

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт фундаментальной медицины и биологии



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной деятельности КФУ  
проф. Таюрский Д.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа дисциплины**

Биоэнергетика и мембранология Б1.В.ДВ.1

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Биохимия, молекулярная биология и биоинформатика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Темников Д.А.

**Рецензент(ы):** Киямова Р.Г.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой:

Протокол заседания кафедры No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Института фундаментальной медицины и биологии:

Протокол заседания УМК No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) директор центра Темников Д.А. (Центр повышения квалификации и переподготовки научно-педагогических кадров, КФУ), Dmitrii.Temnikov@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	способностью творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры
ПК-2	способностью планировать и реализовывать профессиональные мероприятия (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры)

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

классификацию термодинамических систем, законы термодинамики в биологических системах, строение, физико-химические свойства различных видов биомембран, структурную и функциональную организацию биологических мембран, характеристики мембранных белков и липидов, белок-липидные взаимодействия в биомембранах, физико-химические механизмы стабилизации биомембран, влияние внешних факторов на их структурно-функциональные характеристики, химические механизмы транспорта веществ в клетке, механизмы окислительного и фотосинтетического фосфорилирования, молекулярные механизмы процессов энергетического сопряжения

Должен уметь:

осуществлять поиск, анализировать, оценивать и применять полученные знания при изучении других дисциплин и в профессиональной деятельности

Должен владеть:

информацией об основных закономерностях энергетических взаимосвязей между организмами биосферы, о термодинамическом сопряжении реакций и тепловых эффектах в биологических системах, термодинамике транспортных процессов, энергетике важнейших метаболических путей, о методах изучения и получения мембран

Должен демонстрировать способность и готовность:

демонстрировать знание принципов структурной и функциональной организации биомембран, методов предсказания их структуры, демонстрировать знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности, современные представления об основах технологий на основе биомембран, молекулярного моделирования.

### 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.1 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 06.04.01 "Биология (Биохимия, молекулярная биология и биоинформатика)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 22 часа(ов), в том числе лекции - 10 часа(ов), практические занятия - 12 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 50 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет во 2 семестре.

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Энергетика биосферы	2	1	2	0	8
2.	Тема 2. Закономерности биоэнергетики и биомембраны	2	1	2	0	6
3.	Тема 3. Транспортные системы мембран	2	2	2	0	8
4.	Тема 4. Регуляторные механизмы катаболизма и анаболизма	2	2	2	0	8
5.	Тема 5. Фотосинтез и глюконеогенез	2	2	2	0	10
6.	Тема 6. Энергетика движения	2	2	2	0	10
	Итого		10	12	0	50

**4.2 Содержание дисциплины**

**Тема 1. Энергетика биосферы**

Поток биологической энергии. Законы термодинамики в биологических системах. Энтропия биологических систем. Метаболизм: понятие и функции. Макроскопический аспект метаболизма. Автотрофы и гетеротрофы. Аэробы и анаэробы. Круговороты N, C, H<sub>2</sub>O. Метаболические пути: линейные и циклические. Катаболические и анаболические пути и их взаимосвязь. Регуляция метаболических путей: по типу обратной связи, гормональная регуляция, индукция ферментов.

**Тема 2. Закономерности биоэнергетики и биомембраны**

протонный и натриевый потенциал, три закона биоэнергетики (по В.П.Скулачеву). Мембраны: история изучения строения мембран, типы мембран в клетке и их функции, мембранные белки. Современные представления о структуре, стабильности и географии мембранных доменов. Разнообразие мембранных белков: структура, функции и локализация. Методы изучения и конструирования мембран.

Состав мембран. Мембранные липиды. Мембранные белки. Жидкие кристаллы. Водно-липидные смеси. Гидратация липидов.

Принципы структурной организации мембранных белков и способы её прогнозирования для трансмембранных белков. Модели белков.

Топография мембранных белков. Цитоскелет. Трансмембранная асимметрия липидов. Латеральная гетерогенность.

**Тема 3. Транспортные системы мембран**

Динамическое поведение мембранных систем.

Адсорбция лигандов на бислое. Проницаемость липидных мембран для неэлектролитов и ионов. Электрические свойства мембран.

Мембранные системы транспорта: Na/K-АТФаза (локализация, структура, реакционный цикл), Ca-АТФаза (локализация, структура, реакционный цикл), регуляция активности АТФаз. Бактериальные фосфотрансферазы, периплазматические транспортные системы, вакуолярные H-АТФазы. Транспортные (митохондриальные переносчики: АТФ/АДФ-транслоказа, переносчик фосфата, разобщающий белок) системы внутренней мембраны митохондрий: назначение и механизм функционирования. Транспортные системы, сопряженные с переносом электронов или с поглощением света: цитохром-оксидаза, бактериородопсин. Каналы, поры, переносчики: понятия. Классификация транспортных белков, основанная на механизме их действия и энергетике.

