФаза.

## **Семинар пресс-конференция 2. Хлорофильный фотосинтез (4 час.)**

Ферментные системы фотосинтеза. Основные компоненты редокс-цепи. Комплекс реакционных центров. Фотосистема 1 и фотосистема 2. Принцип действия.

## **Семинар-диспут 3. Бактериородопсиновый фотосинтез (2 час.)**

Структура бактериородопсина. Фотоцикл бактериородопсина. Транспорт протонов бактериородопсином.

## **Семинар пресс-конференция 4. Дыхательный механизм энергообеспечения (2 час.)**

Дыхательная цепь. Принцип действия. Строение: NADH-CoQ – редуктаза; CoQH<sub>2</sub>-цитохром с-редуктаза; цитохром с-оксидаза.

## **Семинар-диспут 5. Органотрофная биоэнергетика (4 час.)**

Субстраты и их унификация. Метаболизм сазаров и липидов. Субстратное фосфорилирование. Брожение.

## **Семинар-диспут 6. Химииосмотическая теория Митчела (2 час.)**

Химииосмотический принцип энергетического сопряжения. Транспорт ионов через сопрягающие мембраны. Хемииосмотический протонный цикл.

## **Семинар пресс-конференция 7 Структура дыхательной цепи прокариот (2 час.)**

Дыхательная цепь *Paracoccus*, *Escherichia*, *Azotobacter*, метаногенных архей.

## **Лабораторные работы (18 час.)**

### **Лабораторная работа №1 ПОЛУЧЕНИЕ ТКАНЕВЫХ ГОМОГЕНАТОВ ОРГАНОВ ИНТАКТНЫХ КРЫС (6 час)**

#### Необходимые реактивы:

- 1) Сахароза – 0,25 М
- 2) Калий-натрий фосфатный буфер (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O) pH 7,4 – 1/15 М
- 3) NaOH – 1н

#### Ход работы:

Извлекаем исследуемые органы (печень, мозг, почки и др.) и помещаем их в стоящие на льду стаканчики с охлажденной 0,25 М сахарозой. Органы промываем, просушиваем фильтровальной бумагой от избытка сахарозы и отвешиваем один

грамм ткани. Навеску измельчаем ножницами и помещаем в стеклянный гомогенизатор (Potter-Elvehem) с тefлоновым пестиком, добавляем 9 мл охлажденной 0,25 М сахарозы. Гомогенизатор помещаем в резиновый мешочек со льдом. Ткань разрушаем вращением пестика со скоростью 2000 об/мин при одновременном движении стеклянного корпуса вверх и вниз в течение 60-70 сек.

Такая обработка обеспечивает получение гомогената, почти не содержащего неразрушенных клеток и поврежденных митохондрий.

### **Лабораторная работа №2 ВЫДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ ФРАКЦИИ МИТОХОНДРИЙ (6 час)**

Из гомогенатов тканей, полученных в ходе лабораторной работы № 1 выделяем митохондрии по методу Джонсона и Ларди, осаждавая при 12000 об/мин в течении 20 мин, осаждавая при этом общую фракцию митохондрий. Осадок митохондрий промываем и вновь осаждаем при тех же условиях. Общую фракцию митохондрий подвергаем трехкратному замораживанию-оттаиванию для того, чтобы разрушить мембраны митохондрий и обеспечить максимальную доступность субстрата и кофакторов к ферменту (либо можно митохондрии поместить в дистиллированную воду из расчета 1 : 4 для осмотического шока).

Во всех гомогенатах и митохондриях определяем белок методом Лоури или биуретовым методом.

В гомогенатах и митохондриальной фракции определяем скорость окисления пирувата и 2-оксоглутарата, сукцината.

