

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра физиологии растений и экологии почв**

**Авторы-составители: Четина Оксана Александровна  
Боталова Ксения Ивановна**

Рабочая программа дисциплины

**БИОЛОГИЯ КЛЕТКИ**

Код УМК 100721

Утверждено  
Протокол №8  
от «18» июня 2024 г.

Пермь, 2024

## **1. Наименование дисциплины**

Биология клетки

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **06.03.01** Биология  
направленность Биоразнообразие и живые системы

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Биология клетки** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**06.03.01** Биология (направленность : Биоразнообразии и живые системы)

**ОПК.1** Владеет базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов математических и естественных наук

#### **Индикаторы**

**ОПК.1.1** Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук

**ПК.1** Способен применять знания в области биологических наук в объеме достаточном для ведения профессиональной деятельности

#### **Индикаторы**

**ПК.1.2** пользуется базовыми знаниями о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности, биофизических основах жизнедеятельности при проведении исследований биологических систем и живых объектов различных уровней организации

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направление подготовки</b>	06.03.01 Биология (направленность: Биоразнообразие и живые системы)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	5,7
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	6
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	216
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	84
<b>Проведение лекционных занятий</b>	42
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	42
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	132
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (2) Письменное контрольное мероприятие (6)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (5 триместр) Экзамен (7 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Первый учебный период**

#### **Молекулярные основы живого**

##### **Введение. Логика живого**

Биохимия как наука, изучающая сущность живого на молекулярном уровне, т.е. молекулярную логику живого.

Биохимия как наука о веществах, входящий в состав живой клетки, и их превращениях, лежащих в основе жизнедеятельности. Свойства, характеризующие живую материю, являются предметом биохимии: а) сложность и высокий уровень организации, функциональность и специальное назначение всех биомолекул, б) принцип молекулярной экономии, в) универсальность, г) возможность извлекать из окружающей среды и преобразовывать энергию, д) способность к точному самовоспроизведению. е) способность к саморегуляции, гомеостаз.

История биохимии, значение биохимии для хозяйственной деятельности человека и медицины.

Молекулярная биология, предмет, история, значение.

##### **Белки. Структуры и функции**

Белки - важнейшие биомолекулы живой клетки. Функциональная классификация белков, простые и сложные белки. Аминокислоты их общая классификация. Белковые аминокислоты, классификация. Уникальные свойства белковых аминокислот: полифункциональность, амфотерность, изомеризация. Уровни пространственной организации белков. Первичная структура полипептидов - генетически детерминированная линейная последовательность аминокислотных остатков. Пептидная связь, ее свойства. Дисульфидная связь. Гомологичные белки. Вторичные структуры полипептидных цепей - альфа-спираль и бета-слой. Роль водородных связей. Ограничения по аминокислотному составу. Сверхвторичные структуры. Домены и их функциональная роль. Третичные структуры белков - глобулярные, фибриллярные, мембранные. Роль внешней среды в их образовании. Четвертичная структура белков, ее преимущества. Гомомерные и гетеромерные белки. Отдельные представители белков: коллаген и эластин (соединительные ткани), кератины (покровные ткани), гемоглобин (кровь), актин и миозин (мышечная ткань). Общая характеристика пептидов.

##### **Углеводы. Строение и функции**

Биологическая роль. Классификация, химические свойства. Моносахариды, структура основных клеточных представителей. Стереоизомеры. Циклические формы и таутомерия. Важнейшие клеточные представители олигосахаридов (мальтоза, лактоза, сахароза, целлобиоза, мелецитоза). Резервные полисахариды (крахмал, гликоген). Структурные полисахариды (целлюлоза, гемицеллюлоза, пектин, лигнин, хитин, муреин). Гликопротеины и гликолипиды. Нейраминная и гиалуроновая кислоты. Хондроитинсульфат. Гепарин.

##### **Липиды. Строение и функции**

Биологическая роль. классификация, свойства и распространение липидов в природе. Основные классы клеточных липидов. Жирные кислоты, их классификация и номенклатура. Триацилглицерины их группы и клеточные функции. Глицерофосфолипиды. Воска. Сфинголипиды. Стероиды. Терпены. Пространственная структура липидов.

