

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

**Кафедра физиологии растений и экологии почв**

**Авторы-составители: Еремченко Ольга Зиновьевна  
Чудинова Лариса Алексеевна  
Боталова Ксения Ивановна**

Рабочая программа дисциплины

**БИОЛОГИЯ КЛЕТКИ**

Код УМК 74018

Утверждено  
Протокол №7  
от «17» февраля 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Биология клетки

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

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

Направление: **06.03.01** Биология  
направленность Микробиология

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

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

**06.03.01** Биология (направленность : Микробиология)

**ПК.16** иметь базовые представления о биофизических основах жизнедеятельности

**ПК.6** иметь базовые знания о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	06.03.01 Биология (направленность: Микробиология)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	7,8
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	7
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	252
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	98
<b>Проведение лекционных занятий</b>	42
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	56
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	154
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (2) Письменное контрольное мероприятие (6)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (7 триместр) Экзамен (8 триместр)

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

### **Первая часть**

#### **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**

##### **Термодинамика в биологических процессах.**

###### **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 Брютлюэну. 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 электрона 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. Na<sup>+</sup> - канал, K<sup>+</sup> - 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  $\mu\text{H}^+$ . 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.

### **Фоторегуляторные и фотодеструкционные процессы.**

Ультрафиолетовое излучение и фотодеструкционные процессы в ДНК: фотоизомеризация, фотогидротация, образование пиримидиновых аддукатов. Механизмы фотореактивации. Действие ультрафиолетового излучения на белки, на биомембраны.

### **Методы исследований биофизических процессов**

Оформление и 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 (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, H<sup>+</sup>) через мембраны за счет энергии АТФ и окислительно-восстановительных реакций, значение этих процессов для функционирования биосистем.

## **Вторая часть**

### **1. Молекулярные основы живого**

#### **1.1. 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.

### **1.2. 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.

### **1.3. 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. Нейраминовая и гиалуроновая кислоты. Хондроитинсульфат. Гепарин.

### **1.4. 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.

## **2. Молекулярные механизмы жизнедеятельности**

### **2.1. 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.

### **2.2. Ферменты - клеточные катализаторы**

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.

### **2.3. 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.

### **2.4. 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.

### **2.5. Обмен белковых аминокислот**

Ферментативный гидролиз белков. Протеолитические ферменты, их специфичность, активация. Активный транспорт аминокислот через биомембраны. Пути распада и образования аминокислот в организме. Переаминирование, его механизм и биологическое значение. Дезаминирование. Образование и вывод аммиака. Орнитиновый цикл. Декарбокислирование аминокислот. Биогенные амины. Расщепление углеродных скелетов аминокислот. Биосинтез заменимых аминокислот, регуляция. Восстановительное аминирование.

### **2.6. Биологическое окисление. Основы биоэнергетики**

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 запасаения энергии.

Регуляция окислительного фосфорилирования. Транспорт АТФ и АДФ через мембраны.

Перенос восстановительных эквивалентов между цитоплазмой и митохондриями.

### **2.7. Регуляция и интеграция клеточного метаболизма. Гомеостаз.**

Взаимосвязь основных путей обмена веществ. Уровни и принципы регуляции метаболизма. Регуляция

активности ферментов—главный путь регуляции метаболизма в клетке. Конститутивные и индуцибельные ферменты. Индукция синтеза ферментов на примере лактозного оперона *E. coli*. Роль компарментализации. Организменный уровень регуляции метаболизма. Химическая природа и физиологическая роль важнейших гормонов. Биохимический аспект механизма действия стероидных и белковых гормонов. Функции циклических нуклеотидов (цАМФ и цГМФ) в регуляторных реакциях.

### **3. Молекулярные механизмы хранения и передачи генетической информации**

#### **3.1. Нуклеиновые кислоты**

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. Физико-химические свойства нуклеиновых кислот. Геном прокариот: характеристика отдельных нуклеотидных последовательностей ДНК, особенности упаковки. Геном эукариот: характеристика отдельных нуклеотидных последовательностей ДНК, уровни упаковки — нуклеосомный, образование гетерохроматина, хромосомный.

#### **3.2. Репликация - матричный биосинтез 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.

#### **3.3. Транскрипция и трансляция - матричные биосинтезы РНК и белков**

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. Генетический код, его характеристика. Исследования по расшифровке генетического кода. 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.