### **Лабораторная работа №3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ОКИСЛЕНИЯ ПИРУВАТДЕГИДРОГЕНАЗНОГО КОМПЛЕКСА И 2-ОКСОГЛУТАРАТДЕГИДРОГЕНАЗНОГО КОМПЛЕКСА В ГОМОГЕНАТАХ И МИТОХОНДРИЯХ ТКАНЕЙ ЖИВОТНЫХ ФЕРРИЦИАНИДНЫМ МЕТОДОМ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕЛКА В ГОМОГЕНАТАХ И МИТОХОНДРИЯХ (6 час)**

Необходимые реактивы:

- 1) Калий-натрий фосфатный буфер ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ;  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) pH 7,4
- 2) Сахароза – 0,25 М
- 3)  $\text{MgSO}_4$  (сернокислый магний) – 20 мкМ
- 4) ЭДТА – 2 мкМ

- 5)  $\alpha$ -КГ (ПВ–Na, сукцинат) – 20 мкМ
- 6) АТФ – 6 мкМ
- 7) феррицианид калия ( $K_3[Fe(CN)_6]$ ) – 4,66 мкМ
- 8) ТХУ – 50 %

Метод основан на измерении экстинции (при 417 нм) феррицианида, добавленного в инкубационную среду, содержащую гомогенат (или митохондрии), 2-оксоглутарат (или пируват, сукцинат) и все необходимые для его окисления компоненты после осаждения белков трихлоруксусной кислотой.

Стандартную инкубационную среду на одну пробу готовим в следующем порядке и соотношениях:

– калий-натрий фосфатный буфер pH 7,4	– 7,5 мкМ – 0,5 мл
– сахароза	– 425 мкМ – 1,7 мл
– сернокислый магний ( $MgSO_4$ )	– 20 мкМ – 0,1 мл
– ЭДТА	– 2 мкМ – 0,1 мл
– $\alpha$ -КГ (или пируват, сукцинат)	– 20 мкМ – 0,1 мл
– АТФ	– 6 мкМ – 0,1 мл
– феррицианид калия ( $K_3[Fe(CN)_6]$ )	– 4,66 мкМ – 0,7 мл

Реакцию начинаем добавлением 0,4 мл суспензии тканевого гомогената (или митохондрий). Таким образом, объем инкубата составляет 3,7 мл.

Контрольные пробы содержат все перечисленные ингредиенты, за исключением субстрата, вместо которого вносим 0,1 мл физраствора.

После добавления гомогената (митохондрий) пробирки ставим в термостатируемую водяную баню при температуре 37 °С. По истечении 30 мин пробы вынимаем, останавливаем реакцию добавлением 0,3 мл трихлоруксусной кислоты (ТХУ), которая вызывает полное осаждение находящихся в пробе белков.

Осадок удаляем центрифугированием при 600 g в течении 10 мин. Надосадочную жидкость спектрофотометрируем на спектрофотометре СФ-4А при 417 нм в увиолиевых кюветах с толщиной слоя 10 мм.

Определение ферментной активности проводим в пересчете на мг белка гомогената ткани или митохондрий по формуле:

$$K_3[Fe(CN)_6] = \frac{(C_K - C_O) \times 4,05}{m} \cdot 1000,$$

где  $C_K$  – содержание феррицианида в мкМ в контрольном опыте, то есть в пробе, содержащей все ингредиенты стандартной смеси и гомогенат (митохондрии), за исключением субстрата;

$C_O$  – содержание феррицианида в мкМ в исследуемой пробе после инкубации гомогената (митохондрий) с субстратом в тех же условиях;

$m$  – содержание белка в пробе мг, определенное методом Лоури.

При пересчете ферментативной активности на мг белка в формулу вводили коэффициент 1000, поскольку активность выражали не в мкМ, а в нМ. Определение ферментативной активности в пересчете на 1 г ткани производим по формуле:

$$K_3[Fe(CN)_6] = (C_K - C_O) \cdot 25,$$

где коэффициент 25, учитывающий разведение гомогената.

Таким образом, скорость окисления 2-оксоглутарата или пирувата выражаем в нМ восстановленного феррицианида на мг белка за 30 мин. инкубации или в мкМ восстановленного феррицианида на 1 г ткани за 30 мин. инкубации.

### **Задания для самостоятельной работы**

#### **Самостоятельная работа №1. Принципы биоэнергетики.**

Требования:

1. Знать историю и законы биоэнергетики.
2. Знать основные пути эволюции биоэнергетических механизмов.

