

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования

«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор  
по образовательной деятельности  
  
А.А.Панфилов

« 25 » 04 2016 год

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«БИОЭНЕРГЕТИКА»

Направление подготовки – 06.03.01 «Биология»

Профиль подготовки - «Общая биология»

Уровень высшего образования - академический бакалавриат

Форма обучения – заочная (ускоренное обучение на базе СПО)

Семестр	Трудоем- кость зач. ед./час	Лекции, час.	Лабор. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
5	2(72)	2	-	70	Зачет
Итого	2(72)	2	-	70	Зачет

Владимир 2016 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью курса «Биоэнергетика» является обеспечение учащихся основами знаний и современными представлениями о молекулярных основах превращения энергии в живых системах, механизмах формирования трансмембранных электрических потенциалов, принципах взаимодействия объектов биологической природы с внешними информационными полями различной природы: электрическим, магнитным, гравитационным, об основных энергозапасующих и энергозатратных процессах и реакциях, протекающих внутри клеток и связанных с жизненно важными функциями организма.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Биоэнергетика» входит в базовый блок 1 программы бакалавриата в её вариативную часть, дисциплина по выбору (Б1.В.ДВ.В). Курс находится на стыке естественнонаучных дисциплин, связанных с изучением морфологии и биофизики живых систем, их функционирования. Данная дисциплина является предшествующей для следующих курсов: биофизика, биохимия и молекулярная биология, введение в биотехнологию, мембранология, биология размножения и развития и др.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате изучения дисциплины «Биоэнергетика» студент должен продемонстрировать следующие результаты образования:

**1) Знать и** обладать способностью использовать экологическую грамотность и базовые знания в области физики, химии, наук о Земле и биологии в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, нести ответственность за свои решения (ОПК-2);

**2) Уметь** применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов (ОПК-5);

**3) Владеть** способностью применять современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования (ОПК-11).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины (тема)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с примене- нием интеракти- вных методов  (в час./ %)	Формы текущего контроля  успеваемост и (по неделям семестра) ,  форма промежуточ ной аттестации  (по семестрам)
				Лекции	Практ.занят.	Лаб.работы	Контрольные работы	СРС	КП/КР		
1	Предмет и задачи биоэнергетики. История становления биоэнергетики как науки.	6		2	-	-		30		1/50%	
2	Принципы устойчивого динамического неравновесия биологических систем	6		2		2		30		2/50%	
3	Превращения энергии в живой клетке. Основные принципы биоэнергетики.	6		2		-		37		1/50%	
4	Законы биоэнергетики (по В.П.Скулачеву): протонный и натриевый потенциал, три закона биоэнергетики	6		2		-		37		1/50%	
Всего				8	-	2	+	134		5/50%	Зачет

## СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Предмет и задачи биоэнергетики. История становления биоэнергетики как науки.** Биоэнергетика – научная дисциплина, исследующая процессы в клетках, тканях, особях, экосистемах и т.д. Биоэнергетика – это дисциплина, изучающая процессы энергетических трансформаций в процессе существования биологических организмов и функционирования биосферы в целом; отрасль знания о едином информационном поле, о его взаимодействии с биологическими объектами всех уровней сложности.

### **Принципы устойчивого динамического неравновесия биологических систем.**

Эрвином Бауэром в основу разработанной им теории биологии был положен принцип: «Для живых систем характерно именно то, что они за счет своей свободной энергии производят работу против ожидаемого равновесия».

Здесь под ожидаемым равновесием понимается равновесие, которое должно наступить относительно окружающей среды в соответствии с законами термодинамики, то есть равновесие, к которому стремится неживая природа.

Как следует из этого труда, по мнению Э.Бауэра живыми системами совершается непрерывная работа, направленная против равновесия, причем они совершают эту работу за счет своей свободной энергии. Именно поэтому для обеспечения жизнеспособности живых систем «...исключается возможность не только устойчивого, но и неустойчивого равновесия. Если бы мы приняли существование неустойчивого равновесия, то это противоречило бы ... самим фактическим данным, из которых был выведен этот принцип (принцип устойчивого неравновесия). ...неустойчивое равновесие означало бы, что изменения в системе могут вызываться лишь при помощи легких нарушений, т.е. изменений в окружающей среде, далее, что каждое такое незначительное изменение в окружающей среде вызывает изменение в состоянии структуры системы и наконец-то любое малейшее изменение внешней среды ведет к состоянию устойчивого равновесия, т.е., что система теряет свою работоспособность.

**Превращения энергии в живой клетке.** Нескончаемый поток энергии в клетке, поток энергии от одной клетки к другой или от одного организма к другому и составляет сущность жизни. Живые клетки обладают сложными и эффективными системами для превращения одного вида энергии в другой. Превращения энергии происходят главным образом в двух структурах — в хлоропластах, имеющих у зеленых растений, и в митохондриях, имеющих в клетках, как растений, так и животных. Изучением превращений энергии в живых организмах занимается биоэнергетика. Человек черпает энергию из различных источников: первый источник энергии дается нам в наследство и

вырабатывает потенциальную энергию; второй источник – сжигание кислорода; третий – сжигание продуктов питания.

**Законы биоэнергетики (по В.П.Скулачеву): протонный и натриевый потенциал, три закона биоэнергетики.** Любая живая клетка обеспечивает свои энергетические потребности за счет внешних ресурсов. Как ресурсы, так и потребности отличаются большим разнообразием. Ресурсами могут служить свет (для зеленых растений и некоторых бактерий) и многочисленные питательные вещества, расщепляющиеся в клетке до менее энергетически ценных конечных продуктов. Что касается потребностей, то они складываются из различных энергоемких процессов, необходимых для совершения отдельных видов полезной работы клетки и организма. Даже у простейших живых существ, каковыми являются бактерии, таких процессов насчитывается несколько десятков. Поэтому неудивительно, что живая клетка располагает особой "энергетической валютой", играющей роль посредника между процессами запасания энергии и ее траты. Долгое время считалось, что единственным типом такой "валюты" служат так называемые высокоэнергетические химические соединения, а среди них прежде всего аденозинтрифосфат (АТФ). Однако последние работы биоэнергетиков опровергли эту догму. Оказалось, что клетка располагает не одним, а тремя типами "энергетической валюты". Наряду с АТФ такую роль выполняют протонный и натриевый потенциалы на биологических мембранах.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Технология	Сущность
<b>Технология объяснительно иллюстративного обучения</b>	
Технология формирования приемов учебной работы	Данная технология основана на формировании и просвещении студентов-биологов с организацией их репродуктивной деятельности. Основная цель — это выработка как общенаучных (организационных, интеллектуальных, информационных и др.), так и специальных умений. Как правило — это усвоение и воспроизведение готовой учебной информации с использованием средств наглядности (схемы, таблицы, презентации и др.)
<b>Технологии личностно-ориентированного (адаптивного) обучения</b>	
Технология дифференцированного обучения	Смысл дифференцированного обучения состоит в том, чтобы принимая во внимание индивидуальные особенности каждого отдельного студента (уровень подготовки, развития, особенность мышления,

	познавательный интерес к предмету), определить для него наиболее целесообразный и эффективный вид деятельности, формы работы и типы заданий.
Технология обучения	Сущность модульной технологии заключается в самостоятельном со стороны студента или с помощью преподавателя достижении конкретных целей учебно-познавательной деятельности в процессе со специально разработанным модулем или функциональным блоком, включающим в себя содержание и способы овладения этим содержанием
Технология формирования учебной деятельности	Учебная деятельность рассматривается как особая форма учебной активности студентов, направленная на приобретение знаний с помощью решения разработанной преподавателем системы учебных задач и тестов как формы контроля знаний.
Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ)	Представляют собой совокупность технологий, обеспечивающих фиксацию информации, её обработку и информационные обмены (передачу, распространение, раскрытие). К ИКТ относят компьютеры, программное обеспечение и средства электронной связи.

