

Министерство науки и высшего образования 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  
« 26 » 08 2019 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«БИОЭНЕРГЕТИКА»**

Направление подготовки – 06.03.01 «Биология»

Профиль/ программа подготовки - «Общая биология и биотехнология»

Уровень высшего образования – бакалавриат

Форма обучения — очная

Семестр	Трудоемкость зач.ед./ час	Лекции, час	Практич. занятия, час	Лаборат. работы, час	СРС, час	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/ зачет с оценкой)
5	2/72	36	-	-	36	зачет
Итого	2/72	36	-	-	36	зачет

Владимир, 2019г.

## 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.

Задачи: теоретическое освоение студентами знаний о молекулярных превращениях энергии в живых системах и о механизмах регуляции энергообмена.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП В

Дисциплина «Биоэнергетика» входит в вариативную часть блока 1 подготовки бакалавров по направлению «Биология». Изучение данной дисциплины предполагает владение такими дисциплинами как общая биология, химия, физика и др. Данная дисциплина является предшествующей для следующих курсов: биофизика, биохимия и молекулярная биология, введение в биотехнологию, мембранология, биология размножения и развития и др.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП.

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ОПК-4	Уметь применять современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии,	Владеть способностью применять современные методы обработки, анализа, и синтеза производственной и лабораторной биологической информации, правила составления научно-технических проектов и отчетов

	молекулярного моделирования	
ОПК-5	Уметь применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов	Владеть способностью использовать знание основ и принципов биозтики в профессиональной и социальной деятельности

#### 4. ОБЪЁМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Объём учебной работы с применением интерактивных методов (в часах/%)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практ.занят.	Лаб.работы	Контрольны	СРС		
1	Предмет и задачи биоэнергетики. История становления биоэнергетики как науки.	5	1	2				2	-	
2	Законы термодинамики в биологических системах	5	2	2				2	2/100%	
3	Биоэлектричество. Биоэлектрические потенциалы.	5	3	2				2	2/100%	
4	Эндогенные электромагнитные	5	4	2				2	2/100%	



	поля человеческого организма.								
5	Структура и функции клеточных мембран. История изучения строения мембран.	5	5	2			2	2/100%	
6	Принципы устойчивого динамического неравновесия биологических систем	5	6	2			2	-	Рейтинг-контроль №1
7	Генерация потенциала на мембране клеток.	5	7	2			2	2/100%	
8	Внутренняя энергия системы. Формы передачи энергии в живых системах.	5	8	2			2	-	
9	Превращения энергии в живой клетке. Основные принципы биоэнергетики.	5	9	2			2	-	
10	Митохондрии. Физико-химическая активность митохондрий	5	10	2			2	2/100%	
11	Разнообразие путей превращения энергии в живых клетках	5	11	2			2		Рейтинг-контроль №2
12	Изометрические вирионы вирусов животных – природные наноаккумуляторы электрической энергии	5	12	2			2	2/100%	
13	Физико-химические свойства АТФ. Стандартная свободная энергия гидролиза АТФ.	5	13	2			2	-	

14	Биоэлектричество в классическом и современном понимании.	5	14	2				2	2/100%	
15	Законы биоэнергетики (по В.П.Скулачеву): протонный и натриевый потенциал, три закона биоэнергетики	5	15	2				2	2/100%	
16	Влияние факторов внешней среды на жизнедеятельность микроорганизмов	5	16	2				2	2/100%	
17	Виды энергий. Окислительно-восстановительные реакции	5	17	2				2	2/100%	
18	Общие механизмы повреждения клеток	5	18	2				2	-	Рейтинг-контроль №3
Всего за 5 семестр				36				36	22/61%	Зачет
Итого по дисциплине				36				36	22/61%	Зачет

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

**Тема 1. 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.

**Тема 2. Законы термодинамики в биологических системах.** Термодинамика является разделом физики, в котором изучают энергию, её передачу из одного места в другое и преобразование из одной формы в другую. Термодинамика основана на наиболее общих принципах, которые являются универсальными и базируются на опытных данных многих наук.