#### **Самостоятельная работа №2. Генераторы протонного потенциала**

Требования:

1. Знать механизмы функционирования хлорофилльных генераторов протонного потенциала.
2. Знать строение и принцип действия светозависимой циклической редокс-цепи пурпурных бактерий.

#### **Самостоятельная работа №3. Органотрофная биоэнергетика**

Требования:

1. Знать основные субстраты органотрофной биоэнергетики и механизмы их унификации.
2. Знать механизм субстратного фосфорилирования и брожения.

#### **Самостоятельная работа №4. Дыхательная цепь.**

Требования:

1. Знать структуру и принципы функционирования дыхательной цепи в митохондриях эукариот.
2. Свободно ориентироваться в особенностях строения и регуляции функции дыхательной цепи митохондрий простейших, растений и грибов.

#### **Самостоятельная работа №5. Потребители энергии.**

Требования:

1. Знать механизм синтеза АТФ, эффективность энергетического цикла.
2. Ориентироваться в энергетических механизмах механического движения.
3. Знать энергетические механизмы мембранного транспорта, осмотических каскадов.

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Механизмы биоэнергетических реакций» включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на</b>	<b>Форма контроля</b>
--------------	------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------

			<b>выполнение</b>	
1	В течение семестра	Подготовка к занятиям, изучение литературы	4 часа	Работа на занятиях (УО-1)
2	1-3 неделя семестра	Выполнение самостоятельной работы № 1	4 часа	УО-1 (собеседование/устный опрос)
3	4-6 неделя семестра	Выполнение самостоятельной работы № 2	4 часа	УО-1 (собеседование/устный опрос)
4	7-9 неделя семестра	Выполнение самостоятельной работы № 3	4 часа	УО-1 (собеседование/устный опрос)
5	10-12 неделя семестра	Выполнение самостоятельной работы № 4	4 часа	УО-1 (собеседование/устный опрос) (презентация/сообщение)
6	13-15 неделя семестра	Выполнение самостоятельной работы № 5	4 часа	УО-1 (собеседование/устный опрос)
7	16-18 неделя семестра	Подготовка к зачету	14 часов	зачет
Итого:			38 часов	

### **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

*Планирование и организация времени, отведенного на выполнение заданий самостоятельной работы.*

Изучив график выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ, отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Обратите внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

*Работа с литературой.*

При выполнении ряда заданий требуется работать с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы рекомендуется работать со следующими видами изданий:

а) Научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия, тексты лекций), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

Существуют два метода работы над источниками:

– сплошное чтение обязательно при изучении учебника, глав монографии или статьи, то есть того, что имеет учебное значение. Как правило, здесь требуется повторное чтение, для того чтобы понять написанное. Старайтесь при сплошном чтении не пропускать комментарии, сноски, справочные материалы, так как они предназначены для пояснений и помощи. Анализируйте рисунки (карты, диаграммы, графики), старайтесь понять, какие тенденции и закономерности они отражают;

– метод выборочного чтения дополняет сплошное чтение; он применяется для поисков дополнительных, уточняющих необходимых сведений в словарях, энциклопедиях, иных справочных изданиях. Этот метод крайне важен для повторения, изученного и его закрепления, особенно при подготовке к зачету.

Для того чтобы каждый метод принес наибольший эффект, необходимо фиксировать все важные моменты, связанные с интересующей Вас темой.

Тезисы – это основные положения научного труда, статьи или другого произведения, а возможно, и устного выступления; они несут в себе большой объем информации, нежели план. Простые тезисы лаконичны по форме; сложные – помимо главной авторской мысли содержат краткое ее обоснование и доказательства, придающие тезисам более весомый и убедительный характер. Тезисы прочитанного позволяют глубже раскрыть его содержание; обучаясь излагать суть прочитанного в тезисной форме, вы сумеете выделять из множества мыслей авторов самые главные и ценные и делать обобщения.

Конспект – это способ самостоятельно изложить содержание книги или статьи в логической последовательности. Конспектируя какой-либо источник, надо стремиться к тому, чтобы немногими словами сказать о многом. В тексте конспекта желательно поместить не только выводы или положения, но и их аргументированные доказательства (факты, цифры, цитаты).

Писать конспект можно и по мере изучения произведения, например, если прорабатывается монография или несколько журнальных статей.