**6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ  
УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ  
ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ  
ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Программа дисциплины «Биоэнергетика» опирается на традиционные формы обучения и состоит из курса лекций. В ходе изучения дисциплины обращать внимание студентов на общие закономерности строения и функции энергетики биоструктур, микро- и наноорганизмов. Привлекать знания студентов по таким предметам, как физика, химия, биотехнологии, молекулярная биология. Перед началом изучения соответствующей темы при необходимости повторять основы выше названных дисциплин.

Источники информации. Каталоги. Библиография. Патенты. Межбиблиотечный абонемент (МБА).

Электронные базы данных. Правила поиска научной информации и её использование.

Промежуточная аттестация - **зачет**.

## 6.1 Вопросы к зачету

1. Откуда берется свободная энергия в биологических системах и как с ее помощью совершается работа?
2. Типы химической связи. Энергия активации образования и разрыва слабых химических связей
3. Уровни взаимосвязи между катаболизмом и анаболизмом Общие черты и разница анаболизма и катаболизма
4. Свободная энергия живых систем и её свойства
5. Основные этапы распада углеводов, белков и жиров
6. Механизмы регуляции метаболизма
7. Внутренняя энергия системы. Формы передачи энергии в живых системах
8. Протонный и натриевый потенциалы
9. Разнообразие путей превращения энергии в живых клетках
10. Роль АТФ в клеточной энергетике. Строение молекулы АТФ
11. Три закона биоэнергетики по В.П. Скулачеву.
12. Первый закон биоэнергетики
13. Второй закон биоэнергетики
14. Третий закон биоэнергетики
15. Основные «статьи расходов» АТФ в клетке
16. Макроэргические соединения. Структура и представители. Низкоэнергетические фосфат-органические соединения
17. Отличия энергетики растительной клетки от энергетики животной клетки
18. Этапы энергетического обмена
19. Способы образования АТФ в клетках
20. Митохондрии: строение и функции
21. Классификация ферментов
22. Перенос электронов по дыхательной цепи и окислительное фосфорилирование
23. Ингибиторы, блокирующие перенос электронов в дыхательной цепи.
24. Гидравлическая модель дыхательной цепи.
25. Хемиосмотическая теория Питера Митчелла.
26. Высвечивание энергии окислительно-восстановительных реакций в виде биолюминесцентного излучения
27. Общие представления об АФК .
28. Антиоксидантная защита клеток.

## 6.2 Темы лабораторных работ

1. Кристаллографические исследования биологических жидкостей по методике изотермического испарения.

2. Исследования концентрированных препаратов из воды методом люминесцентной микроскопии и методом кристаллографии.

3. Исследование кристаллических образований биологической жидкости (слюны) с использованием оптического микроскопа “Olympus” (Япония).

4. Проведение гидролиза воды с получением образцов «живой» и «мертвой» воды. Исследование методом кристаллизации.

## 6.3 Темы контрольных работ

**Контрольные работы по дисциплине «Биоэнергетика» Требования к оформлению контрольной работы:**

**Выбор варианта контрольной работы** – по последней цифре зачетной книжки или студенческого билета.

**Объем** – не более 15 печатных (25 письменных) страниц.

**Шрифт** - Times New Roman, размер 12, межстрочный интервал 1,5.

**Отступы** – слева 3см, сверху - 2см, снизу – 1,5 см, справа – 1,5; выравнивание по ширине.

**Нумерация страниц** – верхний правый угол. Титульный лист и лист с содержанием не нумеруются, но нумерация подразумевается. Первый нумерованный лист будет третий.

^ **Титульный лист** – шапка, далее слова «контрольная работа», чуть ниже «по дисциплине...», правый угол чуть ниже: фамилия, инициалы студента, курс, специальность, далее «проверил» - фамилия инициалы преподавателя.

**Содержание** – на второй странице контрольной работы приводится перечень вопросов, с обязательным указанием страниц, на которых они раскрыты.

**Введение** – короткая вводная часть, состоящая из следующих частей:

**а) актуальность**

**б) цель** работы над темой (какую проблему Вы ставите и собираетесь решать в ходе работы);

**в) задачи** (составные части цели, каждая из которых решается в одной главе или параграфе и ведет к достижению цели);

^ **Основная часть** – главы, содержащие четкий анализ поставленных вопросов.

**Заключение** – выводы по работе, отражающие решение задач в главах.

**Литература** – обязательная заключительная часть контрольной работы.



Вы вправе использовать **Интернет-издания** (при условии правильного оформления ссылок на Интернет-источники).

## **Контрольные работы по «Биоэнергетике»**

### **Тема №1. Предмет и задачи биоэнергетики. История становления биоэнергетики как науки**

Содержание темы:

1. Биоэнергетика – научная дисциплина, исследующая энергетические процессы в клетках, тканях, особях, экосистемах.
2. Введение в представления об обмене веществ и энергии.
3. Внутренняя энергия биосистемы.
4. Анаболические превращения.
5. Катаболические превращения.
6. Метаболические системы организмов: автотрофные, фототрофные, гетеротрофные, микротрофные.

### **Тема №2. Виды энергии. Окислительно - восстановительные реакции**

Содержание темы:

1. Свободная энергия системы живой системы.
2. Электрическая энергия.
3. Механическая энергия.
4. Тепловая энергия.
5. Атомная (ядерная) энергия.
6. Энергия света.
7. Химическая энергия.
8. Физическая сущность окислительно-восстановительных реакций.

### **Тема №3. Структура и функции эукариот. Основные органоиды клетки**

Содержание темы:

1. Клетка – элементарная единица всего живого.
2. Специфические функции клетки.
3. Клеточное ядро.
4. Мембранные и немембранные оргanelлы клетки.
5. Хромосомы.
5. Аппарат Гольджи.
6. Митохондрия - электростанция живой клетки.

### **Тема №4. Биоэлектричество**

Содержание темы:

1. Биоэлектричество в классическом понимании.
2. Гальвани основоположник представления о биоэлектричестве.
3. Вольта – основоположник электрохимического источника постоянного тока.
4. Биоэлектричество в современном понимании.
5. Идеи А. Сцент-Дьёрдьи и пьезоэлектрические свойства костной ткани.
6. Биологический электрогенез
7. Биоэлектрическая диагностика.