Одним из основных специфических свойств живых существ является их способность превращать и хранить энергию в различных формах. Все биологические



процессы связаны с передачей энергии. Растения способны получаемую ими энергию солнца накапливать в процессе фотосинтеза в форме энергии химических связей органических веществ. Животные используют энергию химических связей органических веществ, получаемых с пищей. Все процессы превращения энергии в растениях и животных происходят в пределах ограничений термодинамических принципов. Основные принципы термодинамики универсальны для живой и неживой природы.

Термодинамика использует понятие системы. Любая совокупность изучаемых объектов может быть названа *термодинамической системой*. Примерами систем могут служить клетка, сердце, организм, биосфера и т.п.

Существует три вида термодинамических систем в зависимости от их взаимодействия с окружающей средой:

*Изолированные системы* не обмениваются с внешней средой ни энергией, ни веществом. Таких систем в реальных условиях не существует, но понятие изолированной системы используют для понимания главных термодинамических принципов.

*Закрытые системы* обмениваются со средой энергией, но не веществом. Примером такой системы может служить закрытый термос с налитым в него чаем.

*Открытые системы* обмениваются с внешней средой как энергией, так и веществом. Все живые существа относятся к открытым термодинамическим системам.

**Тема 3. Биоэлектричество. Биоэлектрические потенциалы.** Биоэлектричество - электрические явления и процессы, возникающие в живых тканях организма. Биоэлектричество, естественные электрические процессы в живых организмах, лежащие в основе многих физиологических и поведенческих реакций. К проблемам биоэлектричества относят также все эффекты, возникающие в организме на различных его уровнях при воздействии электричества от внешних источников. Исследование биоэлектричества имеет большое значение для понимания физико-химич. и физиологич. процессов в живых системах и применяется в клинике с диагностической целью (электрокардиография, электроэнцефалография, электромиография и др.).

Биоэлектрические потенциалы - биоэлектрические явления, электрические потенциалы, возникающие в тканях и отдельных клетках человека, животных и растений, важнейшие компоненты процессов возбуждения и торможения.

Биопотенциал - разность потенциалов между двумя точками живой ткани, отражающая ее биоэлектрическую активность; Б. служат источником информации о состоянии и функционировании различных органов.



Возникновение в живых клетках электрических потенциалов и биотоков связано с физико-химическими свойствами клеточных мембран и компонентов цитоплазмы. Между наружной поверхностью клеточной мембраны и внутренним содержимым клетки существует всегда разность потенциалов, которая создается различной концентрации ионов  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Cl^-$  внутри и вне клетки и различной проницаемости для них клеточной мембраны. Эта разность потенциалов называется «током покоя», или мембранным потенциалом, и составляет в среднем 60—90 мВ.

**Тема 4. Эндогенные электромагнитные поля человеческого организма.** Электрическая энергия - величайшее открытие человечества, без которого цивилизации в ее сегодняшнем виде не существовало бы. Этот вид энергии широко используется человечеством, но у палки есть два конца... Электромагнитное поле (электромагнитное излучение) всегда возникает при движении свободных электронов в проводнике, поэтому передача электрической энергии сопровождается интенсивным электромагнитным излучением.

В определенных случаях электромагнитное излучение имеет более пагубное влияние на живой организм, чем радиационное излучение. Дело в том, что радиационный фон был на нашей планете всегда и в определенные времена (а кое-где и сейчас) его уровень был выше чем в Чернобыльской зоне отчуждения. Уровень же электромагнитного поля земли с каждым годом только увеличивается, что связано с человеческой деятельностью.

Отрицательное воздействие электромагнитных полей на человека и на те, или иные компоненты экосистем прямо пропорционально мощности поля и времени облучения. Неблагоприятное воздействие электромагнитного поля, создаваемого ЛЭП, проявляется уже при напряженности поля, равной 1 кВ/м. У человека нарушается работа эндокринной системы, обменные процессы, функции головного и спинного мозга и др.