Составляя тезисы или конспект, всегда делайте ссылки на страницы, с которых вы взяли конспектируемое положение или факт, – это поможет вам сократить время на поиск нужного места в книге, если возникает потребность глубже разобраться с излагаемым вопросом или что-то уточнить при написании письменных работ.

### **Методические рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы и критерии оценки.**

*Самостоятельная работа №1.* От обучающегося требуется:

1. Знать историю и законы биоэнергетики.
2. Знать основные пути эволюции биоэнергетических механизмов.

Собеседование (устный опрос) позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Опрос – важнейшее средство развития мышления и речи. Обучающая функция опроса состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке задания по самостоятельной работе.

Критерии оценки. Используется зачетная система. Во время опроса допускается не более 1-й ошибки или неточности по этапам формирования биоэнергетики как науки, путей эволюции биоэнергетических механизмов.

Критерии оценки. Используется зачетная система. Во время опроса допускается не более 1-й ошибки или неточности по названию периода, его времени и длительности.

*Самостоятельная работа №2.* От обучающегося требуется:

1. Знать механизмы функционирования хлорофилльных генераторов протонного потенциала.
2. Знать строение и принцип действия светозависимой циклической редокс-цепи пурпурных бактерий.

Собеседование (устный опрос) позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Опрос – важнейшее средство развития мышления и речи. Обучающая функция опроса состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке задания по самостоятельной работе.

Критерии оценки. Используется зачетная система. Во время опроса допускается не более 1-й ошибки или неточности по этапам хлорофильного фотосинтеза, принципу действия фотозависимой редокс-цепи бактериородопсина.

*Самостоятельная работа №3.* От обучающегося требуется:

1. Знать основные субстраты органотрофной биоэнергетики и механизмы их унификации.
2. Знать механизм субстратного фосфорилирования и брожения.

Собеседование (устный опрос) позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Опрос – важнейшее средство развития мышления и речи. Обучающая функция опроса состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке задания по самостоятельной работе.

Критерии оценки. Используется зачетная система. Во время опроса допускается не более 1-й ошибки или неточности по этапам механизмов унификации субстратов, их вовлечения в цикл Кребса, механизма субстратного

фосфорилирования.

*Самостоятельная работа №4.* От обучающегося требуется:

1. Знать структуру и принципы функционирования дыхательной цепи в митохондриях эукариот.
2. Свободно ориентироваться в особенностях строения и регуляции функции дыхательной цепи митохондрий простейших, растений и грибов.

Собеседование (устный опрос) позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Опрос – важнейшее средство развития мышления и речи. Обучающая функция опроса состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке задания по самостоятельной работе.

Критерии оценки. Используется зачетная система. Во время опроса допускается не более 1-й ошибки или неточности по структуре и принципам работы дыхательной цепи про- и эукариот.

*Самостоятельная работа №5.* От обучающегося требуется:

1. Знать механизм синтеза АТФ, эффективность энергетического цикла.
2. Ориентироваться в энергетических механизмах механического движения.
3. Знать энергетические механизмы мембранного транспорта, осмотических каскадов.

Собеседование (устный опрос) позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Опрос – важнейшее средство развития мышления и речи. Обучающая функция опроса состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке задания по самостоятельной работе.

Критерии оценки. Используется зачетная система. Во время опроса допускается не более 1-й ошибки или неточности по механизму синтеза АТФ, осмотической и механической работы.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация

1	Раздел I. Принципы биоэнергетики	ПК-7.1. Понимает базовые достижения и методы различных областей знания	Знает: как правильно применять достижения и методы различных областей знания для решения научных задач	УО-1 собеседование / устный опрос	вопросы к зачету 1-5, 33-36
			Умеет: применять достижения и методы различных областей знания для решения научных задач	УО-1 собеседование / устный опрос ПР-2	
			Владеет: навыками применения достижений и методов различных областей знания для решения научных задач	УО-1 собеседование / устный опрос	
		ПК-7.2. Использует достижения и методы различных областей знания для решения поставленных задач	Знает: основные достижения и методы различных областей знания, необходимые для решения конкретных научных и практических задач	УО-1 собеседование / устный опрос	вопросы к зачету 1-5, 33-36
			Умеет: применять достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения собственных научных и практических задач	УО-1 собеседование / устный опрос	
			Владеет: навыками использования достижений и методов различных областей знания и междисциплинарного подхода для решения собственных научных и практических задач	УО-1 собеседование / устный опрос	
		ПК-7.3. Применяет междисциплинарный подход для решения научных и практических задач	Знает: основы широкого междисциплинарного подхода для решения научных и практических задач	УО-1 собеседование / устный опрос	вопросы к зачету 1-5, 33-36
			Умеет: распространить достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных задач на местном, региональном и межрегиональном уровнях	УО-1 собеседование / устный опрос	
			Владеет: способностью распространить достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных задач на местном, региональном и межрегиональном уровнях	УО-1 собеседование / устный опрос	
		2	Раздел 2. Генераторы протонного	ПК-7.3. Применяет междисциплинарный подход для	Знает: основы широкого междисциплинарного подхода для решения научных и

	потенциала	решения научных и практических задач	практических задач		
			Умеет: распространить достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных задач на местном, региональном и межрегиональном уровнях	УО-1 собеседование / устный опрос ПР-2, лабораторная работа	
			Владеет: способностью распространить достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных задач на местном, региональном и межрегиональном уровнях	УО-1 собеседование / устный опрос ПР-3	вопросы к зачету 6-11
3	Раздел 3. Органотрофная биоэнергетика	ПК-7.3. Применяет междисциплинарный подход для решения научных и практических задач	Знает: основы широкого междисциплинарного подхода для решения научных и практических задач	УО-1 собеседование / устный опрос	вопросы к зачету 12-16
			Умеет: распространить достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных задач на местном, региональном и межрегиональном уровнях	УО-1 собеседование / устный опрос, лабораторная работа	
			Владеет: способностью распространить достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных задач на местном, региональном и межрегиональном уровнях	УО-1 собеседование / устный опрос ПР5	
4	Раздел 4. Дыхательная цепь	ПК-7.3. Применяет междисциплинарный подход для решения научных и практических задач	Знает: основы широкого междисциплинарного подхода для решения научных и практических задач	УО-1 собеседование / устный опрос	вопросы к зачету 17-19
			Умеет: распространить достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных задач на местном, региональном и межрегиональном уровнях	УО-1 собеседование / устный опрос ПР-4	
			Владеет: способностью распространить достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных задач на местном, региональном и межрегиональном уровнях	УО-1 собеседование / устный опрос	
5	Раздел 5. Строение дыхательной цепи прокариот, а	ПК-7.3. Применяет междисциплинарный подход для решения научных и практических задач	Знает: основы широкого междисциплинарного подхода для решения научных и практических задач	УО-1 собеседование / устный опрос	вопросы к зачету 20-23
			Умеет: распространить	УО-1	

	также митохондрий простейших, растений и грибов		достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных задач на местном, региональном и межрегиональном уровнях	собеседование / устный опрос	
			Владеет: способностью распространить достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных задач на местном, региональном и межрегиональном уровнях	УО-1 собеседование / устный опрос	вопросы к зачету 20-23
6	Раздел 6. Потребители энергии	ПК-7.3. Применяет междисциплинарный подход для решения научных и практических задач	Знает: основы широкого междисциплинарного подхода для решения научных и практических задач	УО-1 собеседование / устный опрос	вопросы к зачету 24-25
			Умеет: распространить достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных задач на местном, региональном и межрегиональном уровнях	УО-1 собеседование / устный опрос ПР-5, лабораторная работа	
			Владеет: способностью распространить достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных задач на местном, региональном и межрегиональном уровнях	УО-1 собеседование / устный опрос	
7	Раздел 7. Механическая работа	ПК-7.3. Применяет междисциплинарный подход для решения научных и практических задач	Знает: основы широкого междисциплинарного подхода для решения научных и практических задач	УО-1 собеседование / устный опрос	вопросы к зачету 26-28
			Умеет: распространить достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных задач на местном, региональном и межрегиональном уровнях	УО-1 собеседование / устный опрос	
			Владеет: способностью распространить достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных задач на местном, региональном и межрегиональном уровнях	УО-1 собеседование / устный опрос	
8	Раздел 8. Осмотическая работа	ПК-7.3. Применяет междисциплинарный подход для решения научных и практических задач	Знает: основы широкого междисциплинарного подхода для решения научных и практических задач	УО-1 собеседование / устный опрос	вопросы к зачету 29-32
			Умеет: распространить достижения и методы различных областей знания и	УО-1 собеседование / устный опрос	