### **Тема №5. Строение и функции митохондрий**

Содержание темы:

1. Строение митохондрий.
2. Наружная мембрана.

3. Внутренняя мембрана. Матрикс.
4. Химический состав митохондрий.
5. Функции митохондрий.

#### **Тема №6. Генерация потенциала на мембране клетки**

Содержание темы:

1. Строение и функции клеточных мембран.
2. Биологический электрогенез (биоэлектрогенез).
3. Электрические характеристики мембран.
4. Строение и функции ионных каналов.
5. Пассивный и активный механизмы генерации мембранных потенциалов.

Тема №7. Химические свойства АТФ. Стандартная свободная энергия гидролиза АТФ.

Содержание темы:

1. Основные представления об АТФ – как универсальном источнике энергии в живых организмах.
2. Структура АТФ
3. Механизм преобразования энергии с использованием АТФ.
4. Законы биоэнергетики (В.П. Скулачев): протонный и натриевый потенциал.
5. Три закона биоэнергетики по В.П. Скулачеву

### **6.3 Вопросы и задания для самостоятельной работы студентов**

1. Законы термодинамики в биологических системах..
2. Энтропия биологических систем Поток биологической энергии.
3. Метаболизм: понятие и функции.
4. Макроскопический аспект метаболизма.
5. Автотрофы и гетеротрофы. Аэробы и анаэробы.
6. Метаболические пути: линейные и циклические. Катаболические и анаболические пути и их взаимосвязь.
7. Предмет и задачи биоэнергетики. История становления биоэнергетики как науки.
8. Превращения энергии в живой клетке. Основные принципы биоэнергетики.
9. Архитектура митохондрий. Распределение и локализация митохондрий в клетке. Химическая активность митохондрий.
10. Дыхательная цепь. Компоненты дыхательной цепи митохондрий. Последовательность функционирования переносчиков электронов и протонов.
11. Окислительное фосфорилирование. Регуляция дыхания, разобщение и обменные реакции.
12. Хемиосмотический механизм запасаения энергии дыхания.
13. Химические свойства АТФ. Стандартная свободная энергия гидролиза АТФ. Высокоэнергетические и низкоэнергетические фосфаты.
14. АТФ-синтаза. Структура и механизмы функционирования.
15. Протонный потенциал как источник энергии для образования теплоты.
16. Молекулярные основы биологической подвижности. Креатинфосфатный путь транспорта энергии в мышечных клетках.
17. Энергетический обмен в кардиомиоцитах. Нарушения энергообразования в

клетках сердечной мышцы: причины и следствия.

18. Специфические методы мембранной биоэнергетики.

19. Законы биоэнергетики (В.П.Скулачеву): протонный и натриевый потенциал, три закона биоэнергетики. Генерация потенциала на мембране.

20. Структура биологических мембран, их роль в митохондриях, хлоропластах, хроматофорах.

21. История изучения строения мембран.

22. Типы мембран в клетке и их функции. Современные представления о структуре и географии мембранных доменов.

23. Общие представления о биологических мембранах. Молекулярная и мембранная биология. Функция мембран. Современные проблемы мембранологии.

24. Теория строения мембран. Матриксная функция мембран. Гетерогенность мембран. Компоненты биологических мембран: липиды, белки, углеводороды, вода.

25. Мембранный транспорт. Перенос вещества через мембрану. Избирательная проницаемость мембран. Равновесие по разные стороны мембраны.

26. Мембранные системы транспорта: Na/K-АТФаза (локализация, структура, реакционный цикл).

27. Натриевый потенциал, натрий-транспортирующая дыхательная цепь, натрий-транспортирующая АТФаза.

28. Методы регистрации трансмембранной разности протонного потенциала.

29. Утилизация натриевого потенциала для осмотической, химической и механической работы.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **а) основная литература:**

1. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] / редакторы К. Уилсон и Дж. Уолкер. - М.: БИНОМ, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321261.html>

2. Физическая химия дисперсных систем [Электронный ресурс]: учебник для студентов/ Ершов Ю.А. - М.:ГЭОТАР-Медиа, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970424285.html>

3. Нанобиотехнологии [Электронный ресурс] / под ред. А.Б. Рубина. - М. : БИНОМ, 2013. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996322916.html>

### **б) дополнительная литература:**

1. Концепции современного естествознания [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов / Н.М. Аль-Ани. - СПб. : Политехника, 2013.

2. Безопасность жизнедеятельности человека в электромагнитных полях [учеб. пособие / С.М. Аполлонский, Т.В. Каляда, Б.Е. Синдаловский. - СПб. : Политехника, 2012.

3. Микроэлементы в окружающей среде: биогеохимия, биотехнология и биоремедиация : [научное издание] : пер. с англ. / К. Александр [и др.] ; под ред. М. Н. Прасада, К. С. Саджвана, Р. Найду .— Москва : Физматлит, 2009 .— 815 с.

4. Практикум по молекулярной биологии [Электронный ресурс] / А. С. Коничев, И. Л. Цветков, А. П. Попов и др. - М. : КолосС, 2012.

5. Электронная микроскопия нанобактерий и других представителей микро- и наномира : [монография] / А. П. Пономарёв .— Владимир : ИП Журавлёва, 2011 .— 180 с.

**в) периодические издания:**

1. Библиотека биолога: <http://lib.e-science.ru/book/?c=4>

2. Скулачев В.П. Биохимия мембран. Книга 6. Биоэнергетика: Мембранные преобразователи энергии: <http://freebooks4study.com/referat3683-down.html>

3. Природа: <http://ras.ru/publishing/nature.aspx>

4. Успехи современной биологии: <http://elibrary.ru/issues.asp?id=7753>

5. Элементы. Сайт новостей фундаментальной науки: <http://elementy.ru/news>

**г) интернет ресурсы:**

1. [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

2. [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)

3. [www.znaniyum.com](http://www.znaniyum.com)

## **8. МАТЕРИАЛЬНО – ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **(МОДУЛЯ)**

Лекционная часть каждого занятия сопровождается демонстрацией иллюстративного материала из Интернет-ресурсов, литературных источников, рисунков, помогающие восприятию материала по рассматриваемому вопросу, а также использование других и электронных научных библиотек для поиска необходимой литературы, например <http://www.sambal.co.uk/biology.html>;

<http://en.wikipedia.org/wiki/Bioenergetics>; <http://www.molbiol.ru>; <http://www.biotechnolog.ru>;

Лекционный курс читается в классической аудитории (ауд. 133-1), оснащенной мультимедийными средствами (персональный компьютер, диапроектор). Презентации, наглядные пособия и др.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор

по учебно-методической работе

\_\_\_\_\_ **А.А.Панфилов**

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201 год

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«БИОЭНЕРГЕТИКА»**

Направление подготовки – 06.03.01 «Биология»

Профиль подготовки - «Общая биология»

Уровень высшего образования - академический бакалавриат

Форма обучения – заочная (ускоренное обучение на базе ВПО)

Семестр	Трудоем- кость зач. ед./час	Лекции, час.	Лабор. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
3	2(72)	4	2	66	Зачет
Итого	2(72)	4	2	66	Зачет

