

### Клетка как биологическая система

#### 2.1. Клеточная теория, ее основные положения, роль в формировании современной естественнонаучной картины мира. Развитие знаний о клетке. Клеточное строение организмов, сходство строения клеток всех организмов – основа единства органического мира, доказательства родства живой природы

Основные термины и понятия, проверяемые в экзаменационной работе: *единство органического мира, клетка, клеточная теория, положения клеточной теории.*

Мы уже говорили о том, что научная теория представляет собой обобщение научных данных об объекте исследования. Это в полной мере касается клеточной теории, созданной двумя немецкими исследователями М. Шлейденем и Т. Шванном в 1839 г.

В основу клеточной теории легли работы многих исследователей, искавших элементарную структурную единицу живого. Созданию и развитию клеточной теории способствовало возникновение в XVI в. и дальнейшее развитие микроскопии.

Вот основные события, которые стали предшественниками создания клеточной теории:

- 1590 г. – создание первого микроскопа (братья Янсен);
- 1665 г. Роберт Гук – первое описание микроскопической структуры пробки ветки бузины (на самом деле это были клеточные стенки, но Гук ввел название «клетка»);
- 1695 г. Публикация Антония Левенгука о микробах и других микроскопических организмах, увиденных им в микроскоп;
- 1833 г. Р. Броун описал ядро растительной клетки;
- 1839 г. М. Шлейден и Т. Шванн открыли ядрышко.

#### **Основные положения современной клеточной теории:**

1. Все простые и сложные организмы состоят из клеток, способных к обмену с окружающей средой веществами, энергией, биологической информацией.
2. Клетка – элементарная структурная, функциональная и генетическая единица живого.
3. Клетка – элементарная единица размножения и развития живого.
4. В многоклеточных организмах клетки дифференцированы по строению и функциям. Они объединены в ткани, органы и системы органов.
5. Клетка представляет собой элементарную, открытую живую систему, способную к саморегуляции, самообновлению и воспроизведению.

Клеточная теория развивалась благодаря новым открытиям. В 1880 г. Уолтер Флемминг описал хромосомы и процессы, происходящие в митозе. С 1903 г. стала развиваться генетика. Начиная с 1930 г. стала бурно развиваться электронная микроскопия, что позволило ученым изучать тончайшее строение клеточных структур. XX век стал веком расцвета биологии и таких наук, как цитология, генетика, эмбриология, биохимия, биофизика. Без создания клеточной теории это развитие было бы невозможным.

Итак, клеточная теория утверждает, что все живые организмы состоят из клеток. Клетка – это та минимальная структура живого, которая обладает всеми жизненными свойствами – способностью к обмену веществ, росту, развитию, передаче генетической информации, саморегуляции и самообновлению. Клетки всех организмов обладают сходными чертами строения. Однако клетки отличаются друг от друга по своим размерам,

форме и функциям. Яйцо страуса и икринка лягушки состоят из одной клетки. Мышечные клетки обладают сократимостью, а нервные клетки проводят нервные импульсы. Различия в строении клеток во многом зависят от функций, которые они выполняют в организмах. Чем сложнее устроен организм, тем более разнообразны по своему строению и функциям его клетки. Каждый вид клеток имеет определенные размеры и форму. Сходство в строении клеток различных организмов, общность их основных свойств подтверждают общность их происхождения и позволяют сделать вывод о единстве органического мира.

## **2.2. Клетка – единица строения, жизнедеятельности, роста и развития организмов. Многообразие клеток. Сравнительная характеристика клеток растений, животных, бактерий, грибов**

Основные термины и понятия, проверяемые в экзаменационной работе: *клетки бактерий, клетки грибов, клетки растений, клетки животных, прокариотические клетки, эукариотические клетки.*

Наука, изучающая строение и функции клеток, называется *цитология*. Мы уже говорили о том, что клетки могут отличаться друг от друга по форме, строению и функциям, хотя основные структурные элементы у большинства клеток сходны. Биологи выделяют две большие систематические группы клеток – *прокариотические* и *эукариотические*. Прокариотические клетки не содержат настоящего ядра и ряда органоидов. (См. раздел «Строение клетки».) Эукариотические клетки содержат ядро, в котором находится наследственный аппарат организма. Прокариотические клетки – это клетки бактерий, синезеленых водорослей. Клетки всех остальных организмов относятся к эукариотическим.

Любой организм развивается из клетки. Это относится к организмам, появившимся на свет как в результате бесполого, так и в результате полового способов размножения. Именно поэтому клетка считается единицей роста и развития организма.

Современная систематика выделяет следующие царства организмов: Бактерии, Грибы, Растения, Животные. Основаниями для такого деления являются способы питания этих организмов и строение клеток.