			использовать междисциплинарный подход для решения научных задач на местном, региональном и межрегиональном уровнях		
			Владеет: способностью распространить достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных задач на местном, региональном и межрегиональном уровнях	УО-1 собеседование / устный опрос	вопросы к зачету 29-32

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Биохимия (Серия XXI век) / Под ред. Е.С. Северина. - М.: ГЭОТАР-мед, 2006. - 784 с. - Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01001870389>
2. Основы органической химии лекарственных веществ [учебник для вузов] А. Т. Солдатенков, Н. М. Колядина, И. В. Шендрик. Москва БИНОМ Лаборатория знаний, 2013. 191 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:703081&theme=FEFU>
3. Скулачев В.П., Богачев А.В., Каспаринский Ф.О. Мембранная биоэнергетика. М.: МГУ. 2010.367 с. - Режим доступа: [https://www.studmed.ru/skulachev-v-p-bogachev-a-v-kasparinskiy-f-o-membrannaya-bioenergetika\\_023dd103285.html](https://www.studmed.ru/skulachev-v-p-bogachev-a-v-kasparinskiy-f-o-membrannaya-bioenergetika_023dd103285.html)

### **Дополнительная литература**

1. Ченцов Ю.С. Введение в клеточную биологию / Ю.С. Ченцов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. - URL: <https://docplayer.ru/80844823-Vvedenie-v-kletochnuyu-biologiyu-chencov-yu-s.html>
2. Дерябин Д.Г. Функциональная морфология клетки / Д.Г. Дерябин. – М.: КДУ, 2008. - URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01005036067>
3. Медведев С.С. Физиология растений / С.С. Медведев. – С.-Пб.: Изд-во Санкт-Петербургского университета, 2006. – 336 с. - URL: <https://studizba.com/files/show/pdf/39898-1-s-s-medvedev--fiziologiya-rasteniy-pdf.html>

## Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- [www.molbio.ru](http://www.molbio.ru) - сайт для молекулярных биологов и специалистов из смежных областей;
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Bioenergetics> – сайт по истории и актуальным проблемам биоэнергетики;
- <http://www.biotechnolog.ru> – сайт содержит учебные пособия по различным разделам биотехнологии;
- <http://www.iteb.serpukhov.su/> - сайт крупнейшей универсальной научно-технической библиотеки;
- <http://www.inbi.ras.ru> - база данных «Протеомика мышечных органов»;
- <http://www.xumuk.ru> - База знаний. Химическая энциклопедия;
- <http://www.molbiol.ru> - На сайте имеется описание молекулярно-биологических методик;
- <http://www.rusbiotech.ru> - сайт о российской биотехнологии, молекулярной биологии и биоинформатике;
- <http://biomolecula.ru> - новости и статьи, посвященные молекулярным основам современной биологии и практическим применениям научных достижений в медицине и биотехнологии;
- [www.biolinks.net.ru](http://www.biolinks.net.ru) – новостной портал о конференциях, конгрессах по актуальным вопросам молекулярной энергетики.

## Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. База данных полнотекстовых академических журналов Китая <http://oversea.cnki.net/>
4. Федеральный портал «Российское Образование». Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. Биология. [http://fcior.edu.ru/catalog/osnovnoe\\_obshee?discipline\\_oo=16&class=&learning\\_character=&accessibility\\_restriction=](http://fcior.edu.ru/catalog/osnovnoe_obshee?discipline_oo=16&class=&learning_character=&accessibility_restriction=)
5. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

## VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

**Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины.** Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратит внимание, что кроме аудиторной работы (лекции) планируется самостоятельная работа, итоги которой

вливают на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, задания для самостоятельной работы.