Владимир 201 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью курса «Биоэнергетика» является обеспечение учащихся основами знаний и современными представлениями о молекулярных основах превращения энергии в живых системах, механизмах формирования трансмембранных электрических потенциалов, принципах взаимодействия объектов биологической природы с внешними информационными полями различной природы: электрическим, магнитным, гравитационным, об основных энергозапасующих и энергозатратных процессах и реакциях, протекающих внутри клеток и связанных с жизненно важными функциями организма.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Биоэнергетика» входит в базовый блок 1 программы бакалавриата в её вариативную часть, дисциплина по выбору (Б1.В.ДВ.В). Курс находится на стыке естественнонаучных дисциплин, связанных с изучением морфологии и биофизики живых систем, их функционирования. Данная дисциплина является предшествующей для следующих курсов: биофизика, биохимия и молекулярная биология, введение в биотехнологию, мембранология, биология размножения и развития и др.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате изучения дисциплины «Биоэнергетика» студент должен демонстрировать следующие результаты образования:

**1) Знать и** обладать способностью использовать экологическую грамотность и базовые знания в области физики, химии, наук о Земле и биологии в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, нести ответственность за свои решения (ОПК-2);

**2) Уметь** применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов (ОПК-5);

**3) Владеть** способностью применять современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, геной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования (ОПК-11).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины (тема)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)						Объем учебной работы, с примене- нием интеракти- вных методов  (в час./ %)	Формы текущего контроля  успеваемост и <i>(по неделям семестра)</i> ,  форма промежуточ ной аттестации  <i>(по семестрам)</i>
				Лекции	Практ.занят.	Лаб.работы	Контрольные работы	СРС	КП/КР		
1	Предмет и задачи биоэнергетики. История становления биоэнергетики как науки.	3		2	-	2		33		2/50%	
2	Принципы устойчивого динамического неравновесия биологических систем	3		2		-		33		1/50%	
Всего				4	-	2	+	66		3/50%	Зачет

#### СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Предмет и задачи биоэнергетики. История становления биоэнергетики как науки.**  
 Биоэнергетика – научная дисциплина, исследующая процессы в клетках, тканях, особях, экосистемах и т.д. Биоэнергетика – это дисциплина, изучающая процессы энергетических



трансформаций в процессе существования биологических организмов и функционирования биосферы в целом; отрасль знания о едином информационном поле, о его взаимодействии с биологическими объектами всех уровней сложности.

### **Принципы устойчивого динамического неравновесия биологических систем.**

Эрвином Бауэром в основу разработанной им теории биологии был положен принцип: «Для живых систем характерно именно то, что они за счет своей свободной энергии производят работу против ожидаемого равновесия».

Здесь под ожидаемым равновесием понимается равновесие, которое должно наступить относительно окружающей среды в соответствии с законами термодинамики, то есть равновесие, к которому стремится неживая природа.

Как следует из этого труда, по мнению Э.Бауэра живыми системами совершается непрерывная работа, направленная против равновесия, причем они совершают эту работу за счет своей свободной энергии. Именно поэтому для обеспечения жизнеспособности живых систем «...исключается возможность не только устойчивого, но и неустойчивого равновесия. Если бы мы приняли существование неустойчивого равновесия, то это противоречило бы ... самим фактическим данным, из которых был выведен этот принцип (принцип устойчивого неравновесия). ...неустойчивое равновесие означало бы, что изменения в системе могут вызываться лишь при помощи легких нарушений, т.е. изменений в окружающей среде, далее, что каждое такое незначительное изменение в окружающей среде вызывает изменение в состоянии структуры системы и наконец-то любое малейшее изменение внешней среды ведет к состоянию устойчивого равновесия, т.е., что система теряет свою работоспособность.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Технология	Сущность
<b>Технология объяснительно иллюстративного обучения</b>	
Технология формирования приемов учебной работы	Данная технология основана на формировании и просвещении студентов-биологов с организацией их репродуктивной деятельности. Основная цель — это выработка как общенаучных (организационных, интеллектуальных, информационных и др.), так и специальных (предметных) умений. Как правило — это усвоение и воспроизведение готовой учебной информации с использованием средств наглядности (схемы, таблицы, презентации и др.)
<b>Технологии личностно-ориентированного (адаптивного) обучения</b>	

Технология дифференцированного обучения	Смысл дифференцированного обучения состоит в том, чтобы принимая во внимание индивидуальные особенности каждого отдельного студента (уровень подготовки, развития, особенность мышления, познавательный интерес к предмету), определить для него наиболее целесообразный и эффективный вид деятельности, формы работы и типы заданий.
Технология обучения	Сущность модульной технологии заключается в самостоятельном со стороны студента или с помощью преподавателя достижении конкретных целей учебно-познавательной деятельности в процессе со специально разработанным модулем или функциональным блоком, включающим в себя содержание и способы овладения этим содержанием
Технология формирования учебной деятельности	Учебная деятельность рассматривается как особая форма учебной активности студентов, направленная на приобретение знаний с помощью решения разработанной преподавателем системы учебных задач и тестов как формы контроля знаний.
Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ)	Представляют собой совокупность технологий, обеспечивающих фиксацию информации, её обработку и информационные обмены (передачу, распространение, раскрытие). К ИКТ относят компьютеры, программное обеспечение и средства электронной связи.

**6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ  
УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ  
ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ  
ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Программа дисциплины «Биоэнергетика» опирается на традиционные формы обучения и состоит из курса лекций. В ходе изучения дисциплины обращать внимание студентов на общие закономерности строения и функции энергетики биоструктур, микро- и наноорганизмов. Привлекать знания студентов по таким предметам, как физика, химия,

биотехнологии, молекулярная биология. Перед началом изучения соответствующей темы при необходимости повторять основы выше названных дисциплин.

Источники информации. Каталоги. Библиография. Патенты. Межбиблиотечный абонемент (МБА). Электронные базы данных. Правила поиска научной информации и её использование.

Промежуточная аттестация - зачет

### **6.1 Вопросы к зачету**

1. Откуда берется свободная энергия в биологических системах и как с ее помощью совершается работа?
2. Типы химической связи. Энергия активации образования и разрыва слабых химических связей
3. Уровни взаимосвязи между катаболизмом и анаболизмом Общие черты и разница анаболизма и катаболизма
4. Свободная энергия живых систем и её свойства
5. Основные этапы распада углеводов, белков и жиров
6. Механизмы регуляции метаболизма
7. Внутренняя энергия системы. Формы передачи энергии в живых системах
8. Протонный и натриевый потенциалы
9. Разнообразие путей превращения энергии в живых клетках
10. Роль АТФ в клеточной энергетике. Строение молекулы АТФ
11. Три закона биоэнергетики по В.П. Скулачеву.
12. Первый закон биоэнергетики
13. Второй закон биоэнергетики
14. Третий закон биоэнергетики
15. Основные «статьи расходов» АТФ в клетке
16. Макроэргические соединения. Структура и представители. Низкоэнергетические фосфат-органические соединения
17. Отличия энергетики растительной клетки от энергетики животной клетки
18. Этапы энергетического обмена
19. Способы образования АТФ в клетках
20. Митохондрии: строение и функции
21. Классификация ферментов
22. Перенос электронов по дыхательной цепи и окислительное фосфорилирование
23. Ингибиторы, блокирующие перенос электронов в дыхательной цепи.