#### **Молекулярные механизмы жизнедеятельности**

##### **Общая характеристика обмена веществ и энергии**

Катаболизм и анаболизм, причины несовпадения путей катаболизма и анаболизма. Вторичный метаболизм. Источники энергии для живых организмов. Общие закономерности трансформации

энергии в живых системах. Высокоэнергетические соединения. АТФ — главный энергетический посредник клетки. Перенос энергии в форме НАДФН.

### **Ферменты**

Сущность явления катализа. Особенности ферментативного катализа. Термодинамические и кинетические характеристики ферментативного катализа. Химическая природа ферментов. Активный центр. Коферменты и простетические группы. Роль витаминов и металлов в функционировании ферментов.

Кинетика ферментативных процессов. Уравнение и константа Михаэлиса-Ментен. Влияние факторов среды на активность ферментов (температура, pH и др.). Специфичность действия ферментов. Факторы, определяющие эффективность ферментативного катализа (сближение и ориентация, индуцированное соответствие, кислотно-основной и ковалентный катализ). Механизмы катализа отдельных ферментов (химотрипсина, дегидрогеназы). Регуляция активности ферментов: обратимое и необратимое ингибирование, конкурентное и неконкурентное ингибирование. Аллостерические ферменты. Кинетика аллостерических ферментов, кооперативные эффекты. Регуляция по типу ковалентной модификации. Ретроингибирование. Классификация и номенклатура ферментов. Множественные молекулярные формы ферментов. Изоферменты. Локализация ферментов в клетках и тканях.

### **Обмен углеводов**

Пути распада полисахаридов и олигосахаридов. Гидролиз и фосфолиз гликозидных связей. Расщепление моносахаридов. Гликолиз, химизм, биологическая роль, регуляция. Брожения. Пируватдегидрогеназная реакция, химизм, биологическая роль, регуляция. Цикл трикарбоновых кислот, химизм, значение, регуляция. Окислительное фосфорилирование на уровне субстрата. Энергетическая характеристика аэробного и анаэробного путей окисления глюкозы. Пентозофосфатный цикл. Глюконеогенез. Синтез олигосахаридов и полисахаридов. Гликозилтрансферазные реакции.

### **Обмен липидов**

Гидролиз триацилглицеридов и глицерофосфолипидов. Окисление глицерина, бета— расщепление жирных кислот, химизм, энергетический баланс, регуляция. Метаболизм пропионовой кислоты.

Кетоновые тела.

Биосинтез жирных кислот. Мультиферментный комплекс - синтеза жирных кислот. Синтез триацилглицеридов и глицерофосфолипидов. Роль ЦТФ в биосинтезе липидов. Общая характеристика обмена терпенов и стероидов.

### **Биологическое окисление**

Свободное окисление, окислительное фосфорилирование. Дыхательная цепь митохондрий.

Сопрягающие мембраны. НАД- и НАДФ-зависимые дегидрогеназы. Флавиновые дегидрогеназы.

Убихинон. Цитохромы и цитохромоксидаза.

Ступенчатый транспорт электронов от субстрата окисления к кислороду, его энергетическое значение.

АТФ-синтетаза. Механизмы сопряжения окисления и фосфорилирования в дыхательной цепи.

Ротационный механизм синтеза АТФ. Трансмембранный градиент протонов как форма запасания энергии.

Регуляция окислительного фосфорилирования. Транспорт АТФ и АДФ через мембраны.

Перенос восстановительных эквивалентов между цитоплазмой и митохондриями.

### **Матричный синтез ДНК и РНК (репликация, транскрипция)**

Строение нуклеиновых кислот. Азотистые основания, углеводные компоненты, нуклеозиды, нуклеотиды. Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) - первичная, вторичная, третичная структура.

Биологическое значение двухспирального строения ДНК. Принцип комплементарности и его

биологическое значение. Рибонуклеиновая кислота (РНК). Структура и функции основных классов РНК

— информосомных, рибосомных, транспортных.

Матричный синтез нуклеиновых кислот. Репликация (синтез ДНК). Основные принципы репликации двухцепочечных ДНК прокариот. Ферменты репликации: ДНК-полимеразы, праймазы, хеликазы, лигазы, топоизомеразы. Детальная картина синтеза ведущей и запаздывающей цепей ДНК на примере *E. coli*. Регуляция репликации у прокариот. Особенности репликации у эукариот.