*Лекционные занятия* ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

Освоение курса способствует развитию навыков обоснованных и самостоятельных оценок фактов и концепций. Поэтому во всех формах контроля знаний, особенно при сдаче зачета, внимание обращается на понимание проблематики курса, на умение практически применять знания и делать выводы.

**Работа с литературой.** Рекомендуются использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

**Подготовка к зачету.** К сдаче зачета допускаются обучающиеся, выполнившие все задания (самостоятельные), предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

### Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 822. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и	Стол-мойка ЛАБ-PRO MO 120.75.90 F26/34 + Навесной сушильный стеллаж для посуды ЛАБ-400 ССт, автоклав Sanyo MLS-3780, столы и стулья лабораторные.	ПЕРЕЧЕНЬ ПО

индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации		
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб. А1017. Аудитория для самостоятельной работы	Оборудование: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.)	ПЕРЕЧЕНЬ ПО

Для проведения учебных занятий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно специализированное лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

## **VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Для дисциплины «Механизмы биоэнергетических реакций» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Собеседование (УО-1)
2. Презентация / сообщение (УО-3)

### **Устный опрос**

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Собеседование (УО-1) – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Презентация / сообщение (УО-3) – продукт самостоятельной работы

обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Механизмы биоэнергетических реакций» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – зачет (7-й, осенний семестр). Зачет по дисциплине включает ответы на 2 вопроса. Один из вопросов носит общий характер. Он направлен на раскрытие студентом знаний по «сквозным» вопросам и проблемам эволюции биоэнергетических процессов. Второй вопрос касается механизмов трансформации энергии в живых организмах.

### **Методические указания по сдаче зачета**

Зачет принимается ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности потока по распоряжению заведующего кафедрой (заместителя директора по учебной и воспитательной работе) допускается привлечение в помощь ведущему преподавателю других преподавателей. В первую очередь привлекаются преподаватели, которые проводили лабораторные занятия по дисциплине в группах.

В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Школы по учебной и воспитательной работе, заведующий кафедрой имеет право принять зачет в отсутствие ведущего преподавателя.

Форма проведения зачета (устная, письменная и др.) утверждается на заседании кафедры по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Во время проведения зачета студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего зачет, справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на зачете, должно составлять не более 20 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на зачете посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Школы, руководителя ОПОП или заведующего кафедрой), не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются зачет с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «зачтено» или «не зачтено».

В зачетную книжку студента вносится только запись «зачтено», запись «не зачтено» вносится только в экзаменационную ведомость. При неявке студента на зачет в ведомости делается запись «не явился».

### Вопросы к зачету

1. Законы биоэнергетики
2. Основные биоэнергетические «валюты»
3. Запасные энергетические ресурсы и гликолиз
4. Протонные каналы и  $H^+$ -АТФаза как способ предотвратить закисление клетки
5. Бактериородопсиновый фотосинтез – первичный механизм использования света
6. Хлорофилльный фотосинтез
7. Дыхательный механизм энергообеспечения
8. Светозависимая циклическая редокс-цепь пурпурных бактерий
9. Основные компоненты редокс-цепи и принцип их действия
10. Механизм генерации разности электрохимических потенциалов  $H^+$
11. Нециклическая светозависимая редокс-цепь зеленых бактерий
12. Субстраты органотрофной биоэнергетики
13. Биоэнергетика гликолиза
14. Биоэнергетика цикла Кребса
15. Механизм субстратного фосфорилирования
16. Брожение
17. Дыхательная цепь. Принцип действия
18. Механизмы генерации разности электрохимических потенциалов  $H^+$  в дыхательной цепи
19. Цитохром с-оксидаза. Восстановление молекулярного кислорода
20. Дыхательная цепь прокариот
21. Строение дыхательной цепи прокариот (протеобактерии, кишечная палочка, азотфиксирующие бактерии)
22. Метаногенез. Электрон-транспортная цепь метаногенных архей.
23. Бактериородопсин. Принцип действия, структура, фотоцикл бактериородопсина.
24.  $H^+$ -АТФ-синтаза: строение, механизм действия.
25.  $H^+$ -АТФ-азы: типы, механизмы действия.
26. Механическая работа за счет  $\Delta\mu H^+$ : движение бактерий.
27. Структура флагеллярного мотора бактерий.
28. Механизм протонного мотора бактерий.
29. Осмотическая работа за счет  $\Delta\mu H^+$ :  $\Delta\mu H^+$ -зависимые транспортные системы.
30.  $\Delta\mu H^+$ -зависимые транспортные каскады.
31. Карнитин-зависимый транспорт ацилов жирных кислот.
32.  $\Delta\mu H^+$ -зависимые белки переносчики.