24. Гидравлическая модель дыхательной цепи
25. Хемиосмотическая теория Питера Митчелла.
26. Высвечивание энергии окислительно-восстановительных реакций в виде биоллюминесцентного излучения
27. Общие представления об АФК .
28. Антиоксидантная защита клеток.

## 6.2 Темы контрольных работ

**Контрольные работы по дисциплине «Биоэнергетика» Требования к оформлению контрольной работы:**

**Выбор варианта контрольной работы** – по последней цифре зачетной книжки или студенческого билета.

**Объем** – не более 15 печатных (25 письменных) страниц.

**Шрифт** - Times New Roman, размер 12, межстрочный интервал 1,5.

**Отступы** – слева 3см, сверху - 2см, снизу – 1,5 см, справа – 1,5; выравнивание по ширине.

**Нумерация страниц** – верхний правый угол. Титульный лист и лист с содержанием не нумеруются, но нумерация подразумевается. Первый нумерованный лист будет третий.

^ **Титульный лист** – шапка, далее слова «контрольная работа», чуть ниже «по дисциплине...», правый угол чуть ниже: фамилия, инициалы студента, курс, специальность, далее «проверил» - фамилия инициалы преподавателя.

**Содержание** – на второй странице контрольной работы приводится перечень вопросов, с обязательным указанием страниц, на которых они раскрыты.

**Введение** – короткая вводная часть, состоящая из следующих частей:

**а) актуальность**

**б) цель** работы над темой (какую проблему Вы ставите и собираетесь решать в ходе работы);

**в) задачи** (составные части цели, каждая из которых решается в одной главе или параграфе и ведет к достижению цели);

^ **Основная часть** – главы, содержащие четкий анализ поставленных вопросов.

**Заключение** – выводы по работе, отражающие решение задач в главах.

**Литература** – обязательная заключительная часть контрольной работы.

Вы вправе использовать **Интернет-издания** (при условии правильного оформления сносок на Интернет-источники).

Контрольные работы по «Биоэнергетике»

## **Тема №1. Предмет и задачи биоэнергетики. История становления биоэнергетики как науки**

Содержание темы:

1. Биоэнергетика – научная дисциплина, исследующая энергетические процессы в клетках, тканях, особях, экосистемах.
2. Введение в представления об обмене веществ и энергии.
3. Внутренняя энергия биосистемы.
4. Анаболические превращения.
5. Катаболические превращения.
6. Метаболические системы организмов: автотрофные, фотоотрофные, гетеротрофные, микротрофные.

## **Тема №2. Виды энергии. Окислительно - восстановительные реакции**

Содержание темы:

1. Свободная энергия системы живой системы.
2. Электрическая энергия.
3. Механическая энергия.
4. Тепловая энергия.
5. Атомная (ядерная) энергия.
6. Энергия света.
7. Химическая энергия.
8. Физическая сущность окислительно-восстановительных реакций.

## **Тема №3. Структура и функции эукариот. Основные органоиды клетки**

Содержание темы:

1. Клетка – элементарная единица всего живого.
2. Специфические функции клетки.
3. Клеточное ядро.
4. Мембранные и немембранные оргanelлы клетки.
5. Хромосомы.
5. Аппарат Гольджи.
6. Митохондрия - электростанция живой клетки.

## **Тема №4. Биоэлектричество**

Содержание темы:

1. Биоэлектричество в классическом понимании.
2. Гальвани основоположник представления о биоэлектричестве.
3. Вольта – основоположник электрохимического источника постоянного тока.
4. Биоэлектричество в современном понимании.
5. Идеи А. Сцент-Дьёрдьи и пьезоэлектрические свойства костной ткани.
6. Биологический электрогенез
7. Биоэлектрическая диагностика.

## **Тема №5. Строение и функции митохондрий**

Содержание темы:

1. Строение митохондрий.
2. Наружная мембрана.
3. Внутренняя мембрана. Матрикс.
4. Химический состав митохондрий.
5. Функции митохондрий.

## **Тема №6. Генерация потенциала на мембране клетки**

Содержание темы:

1. Строение и функции клеточных мембран.
2. Биологический электрогенез (биоэлектрогенез).
3. Электрические характеристики мембран.
4. Строение и функции ионных каналов.
5. Пассивный и активный механизмы генерации мембранных потенциалов.

Тема №7. Химические свойства АТФ. Стандартная свободная энергия гидролиза АТФ.

Содержание темы:

1. Основные представления об АТФ – как универсальном источнике энергии в живых организмах.
2. Структура АТФ
3. Механизм преобразования энергии с использованием АТФ.
4. Законы биоэнергетики (В.П. Скулачев): протонный и натриевый потенциал.
5. Три закона биоэнергетики по В.П. Скулачеву

### **6.3 Вопросы и задания для самостоятельной работы студентов**

1. Законы термодинамики в биологических системах..
2. Энтропия биологических систем Поток биологической энергии.
3. Метаболизм: понятие и функции.
4. Макроскопический аспект метаболизма.
5. Автотрофы и гетеротрофы. Аэробы и анаэробы.
6. Метаболические пути: линейные и циклические. Катаболические и анаболические пути и их взаимосвязь.
7. Предмет и задачи биоэнергетики. История становления биоэнергетики как науки.
8. Превращения энергии в живой клетке. Основные принципы биоэнергетики.
9. Архитектура митохондрий. Распределение и локализация митохондрий в клетке. Химическая активность митохондрий.
10. Дыхательная цепь. Компоненты дыхательной цепи митохондрий. Последовательность функционирования переносчиков электронов и протонов.
11. Окислительное фосфорилирование. Регуляция дыхания, разобщение и обменные реакции.
12. Хемиосмотический механизм запасаения энергии дыхания.
13. Химические свойства АТФ. Стандартная свободная энергия гидролиза АТФ. Высокоэнергетические и низкоэнергетические фосфаты.
14. АТФ-синтаза. Структура и механизмы функционирования.
15. Протонный потенциал как источник энергии для образования теплоты.
16. Молекулярные основы биологической подвижности. Креатинфосфатный путь транспорта энергии в мышечных клетках.
17. Энергетический обмен в кардиомиоцитах. Нарушения энергообразования в клетках сердечной мышцы: причины и следствия.
18. Специфические методы мембранной биоэнергетики.
19. Законы биоэнергетики (В.П.Скулачеву): протонный и натриевый потенциал, три закона биоэнергетики. Генерация потенциала на мембране.