Переносчики (пермеазы, транслоказы): активные ? пассивные, симпорт ? антипорт ? унипорт. Первичные ? вторичные активные переносчики. Каналы и поры: потенциал-зависимые Na- и Ca-каналы, щелевые контакты, ядерные поровые комплексы. Порины: структура, функции. Транспорт белков через мембрану (на примере тетрагидрофолатредуктазы). Ионифоры: свойства, примеры.

**Тема 4. Регуляторные механизмы катаболизма и анаболизма**

Катаболизм глюкозы: общая схема.

Гликолиз. Мобилизация запаса глюкозы из гликогена. Ферменты гликолиза: функция, общая характеристика. Реакции гликолиза. Энергетический баланс гликолиза. Расстройства связанные с нарушением гликолиза. Судьба пирувата. Лакт-ацидоз.

Цикл Кребса. Ферменты ЦЛК: функция, общая характеристика. Реакции ЦЛК. Энергетический баланс.

Путь электронов. Источники электронов для е-транспортной цепи. Дыхательная цепь: комплексы, переносчики, ингибиторы. Окислительное фосфорилирование: АТФ-синтетаза (структура, ротор и статор; эксперименты по изучению механизма перекачки протонов ферментным комплексом), хемиосмотическая теория, механизм создания трансмембранного градиента протонов, общая схема окислительного фосфорилирования.

Транспортные (митохондриальные переносчики: АТФ/АДФ-транслоказа, переносчик фосфата, разобщающий белок) и челочные системы внутренней мембраны митохондрий: назначение, механизм функционирования. Расстройства связанные с нарушением фосфорилирования.

Регуляция катаболизма глюкозы. Схема регуляции. Регуляция гликолиза, ЦЛК. Регуляторные взаимосвязи катаболизма глюкозы. Рассеяние энергии дыхания при терморегуляции. Полный энергетический баланс полного окисления молекулы глюкозы.

Вторичные метаболические пути: пентозо-фосфатный путь, глиоксилатный цикл.

### **Тема 5. Фотосинтез и глюконеогенез**

Фотосинтез: общая схема и энергетический баланс, история изучения фотосинтеза, световая и темновая фазы фотосинтеза, пигменты и их роль, реакционный центр, фотосистемы, модель световых реакций (Z-схема), фотофосфорилирование (нециклическое и циклическое), С3-путь и С4-путь темновых реакций, фотодыхание у С3- и С4-растений и их продуктивность, САМ-метаболизм.

Ферменты глюконеогенеза: функция, общая характеристика. Реакции глюконеогенеза. Субстраты для глюконеогенеза. Энергетический баланс глюконеогенеза. Расстройства, связанные с нарушением глюконеогенеза.

### **Тема 6. Энергетика движения**

Строение и механизм работы молекулярного мотора бактерий.

Способы движения растений: внутриклеточные движения, локомоторные движения, рост растяжением, тургорные движения.

Энергетика мышечных сокращений: строение мышечного волокна, модель скользящих нитей, рабочий цикл актомиозинового комплекса.

Кинезин, динеин: строение, функции.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаленного электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Биомембранология - [http://biochem.nichost.ru/assets/files/boldyrev/biomembrany\\_2006.pdf](http://biochem.nichost.ru/assets/files/boldyrev/biomembrany_2006.pdf)

Биохимия в схемах и таблицах - <http://biologo.ru/11802/index.pdf>

Статьи образовательного характера (Мембраны) - <https://postnauka.ru/faq/64564>

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 2</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Научный доклад	ПК-1 , ПК-2	1. Энергетика биосферы 4. Регуляторные механизмы катаболизма и анаболизма 5. Фотосинтез и глюконеогенез 6. Энергетика движения
2	Дискуссия	ПК-2 , ПК-1	1. Энергетика биосферы 4. Регуляторные механизмы катаболизма и анаболизма
	<b>Зачет</b>	ПК-1, ПК-2	