Транскрипция (синтез РНК). РНК-полимеразы прокариот и эукариот. Цикл транскрипции у прокариот. Регуляция транскрипции. Особенности транскрипции у эукариот. Процессинг и сплайсинг первичных транскриптов. Обратная транскрипция у РНК-содержащих вирусов.

### **Обмен аминокислот, матричный синтез белков (трансляция)**

Ферментативный гидролиз белков. Протеолитические ферменты, их специфичность, активация. Пути распада и образования аминокислот в организме. Реакции переаминирования, дезаминирования, декарбоксилирования, восстановительное аминирование. Образование и вывод аммиака (орнитиновый цикл). Расщепление углеродных скелетов аминокислот.

Трансляция (синтез белков). Генетический код. Рибосомы, их строение и функции в синтезе белка. Общая характеристика цикла трансляции. Активирование аминокислот. Инициация трансляции у прокариот. Белковые факторы инициации. Элонгация трансляции. Белковые факторы элонгации. Транспептидазная реакция. Механизм транслокации. Терминация трансляции. Белковые факторы терминации. Роль ГТФ в биосинтезе белка. Регуляция трансляции у прокариот. Ко-трансляционные модификации белка. Самосборка четвертичной структуры белка и надмолекулярных структур клетки.

### **Итоговое контрольное мероприятие**

#### **Второй учебный период**

Проверить базовые знания для освоения материала по биофизике.

Входной тест по модулю «Биофизика»

А) Выбрать правильные определения:

1. Электрон - стабильная элементарная частица с наименьшим положительным электрическим зарядом.
2. Гидрофобность — это физическое свойство молекулы, которая «стремится» избежать контакта с водой. Сама молекула в этом случае называется гидрофобной.
3. Гидрофильность — характеристика интенсивности молекулярного взаимодействия вещества с водой, способность хорошо впитывать воду, а также высокая смачиваемость поверхностей водой.
4. Гидрофильность - это физическое свойство молекулы, которая «стремится» избежать контакта с водой. Сама молекула в этом случае называется гидрофобной.
5. Дегидротация - отщепление воды от молекул органических или неорганических соединений.
6. Ионы - одноатомные или многоатомные частицы, не имеющие электрического заряда.
7. Электрон - стабильная элементарная частица с наименьшим отрицательным электрическим зарядом.
8. Дегидротация - присоединение воды к молекулам.
9. Ионы - одноатомные или многоатомные частицы, несущие электрический заряд.

Б) Соединить соответствующие понятия и символы:

Понятия:

1. Ион
2. Молекула
3. Протон
4. Атом

Символы:

- а) H<sub>2</sub>O
- б) Al
- в) SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>
- г) H<sup>+</sup>

В) Подобрать к терминам соответствующее определение:

Термины:

- 1. Диполь
- 2. Электромагнитное поле
- 3. Электрический заряд
- 4. Спин
- 5. Атомная орбиталь
- 6. Диффузия

Определения:

- а). Физическая величина, характеризующая свойство частиц или тел вступать в электромагнитные силовые взаимодействия.
- б). Дополнительная энергия электрона, связанная с вращением вокруг своей оси наподобие волчка (спин — по-английски верчение).
- в). Молекула с разными зарядами на концах, например, вода, где водород в силу меньшей электроотрицательности несет положительный заряд, а кислород отрицательный.
- г). Область наиболее вероятного пребывания электрона (электронное облако) в электрическом поле ядра атома.
- д). Процесс взаимного проникновения молекул одного вещества между молекулами другого, приводящий к самопроизвольному выравниванию их концентраций по всему занимаемому объёму.
- е). Физическое поле, взаимодействующее с электрически заряженными телами

### **Введение**

Биофизика как пограничная наука, стоящая на стыке биологии, физики, химии и математики.

Биофизика - биологическая наука, изучающая макромолекулярную основу структурной организации живого.

Методы биофизических исследований.

Вклад биофизики в решение важнейших проблем современной биологии.

### **Кинетика биологических процессов**

Общие принципы описания кинетического поведения биологических процессов. Принцип узкого места.

Метод фазовой плоскости. Качественные исследования простейших моделей биопроцессов.

Биологические триггеры. Колебательные процессы в биологии. Фазовый портрет автоколебательной системы.

### **Термодинамика биологических процессов**

#### **Термодинамика в открытых системах**

Термодинамика систем вблизи равновесия. Первый и второй закон термодинамики и живые системы.