*Бактериальные клетки* имеют следующие, характерные для них структуры – плотную клеточную стенку, одну кольцевую молекулу ДНК (нуклеотид), рибосомы. В этих клетках нет многих органоидов, характерных для эукариотических растительных, животных и грибных клеток. По способу питания бактерии делятся на *автотрофов*, *хемотрофов* и *гетеротрофов*. Клетки растений содержат характерные только для них пластиды – хлоропласты, лейкопласты и хромопласты; они окружены плотной клеточной стенкой из целлюлозы, а также имеют вакуоли с клеточным соком. Все зеленые растения относятся к автотрофным организмам.

У клеток животных нет плотных клеточных стенок. Они окружены клеточной мембраной, через которую происходит обмен веществ с окружающей средой.

Клетки грибов покрыты клеточной стенкой, отличающейся по химическому составу от клеточных стенок растений. Она содержит в качестве основных компонентов хитин, полисахариды, белки и жиры. Запасным веществом клеток грибов и животных является гликоген.

### **ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ Часть А**

- A1. Какое из перечисленных положений согласуется с клеточной теорией
- 1) клетка является элементарной единицей наследственности
  - 2) клетка является единицей размножения

- 3) клетки всех организмов различны по своему строению
- 4) клетки всех организмов обладают разным химическим составом

A2. К доклеточным формам жизни относятся:

- 1) дрожжи 3) бактерии
- 2) пеницилл 4) вирусы

A3. Растительная клетка от клетки гриба отличается строением:

- 1) ядра 3) клеточной стенки
- 2) митохондрий 4) рибосом

A4. Из одной клетки состоят:

- 1) вирус гриппа и амеба
- 2) гриб мукор и кукушкин лен
- 3) планария и вольвокс
- 4) эвглена зеленая и инфузория-туфелька

A5. В клетках прокариот есть:

- 1) ядро 3) аппарат Гольджи
- 2) митохондрии 4) рибосомы

A6. На видовую принадлежность клетки указывает:

- 1) форма ядра
- 2) количество хромосом
- 3) строение мембраны
- 4) первичная структура белка

A7. Роль клеточной теории в науке заключается в

- 1) открытии клеточного ядра
- 2) открытии клетки
- 3) обобщении знаний о строении организмов
- 4) открытии механизмов обмена веществ

## Часть В

B1. Выберите признаки, характерные только для растительных клеток

- 1) есть митохондрии и рибосомы
- 2) клеточная стенка из целлюлозы
- 3) есть хлоропласты
- 4) запасное вещество – гликоген
- 5) запасное вещество – крахмал
- 6) ядро окружено двойной мембраной

B2. Выберите признаки, отличающие царство Бактерии от остальных царств органического мира.

- 1) гетеротрофный способ питания
- 2) автотрофный способ питания
- 3) наличие нуклеоида
- 4) отсутствие митохондрий
- 5) отсутствие ядра
- 6) наличие рибосом

B3. Найдите соответствие между особенностями строения клетки и царствам, к которому эти клетки относятся

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ	ЦАРСТВА
А) Клеточные стенки содержат целлюлозу	1) Растения
Б) Клеточных стенок нет	2) Животные
В) В цитоплазме есть пластиды	
Г) Способ питания гетеротрофный	
Д) В молодых клетках есть большие вакуоли с клеточным соком	
Е) Запасное вещество клетки — гликоген	

### Часть С

С1. Приведите примеры эукариотических клеток, в которых нет ядра.

С2. Докажите, что клеточная теория обобщила ряд биологических открытий и предсказала новые открытия.

### **2.3. Химическая организация клетки. Взаимосвязь строения и функций неорганических и органических веществ (белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, АТФ), входящих в состав клетки. Обоснование родства организмов на основе анализа химического состава их клеток**

Основные термины и понятия, проверяемые в экзаменационной работе: *азотистые основания, активный центр фермента, гидрофильность, гидрофобность, аминокислоты, АТФ, белки, биополимеры, денатурация, ДНК, дезоксирибоза, комплементарность, липиды, мономер, нуклеотид, пептидная связь, полимер, углеводы, рибоза, РНК, ферменты, фосфолипиды.*

#### **2.3.1. Неорганические вещества клетки**

В состав клетки входит около 70 элементов периодической системы элементов Менделеева, а 24 из них присутствуют во всех типах клеток. Все присутствующие в клетке элементы делятся, в зависимости от их содержания в клетке, на группы:

*макроэлементы* – Н, О, N, С, Mg, Na, Ca, Fe, К, Р, Cl, S;

*микроэлементы* – В, Ni, Cu, Co, Zn, Mb и др.;

*ультрамикроэлементы* – U, Ra, Au, Pb, Hg, Se и др.