### 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 2</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Научный доклад	Тема полностью раскрыта. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам.	Тема в основном раскрыта. Продемонстрирован средний уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Тема частично раскрыта. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, структура работы и применённые методы частично соответствуют поставленным задачам.	Тема не раскрыта. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, структура работы и применённые методы не соответствуют поставленным задачам.	1
Дискуссия	Высокий уровень владения материалом по теме дискуссии. Превосходное умение формулировать свою позицию, отстаивать её в споре, задавать вопросы, обсуждать дискуссионные положения. Высокий уровень этики ведения дискуссии.	Средний уровень владения материалом по теме дискуссии. Хорошее умение формулировать свою позицию, отстаивать её в споре, задавать вопросы, обсуждать дискуссионные положения. Средний уровень этики ведения дискуссии.	Низкий уровень владения материалом по теме дискуссии. Слабое умение формулировать свою позицию, отстаивать её в споре, задавать вопросы, обсуждать дискуссионные положения. Низкий уровень этики ведения дискуссии.	Недостаточный уровень владения материалом по теме дискуссии. Неумение формулировать свою позицию, отстаивать её в споре, задавать вопросы, обсуждать дискуссионные положения. Отсутствие этики ведения дискуссии.	2
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 2**

**Текущий контроль**

**1. Научный доклад**

Темы 1, 4, 5, 6

Научный доклад, подготавливаемый каждым магистром, сопровождается письменной работой в форме эссе с развернутым содержанием по следующим вопросам:

1. Катаболизм и анаболизм.
2. Химические свойства и структурные особенности молекулы АТФ.
3. Гликолиз - центральный путь катаболизма глюкозы.
4. Тканевое дыхание. Образование ацетил-КоА из пирувата. Цикл Кребса.
5. Перенос электронов, окислительное фосфорилирование.
6. Жирные кислоты, белки и аминокислоты как источники энергии.
7. Биосинтез углеводов в животных тканях. Глюконеогенез. Биосинтез гликогена. Регуляция этих процессов.
8. Фибриллярные белки, их функции и их вторичные структуры:  $\alpha$ -кератин,  $\beta$ -фиброин шелка, коллаген.
9. Мембранные белки, особенности их строения и функции.
10. Бактериородопсин, фотосинтетический центр, порин. Каналы. Туннельный эффект.
11. Глобулярные белки. Упрощенное представление белковых структур.  $\alpha$ - и  $\beta$ -слои.
12. Редкость перекрывания петель и параллельности соседних по цепи структурных сегментов.
13. Строение  $\beta$ -белков: продольная и перпендикулярная упаковка  $\beta$ -листов, преимущественная антипараллельность  $\beta$ -структуры в  $\beta$ -белках. Правопропеллерность  $\beta$ -структурных листов.
14. Строение  $\alpha$ -белков. Пучки и слои спиралей. Модель квазисферической глобулы из  $\alpha$ -спиралей. Строение  $\alpha/\beta$  белков: параллельный  $\beta$ -слой, прикрытый  $\alpha$ -спиралями. Строение  $\alpha+\beta$  белков. Домены в белках.
15. Мембраны эритроцитов.
16. Миелиновые мембраны.
17. Мембраны хлоропластов.
18. Внутренняя (цитоплазматическая) мембрана бактерий.
19. Мембрана вирусов.
20. Асимметрия мембран.
21. Топография мембранных белков и использование протеаз для ее определения.
22. Виды двигательной активности в живой природе.
23. Внутриклеточные движения: силы, механизмы, модели.
24. Движения органелл.
25. Движения цитоплазмы.
26. История изучения двигательной функции живых организмов.
27. Молекулы-транслокаторы.
28. Обзор типов двигательной активности в природе.
29. Проблема биологической подвижности: моделирование движений живой клетки.
30. Ротор и статор АТФ-синтетазы: модель функционирования.
31. Строение транспортных белков мембраны.
32. Химизм двигательной активности сократительных белков.
33. Цитоскелет: строение и функционирование.

**2. Дискуссия**

Темы 1, 4

1. Живое и неживое: найдите отличия
2. Планета и клетка как термодинамические системы

3. Клетка как энергетическая система
4. Энергетические смыслы: линейные и циклические метаболические пути
5. Энергетические смыслы: уровни и формы запасаения энергии в клетке
6. Энергетические смыслы: типы регуляции

#### **Зачет**

Вопросы к зачету:

1. Поток биологической энергии. Законы термодинамики в биологических системах. Энтропия биологических систем.
2. Метаболизм: понятие и функции.
3. Макроскопический аспект метаболизма.
4. Автотрофы и гетеротрофы. Аэробы и анаэробы.
5. Круговороты N, C, H<sub>2</sub>O.
6. Метаболические пути: линейные и циклические. Катаболические и анаболические пути и их взаимосвязь.
7. Регуляция метаболических путей: по типу обратной связи, гормональная регуляция, индукция ферментов.
8. Предмет и задачи биоэнергетики. История становления биоэнергетики как науки.
9. Превращения энергии в живой клетке. Основные принципы биоэнергетики.
10. Архитектура митохондрий. Распределение и локализация митохондрий в клетке. Химическая активность митохондрий.
11. Дыхательная цепь. Компоненты дыхательной цепи митохондрий. Последовательность функционирования переносчиков электронов и протонов.
12. Механизмы работы митохондриальных комплексов 1, 2, 3 и 4.
13. Окислительное фосфорилирование. Регуляция дыхания, разобщение и обменные реакции.
14. Хемиосмотический механизм запасаения энергии дыхания.
15. Циклическая светозависимая цепь фотосинтезирующих бактерий и нециклическая светозависимая цепь зелёных бактерий.
16. Нециклическая светозависимая редокс-цепь хлоропластов и цианобактерий.
17. Светозависимый транспорт протонов бактериородопсина.
18. Химические свойства АТФ. Стандартная свободная энергия гидролиза АТФ. Высокоэнергетические и низкоэнергетические фосфаты.
19. АТФ-синтаза. Структура и механизмы функционирования.
20. Транспорт адениновых нуклеотидов и фосфатных групп в митохондриях.
21. Системы переноса восстановительных эквивалентов в митохондриях. Регуляция потоков восстановительных эквивалентов.
22. Системы переносчиков через митохондриальную мембрану. Каскадные системы переносчиков.
23. Карнитин, как пример трансмембранного переносчика химической группировки.
24. Протонный потенциал как источник энергии для образования теплоты.
25. Молекулярные основы биологической подвижности. Креатинфосфатный путь транспорта энергии в мышечных клетках.
26. Энергетический обмен в кардиомиоцитах. Нарушения энергообразования в клетках сердечной мышцы: причины и следствия.
27. Молекулярные основы первично-активного транспорта ионов. Свойства АТФаз Р-типа, F-типа и V-типа.
28. Натриевый потенциал, натрий-транспортирующая дыхательная цепь, натрий-транспортирующая АТФаза.
29. Утилизация натриевого потенциала для осмотической, химической и механической работы.
30. Бактериальные фосфотрансферазы, периплазматические транспортные системы, вакуолярные H-АТФазы.
31. Функции липидов и методы изучения их влияния на мембранные ферменты.
32. Законы биоэнергетики (В.П. Скулачеву): протонный и натриевый потенциал, три закона биоэнергетики. Генерация потенциала на мембране.
33. Структура биологических мембран, их роль в митохондриях, хлоропластах, хроматофорах.
34. История изучения строения мембран.
35. Типы мембран в клетке и их функции. Современные представления о структуре и географии мембранных доменов.
36. Общие представления о биологических мембранах. Молекулярная и мембранная биология. Функция мембран. Современные проблемы мембранологии.
37. Теория строения мембран. Матриксная функция мембран. Гетерогенность мембран. Компоненты биологических мембран: липиды, белки, углеводороды, вода.
38. Мембранный транспорт. Перенос вещества через мембрану. Избирательная проницаемость мембран. Равновесие по разные стороны мембраны.
39. Мембранные системы транспорта: Na/K-АТФаза (локализация, структура, реакционный цикл).
40. Мембранные системы транспорта: Са-АТФаза (локализация, структура, реакционный цикл).
41. Регуляция активности АТФаз.
42. Катаболизм глюкозы: общий взгляд.
43. Мобилизация запаса глюкозы из гликогена.