Второй закон термодинамики в открытых системах. Поддержание неравновесных состояний в



биосистемах. Изменение энтропии в системе «организм – среда».

Теорема Пригожина или принцип минимума прироста энтропии в частично равновесной открытой системе в стационарном состоянии, близком к термодинамическому равновесию. Оценка эффективности биопроцессов по изменению термодинамического потенциала внешней среды

### **Термодинамика вдали от равновесия**

Термодинамика систем вдали от равновесия. Использование нелинейной термодинамики в живых системах. Критерий устойчивости стационарных состояний по избыточной продукции энтропии в возмущенном состоянии.

Энтропия, информация и биологическая упорядоченность. Связь между энтропией и информацией по Брюллюэну. Выражение Шеннона.

### **Контрольное мероприятие**

Письменная контрольная работа по термодинамике живых систем

### **Молекулярная биофизика**

#### **Электронно-конформационные взаимодействия в макромолекулах**

Слабые невалентные взаимодействия и их роль в образовании структуры макромолекул, в межмолекулярных взаимодействиях. Силы Ван-дер-Ваальса.

Природа электростатических, гидрофобных и водородных связей и их значение в биосистемах.

Понятие о конформации макромолекулы. Механизмы конформационных переходов. Понятие о конформационной энергии молекулы.

Спиновое состояние электрона и конформационные переходы в макромолекулах.

Конформация белковой молекулы в мембране.

Полная энергия макромолекулы. Электронная энергия молекулы и уравнение Шредингера. Изменение электронного состояния атома и конформационные переходы.

#### **Механизмы переноса электронов и миграции энергии в биоструктурах**

Миграция энергии электронного возмущения. Механизмы переноса электрона и миграции энергии в биоструктурах: концепция туннельного транспорта электрона.

Механизмы переноса электрона и миграции энергии в биоструктурах: индуктивно-резонансный механизм миграции, обменно-резонансный механизм миграции, экситонный механизм миграции энергии.

#### **Механизмы ферментативного катализа**

Механизм ферментативного катализа. Конформационные перестройки и высота барьера активации реакции. Электронно-конформационные переходы в комплексе фермент-субстрат.

### **Контрольное мероприятие**

Письменная контрольная работа по молекулярной биофизике

#### **Структурно-функциональная организация биологических мембран**

Молекулярная организация биомембран. Жидкомозаичная модель мембраны. Межмолекулярные взаимодействия в мембранах.

Механические и конформационные свойства мембран. Фазовые переходы биомембран. Перекисное окисление липидов и функционирование мембран.

### **Транспорт веществ и биоэлектрогенез**

### **Транспорт неэлектролитов**

Транспорт неэлектролитов через мембраны. Диффузия: движущая сила. Закон Фика. Понятие об облегченной диффузии.

### **Транспорт ионов**

Транспорт ионов через мембраны. Механизмы и движущая сила пассивного транспорта. Уравнение электрохимического потенциала.

Энергия иона и причины ее понижения при транспорте через биомембраны.

Электрические свойства биомембран и транспорт ионов. Понятие о двойном электрическом слое.

Плотность распределения ионов в зависимости от расстояния. Электрокинетический потенциал мембраны.

Электродиффузная теория транспорта ионов через мембраны. Уравнение Нерста – Планка для потока ионов через мембрану. Уравнение Гольдмана для мембранного потенциала.

Индукцированный ионный транспорт через мембраны. Затраты энергии по формуле Борна.

Перенос ионов ионофорами. Затраты энергии для переноса комплекса «ион-ионофор». Избирательность ионных переносчиков. Электрические свойства мембраны и движение заряженных комплексов «ион-переносчик».

Ионный транспорт в каналах. Понятие об энергетическом профиле канала. Уравнение силы тока, переносимого ионами.

Зависимость энергетического профиля ионного канала от заполнения канала, от биоэлектрических процессов. Селективность каналов, анионные центры каналов.

Общие свойства ионных каналов нервных волокон.  $\text{Na}^+$  - канал,  $\text{K}^+$  - канал, их селективность.

Функционирование ионных каналов в зависимости от внешнего электрического потенциала, понятие воротного устройства.