**Тема 5. Структура и функции клеточных мембран.** Все живые организмы на Земле состоят из клеток, а каждая клетка окружена защитной оболочкой – мембраной. Однако функции мембраны не ограничиваются защитой органоидов и отделением одной клетки от другой. Клеточная мембрана представляет собой сложный механизм, напрямую участвующий в размножении, регенерации, питании, дыхании и многих других важных функциях клетки.

Термин «клеточная мембрана» используется уже около ста лет. Само слово «мембрана» в переводе с латыни означает «пленка». Но в случае в клеточной мембраной правильнее будет говорить и совокупности двух пленок, соединенных



между собой определенным образом, причем, разные стороны этих пленок обладают разными свойствами.

Клеточная мембрана (цитолемма, плазмалемма) – это трехслойная липопротеиновая (жиро-белковая) оболочка, отделяющая каждую клетку от соседних клеток и окружающей среды, и осуществляющая управляемый обмен между клетками и окружающей средой.

Решающее значение в этом определении имеет не то, что клеточная оболочка отделяет одну клетку от другой, а то, что она обеспечивает её взаимодействие с другими клетками и окружающей средой. Мембрана – весьма активная, постоянно работающая структура клетки, на которую природой возложено множество функций. Из нашей статьи вы узнаете все о составе, строении, свойствах и функциях клеточной мембраны, а также о той опасности, которую представляют для здоровья человека нарушения в работе клеточных мембран.

#### **Тема 6. 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.



**Тема 7. Генерация потенциала на мембране клеток.** Емкость мембраны и работа метаболических ионных насосов приводят к накоплению потенциальной электрической энергии на клеточной мембране в форме потенциала покоя. Эта энергия может освобождаться в виде специфических электрических сигналов (потенциала действия), характерных для возбудимых тканей. Под потенциалом действия понимают быстрое колебание потенциала покоя, сопровождающееся, как правило, перезарядкой мембраны. 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.

**Тема 8. Внутренняя энергия системы. Формы передачи энергии в живых системах.** *Энергия* в широком значении - способность системы выполнять некоторую работу. Существует механическая, электрическая, химическая энергия и т.п. **Внутренняя энергия системы** - сумма кинетической и потенциальной энергии всех молекул, составляющих систему. Величина внутренней энергии газа зависит от его температуры и числа атомов в молекуле газа. В одноатомных газах (например, гелии) внутренняя энергия является действительно суммой кинетической энергии молекул. В полиатомных газовых молекулах атомы могут вращаться и вибрировать. Такая молекула будет обладать дополнительной кинетической энергией. В твердых веществах и жидкостях взаимодействие между молекулами также способствует увеличению внутренней энергии.

**Тема 9. 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.

#### **Тема 10. Митохондрии. Физико-химическая активность митохондрий.**

Митохондрии это особые органеллы клетки размером 1-2 мкм, обычно сферической или цилиндрической формы. Они образованы двумя мембранами: гладкой внешней и внутренней, образующей складки, или кристы, заполненные студнеобразной массой белкового характера (матриксом). На мембранах расположены различные ферменты. Особенно интересна внутренняя мембрана, на которой находятся ферменты дыхательной цепи и ферменты, обуславливающие синтез АТФ.

#### **Тема 11. Разнообразие путей превращения энергии в живых системах.**

Общая энергия системы складывается из её внутренней энергии и кинетической и потенциальной энергии системы, взятой в целом. Величина внутренней энергии зависит от параметров состояния термодинамической системы. Абсолютная величина внутренней энергии не может быть определена, но физический смысл имеет *изменение* внутренней энергии, которое может быть измерено. Энергия может накапливаться и отдаваться системой. Она может передаваться от одной системы к другой. Есть две формы передачи энергии: *работа и теплота*. Эти величины не являются параметрами состояния системы, так как зависят от пути процесса, в ходе которого изменяется энергия системы. *Теплота* является энергией, переданной от одной системы другой из-за разницы их температур. Есть несколько путей теплопередачи: *теплопроводность, конвекция и излучение*.