20. Структура биологических мембран, их роль в митохондриях, хлоропластах, хромофорах.
21. История изучения строения мембран.
22. Типы мембран в клетке и их функции. Современные представления о структуре и географии мембранных доменов.
23. Общие представления о биологических мембранах. Молекулярная и мембранная биология. Функция мембран. Современные проблемы мембранологии.
24. Теория строения мембран. Матриксная функция мембран. Гетерогенность мембран. Компоненты биологических мембран: липиды, белки, углеводороды, вода.
25. Мембранный транспорт. Перенос вещества через мембрану. Избирательная проницаемость мембран. Равновесие по разные стороны мембраны.
26. Мембранные системы транспорта: Na/K-АТФаза (локализация, структура, реакционный цикл).
27. Натриевый потенциал, натрий-транспортирующая дыхательная цепь, натрий-транспортирующая АТФаза.
28. Методы регистрации трансмембранной разности протонного потенциала.
29. Утилизация натриевого потенциала для осмотической, химической и механической работы.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

#### **а) основная литература:**

1. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] / редакторы К. Уилсон и Дж. Уолкер. - М.: БИНОМ, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321261.html>
2. Физическая химия дисперсных систем [Электронный ресурс]: учебник для студентов/ Ершов Ю.А. - М.:ГЭОТАР-Медиа, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970424285.html>
3. Нанобиотехнологии [Электронный ресурс] / под ред. А.Б. Рубина. - М. : БИНОМ, 2013. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996322916.html>

#### **б) дополнительная литература:**

1. Концепции современного естествознания [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов / Н.М. Аль-Ани. - СПб. : Политехника, 2013.
2. Безопасность жизнедеятельности человека в электромагнитных полях [учеб. пособие / С.М. Аполлонский, Т.В. Каляда, Б.Е. Синдаловский. - СПб. : Политехника, 2012.
3. Микроэлементы в окружающей среде: биогеохимия, биотехнология и биоремедиация : [научное издание] : пер. с англ. / К. Александр [и др.] ; под ред. М. Н. Прасада, К. С. Саджвана, Р. Найду. — Москва : Физматлит, 2009. — 815 с.
4. Практикум по молекулярной биологии [Электронный ресурс] / А. С.

Коничев, И. Л. Цветков, А. П. Попов и др. - М. : КолосС, 2012.

5. Электронная микроскопия нанобактерий и других представителей микро- и наномира : [монография] / А. П. Пономарёв .— Владимир : ИП Журавлёва, 2011 .— 180 с.

**в) периодические издания:**

1. Библиотека биолога: <http://lib.e-science.ru/book/?c=4>

2. Скулачев В.П. Биохимия мембран. Книга 6. Биоэнергетика:

Мембранные преобразователи энергии: <http://freebooks4study.com/referat3683-down.html>

3. Природа: <http://ras.ru/publishing/nature.aspx>

4. Успехи современной биологии: <http://elibrary.ru/issues.asp?id=7753>

5. Элементы. Сайт новостей фундаментальной науки:

<http://elementy.ru/news>

**г) интернет ресурсы:**

1. [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

2. [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)

3. [www.znaniy.com](http://www.znaniy.com)

## **8. МАТЕРИАЛЬНО – ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **(МОДУЛЯ)**

Лекционная часть каждого занятия сопровождается демонстрацией иллюстративного материала из Интернет-ресурсов, литературных источников, рисунков, помогающие восприятию материала по рассматриваемому вопросу, а также использование других и электронных научных библиотек для поиска необходимой литературы, например <http://www.sambal.co.uk/biology.html>;

<http://en.wikipedia.org/wiki/Bioenergetics>; <http://www.molbiol.ru>; <http://www.biotechnolog.ru>;

Лекционный курс читается в классической аудитории (ауд. 133-1), оснащенной мультимедийными средствами (персональный компьютер, диапроектор). Презентации, наглядные пособия и др.



**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор

по учебно-методической работе

\_\_\_\_\_ **А.А.Панфилов**

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 год

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«БИОЭНЕРГЕТИКА»

Направление подготовки – 06.03.01 «Биология»

Профиль подготовки - «Общая биология»

Уровень высшего образования - академический бакалавриат

Форма обучения – заочная (ускоренное обучение на базе СПО)

Семестр	Трудоем- кость зач. ед./час	Лекции, час.	Лабор. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
5	2(72)	2	-	70	Зачет
Итого	2(72)	2	-	70	Зачет

Владимир 2016 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью курса «Биоэнергетика» является обеспечение учащихся основами знаний и современными представлениями о молекулярных основах превращения энергии в живых системах, механизмах формирования трансмембранных электрических потенциалов, принципах взаимодействия объектов биологической природы с внешними информационными полями различной природы: электрическим, магнитным, гравитационным, об основных энергозапасающих и энергозатратных процессах и реакциях, протекающих внутри клеток и связанных с жизненно важными функциями организма.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Биоэнергетика» входит в базовый блок 1 программы бакалавриата в её вариативную часть, дисциплина по выбору (Б1.В.ДВ.В). Курс находится на стыке естественнонаучных дисциплин, связанных с изучением морфологии и биофизики живых систем, их функционирования. Данная дисциплина является предшествующей для следующих курсов: биофизика, биохимия и молекулярная биология, введение в биотехнологию, мембранология, биология размножения и развития и др.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате изучения дисциплины «Биоэнергетика» студент должен демонстрировать следующие результаты образования:

**1) Знать и** обладать способностью использовать экологическую грамотность и базовые знания в области физики, химии, наук о Земле и биологии в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, нести ответственность за свои решения (ОПК-2);

**2) Уметь** применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов (ОПК-5);

**3) Владеть** способностью применять современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования (ОПК-11).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины (тема)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)						Объем учебной работы, с примене- нием интеракти- вных методов  (в час./ %)	Формы текущего контроля  успеваемост и (по неделям семестра) ,  форма промежуточ ной аттестации  (по семестрам)
				Лекции	Практ.занят.	Лаб.работы	Контрольные работы	СРС	КП/КР		
1	Предмет и задачи биоэнергетики. История становления биоэнергетики как науки.	5		2	-	-		70		2/100%	
Всего				2	-	-	+	70		2/100%	Зачет

#### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Технология	Сущность
<b>Технология объяснительно иллюстративного обучения</b>	
Технология формирования приемов учебной работы	Данная технология основана на формировании и просвещении студентов-биологов с организацией их репродуктивной деятельности. Основная цель — это выработка как общенаучных (организационных, интеллектуальных, информационных и др.), так и специальных (предметных) умений. Как правило — это усвоение и воспроизведение готовой учебной информации с использованием средств наглядности (схемы, таблицы, презентации и др.)