### **Активный транспорт ионов**

Активный транспорт ионов. Перенос ионов за счет энергии АТФ или энергии окислительно-восстановительных реакций. Схема работы  $\text{Na}^+$  ,  $\text{K}^+$ - канала.

Сопряжение ионообменных процессов с гидролитическим расщеплением молекулы АТФ.

Конформационные переходы  $\text{Na}^+$  ,  $\text{K}^+$  - АТФазы.

Транспорт протонов в энергосберегающих мембранах. Образование градиента электрохимических потенциалов в биомембранах.

### **Транспорт ионов в возбудимых мембранах**

Общие свойства ионных каналов нервных волокон.  $\text{Na}^+$  - канал,  $\text{K}^+$  - канал, их селективность.

Функционирование ионных каналов в зависимости от внешнего электрического потенциала, понятие воротного устройства.

### **Трансформация энергии в биомембранах**

Общая характеристика преобразования энергии в биомембранах. Электрон-транспортные цепи.

Механизмы транслокации протонов и генерация  $\square\mu\text{H}^+$ . АТФазный комплекс. Механизм энергетического сопряжения.

### **Контрольное мероприятие**

Письменная контрольная работа по мембранным процессам

### **Первичные фотопроцессы в биологических системах**

Фотопревращение бактериородопсина. Строение бактериородопсина, конформационные переходы молекулы при поглощении кванта света. Внутримолекулярный перенос протона.

Фотоизомеризация родопсина в фоторецептурной мембране зрительных клеток позвоночных.  
Проницаемость мембраны и светоиндуцированный электрический сигнал.  
Ультрафиолетовое излучение и фотодеструкционные процессы в ДНК: фотоизомеризация, фотогидротация, образование пиримидиновых аддукатов. Механизмы фотореактивации.  
Действие ультрафиолетового излучения на белки, на биомембраны.

### **Методы исследования биофизических процессов**

Защита отчетов по лабораторным работам

### **Биофизика мышечного сокращения**

Основные сведения о свойствах поперечно-полосатых мышц. Структура сократительного аппарата. Мостиковая гипотеза генерации силы. Молекулярный мотор мышцы.

### **Итоговое контрольное мероприятие**

Итоговое контрольное мероприятие проводится в виде письменной контрольной работы по трем темам:

1. Термодинамика живых систем.
2. Механизмы пассивного транспорта веществ через биомембраны.
3. Механизмы активного транспорта веществ через биомембраны.

Контрольная работа оценивается по следующим критериям:

1. Студент демонстрирует знание основ термодинамики живых систем: формулирует действие законов термодинамики, показывает особенности их проявления в живых системах.
2. Студент демонстрирует знание структурно-функциональной организации биомембран и физические механизмы пассивного транспорта неэлектролитов и ионов через мембраны.
3. Студент демонстрирует знание закономерностей активного транспорта ионов ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{H}^+$ ) через мембраны за счет энергии АТФ и окислительно-восстановительных реакций, значение этих процессов для функционирования биосистем.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Биологическая химия : учебник / А. Д. Таганович, Э. И. Олецкий, Н. Ю. Коневалова, В. В. Лелевич ; под редакцией А. Д. Тагановича. — 2-е изд. — Минск : Вышэйшая школа, 2016. — 672 с. — ISBN 978-985-06-2703-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/90721.html>
2. Комов, В. П. Биохимия : учебник для вузов / В. П. Комов, В. Н. Шведова ; под общей редакцией В. П. Комова. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 684 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13939-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/496710>
3. Рубин, А. Б., Биофизика : учебник / А. Б. Рубин. — Москва : КноРус, 2023. — 190 с. — ISBN 978-5-406-10409-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система BOOK.RU : [сайт]. <https://book.ru/book/947021>
4. Дэвид, Нельсон Основы биохимии Ленинджера. В 3 томах. Т.1. Основы биохимии, строение и катализ / Нельсон Дэвид, Кокс Майкл ; перевод Т. П. Мосолова, Е. М. Молочкина, В. В. Белов ; под редакцией А. А. Богданова, С. Н. Кочеткова. — 3-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 747 с. — ISBN 978-5-00101-864-3 (т.1), 978-5-00101-863-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <https://www.iprbookshop.ru/129445.html>
5. Рубин, А. Б. Биофизика. Том 1. Теоретическая биофизика : учебник / А. Б. Рубин. — Москва : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2004. — 448 с. — ISBN 5-211-06110-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/13075>