44. Ферменты гликолиза: функция, общая характеристика.
45. Реакции гликолиза.
46. Энергетический баланс гликолиза.
47. Расстройства, связанные с нарушением гликолиза.
48. Пути превращения пирувата.
49. Ферменты цикла Кребса: функция, общая характеристика.
50. Реакции цикла Кребса.
51. Энергетический баланс цикла Кребса.
52. Источники электронов для e-транспортной цепи.
53. Дыхательная цепь: комплексы, переносчики, ингибиторы.
54. Окислительное фосфорилирование: АТФ-синтетаза, хемиосмотическая теория, механизм создания трансмембранного градиента протонов.
55. Общая схема окислительного фосфорилирования.
56. Челночные системы внутренней мембраны митохондрий: назначение, механизм функционирования.
57. Расстройства связанные с нарушением фосфорилирования.
58. Схема регуляции катаболизма глюкозы. Регуляция гликолиза, цикла Кребса. Регуляторные взаимосвязи катаболизма глюкозы.
59. Рассеяние энергии дыхания при терморегуляции.
60. Полный энергетический баланс полного окисления молекулы глюкозы.
61. Ферменты глюконеогенеза: функция, общая характеристика.
62. Реакции глюконеогенеза.
63. Субстраты для глюконеогенеза.
64. Энергетический баланс глюконеогенеза.
65. Расстройства связанные с нарушением глюконеогенеза.
66. Фотосинтез общая схема и энергетический баланс.
67. История изучения фотосинтеза.
68. Световая и темновая фазы фотосинтеза.
69. Пигменты фотосинтеза и их роль, реакционный центр, фотосистемы.
70. Модель световых реакций (Z-схема).
71. Фотофосфорилирование (нециклическое и циклическое).
72. C3- и C4-пути темновых реакций фотосинтеза
73. Фотодыхание у C3- и C4-растений и их продуктивность. САМ-метаболизм.
74. Вторичные метаболические пути: пентозо-фосфатный путь, глиоксилатный цикл.
75. Эволюция биологических механизмов запасания энергии (по В.П.Скулачеву): ?адениновый? фотосинтез, бактериородопсиновый фотосинтез, хлорофилльный фотосинтез зеленых серных, пурпурных и цианобактерий, дыхательное фосфорилирование.
76. Методы регистрации трансмембранной разности протонного потенциала.
77. Процессы самоорганизации в распределенных биологических системах.
78. Критерий самопроизвольности процесса.
79. Химическая природа хромофоров зрительных пигментов.
80. Липиды мембранного бислоя.
81. Интегральные и периферические белки.
82. Структурные перестройки мембран.
83. Фазовый переход в мембране. Динамика мембранных структур.
84. Искусственные мембраны. Мицеллы.
85. Взаимодействия, стабилизирующие мембраны.
86. Гидратация липидного бислоя.
87. Пространственная асимметрия биологических мембран. Домены.
88. Динамика биологических мембран. Флип-флоп переходы. Микровязкость и текучесть мембран.
89. Типы подвижности мембранных компонентов и их временной диапазон.
90. Методы исследования мембран.
91. Структура и функция транспортеров (белков-переносчиков) и ионных каналов. Транспортные АТФ-азы.
92. Структура и функции клеточной стенки.
93. Способы регуляции активности мембран. Изменение жирнокислотного состава мембранных липидов. Лиганд-рецепторные взаимодействия. Фосфорилирование мембранных белков.
94. Роль мембран в клеточной сигнализации. Рецепторы. Типы мембранных рецепторов.
95. Механизм действия гормонов. Пути трансдукции клеточного сигнала.
96. Электрон-транспортные цепи. Олигомерные комплексы дыхательной цепи. Локализация ферментов и переносчиков электронов. Роль мембраны в сопряжении между окислением и фосфорилированием согласно хемиосмотической гипотезе Митчелла.
97. Понятие электрического, химического и электро-химического потенциала. Протонный и натриевый потенциал.