33. Способы превращения метаболической энергии в теплоту.
34. Терморегуляторная активация свободного дыхания. Бурый жир.
35. Терморегуляторная активация свободного дыхания у растений.
36. Генераторы  $\Delta\mu\text{Na}^+$

### **Критерии выставления оценки студенту на зачете**

К зачету допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

<b>Оценка</b>	<b>Требования к сформированным компетенциям</b>
<b>«зачтено»</b>	Студент показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание литературы. Студент обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике. Допускаются некоторые неточности в ответе, которые студент исправляет самостоятельно.
<b>«не зачтено»</b>	Студент обнаруживает незнание большей части проблем, связанных с изучением вопроса, допускает ошибки в ответе, искажает смысл текста, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Данная оценка характеризует недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешной профессиональной и научной деятельности.

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (собеседования, презентации, лабораторные работы) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

### **Вопросы для собеседования / устного опроса**

#### **Раздел 1.**

1. Законы биоэнергетики

2. Основные биоэнергетические «валюты»
3. Запасные энергетические ресурсы и гликолиз
4. Протонные каналы и  $H^+$ -АТФаза как способ предотвратить закисление клетки

## **Раздел 2.**

1. Бактериородопсиновый фотосинтез – первичный механизм использования света
2. Хлорофилльный фотосинтез
3. Дыхательный механизм энергообеспечения
4. Светозависимая циклическая редокс-цепь пурпурных бактерий
5. Основные компоненты редокс-цепи и принцип их действия
6. Механизм генерации разности электрохимических потенциалов  $H^+$
7. Нециклическая светозависимая редокс-цепь зеленых бактерий

## **Раздел 3.**

1. Субстраты органотрофной биоэнергетики
2. Боэнергетика гликолиза
3. Биоэнергетика цикла Кребса
4. Механизм субстратного фосфорилирования
5. Брожение

## **Раздел 4.**

1. Дыхательная цепь. Принцип действия
2. Механизмы генерации разности электрохимических потенциалов  $H^+$  в дыхательной цепи
3. Цитохром с-оксидаза. Восстановление молекулярного кислорода

## **Раздел 5.**

1. Дыхательная цепь прокариот
2. Строение дыхательной цепи прокариот (протеобактерии, кишечная палочка, азотфиксирующие бактерии)
3. Метаногенез. Электрон-транспортная цепь метаногенных архей.
4. Бактериородопсин. Принцип действия, структура, фотоцикл бактериородопсина

## **Раздел 6.**

1.  $H^+$ -АТФ-синтаза: строение, механизм действия.
2.  $H^+$ -АТФ-азы: типы, механизмы действия.

## **Раздел 7.**

1. Механическая работа за счет  $\Delta\mu H^+$ : движение бактерий.
2. Структура флагеллярного мотора бактерий.
3. Механизм протонного мотора бактерий.

## Раздел 8.

1. Осмотическая работа за счет  $\Delta\mu\text{H}^+$ :  $\Delta\mu\text{H}^+$ -зависимые транспортные системы.
2.  $\Delta\mu\text{H}^+$ -зависимые транспортные каскады.
3. Карнитин-зависимый транспорт ацилов жирных кислот.
4.  $\Delta\mu\text{H}^+$ -зависимые белки переносчики.

### Критерии оценивания

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент показал развернутый ответ на вопрос, знание литературы, обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, неточности в ответе исправляет самостоятельно.
«не зачтено»	Студент обнаруживает незнание вопроса, неуверенно излагает ответ.