*Теплопроводность* - процесс теплопередачи между объектами при их непосредственном контакте. Процесс происходит из-за столкновения молекул, в результате чего они передают избыточную энергию друг другу.

*Конвекция* - это процесс теплопередачи с одного объекта на другой движением жидкости или газа. Как электропроводность, так и конвекция требуют присутствия некоторого вещества.

Однако теплота может передаваться и через вакуум. Примером этому служит передача солнечной энергии через космическое пространство к Земле. Этот процесс называется *излучением*, при котором теплота передаётся электромагнитными волнами разной длины волны.

Другой формой передачи энергии от одной термодинамической системы другой является *работа*, которая совершается над системой при действии определённых сил или



в самой системе. Путь совершения работы может быть различным. Например, газ в цилиндре может быть сжат поршнем или совершать расширение против сил давления поршня; жидкость может быть приведена в движение, а по твердому телу можно колотить молотом.

**Тема 12. Изометрические вирионы вирусов животных – природные наноаккумуляторы электрической энергии.** Молекулярный массив живых систем на 90% состоит из полярных молекул белков, нуклеиновых кислот, липидов, углеводов и воды, представляющих собой связанные электрические заряды – диполи. При сочетании указанных выше элементов в надмолекулярные структуры сохраняется и нарастает их электрическая анизотропия или асимметрия. На молекулярном уровне асимметрия в структуре биологических молекул проявляется в разделении зарядов и распределении различных полярных групп. Дипольный момент, определенный для макромолекул белка, нуклеиновых кислот, бактериофагов, составляет от десятков до сотен тысяч, а бактерий – порядка миллиона Дебаев. Для сравнения следует отметить, что такая полярная молекула, как молекула воды, имеет дипольный момент 1,85 D.

Открытие естественной электрической поляризации живых систем является не только одним из фундаментальных свойств их организации, но, главным образом, указывает на то, что наряду с морфологической структурой в живых системах существует электрическая, проявляющаяся при их взаимодействии макроскопическими электрическими полями и токами. Сенсационным открытием явилось обнаружение у бактерий электропроводных пилей (нанопроволок), через которые бактерии передают электроны на другие клетки. Открытие «нанопроволок» объясняет существование и функционирование ассоциаций микроорганизмов в виде биопленок.

В области нанобиоэнергетики с использованием вирусов бактерий учеными из Национальной лаборатории в Беркли (США) разработан способ выработки электроэнергии с использованием пьезоэлектрических свойств бактериофага M13, размеры которого 880 нм в длину и диаметр 6,6 нм. Генератор вырабатывает ток, достаточный для работы небольшого жидкокристаллического дисплея.

**Тема 13. Физико-химические свойства АТФ. Стандартная свободная энергия гидролиза АТФ.** Аденозинтрифосфорная кислота (АТФ) — нуклеотид играет исключительно важную роль в обмене энергии и веществ в организмах в первую очередь соединение известно как универсальный источник энергии для всех биохимических процессов, протекающих в живых системах. Эмпирическая формула АТФ:  $C_{10}H_{16}N_5O_{13}P_3$ . Молекулярная масса 507,19 а. е. м. Систематическое наименование АТФ, относится к так



называемым макроэргическим соединениям, то есть к химическим соединениям, содержащим связи, при гидролизе которых происходит освобождение значительного количества энергии. Гидролиз фосфоэфирных связей молекулы АТФ, сопровождаемый отщеплением 1 или 2 остатков фосфорной кислоты, приводит к выделению от 40 до 60 кДж/моль.  $АТФ + Н_2О \rightarrow АДФ + Н_3РО_4 + \text{энергия}$   $АТФ + Н_2О \rightarrow АМФ + Н_4Р_2О_7 + \text{энергия}$ . Высвобожденная энергия используется в разнообразных процессах, протекающих с затратой энергии.

**Тема 14. 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 запасаения 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.

**Тема 15. Влияние факторов внешней среды на жизнедеятельность микроорганизмов.** К числу физических факторов, оказывающих воздействие на микроорганизмы, относятся температура, влажность среды, концентрация растворенных веществ в среде, свет, электромагнитные волны и ультразвук.

