



## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

*Целью освоения учебной дисциплины является:*

Формирование у студентов представлений об общих закономерностях становления биоэнергетических систем в эволюционном аспекте и формирование целостного представления о живом мире.

*Задачи учебной дисциплины:*

- 1) выяснение особенностей термодинамических процессов живых организмов;
- 2) изучение основных этапов химической и биологической эволюции;
- 3) установление взаимосвязи эволюции типов биоэнергетических систем и среды обитания;
- 4) познание обратной связи в эволюции части и целого.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина Б1.В.ДВ.03.01. Биоэнергетика клетки относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (вариативная) блока Б1 Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.04.01 Биология (магистр).

Требования к входным знаниям, умениям и навыкам: знания об организации метаболических процессов в клетке, знания о структуре и свойствах основных классов биологических макромолекул, участвующих в катаболизме растительной клетки, связи катаболизма различных органических веществ и особенностей окислительного метаболизма растительной, животной и бактериальной клетки.

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен планировать работу и выбирать методы решения исследовательских задач адекватно поставленным целям с учетом широкого понимания профессиональной области обучения, в том числе на междисциплинарном уровне	ПК-1.1	Анализирует и обрабатывает информацию по тематике исследования в выбранной области наук, в том числе на междисциплинарном уровне	<p>Знать: основное программное обеспечение для работы с базами данных и библиотечными ресурсами для поиска и анализа информации.</p> <p>Уметь: применять на практике основные биоинформатические методы для поиска научной информации, необходимой для решения задач исследования.</p> <p>Владеть: навыками анализа и обработки научной информации полученной в рамках тематики исследования.</p>

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 2/72.

Форма промежуточной аттестации - зачет

## 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		3	№ семестра	...
Аудиторные занятия	18	18		

в том числе:	лекции				
	практические				
	лабораторные	18	18		
Самостоятельная работа		54	54		
в том числе: курсовая работа (проект)					
Форма промежуточной аттестации			зачет		
Итого:		72	72		

### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
<b>1. Лекции</b>			
<b>2. Практические занятия</b>			
<b>3. Лабораторные занятия</b>			
3.1	Особенности биологического окисления органических веществ. Основные этапы окислительного метаболизма. Особенности ЭТЦ. Использование мембранного потенциала.	1. Общие принципы организации окислительного метаболизма растений. Снабжение энергией растительной клетки. Фотосинтез и дыхание. 2. Электронный транспорт в хлоропластах и митохондриях. Особенности функционирования гликолиза. Цикл Кребса. ОПФП. 3. Окислительный метаболизм липидов. 4. Общий обзор электронтранспортной цепи. Комплексы ЭТЦ. Переносчики протонов и электронов в ЭТЦ и разделение зарядов. Перенос протонов через мембрану при работе ЭТЦ. Модели, объясняющие такой перенос: петли и конформационные помпы. Понятие о Q-цикле.	
3.2	Альтернативные механизмы окисления. Действие стрессовых факторов на окислительный метаболизм.	5. Ротенон-нечувствительные НАДН-дегидрогеназы. Альтернативная оксидаза. Окисление различных субстратов в ЭТЦ митохондрий. 6. Преимущественное окисление глицина и его значение. Окисление сукцината. Окисление малата. Роль малатдегидрогеназы и малик-энзима в митохондриях и других компартментах. 7. Разделение потоков электронов в ЭТЦ митохондрий. Дыхательный контроль. Разобщенное дыхание. Термогенез. Дыхательный метаболизм и адаптация к стрессовым условиям. 8. Перестройка метаболизма при стрессе. Роль шунтирующих реакций в стрессовых условиях. ГАМК-шунт и цикл Браунштейна. Активные формы кислорода. Пути образования и детоксикации супероксидрадикала и перекиси водорода. Супероксиддисмутазы и пероксидазы. Регуляции скорости образования активных форм кислорода.	

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Особенности биологического окисления органических веществ. Основные этапы окислительного метаболизма. Особенности ЭТЦ.			10	22	32

	Использование мембранного потенциала.					
2	Альтернативные механизмы окисления. Действие стрессовых факторов на окислительный метаболизм.			8	32	40
	Итого:			18	54	72

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

В соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентного подхода в дисциплине «Биоэнергетика клетки» предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Каждый обучающийся обеспечен доступом к библиотечным фондам Университета и кафедры, а также к электронным библиотечным системам с которыми имеется договор свободного доступа. При изучении дисциплины предусмотрена работа студента в группе, формирующая чувство коллективизма и коммуникабельность, а также самостоятельная работа, способствующая формированию активной жизненной позиции поведения, аккуратности, дисциплинированности. Для успешного освоения дисциплины обучающимся рекомендуется регулярная работа с презентационным материалом, своевременное выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.

Текущий контроль усвоения определяется устным опросом в ходе занятий, ответами на тестовые задания. Способность к творческой деятельности и поиску новых решений определяется подбором ситуационных задач. Помимо индивидуальных оценок, используется оппонирование студентами рефератов друг друга и рецензирование ответов на коллоквиуме. В конце изучения учебной дисциплины проводится контроль знаний в виде зачета с оценкой.