### Дополнительная:

1. Кнорре Д. Г., Мызина С. Д. Биологическая химия: учебник для студентов химических, биологических и медицинских специальностей вузов/Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина.-Москва:Высшая школа,2003, ISBN 5-06-003720-7.-479.-Библиогр.: с. 466-467
2. Рубин А. Б.Биофизика.учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Биофизика" : в 2 т. Т. 2.Биофизика клеточных процессов/А. Б. Рубин ; Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова.-3-е изд., испр. и доп..-Москва:Издательство Московского университета : Наука,2004, ISBN 5-211-06111-X.-469.-Библиогр.: с. 459-460
3. Биофизика:учебник для студентов вузов/В. Ф. Антонов [и др.] ; ред. В. Ф. Антонов.-3-е изд., испр. и доп..-Москва:ВЛАДОС,2006, ISBN 5-691-01037-9.-287.-Библиогр.: с. 282-284

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Биология клетки** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

- 1) офисный пакет приложений (текстовый процессор, программа для подготовки электронных презентаций);
- 2) программа демонстрации видеоматериалов (проигрыватель);
- 3) приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов;
- 4) программы для просмотра и редактирования цифровых изображений;
- 5) программы для просмотра и редактирования DjVu-файлов.

Дисциплина не предусматривает использование специализированного программного обеспечения.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

Для проведения лекционных занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения лабораторных занятий необходима "Лаборатория биологии клетки", оснащенная лабораторным оборудованием. Состав оборудования, учебно-наглядных пособий, демонстрационных материалов представлен в паспорте лаборатории.

Для самостоятельной работы необходимы помещения Научной библиотеки ПГНИУ. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ, обеспечивают доступ к локальной и глобальной сетям.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций необходима аудитория, оснащенная

специализированной мебелью, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской, а также "Лаборатория биологии клетки", оснащенная лабораторным оборудованием. Состав оборудования, учебно-наглядных пособий, демонстрационных материалов представлен в паспортах лабораторий.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Биология клетки**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.1**

**Владеет базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов математических и естественных наук**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p>	<p>ЗНАТЬ молекулярные основы жизнедеятельности, кинетику и термодинамику биологических процессов. ВЛАДЕТЬ основными физико-химическими методами исследования живых систем.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> Не знает молекулярные основы жизнедеятельности, кинетику и термодинамику биологических процессов. Не владеет основными физико-химическими методами исследования живых систем.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> Фрагментарно знает молекулярные основы жизнедеятельности, кинетику и термодинамику биологических процессов. Не владеет основными физико-химическими методами исследования живых систем.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b> В целом знает молекулярные основы жизнедеятельности, кинетику и термодинамику биологических процессов. Частично владеет основными физико-химическими методами исследования живых систем.</p> <p align="center"><b>Отлично</b> Знает молекулярные основы жизнедеятельности, кинетику и термодинамику биологических процессов. Владеет основными физико-химическими методами исследования живых систем.</p>

**ПК.1**

**Способен применять знания в области биологических наук в объеме достаточном для ведения профессиональной деятельности**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.1.2</b> пользуется базовыми знаниями о молекулярных основах живого и молекулярных</p>	<p>ИМЕТЬ базовые знания о молекулярных основах живого. УМЕТЬ организовать проведение экспериментальных исследований в области</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> Не имеет базовые знания о молекулярных основах живого; не умеет организовать проведение экспериментальных исследований в области биологии клетки</p>