Температура один из важнейших факторов внешней среды. Все микроорганизмы могут развиваться только в определенных пределах температуры. Наиболее благоприятная для микроорганизмов температура называется оптимальной. Она находится между крайними температурными уровнями – температурным минимумом (низшей температурой) и температурным максимумом (высшей температурой), при которых еще возможно развитие микроорганизмов.



Жизнедеятельность микроорганизмов протекает в средах, представляющих собой более или менее концентрированные растворы веществ. Одни из микроорганизмов обитают в пресной воде, где концентрация растворенных веществ незначительна и, следовательно, невелико осмотическое давление (обычно десятые доли атмосферы). Другие же микробы, наоборот, живут в условиях высоких концентраций веществ и значительного осмотического давления, достигающего иногда десятков и сотен атмосфер.

Свет необходим для жизни только тем микробам, которые используют световую энергию для обмена веществ. Многим плесневым грибок также требуется свет, поскольку при его постоянном отсутствии не происходит образования спор, хотя мицелий развивается нормально. Прямой солнечный свет губителен для микроорганизмов, а рассеянный свет подавляет их развитие.

**Тема 17. Виды энергий. Окислительно-восстановительные реакции.** Понятие «энергия» определяется как мера различных форм движения материи и как мера перехода движения материи из одной формы в другую. Соответственно, виды и типы энергии различают по формам движения материи. Человечек имеет дело с различными видами энергии. По сути, весь технологический процесс есть преобразование одних видов энергии в другие. В процессе прохождения технологического тракта энергия многократно преобразуется из одного вида в другой, что ведет к уменьшению ее полезного количества из-за потерь и рассеяния в окружающей среде.

Сегодня человечество знакомо со следующими видами и типами энергии: механическая; электрическая; химическая; тепловая; световая (лучистая); ядерная (атомная); термоядерная (термоядерного синтеза)

Кроме того, нам известны и другие виды энергии, названия которых имеют не физический, а описательный смысл, такие как ветровая энергия, или геотермальная энергия. В подобных случаях физическая форма характера энергии подменяется названием ее источника. Поэтому правильно говорить скорее о механической энергии ветра, энергии потока ветра, или тепловой энергии геотермальных источников.

**Тема 18. Общие механизмы повреждения клеток.** На уровне клетки повреждающие факторы “включают” несколько патогенетических звеньев. К их числу относят: расстройство процессов энергетического обеспечения клеток; повреждение мембран и ферментных систем; дисбаланс ионов и жидкости; нарушение генетической программы и/или ее реализации; расстройство механизмов регуляции функции клеток. Нарушение энергетического обеспечения процессов, протекающих в клетках, часто



Нарушение энергетического обеспечения процессов, протекающих в клетках, часто является инициальным и ведущим механизмом их альтерации.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В преподавании дисциплины «Биоэнергетика» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

*Проблемные лекции: №6–18.* Лекции должны обеспечивать активное усвоение студентами теоретических знаний; развивать теоретическое мышление; формировать познавательный интерес к содержанию учебного предмета.

*Интерактивные лекции: тема №12, №13, №14.* Формат этих лекций помимо использования активных методов предполагает развитие речевых умений в различных комбинациях, побуждать студентов к активной мыслительной и практической деятельности.

*Групповая дискуссия: тема №2, №3, №15, №17.* В лекции-дискуссии предполагается свободный обмен мнениями, идеями и взглядами между преподавателем и студентами по исследуемому вопросу.

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

### **Вопросы к рейтинг-контролям знаний студентов**

#### **Рейтинг-контроль №1**

- Биоэнергетика - как научная дисциплина
- История развития науки биоэнергетики.
- Специфика живого вещества. Основные функции живого вещества.
- Основные виды энергий.
- Представление о жизни с позиций биоэнергетики Свободная энергия живых систем
- Отличия энергетики растительной клетки от энергетики животной клетки
- Биологическое окисление как основной источник энергии
- Основные этапы преобразования энергии в живом организме
- Анаболизм и катаболизм – взаимосвязанные процессы обмена веществ и энергии
- Что такое нутриенты?