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Северин, Е. С. Биохимия : учебник / под ред. Е. С. Северина. - 5-е изд., испр. и доп. - Москва : ГЭОТАР- Медиа, 2019. - 768 с. - ISBN 978-5-9704-4881-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970448816.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970448816.html</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Биохимия / под ред. Е. С. Северина .— Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014
2	Физиология растений : [учебник для студ. вузов по агроном. специальностям] / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева .— М. : Высш. шк. : Абрис, 2011 .— 783,
3	Физиология растений : учебник для студ. вузов, обуч. по биол. специальностям и направлению 510600 "Биология" / Н.Д. Алехина [и др.] ; под ред. И.П. Ермакова .— М. : Academia, 2005 .— 634
4	Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты : учебник для студ. вузов, обуч. по биол. специальностям направления 020200 "Биология" / А.Т. Мокронос, В.Ф. Гавриленко, Т.В. Жигалова. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Academia, 2006. - 445 с.
5	Биохимия : Учебник для студ. вузов, обуч. по направлениям и специальностям мед.-биол. профиля / Н. А. Жеребцов, Т. Н. Попова, В. Г. Артюхов. — Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2002 . 693 с.
6	Биологическая химия : учебник для студ. хим., биол. и мед. специальностей вузов / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина. — 3-е изд., испр. — М. : Высш. шк., 2002 . 478, с.
7	Основы биохимии : учебник для студ. хим. и биол. спец. пед. ун-тов и ин-тов / Ю.Б. Филиппович. — 3-е изд., перераб. и доп — М. : Высш. шк., 1993 . 495, с.
8	Физиология растений : учебник / С.С. Медведев. — СПб. : Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2004 . 334, с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
1	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" - <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
2	Электронно-библиотечная система "Консультант студента" - <a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>

3	Электронно-библиотечная система "Лань" - <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
4	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" - <a href="http://rucont.ru">http://rucont.ru</a>
5	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ
6	ЭУМК Биоэнергетика клетки на платформе «Электронный университет ВГУ» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4056">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4056</a>

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	<i>Фотосинтез в схемах : учебное пособие для студ. вузов / А.Т. Епринцев, Д.Н. Федорин ; Воронеж. гос. ун-т .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2009 .— 121 с.</i>
2	<i>Биохимические методы исследования ферментов глиоксилатного цикла и ЦТК : учебно-методическое пособие для вузов (практикум) / Н.В. Селиванова, Д.Н. Федорин, А.Т. Епринцев ; Воронеж. гос. ун-т .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2014 .— 39 с.</i>

## 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

В целях реализации дисциплины проводятся занятия с использованием мультимедиа, подготовка рефератов по изучаемым темам в течении семестра и к научной сессии ВГУ по направлению "Биология". При реализации дисциплины используются элементы электронного обучения и дистанционные образовательные технологии.

ЭУМК Биоэнергетика клетки на платформе "Электронный университет ВГУ"  
<https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4056>

в котором размещены презентационные материалы по темам занятий, учебная и научная литература по курсу, материалы для подготовки к текущим и промежуточной аттестации.

1. Информационно-коммуникационные технологии (консультации преподавателя через тематические форумы и вебинары с использованием электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО "ВГУ" - Образовательный портал «Электронный университет ВГУ» ([www.moodle.vsu.ru](http://www.moodle.vsu.ru)).
2. Информационные технологии (доступ в Интернет)
4. ЭБС «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru/>
5. ЗНБ ВГУ [www.lib.vsu.ru](http://www.lib.vsu.ru)
6. Консультант плюс – информационно-справочная система
7. ЭБС «Университетская библиотека online» <https://biblioclub.ru/>

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория (для проведения занятий семинарского типа, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации): специализированная мебель, термостат ТС-80, весы Ohaus, спектрофотометр СФ 2000, ФЭК КФК-2, микроскопы Биомед 2 (7 шт), центрифуга Heraeus Biofuge pico	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, пом. I, Учебный корпус №1, ауд. 367
--	--

<p>Учебная аудитория (для проведения занятий семинарского типа, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации):</p> <p>специализированная мебель, шкаф вытяжной 900 БМВ, весы Ohaus Adventurer AR 1530, спектрофотометр СФ-2000, рН-метр рН-150, холодильник Atlant 4020-022, центрифуга Heraeus Biofuge pico, мультимедийный проектор Acer, экран для проектора, ноутбук Toshiba WinPro 8, OfficeSTD, браузер</p>	<p>394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, пом. I, Учебный корпус №1, ауд. 364</p>
--	---