### **4. Итоговое контрольное мероприятие**

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

1. Биологическое окисление
2. Нуклеиновые кислоты
3. Репликация
4. Транскрипция и трансляция

Контрольная работа оценивается по следующим критериям:

1. Демонстрирует базовые знания процессов биологического окисления в ЭТЦ митохондрий как механизм образования внутриклеточной энергии: может изобразить схему ЭТЦ, назвать ее основные компоненты, объяснить механизм окислительного фосфорилирования и работу АТФ-синтазы.
2. Демонстрирует базовые представления о механизмах хранения и реализации генетической информации: может изобразить схематически и пояснить строение ДНК и основных типов РНК, может

назвать и пояснить суть этапов репликации, транскрипции и трансляции как матричных биосинтезов. Может обосновать роль рибосомы.

## **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. Комов, В. П. Биохимия в 2 ч. Часть 1. : учебник для академического бакалавриата / В. П. Комов, В. Н. Шведова ; под общей редакцией В. П. Комова. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 333 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02059-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/444950>
2. Рубин, А.Б. Биофизика : учебник / Рубин А.Б. — Москва : КноРус, 2019. — 190 с. — (бакалавриат). — ISBN 978-5-406-06656-0. — URL: <https://book.ru/book/929965> (дата обращения: 03.09.2020). — Текст : электронный. <https://elis.psu.ru/node/619645>
3. 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
4. Биофизика : учебник для вузов / В. Г. Артюхов, Т. А. Ковалева, М. А. Наквасина [и др.] ; под редакцией В. Г. Артюхов. — Москва, Екатеринбург : Академический Проект, Деловая книга, 2016. — 295 с. — ISBN 978-5-8291-1081-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/60018>
5. Нельсон, Дэвид. Основы биохимии Ленинджера [Электронный ресурс]. Т. 1. Основы биохимии, строение и катализ / Д. Нельсон, М. Кокс. - 4-е изд. - М. : Лаборатория знаний, 2020. - ISBN 978-5-00101864-3 <https://elis.psu.ru/node/578306>

### 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. 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
3. 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>

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

**www.pbcras.ru** Сайт Пущинского научного центра биологических исследований

## **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 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 мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами 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 и  
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.6</b> иметь базовые знания о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности</p>	<p>иметь базовые знания по молекулярной биофизике</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> Не имеет базовых знаний по молекулярной биофизике</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> Имеет фрагментарные базовые знания по молекулярной биофизике</p> <p align="center"><b>Хорошо</b> В целом имеет базовые знания по молекулярной биофизике, но в знаниях есть отдельные пробелы</p> <p align="center"><b>Отлично</b> Имеет базовые знания по молекулярной биофизике</p>
<p><b>ПК.16</b> иметь базовые представления о биофизических основах жизнедеятельности</p>	<p>владеть базовыми знаниями о термодинамике живых систем и мембранных процессах в клетке, уметь описать физические основы транспорта веществ и энергии в клетке</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> не владеет базовыми знаниями о термодинамике живых систем и мембранных процессах в клетке, не умеет описать физические основы транспорта веществ и энергии в клетке</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> фрагментарно владеет базовыми знаниями о термодинамике живых систем и мембранных процессах в клетке, фрагментарно умеет описать физические основы транспорта веществ и энергии в клетке</p> <p align="center"><b>Хорошо</b> в целом владеет базовыми знаниями о термодинамике живых систем и мембранных процессах в клетке, умеет описать физические основы транспорта веществ и энергии в клетке, но в знаниях и умениях есть отдельные пробелы в знаниях и умениях</p> <p align="center"><b>Отлично</b> владеет базовыми знаниями о термодинамике живых систем и мембранных</p>



Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>процессах в клетке, умеет описать физические основы транспорта веществ и энергии в клетке</p>
<p><b>ПК.6</b> иметь базовые знания о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности</p>	<p>иметь базовые знания о структуре и функциях основных классов внутриклеточных веществ</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает химической структуры и свойств белковых аминокислот, важнейших клеточных моносахаридов и жирных кислот, первичной, вторичной, третичной и четвертичной конформации белков, структуры липидов и полисахаридов. Может объяснить роль слабых взаимодействий в формировании трехмерных структур. Может перечислить основные функции и привести конкретные примеры белков, углеводов и липидов</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Имеет общие знания химической структуры и свойств белковых аминокислот, важнейших клеточных моносахаридов и жирных кислот, первичной, вторичной, третичной и четвертичной конформации белков, структуры липидов и полисахаридов. Может объяснить роль слабых взаимодействий в формировании трехмерных структур. Может перечислить основные функции и привести конкретные примеры белков, углеводов и липидов</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Имеет сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания химической структуры и свойств белковых аминокислот, важнейших клеточных моносахаридов и жирных кислот, первичной, вторичной, третичной и четвертичной конформации белков, структуры липидов и полисахаридов. Может объяснить роль слабых взаимодействий в формировании трехмерных структур. Может перечислить основные функции и привести конкретные примеры белков, углеводов и липидов</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Имеет сформированные знания химической структуры и свойств белковых аминокислот,</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>важнейших клеточных моносахаридов и жирных кислот, первичной, вторичной, третичной и четвертичной конформации белков, структуры липидов и полисахаридов. Может объяснить роль слабых взаимодействий в формировании трехмерных структур. Может перечислить основные функции и привести конкретные примеры белков, углеводов и липидов</p>
<p><b>ПК.6</b> иметь базовые знания о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности</p>	<p>владеть основными биохимическими методами анализа</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Выполнено менее 2х лабораторных работ: не владеет основными количественными и качественными методами биохимических исследований.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Правильное выполнение 2х лабораторных работ: владеет основными количественными и качественными методами биохимических исследований. Знает правила техники безопасности. Умеет работать на приборах и оборудовании. правильно оформляет отчет.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Правильное выполнение 3х лабораторных работ: владеет основными количественными и качественными методами биохимических исследований. Знает правила техники безопасности. Умеет работать на приборах и оборудовании. правильно оформляет отчет.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Правильное выполнение 4х лабораторных работ: владеет основными количественными и качественными методами биохимических исследований. Знает правила техники безопасности. Умеет работать на приборах и оборудовании. правильно оформляет отчет.</p>
<p><b>ПК.6</b> иметь базовые знания о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности</p>	<p>иметь базовые знания об основных метаболических путях в клетке, понимать их биологическую роль</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает основных метаболических путей синтеза и распада углеводов и липидов, не понимает их биологического значения, сущности ферментативного катализа, молекулярной структуры ферментов, механизма их функционирования, регуляции активности ферментов.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Имеет общие знания основных метаболических путей синтеза и распада углеводов и липидов, понимание их биологического значения, сущности ферментативного катализа, молекулярной структуры ферментов, механизма их функционирования, регуляции активности ферментов.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Имеет сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных метаболических путей синтеза и распада углеводов и липидов, понимание их биологического значения, сущности ферментативного катализа, молекулярной структуры ферментов, механизма их функционирования, регуляции активности ферментов.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Имеет сформированные знания основных метаболических путей синтеза и распада углеводов и липидов, понимание их биологического значения, сущности ферментативного катализа, молекулярной структуры ферментов, механизма их функционирования, регуляции активности ферментов.</p>
<p><b>ПК.6</b> иметь базовые знания о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности</p>	<p>иметь базовые знания о биологическом окислении, знать структуру нуклеиновых кислот и механизмы передачи генетической информации</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает процессы биологического окисления, механизм окислительного синтеза АТФ, механизмы передачи генетической информации</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Имеет общие знания процессов биологического окисления и механизмов передачи генетической информации</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Имеет сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания процессов биологического окисления и механизмов передачи генетической информации</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Имеет сформированные знания процессов биологического окисления и механизмов</p>

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
		<b>Отлично</b> передачи генетической информации

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

**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 :** 88

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 88

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 41 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 41 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ПК.16</b> иметь базовые представления о биофизических основах жизнедеятельности	Контрольное мероприятие <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	термодинамика биосистем
<b>ПК.6</b> иметь базовые знания о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности <b>ПК.16</b> иметь базовые представления о биофизических основах жизнедеятельности	Контрольное мероприятие <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	структурно-функциональная организация макромолекул
<b>ПК.6</b> иметь базовые знания о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности <b>ПК.16</b> иметь базовые представления о биофизических основах жизнедеятельности	Контрольное мероприятие <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	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.
<b>ПК.6</b> иметь базовые знания о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности	Фоторегуляторные и фотодеструкционные процессы. <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	биофизические основы первичных фотореакций, фоторегуляторные и фотодеструкционные процессы в биосистемах.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.6</b> иметь базовые знания о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности</p> <p><b>ПК.16</b> иметь базовые представления о биофизических основах жизнедеятельности</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**