98. Транспортные системы, сопряженные с переносом электронов или с поглощением света: цитохром-оксидаза, бактериородопсин.
99. Классификация транспортных белков, основанная на механизме их действия и энергетике.
100. Первичные и вторичные активные переносчики.
101. Каналы и поры: потенциалзависимые Na- и Ca-каналы, щелевые контакты, ядерные поровые комплексы.
102. Порины: структура, функции.
103. Транспорт белков через мембрану.
104. Ионифоры.
105. Транспортные (митохондриальные переносчики: АТФ/АДФ-транслоказа, переносчик фосфата, разобщающий белок) системы внутренней мембраны митохондрий: назначение, механизм функционирования.
106. Динамическое поведение мембранных систем и липидно-белковые взаимодействия
107. Мембраны эритроцитов.
108. Мембраны хлоропластов.
109. Внутренняя (цитоплазматическая) мембрана бактерий.
110. Мембрана вирусов.
111. Разрушение клеток, разделение мембран. Критерии чистоты мембранных фракций.
112. Белки и липиды как основные компоненты мембран. Фосфолипидный состав субклеточных мембран печени крысы. Длинные углеводородные цепи. Мембраны грамположительных бактерий.
113. Пути биосинтеза мембранных липидов и механизмы их доставки к местам назначения.
114. Процесс образования мембран. Особенности экзоцитозного пути. Характерные особенности биосинтеза мембранных белков. Сигналы для сортировки белков в эукариотических клетках. Изменения липидного состава мембран в ответ на изменения условий окружающей среды.
115. Особенности пассивного и активного транспорта веществ через мембрану, явления эндо- и экзоцитоза.
116. Характеристика ионных каналов: ацетилхолиновый, натриевый, кальциевый.
117. Функции поровых комплексов и поринов, молекулы используемые в качестве их моделей.
118. Асимметрия мембран.
119. Топография мембранных белков и использование протеаз для ее определения.
120. Трансмембранное и латеральное распределение мембранных компонентов.
121. Свойства, степень ассоциации и функции эритроцитарных мембранных белков.
122. Химическая модификация фосфолипидов.
123. Биологическое значение, классификация, изучение и регуляция каталитической активности ферментов биологической мембраны, их отличия от растворимых ферментов.
124. История изучения двигательной функции живых организмов. Обзор типов двигательной активности в природе.
125. Движения прокариотических организмов. Двигательная активность в мире эукариотов.
126. Опорно-двигательная система цитоплазмы: микрофиламенты, микротрубочки, промежуточные филаменты.
127. Строение и движение ресничек.
128. Строение и механизм работы двигательного аппарата бактерий.
129. Способы движения растений: внутриклеточные движения
130. Способы движения растений: локомоторные движения
131. Способы движения растений: рост растяжением
132. Способы движения растений: тургорные движения
133. Морфологическая организация и химическое строение поперечно-полосатой мышцы.
134. Мышечные белки. Белки саркоплазмы. Миоглобин, парвальбумины.
135. Сократительные белки: актин, актомиозин, миозин, тропомиозин, тропонин, актинины.
136. Строение мышечного волокна, актиновых и миозиновых нитей.
137. Морфологическая организация и химическое строение сердечной мышцы и гладкой мускулатуры
138. Энергетика мышечных сокращений: модель скользящих нитей.
139. Энергетика мышечных сокращений: рабочий цикл актомиозинового комплекса.
140. Биоэнергетические процессы при мышечной деятельности. Источники энергии мышечного сокращения.
141. Биохимические основы утомления, адаптации и восстановления.
142. Регуляция сокращения и расслабления мышц.
143. Биохимические изменения в мышцах при патологии.
144. Сократительные белки цитоскелета.
145. Актиновые компоненты немускульных клеток.
146. Кинезин: строение, функции.
147. Строение и функции микротрубочек цитоплазмы.
148. Центросомный цикл.
149. Механизм движения бактериальных жгутиков.
150. Структурная организация поперечно-полосатой мышцы.
151. Молекулярная организация и функции сократительных белков гладкой и поперечно-полосатой мускулатуры.

152. Динеин: строение, функции.  
 153. Механизм электро-механического сопряжения.  
 154. Регуляция сократительной деятельности мышц.  
 155. Соотношение аэробных и анаэробных процессов при мышечной деятельности.

#### 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

- 56 баллов и более - "зачтено".  
 55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

- 86 баллов и более - "отлично".  
 71-85 баллов - "хорошо".  
 56-70 баллов - "удовлетворительно".  
 55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 2</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Научный доклад	Обучающиеся самостоятельно пишут работу на заданную тему и сдают преподавателю в письменном виде. В работе производится обзор материала в определённой тематической области либо предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, изложение материала, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения. В случае публичной защиты оцениваются также ораторские способности.	1	40
Дискуссия	На занятии преподаватель формулирует проблему, не имеющую однозначного решения. Обучающиеся предлагают решения, формулируют свою позицию, задают друг другу вопросы, выдвигают аргументы и контраргументы в режиме дискуссии. Оцениваются владение материалом, способность генерировать свои идеи и давать обоснованную оценку чужим идеям, задавать вопросы и отвечать на вопросы, работать в группе, придерживаться этики ведения дискуссии.	2	10
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

#### 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

##### 7.1 Основная литература:

- Северин С.Е., Биологическая химия с упражнениями и задачами / под ред. С.Е. Северина - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 624 с. - ISBN 978-5-9704-3027-9 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970430279.html> (дата обращения: 28.06.2019). - Режим доступа : по подписке.
- Губарева А.Е., Биологическая химия. Ситуационные задачи и тесты : учеб. пособие / А. Е. Губарева [и др.] ; под ред. А. Е. Губаревой. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 528 с. - ISBN 978-5-9704-3561-8 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435618.html> (дата обращения: 28.06.2019). - Режим доступа : по подписке.
- Ярыгин В.Н., Биология. В 2 т. Т. 2 : учебник / под ред. В. Н. Ярыгина. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 560 с. - ISBN 978-5-9704-3565-6 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435656.html> (дата обращения: 28.06.2019). - Режим доступа : по подписке.

4. Тюкавкина Н.А., Биоорганическая химия : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 176 с. - ISBN 978-5-9704-3189-4 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431894.html> (дата обращения: 28.06.2019). - Режим доступа : по подписке.