## **19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций**

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Особенности биологического окисления органических веществ. Основные этапы окислительного метаболизма. Особенности ЭТЦ. Использование мембранного потенциала.	ПК-1 Способен планировать работу и выбирать методы решения исследовательских задач адекватно поставленным целям с учетом широкого понимания профессиональной области и/или области обучения, в том числе на междисциплинарном уровне	ПК-1.1 Анализирует и обрабатывает информацию по тематике исследования в выбранной области наук, в том числе на междисциплинарном уровне	Собеседование
2.	Альтернативные механизмы окисления. Действие стрессовых факторов на окислительный метаболизм.	ПК-1 Способен планировать работу и выбирать методы решения исследовательских задач адекватно поставленным целям с учетом широкого понимания профессиональной области и/или области обучения, в том числе на междисциплинарном уровне	ПК-1.1 Анализирует и обрабатывает информацию по тематике исследования в выбранной области наук, в том числе на междисциплинарном уровне	Собеседование
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет				КИМ

## **20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания**

### **20.1. Текущий контроль успеваемости**

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Перечень вопросов для текущей аттестации

## Вопросы к разделу 1

Особенности биологического окисления органических веществ. Основные этапы окислительного метаболизма. Особенности ЭТЦ. Использование мембранного потенциала.

1. Митохондрии: строение, биохимический состав, происхождение.
2. Общая характеристика ферментных систем дыхания растений.
3. Гликолиз: биохимия и регуляция.
4. Цикл Кребса: биохимия, значение и регуляция.
5. Дыхательная цепь (ЭТЦ).
6. АТФ-аза: строение и функции.
7. Окислительное и субстратное фосфорилирование. Механизм окислительного фосфорилирования.
8. Активные формы кислорода.
9. Свободное окисление у растений.
10. Антиоксидантные системы.
11. Супероксиддисмутазы и пероксидазы.
12. Регуляции скорости образования активных форм кислорода.

## Вопросы к разделу 2

Альтернативные механизмы окисления. Действие стрессовых факторов на окислительный метаболизм.

13. Альтернативные пути терминального окисления.
14. Механизмы потери мембранного потенциала: разобщение, «мягкое разобщение», ресопряжение.
15. Роль шунтирующих реакций в стрессовых условиях.
16. Термогенез.
17. Обратный транспорт.
18. Окисление различных субстратов в ЭТЦ митохондрий.
19. Ротенон-нечувствительные НАДН дегидрогеназы.
20. ГАМК-шунт и цикл Браунштейна.

Текущая аттестация производится в формах: - устного опроса (собеседование).

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания).

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок

Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области биохимии и биоэнергетики	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Зачтено</i>
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), демонстрирует освоение знаний, умений, навыков компетенций дисциплины, допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач	<i>Базовый уровень</i>	
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен продемонстрировать освоение знаний, умений, навыков компетенций дисциплины, допускает значительные ошибки при решении практических задач	<i>Пороговый уровень</i>	
Ответ на вопрос не соответствует любым трем из перечисленных показателей. Обучающийся обладает отрывочными, фрагментарными знаниями, допускает грубые ошибки, не может продемонстрировать обладание знаниями, умениями, навыками компетенций дисциплины.	–	<i>Незачтено</i>

## 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по вопросам к зачету (3 семестр):

1. Митохондрии: строение, биохимический состав, происхождение.
2. Общая характеристика ферментных систем дыхания растений.
3. Гликолиз: биохимия и регуляция.
4. Цикл Кребса: биохимия, значение и регуляция.
5. Дыхательная цепь (ЭТЦ).
6. АТФ-аза: строение и функции.
7. Окислительное и субстратное фосфорилирование. Механизм окислительного фосфорилирования.
8. Альтернативные пути терминального окисления.
9. Механизмы потери мембранного потенциала: разобщение, «мягкое разобщение», ресопряжение.
10. Активные формы кислорода.
11. Свободное окисление у растений.
12. Антиоксидантные системы.
13. Супероксиддисмутазы и пероксидазы.
14. Роль шунтирующих реакций в стрессовых условиях.
15. Термогенез.



16. Обратный транспорт.
17. Окисление различных субстратов в ЭТЦ митохондрий.
18. Ротенон-нечувствительные НАДН дегидрогеназы.
19. ГАМК-шунт и цикл Браунштейна.
20. Регуляции скорости образования активных форм кислорода.

### Описание технологии проведения

#### Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

В каждый КИМ входит по 2 вопроса по различным разделам дисциплины. Зачет проводится в виде устного опроса. На зачете студент получает индивидуальный билет, время подготовки к ответу 40 минут. На зачете запрещается пользоваться какими-либо вспомогательными средствами. Во время проведения зачета экзаменатор может задать любой дополнительной вопрос в пределах вопросов, вынесенных на зачет.

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области биохимии биоэнергетики.	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Зачтено</i>
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), демонстрирует освоение знаний, умений, навыков компетенций дисциплины, допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач	<i>Базовый уровень</i>	
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен продемонстрировать освоение знаний, умений, навыков компетенций дисциплины, допускает значительные ошибки при решении практических задач	<i>Пороговый уровень</i>	
Ответ на вопрос не соответствует любым трем из перечисленных показателей. Обучающийся обладает отрывочными, фрагментарными знаниями, допускает грубые ошибки, не может продемонстрировать обладание знаниями, умениями, навыками компетенций дисциплины.	–	<i>Незачтено</i>