#### **• Рейтинг-контроль №2**

- Формы передачи энергии в живых системах (лучистая, химическая и др.)
- Строение и функции клеточной мембраны.



- Пассивный и активный транспорт через липидный бислой. Осмос. Простая и облегченная диффузия.
- Характеристика основных органелл клетки эукариот.
- Митохондрии: структура и функции.
- Митохондрия: энергетическая станция клетки.
- Митохондрии и теория кальциевого накопления.
- Природные и техногенные электромагнитные поля.
- Положительное и отрицательное влияние природных электромагнитных воздействия на человека.
- Электрофизические свойства цитоплазматической мембраны.
- Протонный и натриевый потенциалы.
- Собственные электрические поля организма человека.
- 

### • Рейтинг- контроль №3

- Митохондрии и теория кальциевого накопления.
- Жизнь в электрическом поле.
- Законы биоэнергетики по В.П. Скулачеву.
- Ионы Скулачев и проблема старения.
- Виды связей в макромолекулах.
- Биоэлектрические явления в клетке и живом организме.
- Силы Ван-дер-Ваальса — роль в межмолекулярных взаимодействиях. Биоэлектрическая диагностика.
- Биологический электрогенез (биоэлектрогенез).
- Биоэлектричество в классическом понимании.
- Биоэлектричество в современном понимании.
- Водородная связь в макромолекулах и в воде.

### • 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. Хемосмотическая теория Питера Митчелла.
- 26. Высвечивание энергии окислительно-восстановительных реакций в виде биолюминесцентного излучения
- 27. Общие представления об АФК .
- 28. Антиоксидантная защита клеток.

**• Вопросы и задания для самостоятельной работы студентов**

- 1. Законы термодинамики в биологических системах..
- 2. Энтропия биологических систем.
- 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. Хемосмотический 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.
- 30. Дыхательный контроль. Соотношение АДФ/Р и Р/О.
- Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## • 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### • ДИСЦИПЛИНЫ

#### • 7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
Основная литература			
Скулачев В.П. Биохимия мембран. Книга 6. Биоэнергетика: Мембранные преобразователи энергии:		• 1989	<a href="https://www.nehudlit.ru/books/detail6706">https://www.nehudlit.ru &gt; books &gt; detail6706</a> •
Нанобиотехнологии [Электронный ресурс] / под ред.	•	• 2013	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996322916.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996322916.html</a>

А.Б. Рубина. – М.:БИНОМ. Лаборатория знаний			
Физическая химия дисперсных систем [Электронный ресурс]: учебник для студентов/ Ершов Ю.А. - М.:ГЭОТАР- Медиа, 2013	2013	•	- <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/">http://www.studentlibrary.ru/book/</a> ISBN9785970424285.html
Дополнительная литература			
Концепции современного естествознания [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов / Н.М. Аль-Ани. - СПб. : Политехника,	2013	•	•
Электронная микроскопия нанобактерий и других представителей микро- и наномира : [монография] / А. П. Пономарёв .— Владимир : ИП Журавлёва,	2011		

## 7.2. Периодические издания:

1. Библиотека биолога: <http://lib.e-science.ru/book/?c=4>
2. Природа: <http://ras.ru/publishing/nature.aspx>
3. Успехи современной биологии: <http://elibrary.ru/issues.asp?id=7753>
4. Элементы. Сайт новостей фундаментальной науки: <http://elementy.ru/news>

## 7.3. 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

При реализации данной дисциплины 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:  Пономарев Алексей Петрович доктор биологических наук, профессор кафедры биология и экология.

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 №1 от 26. 08. 2019 года.

Заведующий кафедрой  Трифонова Т.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 06.03.01 - «Биология» протокол №1 от 26.08.2019 г.

 Председатель учебно-методической комиссии  
Трифонова Т.А.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2020-21 учебный год

Протокол заседания кафедры № 22 от 3.06.20 года

Заведующий кафедрой Триф М.А. Трифонова

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_