<b>Технологии личностно-ориентированного (адаптивного) обучения</b>	
Технология дифференцированного обучения	Смысл дифференцированного обучения состоит в том, чтобы принимая во внимание индивидуальные особенности каждого отдельного студента (уровень подготовки, развития, особенность мышления, познавательный интерес к предмету), определить для него наиболее целесообразный и эффективный вид деятельности, формы работы и типы заданий.
Технология обучения	Сущность модульной технологии заключается в самостоятельном со стороны студента или с помощью преподавателя достижении конкретных целей учебно-познавательной деятельности в процессе со специально разработанным модулем или функциональным блоком, включающим в себя содержание и способы овладения этим содержанием
Технология формирования учебной деятельности	Учебная деятельность рассматривается как особая форма учебной активности студентов, направленная на приобретение знаний с помощью решения разработанной преподавателем системы учебных задач и тестов как формы контроля знаний.
Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ)	Представляют собой совокупность технологий, обеспечивающих фиксацию информации, её обработку и информационные обмены (передачу, распространение, раскрытие). К ИКТ относят компьютеры, программное обеспечение и средства электронной связи.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Программа дисциплины «Биоэнергетика» опирается на традиционные формы обучения и состоит из курса лекций. В ходе изучения дисциплины обращать внимание студентов на общие закономерности строения и функции энергетических биоструктур, микро- и наноорганизмов. Привлекать знания студентов по таким предметам, как физика, химия,

биотехнологии, молекулярная биология. Перед началом изучения соответствующей темы при необходимости повторять основы выше названных дисциплин.

Источники информации. Каталоги. Библиография. Патенты. Межбиблиотечный абонемент (МБА). Электронные базы данных. Правила поиска научной информации и её использование.

Промежуточная аттестация - зачет

### **6.1 Вопросы к зачету**

1. Откуда берется свободная энергия в биологических системах и как с ее помощью совершается работа?
2. Типы химической связи. Энергия активации образования и разрыва слабых химических связей
3. Уровни взаимосвязи между катаболизмом и анаболизмом Общие черты и разница анаболизма и катаболизма
4. Свободная энергия живых систем и её свойства
5. Основные этапы распада углеводов, белков и жиров
6. Механизмы регуляции метаболизма
7. Внутренняя энергия системы. Формы передачи энергии в живых системах
8. Протонный и натриевый потенциалы
9. Разнообразие путей превращения энергии в живых клетках
10. Роль АТФ в клеточной энергетике. Строение молекулы АТФ
11. Три закона биоэнергетики по В.П. Скулачеву.
12. Первый закон биоэнергетики
13. Второй закон биоэнергетики
14. Третий закон биоэнергетики
15. Основные «статьи расходов» АТФ в клетке
16. Макроэргические соединения. Структура и представители. Низкоэнергетические фосфат-органические соединения
17. Отличия энергетики растительной клетки от энергетики животной клетки
18. Этапы энергетического обмена
19. Способы образования АТФ в клетках
20. Митохондрии: строение и функции
21. Классификация ферментов
22. Перенос электронов по дыхательной цепи и окислительное фосфорилирование
23. Ингибиторы, блокирующие перенос электронов в дыхательной цепи.

24. Гидравлическая модель дыхательной цепи
25. Хемиосмотическая теория Питера Митчелла.
26. Высвечивание энергии окислительно-восстановительных реакций в виде билюминесцентного излучения
27. Общие представления об АФК .
28. Антиоксидантная защита клеток.

## 6.2 Темы контрольных работ

**Контрольные работы по дисциплине «Биоэнергетика» Требования к оформлению контрольной работы:**

**Выбор варианта контрольной работы** – по последней цифре зачетной книжки или студенческого билета.

**Объем** – не более 15 печатных (25 письменных) страниц.

**Шрифт** - Times New Roman, размер 12, межстрочный интервал 1,5.

**Отступы** – слева 3см, сверху - 2см, снизу – 1,5 см, справа – 1,5; выравнивание по ширине.

**Нумерация страниц** – верхний правый угол. Титульный лист и лист с содержанием не нумеруются, но нумерация подразумевается. Первый нумерованный лист будет третий.

^ **Титульный лист** – шапка, далее слова «контрольная работа», чуть ниже «по дисциплине...», правый угол чуть ниже: фамилия, инициалы студента, курс, специальность, далее «проверил» - фамилия инициалы преподавателя.

**Содержание** – на второй странице контрольной работы приводится перечень вопросов, с обязательным указанием страниц, на которых они раскрыты.

**Введение** – короткая вводная часть, состоящая из следующих частей:

**а) актуальность**

**б) цель** работы над темой (какую проблему Вы ставите и собираетесь решать в ходе работы);

**в) задачи** (составные части цели, каждая из которых решается в одной главе или параграфе и ведет к достижению цели);

^ **Основная часть** – главы, содержащие четкий анализ поставленных вопросов.

**Заключение** – выводы по работе, отражающие решение задач в главах.

**Литература** – обязательная заключительная часть контрольной работы.

Вы вправе использовать **Интернет-издания** (при условии правильного оформления ссылок на Интернет-источники).

Контрольные работы по «Биоэнергетике»

## **Тема №1. Предмет и задачи биоэнергетики. История становления биоэнергетики как науки**

Содержание темы:

1. Биоэнергетика – научная дисциплина, исследующая энергетические процессы в клетках, тканях, особях, экосистемах.
2. Введение в представления об обмене веществ и энергии.
3. Внутренняя энергия биосистемы.
4. Анаболические превращения.
5. Катаболические превращения.
6. Метаболические системы организмов: автотрофные, фотоотрофные, гетеротрофные, микротрофные.

## **Тема №2. Виды энергии. Окислительно - восстановительные реакции**

Содержание темы:

1. Свободная энергия системы живой системы.
2. Электрическая энергия.
3. Механическая энергия.
4. Тепловая энергия.
5. Атомная (ядерная) энергия.
6. Энергия света.
7. Химическая энергия.
8. Физическая сущность окислительно-восстановительных реакций.

## **Тема №3. Структура и функции эукариот. Основные органоиды клетки**

Содержание темы:

1. Клетка – элементарная единица всего живого.
2. Специфические функции клетки.
3. Клеточное ядро.
4. Мембранные и немембранные оргanelлы клетки.
5. Хромосомы.
5. Аппарат Гольджи.
6. Митохондрия - электростанция живой клетки.

## **Тема №4. Биоэлектричество**

Содержание темы:

1. Биоэлектричество в классическом понимании.
2. Гальвани основоположник представления о биоэлектричестве.
3. Вольта – основоположник электрохимического источника постоянного тока.
4. Биоэлектричество в современном понимании.
5. Идеи А. Сцент-Дьёрдьи и пьезоэлектрические свойства костной ткани.
6. Биологический электрогенез
7. Биоэлектрическая диагностика.

## **Тема №5. Строение и функции митохондрий**

Содержание темы:

1. Строение митохондрий.
2. Наружная мембрана.
3. Внутренняя мембрана. Матрикс.
4. Химический состав митохондрий.
5. Функции митохондрий.

## **Тема №6. Генерация потенциала на мембране клетки**

Содержание темы:

1. Строение и функции клеточных мембран.
2. Биологический электрогенез (биоэлектрогенез).
3. Электрические характеристики мембран.
4. Строение и функции ионных каналов.
5. Пассивный и активный механизмы генерации мембранных потенциалов.

Тема №7. Химические свойства АТФ. Стандартная свободная энергия гидролиза АТФ.