Показатели оценивания	Баллы
Знает первый и второй законы термодинамики и формулы, связывающие энтропию, свободную энергию и полный термодинамический потенциал; знает особенности термодинамики в открытых системах и проявления законов термодинамики в биосистемах; знает особенности термодинамики систем вдали от равновесия, основное правило стационарного состояния, или теорему Пригожина.	10
В целом знает, но допускает 1-2 ошибки в изложении разделов: первый и второй законы термодинамики и формулы, связывающие энтропию, свободную энергию и полный термодинамический потенциал; особенности термодинамики в открытых системах и проявления законов термодинамики в биосистемах; особенности термодинамики систем вдали от равновесия, основное правило стационарного состояния, или теорему Пригожина.	7
Фрагментарно знает, допускает 2-4 ошибки в изложении разделов: первый и второй законы термодинамики и формулы, связывающие энтропию, свободную энергию и полный термодинамический потенциал; особенности термодинамики в открытых системах и проявления законов термодинамики в биосистемах; особенности термодинамики систем вдали от равновесия, основное правило стационарного состояния, или теорему Пригожина.	5

#### Контрольное мероприятие

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы

Знает содержание тем: физическая основа слабых межмолекулярных взаимодействий, понятие конформации макромолекулы и значение конформационных переходов, понятие спина электрона, электронного состояния молекулы, значение электронных переходов в функционировании макромолекул, модели переноса электронов и миграции энергии в биомембранах, значение электронно-конформационных переходов в механизме ферментативного катализа	20
Знает разделы темы, но не раскрывает один из вопросов контрольной работы по темам: физическую основу слабых межмолекулярных взаимодействий, понятие конформации макромолекулы и значение конформационных переходов, понятие спина электрона, электронного состояния молекулы, значение электронных переходов в функционировании макромолекул, модели переноса электронов и миграции энергии в биомембранах, значение электронно-конформационных переходов в механизме ферментативного катализа	14
В целом знает материал раздела, но не раскрывает ответы на 2 вопроса контрольной работы по темам: физическую основу слабых межмолекулярных взаимодействий, понятие конформации макромолекулы и значение конформационных переходов, понятие спина электрона, электронного состояния молекулы, значение электронных переходов в функционировании макромолекул, модели переноса электронов и миграции энергии в биомембранах, значение электронно-конформационных переходов в механизме ферментативного катализа	9

### **Контрольное мероприятие**

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

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

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

Проходной балл: **11**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знает разделы темы: структурно-функциональная организация биологических мембран, закономерности пассивного транспорта веществ через мембраны, закономерности активного транспорта ионов через мембраны, закономерности транспорта ионов в возбудимых мембранах и генерацию биопотенциалов, сопряженный перенос электронов, протонов и синтез АТФ.	25
Знает разделы темы, но допускает 1-2 ошибки: структурно-функциональная организация биологических мембран, закономерности пассивного транспорта веществ через мембраны, закономерности активного транспорта ионов через мембраны, закономерности транспорта ионов в возбудимых мембранах и генерацию биопотенциалов, сопряженный перенос электронов, протонов и синтез АТФ.	18
В целом знает разделы темы, но допускает 3-4 ошибки: структурно-функциональная организация биологических мембран, закономерности пассивного транспорта веществ через мембраны, закономерности активного транспорта ионов через мембраны, закономерности транспорта ионов в возбудимых мембранах и генерацию биопотенциалов, сопряженный перенос электронов, протонов и синтез АТФ.	11

### **Фоторегуляторные и фотодеструкционные процессы.**

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**

Показатели оценивания	Баллы
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
Фрагментарно знает фоторегуляторные и фотодеструкционные процессы в биосистемах, первичные фотопроцессы в биомембранах, допускает 2 ошибки.	6

### **Итоговое контрольное мероприятие**

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Демонстрирует базовые знания о биофизике клетки, при выполнении теста дает более 81% правильных ответов.	20
В целом демонстрирует базовые знания по биофизике клетки, при выполнении теста дает 61-80% правильных ответов.	14
Демонстрирует фрагментарные базовые знания по биофизике клетки, при выполнении теста дает 41-60% правильных ответов.	10

**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

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
-------------	-------------------------------	--



Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.6</b> иметь базовые знания о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности</p>	<p>1.4. Липиды. Строение и функции <b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>знания химической структуры и свойств белковых аминокислот, важнейших клеточных моносахаридов и жирных кислот, первичной, вторичной, третичной и четвертичной конформации белков, структуры липидов и полисахаридов. Может объяснить роль слабых взаимодействий в формировании трехмерных структур. Может перечислить основные функции и привести конкретные примеры белков, углеводов и липидов</p>
<p><b>ПК.6</b> иметь базовые знания о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности</p>	<p>2.7. Регуляция и интеграция клеточного метаболизма. Гомеостаз. <b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Имеет сформированные знания основных путей катаболизма и анаболизма углеводов и липидов (синтез и расщепления полисахаридов и липидов, гликолиз, пентозофосфатный цикл, цикл трикарбоновых кислот, глюконеогенез, расщепление и синтез жирных кислот), их химизма и биологической роли</p>
<p><b>ПК.6</b> иметь базовые знания о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности</p>	<p>3.3. Транскрипция и трансляция - матричные биосинтезы РНК и белков <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Соблюдение техники безопасности при выполнении лабораторной работы. Умение работать на аналитических весах, низкоскоростной центрифуге, фотоэлектроколориметре, титровальной установке. Умение обосновать полученный результат, правильно оформить отчет по лабораторной работе.</p>
	<p>4. Итоговое контрольное мероприятие <b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Может изобразить схему ЭТЦ, назвать ее основные компоненты, объяснить механизм окислительного фосфорилирования и работу АТФ-синтазы. Может написать химическую формулу любого нуклеотида, изобразить схематически и пояснить строение ДНК и РНК, их биологическую роль. Может пояснить последовательность событий репликации, транскрипции и трансляции.</p>

## Спецификация мероприятий текущего контроля

### 1.4. 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: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Имеет сформированные знания химической структуры и свойств белковых аминокислот, важнейших клеточных моносахаридов и жирных кислот, первичной, вторичной, третичной и четвертичной конформации белков, структуры липидов и полисахаридов. Может объяснить роль слабых взаимодействий в формировании трехмерных структур. Может перечислить основные функции и привести конкретные примеры белков, углеводов и липидов	20
Имеет сформированные, но с небольшими неточностями знания химической структуры и свойств белковых аминокислот, важнейших клеточных моносахаридов и жирных кислот, первичной, вторичной, третичной и четвертичной конформации белков, структуры липидов и полисахаридов. Может объяснить роль слабых взаимодействий в формировании трехмерных структур. Может перечислить основные функции и привести конкретные примеры белков, углеводов и липидов	13
Не имеет сформированных знаний и допускает ошибки в химической структуре и свойствах белковых аминокислот, важнейших клеточных моносахаридов и жирных кислот, первичной, вторичной, третичной и четвертичной конформации белков, структуры липидов и полисахаридов. Может объяснить роль слабых взаимодействий в формировании трехмерных структур. Может перечислить основные функции и привести конкретные примеры белков, углеводов и липидов	9

### 2.7. Регуляция и интеграция клеточного метаболизма. Гомеостаз.

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

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

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

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Имеет сформированные знания основных путей катаболизма и анаболизма углеводов и липидов, их химизм и биологическую роль 81-100% правильных ответов	30
Имеет сформированные, но с небольшими неточностями знания основных путей катаболизма и анаболизма углеводов и липидов, их химизм и биологическую роль 61 - 80% правильных ответов	18
Имеет неполные знания основных путей катаболизма и анаболизма углеводов и липидов 41% правильных ответов	13

### 3.3. Транскрипция и трансляция - матричные биосинтезы РНК и белков

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

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

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

Проходной балл: **7**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Отчет по лабораторной работе 1	5
Отчет по лабораторной работе 3	5
Отчет по лабораторной работе 2	5

#### **4. Итоговое контрольное мероприятие**

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

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

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

Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Может изобразить схему ЭТЦ, назвать ее основные компоненты, объяснить механизм окислительного фосфорилирования и работу АТФ-синтазы. Может написать химическую формулу любого нуклеотида, изобразить схематически и пояснить строение ДНК и РНК, их биологическую роль. Может пояснить последовательность событий репликации, транскрипции и трансляции.	35
Может изобразить схему ЭТЦ, назвать ее основные компоненты, объяснить механизм окислительного фосфорилирования и работу АТФ-синтазы. Допускает неточности в написании химических формул любого нуклеотида, может изобразить схематически и пояснить строение ДНК и РНК, их биологическую роль. Может пояснить последовательность событий репликации, транскрипции и трансляции.	22
Не может изобразить схему ЭТЦ, назвать ее основные компоненты, объяснить механизм окислительного фосфорилирования и работу АТФ-синтазы. Не может написать химическую формулу любого нуклеотида, изобразить схематически и пояснить строение ДНК и РНК, их биологическую роль. Затрудняется в последовательности событий репликации, транскрипции и трансляции.	17