5. Северин Е.С., Биохимия : учебник / под ред. Е. С. Северина. - 5-е изд., испр. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 768 с. - ISBN 978-5-9704-3312-6 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970433126.html> (дата обращения: 28.06.2019). - Режим доступа : по подписке.

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Тюкавкина Н.А., Биоорганическая химия: руководство к практическим занятиям / под ред. Н.А. Тюкавкиной - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 168 с. - ISBN 978-5-9704-2821-4 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970428214.html> (дата обращения: 28.06.2019). - Режим доступа : по подписке.

2. Тюкавкина Н.А., Органическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина и др.; под ред. Н. А. Тюкавкиной. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 640 с. - ISBN 978-5-9704-3292-1 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970432921.html> (дата обращения: 28.06.2019). - Режим доступа : по подписке.

3. Тюкавкина Н.А., Биоорганическая химия / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 416 с. - ISBN 978-5-9704-2783-5 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970427835.html> (дата обращения: 28.06.2019). - Режим доступа : по подписке.

4. Зверев В.В., Медицинская микробиология, вирусология и иммунология: в 2 т. Том 1. : учебник / Под ред. В.В. Зверева, М.Н. Бойченко. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 448 с. - ISBN 978-5-9704-3641-7 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970436417.html> (дата обращения: 28.06.2019). - Режим доступа : по подписке.

5. Смирнов, О. Ю. Медицинская биология: Энциклопедический справочник / Смирнов О.Ю. - Москва :Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 608 с. (Высшее образование) ISBN 978-5-00091-177-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/538672> (дата обращения: 28.06.2019)

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Курс Биоэнергетика В.П.Скулачева (МГУ) - [https://bioenergetics.pro/lectures/be\\_course/](https://bioenergetics.pro/lectures/be_course/)

Статьи образовательного характера (Мембраны) - <https://postnauka.ru/faq/64564>

3D-моделирование мембранных белков (Hotspot) - <https://habr.com/post/238451/>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Главное в период подготовки к лекционным занятиям - мнаучиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения. Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы.</p> <p>В основу его нужно положить рабочие программы изучаемых в семестре дисциплин.</p> <p>Ежедневной учебной работе студенту следует уделять 9-10 часов своего времени, т.е. при шести часах аудиторных занятий самостоятельной работе необходимо отводить 3-4 часа.</p> <p>Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день.</p> <p>В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	<p>Подготовка к семинарским занятиям</p> <p>Подготовку к каждому семинарскому занятию каждый студент должен начать с ознакомления с планом семинарского занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованную к данной теме. На основе индивидуальных предпочтений студенту необходимо самостоятельно выбрать тему доклада по проблеме семинара и по возможности подготовить по нему презентацию. Если программой дисциплины предусмотрено выполнение практического задания, то его необходимо выполнить с учетом предложенной инструкции (устно или письменно). Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса. Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы семинара, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.</p> <p>Структура семинара</p> <p>В зависимости от содержания и количества отведенного времени на изучение каждой темы семинарское занятие может состоять из четырех-пяти частей:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обсуждение теоретических вопросов, определенных программой дисциплины.</li> <li>2. Доклад и/ или выступление с презентациями по проблеме семинара.</li> <li>3. Обсуждение выступлений по теме ? дискуссия.</li> <li>4. Выполнение практического задания с последующим разбором полученных результатов или обсуждение практического задания, выполненного дома, если это предусмотрено программой.</li> <li>5. Подведение итогов занятия.</li> </ol>
самостоятельная работа	<p>В содержание самостоятельной работы студентов входят:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельная работа с учебно-методическими материалами и электронным учебным курсом, к которому предоставляется сетевой доступ через Образовательный портал, а также с сетевыми ресурсами;</li> <li>- подготовка к сдаче рефератов и чтении магистерских лекций на семинарах;</li> <li>- подготовка к аттестации.</li> </ul> <p>Алгоритм действий при выполнении СРС</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучить материалы, предоставленные преподавателем на занятии, формы отчетности и способы контроля.</li> <li>2. Изучите часть курса, которая содержит конкретные задания по каждой теме.</li> <li>3. Посмотрите рекомендуемую литературу, предложенную преподавателем в библиотеке КФУ.</li> <li>4. Изучить имеющуюся в КФУ литературу в электронном и печатном виде, прочитать материалы лекций.</li> <li>5. Изучить основные понятия, представленные в глоссарии.</li> <li>6. Ответить на контрольные вопросы, которые есть после каждой лекции.</li> <li>7. Выполнить задания и предоставить их преподавателю в устном или письменном виде.</li> </ol>