<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p>механизмах жизнедеятельности, биофизических основах жизнедеятельности при проведении исследований биологических систем и живых объектов различных уровней организации</p>	<p>биологии клетки</p>	<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Имеет фрагментарные знания о молекулярных основах живого, в целом умеет организовать проведение экспериментальных исследований в области биологии клетки, но допускает отдельные ошибки</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Имеет базовые знания о молекулярных основах живого; умеет организовать проведение экспериментальных исследований в области биологии клетки; однако в знаниях и умениях имеются отдельные пробелы.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Имеет базовые знания о молекулярных основах живого; умеет организовать проведение экспериментальных исследований в области биологии клетки</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ПК.1.2</b> пользуется базовыми знаниями о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности, биофизических основах жизнедеятельности при проведении исследований биологических систем и живых объектов различных уровней организации <b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	Липиды. Строение и функции <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Может написать химические формулы белковых аминокислот, короткого олигопептида, важнейших углеводов и липидов. Изображает схематично и поясняет варианты конформации белков, полисахаридов (крахмала, целлюлозы) и липидов (ацилглицеридов, глицерофосфолипидов, знает химическую природу стероидов и терпенов. Может объяснить роль слабых взаимодействий в формировании трехмерных структур.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.1.2</b> пользуется базовыми знаниями о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности, биофизических основах жизнедеятельности при проведении исследований биологических систем и живых объектов различных уровней организации</p> <p><b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p>	<p>Обмен липидов</p> <p><b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знает основы ферментативного катализа, строение и классификацию ферментов.</p> <p>Знает биологическую роль и может изобразить схемы основных метаболических путей синтеза и распада углеводов и липидов. Умеет решать ситуационные задачи.</p>
<p><b>ПК.1.2</b> пользуется базовыми знаниями о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности, биофизических основах жизнедеятельности при проведении исследований биологических систем и живых объектов различных уровней организации</p> <p><b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p>	<p>Итоговое контрольное мероприятие</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знание основ биологического окисления (функционирования ЭТЦ, ее компонентов, механизм образования транс-мембранного градиента протонов и АТФ), процессов, обеспечивающих хранение и реализацию генетической информации в клетках (репликация, транскрипция, трансляция).</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Липиды. Строение и функции

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знает структуру и функции белковых аминокислот, белков, углеводов и липидов. Может	30

написать химические формулы мономеров (аминокислот, моносахаридов, жирных кислот) и принципы образования полимеров (полипептидных цепей, полисахаридов и липидов).	
Знает структуру и функции белковых аминокислот, белков, углеводов и липидов. , но допускает небольшие ошибки или неточности. Может написать химические формулы мономеров (аминокислот, моносахаридов, жирных кислот) и принципы образования полимеров (полипептидных цепей, полисахаридов и липидов).	21
Имеет пробелы в знаниях структуры и функций белковых аминокислот, белков, углеводов и липидов. Делает ошибки в написании химических формул мономеров (аминокислот, моносахаридов, жирных кислот), знает принципы образования полимеров (полипептидных цепей, полисахаридов и липидов).	13

### **Обмен липидов**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **35**

Проходной балл: **15**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знает основные метаболические пути синтеза и расщепления углеводов и липидов. Знает основы ферментативного катализа	35
Допускает ошибки при изложении основных метаболические пути синтеза и расщепления углеводов и липидов. Знает основы ферментативного катализа	25
Допускает серьезные ошибки при изложении основных метаболические пути синтеза и расщепления углеводов и липидов, а также основ ферментативного катализа	15

### **Итоговое контрольное мероприятие**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **35**

Проходной балл: **15**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знает основы биологического окисления (функционирования ЭТЦ, ее компонентов, механизм образования транс-мембранного градиента протонов и АТФ), процессов, обеспечивающих хранение и реализацию генетической информации в клетках (репликация, транскрипция. трансляция).	35
Знает, но допускает неточности, основы биологического окисления (функционирования ЭТЦ, ее компонентов, механизм образования транс-мембранного градиента протонов и АТФ). Знание процессов, обеспечивающих хранение и реализацию генетической информации в клетках (репликация, транскрипция. трансляция).	25
Не демонстрирует систематизированные знания основ биологического окисления (функционирования ЭТЦ, ее компонентов, механизм образования транс-мембранного градиента протонов и АТФ), процессов, обеспечивающих хранение и реализацию генетической информации в клетках (репликация, транскрипция. трансляция).	15

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

**Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 46 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 46 балла

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ПК.1.2</b> пользуется базовыми знаниями о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности, биофизических основах жизнедеятельности при проведении исследований биологических систем и живых объектов различных уровней организации <b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	Контрольное мероприятие <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Основы термодинамических систем