Содержание темы:

1. Основные представления об АТФ – как универсальном источнике энергии в живых организмах.
2. Структура АТФ
3. Механизм преобразования энергии с использованием АТФ.
4. Законы биоэнергетики (В.П. Скулачев): протонный и натриевый потенциал.
5. Три закона биоэнергетики по В.П. Скулачеву

### **6.3 Вопросы и задания для самостоятельной работы студентов**

1. Законы термодинамики в биологических системах..
2. Энтропия биологических систем Поток биологической энергии.
3. Метаболизм: понятие и функции.
4. Макроскопический аспект метаболизма.
5. Автотрофы и гетеротрофы. Аэробы и анаэробы.
6. Метаболические пути: линейные и циклические. Катаболические и анаболические пути и их взаимосвязь.
7. Предмет и задачи биоэнергетики. История становления биоэнергетики как науки.
8. Превращения энергии в живой клетке. Основные принципы биоэнергетики.
9. Архитектура митохондрий. Распределение и локализация митохондрий в клетке. Химическая активность митохондрий.
10. Дыхательная цепь. Компоненты дыхательной цепи митохондрий. Последовательность функционирования переносчиков электронов и протонов.
11. Окислительное фосфорилирование. Регуляция дыхания, разобщение и обменные реакции.
12. Хемиосмотический механизм запасаения энергии дыхания.
13. Химические свойства АТФ. Стандартная свободная энергия гидролиза АТФ. Высокоэнергетические и низкоэнергетические фосфаты.
14. АТФ-синтаза. Структура и механизмы функционирования.
15. Протонный потенциал как источник энергии для образования теплоты.
16. Молекулярные основы биологической подвижности. Креатинфосфатный путь транспорта энергии в мышечных клетках.
17. Энергетический обмен в кардиомиоцитах. Нарушения энергообразования в клетках сердечной мышцы: причины и следствия.
18. Специфические методы мембранной биоэнергетики.
19. Законы биоэнергетики (В.П.Скулачеву): протонный и натриевый потенциал, три закона биоэнергетики. Генерация потенциала на мембране.



20. Структура биологических мембран, их роль в митохондриях, хлоропластах, хроматофорах.
21. История изучения строения мембран.
22. Типы мембран в клетке и их функции. Современные представления о структуре и географии мембранных доменов.
23. Общие представления о биологических мембранах. Молекулярная и мембранная биология. Функция мембран. Современные проблемы мембранологии.
24. Теория строения мембран. Матриксная функция мембран. Гетерогенность мембран. Компоненты биологических мембран: липиды, белки, углеводороды, вода.
25. Мембранный транспорт. Перенос вещества через мембрану. Избирательная проницаемость мембран. Равновесие по разные стороны мембраны.
26. Мембранные системы транспорта: Na/K-АТФаза (локализация, структура, реакционный цикл).
27. Натриевый потенциал, натрий-транспортирующая дыхательная цепь, натрий-транспортирующая АТФаза.
28. Методы регистрации трансмембранной разности протонного потенциала.
  
29. Утилизация натриевого потенциала для осмотической, химической и механической работы.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **а) основная литература:**

1. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] / редакторы К. Уилсон и Дж. Уолкер. - М.: БИНОМ, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321261.html>
2. Физическая химия дисперсных систем [Электронный ресурс]: учебник для студентов/ Ершов Ю.А. - М.:ГЭОТАР-Медиа, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970424285.html>
3. Нанобиотехнологии [Электронный ресурс] / под ред. А.Б. Рубина. - М. : БИНОМ, 2013. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996322916.html>

### **б) дополнительная литература:**

1. Концепции современного естествознания [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов / Н.М. Аль-Ани. - СПб. : Политехника, 2013.

2. Безопасность жизнедеятельности человека в электромагнитных полях [учеб. пособие / С.М. Аполлонский, Т.В. Каляда, Б.Е. Синдаловский. - СПб. : Политехника, 2012.

3. Микроэлементы в окружающей среде: биогеохимия, биотехнология и биоремедиация : [научное издание] : пер. с англ. / К. Александр [и др.] ; под ред. М. Н. Прасада, К. С. Саджвана, Р. Найду .— Москва : Физматлит, 2009 .— 815 с.

4. Практикум по молекулярной биологии [Электронный ресурс] / А. С. Коницев, И. Л. Цветков, А. П. Попов и др. - М. : КолосС, 2012.

5. Электронная микроскопия нанобактерий и других представителей микро- и наномира : [монография] / А. П. Пономарёв .— Владимир : ИП Журавлёва, 2011 .— 180 с.

**в) периодические издания:**

1. Библиотека биолога: <http://lib.e-science.ru/book/?c=4>

2. Скулачев В.П. Биохимия мембран. Книга 6. Биоэнергетика: Мембранные преобразователи энергии: <http://freebooks4study.com/referat3683-down.html>

3. Природа: <http://ras.ru/publishing/nature.aspx>

4. Успехи современной биологии: <http://elibrary.ru/issues.asp?id=7753>

5. Элементы. Сайт новостей фундаментальной науки: <http://elementy.ru/news>

**г) интернет ресурсы:**

1. [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

2. [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)

3. [www.znaniium.com](http://www.znaniium.com)

**8. МАТЕРИАЛЬНО – ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**(МОДУЛЯ)**

Лекционная часть каждого занятия сопровождается демонстрацией иллюстративного материала из Интернет-ресурсов, литературных источников, рисунков, помогающие восприятию материала по рассматриваемому вопросу, а также использование других и электронных научных библиотек для поиска необходимой литературы, например <http://www.sambal.co.uk/biology.html>;

<http://en.wikipedia.org/wiki/Bioenergetics>; <http://www.molbiol.ru>; <http://www.biotechnolog.ru>;

Лекционный курс читается в классической аудитории (ауд. 133-1), оснащенной мультимедийными средствами (персональный компьютер, диапроектор). Презентации, наглядные

пособия и др.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 06.03.01 – «Биология» и профилю подготовки «Биоэнергетика»

Рабочую программу составил: докт. биол. наук, профессор Пономарев А.П.

Рецензент \_\_\_\_\_ МАНИН Борис Леонидович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник «Федеральный центр охраны здоровья животных».

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биологии и экологии протокол № 2 от «25» апреля 2016 года.,

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Трифонова Т.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 06.03.01 - «Биология» протокол № 8/1 от «25» 04 2016 г.

Председатель учебно-методической комиссии \_\_\_\_\_ Трифонова Т.А.

#### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ .

Зав. кафедрой биологии и экологии \_\_\_\_\_ Трифонова Т.А.

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ .

Зав. кафедрой биологии и экологии \_\_\_\_\_ Трифонова Т.А.

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ .

Зав. кафедрой биологии и экологии \_\_\_\_\_ Трифонова Т.А.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**


Рабочая программа одобрена на 2017-18 учебный год

Протокол заседания кафедры № 29 от 19.06.17 года

Заведующий кафедрой  Т. А. Тригорова

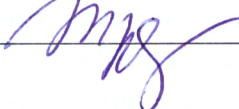
Рабочая программа одобрена на 2018-19 учебный год

Протокол заседания кафедры № 24 от 15.06.18 года

Заведующий кафедрой  Т. А. Тригорова

Рабочая программа одобрена на 2019-20 учебный год

Протокол заседания кафедры № 27 от 17.06.19 года

Заведующий кафедрой 

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_