Вид работ	Методические рекомендации
дискуссия	<p>Дискуссия ? это целенаправленное обсуждение конкретного вопроса, сопровождающееся, обменом мнениями, идеями между двумя и более лицами. Задача дискуссии - обнаружить различия в понимании вопроса и в споре установить истину. Дискуссии могут быть свободными и управляемыми.</p> <p>К технике управляемой дискуссии относятся: четкое определение цели, прогнозирование реакции оппонентов, планирование своего поведения, ограничение времени на выступления и их заданная очередность.</p> <p>Групповая дискуссия. Для проведения такой дискуссии все студенты, присутствующие на практическом занятии, разбиваются на небольшие подгруппы, которые обсуждают те или иные вопросы, входящие в тему занятия.</p> <p>Обсуждение может организовываться двояко: либо все подгруппы анализируют один и тот же вопрос, либо какая-то крупная тема разбивается на отдельные задания.</p> <p>Для проведения дискуссии необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбрать тему дискуссии, ее может предложить как преподаватель, так и студенты.</li> <li>2. Выделить проблематику. Обозначить основные спорные вопросы.</li> <li>3. Рассмотреть, исторические и современные подходы по выбранной теме.</li> <li>4. Подобрать литературу.</li> <li>5. Выписать тезисы.</li> <li>6. Проанализировать материал и определить свою точку зрения по данной проблематике.</li> </ol> <p>Особенности дискуссии:</p> <p>? Дискуссия предполагает включенность в работу всей группы студентов.</p> <p>? Студенты должны обязательно изучить данный материал не по одному источнику, а расширить свой кругозор по выбранной теме, из различных источников (научная литература, научные журналы, СМИ, интернет ресурсы, справочники и т.д.).</p> <p>? При изучении вопросов необходимо обратиться не только к традиционным материалам, но и учитывать другие точки зрения. Изучение большого количества материала помогает студенту выразить свое мнение, доказать его и дать оценку.</p> <p>? Дискуссия не должна превращать в бесформенные выкрики, и содержать ответы: ?согласен? - ?не согласен?, ?хорошо? - ?плохо?, ?я так думаю?, ?мне так кажется?. Данные виды ответов показывают не готовность студента к дискуссии.</p> <p>? Студент должен отстаивать свою точку зрения, аргументировать ее, делать выводы, задавать вопросы оппоненту.</p> <p>? В ходе дискуссии студенты могут менять свою точку зрения, ведь только в споре рождается истина.</p> <p>В конце диспута всегда делается вывод и анализируется сколько человек остались верны своим позициям, кто изменил свое мнение.</p> <p>Очень важно в конце дискуссии сделать обобщения, сформулировать выводы, показать, к чему ведут ошибки и заблуждения, отметить все идеи и находки группы.</p> <p>Таким образом, дискуссия предполагает высокую умственную активность его участников.</p> <p>Семинар - дискуссия прививает студентам умение вести полемику, обдумывать обсуждаемый материал, отстаивать свои взгляды и усовершенствовать свое ораторское искусство.</p>
научный доклад	<p>Тема должна быть полностью раскрыта, продемонстрирован высокий уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники в нужном количестве.</p> <p>Структура работы и применённые методы должны соответствовать поставленным задачам.</p> <p>Научный доклад, подготавливаемый каждым магистром, сопровождается письменной работой в форме эссе с развернутым содержанием. Для подготовки презентации рекомендуется использовать: PowerPoint, MS Word, Acrobat Reader. Самая простая программа для создания презентаций - Microsoft PowerPoint. Для подготовки презентации необходимо собрать и обработать начальную информацию.</p>
зачет	<p>Цель курса состоит в том, чтобы дать представление студентам о молекулярных основах превращения энергии в живых системах, структурно-функциональной организации клеточных мембран, об основных энергетических процессах и реакциях, протекающих внутри клеток и связанных с жизненно важными функциями организма.</p> <p>Работу с литературой разумнее начинать с разбора материала, изложенного в лекциях.</p> <p>Работать необходимо с карандашом, отмечая хорошо понятный материал, и, отдельно, материал, вызывающий вопросы. Затем, с помощью учебника, необходимо дополнять текст лекций соответствующими комментариями. После этого переходить к проработке непонятого материала, активно используя учебники, рекомендованную литературу и консультируясь с преподавателем.</p>

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Освоение дисциплины "Биоэнергетика и мембранология" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Mozilla Firefox

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Освоение дисциплины "Биоэнергетика и мембранология" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

#### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 06.04.01 "Биология" и магистерской программе "Биохимия, молекулярная биология и биоинформатика".