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.1.2</b> пользуется базовыми знаниями о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности, биофизических основах жизнедеятельности при проведении исследований биологических систем и живых объектов различных уровней организации</p> <p><b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p>	<p>Контрольное мероприятие</p> <p><b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Электронно-конформационные взаимодействия в макромолекулах.</p> <p>Механизмы переноса электрона и миграции энергии в биоструктурах. Механизмы ферментативного катализа.</p>
<p><b>ПК.1.2</b> пользуется базовыми знаниями о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности, биофизических основах жизнедеятельности при проведении исследований биологических систем и живых объектов различных уровней организации</p> <p><b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p>	<p>Контрольное мероприятие</p> <p><b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>структурно-функциональная организация мембран; закономерности транспорта веществ через мембраны, роль мембран в генерации электрических потенциалов и трансформации энергии, сопряженный перенос электронов, протонов и синтез АТФ.</p>

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ПК.1.2</b> пользуется базовыми знаниями о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности, биофизических основах жизнедеятельности при проведении исследований биологических систем и живых объектов различных уровней организации</p> <p><b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p>	<p>Первичные фотопроцессы в биологических системах</p> <p><b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Биофизические основы первичных фоторегуляторных и фотодеструкционных процессов в биосистемах.</p>
<p><b>ПК.1.2</b> пользуется базовыми знаниями о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности, биофизических основах жизнедеятельности при проведении исследований биологических систем и живых объектов различных уровней организации</p> <p><b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p>	<p>Методы исследования биофизических процессов</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Методы исследования биофизических процессов</p>

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ПК.1.2</b> пользуется базовыми знаниями о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности, биофизических основах жизнедеятельности при проведении исследований биологических систем и живых объектов различных уровней организации</p> <p><b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p>	<p>Итоговое контрольное мероприятие</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	Базовые знания по биофизике клетки

### **Спецификация мероприятий текущего контроля**

#### **Контрольное мероприятие**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **3 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **5**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Более 81 % правильных ответов	10
61-80 % правильных ответов	7
41-60 % правильных ответов	5
Менее 40 % правильных ответов	0

#### **Контрольное мероприятие**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **15**

Проходной балл: **7**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Более 81 % правильных ответов	15
50 - 80 % правильных ответов	7
Менее 50 % правильных ответов	0

#### **Контрольное мероприятие**



Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **11**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знает структурно-функциональная организация мембран; закономерности транспорта веществ через мембраны, роль мембран в генерации электрических потенциалов и трансформации энергии, сопряженный перенос электронов, протонов и синтез АТФ.	25
Знает, но допускает 1-2 ошибки, структурно-функциональная организация мембран; закономерности транспорта веществ через мембраны, роль мембран в генерации электрических потенциалов и трансформации энергии, сопряженный перенос электронов, протонов и синтез АТФ.	18
Знает, но допускает 3-4 ошибки, структурно-функциональная организация мембран; закономерности транспорта веществ через мембраны, роль мембран в генерации электрических потенциалов и трансформации энергии, сопряженный перенос электронов, протонов и синтез АТФ.	11

### **Первичные фотопроцессы в биологических системах**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **13**

Проходной балл: **6**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знает фоторегуляторные и фотодеструкционные процессы в биосистемах, первичные фотопроцессы в биомембранах.	13
Знает фоторегуляторные и фотодеструкционные процессы в биосистемах, первичные фотопроцессы в биомембранах, однако допускает 1 ошибку	10
Знает фоторегуляторные и фотодеструкционные процессы в биосистемах, первичные фотопроцессы в биомембранах, однако допускает 2 ошибки	6

### **Методы исследования биофизических процессов**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **4 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **12**

Проходной балл: **5**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знает методику выполнения всех лабораторных работ, умеет формулировать цель исследований, владеет методами исследований, оценивает результаты биофизических работ, умеет формулировать выводы по предмету исследований.	12
Знает методику выполнения всех лабораторных работ, кроме одной, умеет формулировать цель исследований, владеет методами исследований, оценивает результаты биофизических работ, умеет формулировать выводы по предмету исследований.	9
Выполнено не менее половины лабораторных работ. Знает методику выполнения всех лабораторных работ, умеет формулировать цель исследований, владеет методами	5

исследований, оценивает результаты биофизических работ, умеет формулировать выводы по предмету исследований.	
--	--

### **Итоговое контрольное мероприятие**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **12**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Демонстрирует базовые знания о биофизике клетки, при выполнении теста дает более 81% правильных ответов.	25
В целом демонстрирует базовые знания о биофизике клетки, при выполнении теста дает более 61-80% правильных ответов.	17
Демонстрирует фрагментарные знания о биофизике клетки, при выполнении теста дает более 41-60% правильных ответов.	12