В состав клетки входят молекулы **неорганических** и **органических** соединений.

Неорганические соединения клетки – *вода* и *неорганические* ионы.

Вода – важнейшее неорганическое вещество клетки. Все биохимические реакции происходят в водных растворах. Молекула воды имеет нелинейную пространственную структуру и обладает полярностью. Между отдельными молекулами воды образуются водородные связи, определяющие физические и химические свойства воды.

*Физические свойства воды* : так как молекулы воды полярны, то вода обладает свойством растворять полярные молекулы других веществ. Вещества, растворимые в воде, называются *гидрофильными* . Вещества, нерастворимые в воде называются *гидрофобными* .

Вода обладает высокой удельной теплоемкостью. Чтобы разорвать многочисленные водородные связи, имеющиеся между молекулами воды, требуется поглотить большое количество энергии. Вспомните, как долго нагревается до кипения чайник. Это свойство воды обеспечивает поддержание теплового баланса в организме.

Для испарения воды необходима достаточно большая энергия. Температура кипения воды выше, чем у многих других веществ. Это свойство воды предохраняет организм от перегрева.

Вода может находиться в трех агрегатных состояниях – жидком, твердом и газообразном.

Водородные связи обуславливают вязкость воды и сцепление ее молекул с молекулами других веществ. Благодаря силам сцепления молекул на поверхности воды создается пленка, обладающая такой характеристикой, как *поверхностное натяжение*.

При охлаждении движение молекул воды замедляется. Количество водородных связей между молекулами становится максимальным. Наибольшей плотности вода достигает при 4 С°. При замерзании вода расширяется (необходимо место для образования водородных связей) и ее плотность уменьшается. Поэтому лед плавает.

*Биологические функции воды*. Вода обеспечивает передвижение веществ в клетке и организме, поглощение веществ и выведение продуктов метаболизма. В природе вода переносит продукты жизнедеятельности в почвы и к водоемам.

Вода – активный участник реакций обмена веществ.

Вода участвует в образовании смазывающих жидкостей и слизей, секретов и соков в организме. Эти жидкости находятся в суставах позвоночных животных, в плевральной полости, в окологердечной сумке.

Вода входит в состав слизей, которые облегчают передвижение веществ по кишечнику, создают влажную среду на слизистых оболочках дыхательных путей. Водную основу имеют и секреты, выделяемые некоторыми железами и органами: слюна, слезы, желчь, сперма и т.д.

*Неорганические ионы*. К неорганическим ионам клетки относятся: катионы K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, NH<sub>3</sub><sup>+</sup> и анионы Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, NCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

Разность между количеством катионов и анионов (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>) на поверхности и внутри клетки обеспечивает возникновение потенциала действия, что лежит в основе нервного и мышечного возбуждения.

Анионы *фосфорной* кислоты создают *фосфатную буферную систему*, поддерживающую pH внутриклеточной среды организма на уровне 6—9.

Угольная кислота и ее анионы создают бикарбонатную буферную систему и поддерживают pH внеклеточной среды (плазмы крови) на уровне 7—8.

Соединения азота служат источником минерального питания, синтеза белков, нуклеиновых кислот. Атомы фосфора входят в состав нуклеиновых кислот, фосфолипидов, а также костей позвоночных, хитинового покрова членистоногих. Ионы кальция входят в состав вещества костей; они также необходимы для осуществления мышечного сокращения, свертывания крови.

## ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ

### Часть А

А1. Полярностью воды обусловлена ее способность

- 1) проводить тепло 3) растворять хлорид натрия
- 2) поглощать тепло 4) растворять глицерин

А2. Больным рахитом детям необходимо давать препараты, содержащие

- 1) железо 2) калий 3) кальций 4) цинк

А3. Проведение нервного импульса обеспечивается ионами:

- 1) калия и натрия 3) железа и меди
- 2) фосфора и азота 4) кислорода и хлора

А4. Слабые связи между молекулами воды в ее жидкой фазе называются:

- 1) ковалентными 3) водородными

2) гидрофобными 4) гидрофильными

A5. В состав гемоглобина входит

1) фосфор 2) железо 3) сера 4) магний

A6. Выберите группу химических элементов, обязательно входящую в состав белков

1) Na, K, O, S

2) N, P, C, Cl

3) C, S, Fe, O

4) C, H, O, N

A7. Пациентам с гипофункцией щитовидной железы дают препараты, содержащие

1) йод

2) железо

3) фосфор

4) натрия

### Часть В

B1. Выберите функции воды в клетке

1) энергетическая 4) строительная

2) ферментативная 5) смазывающая

3) транспортная 6) терморегуляционная

B2. Выберите только физические свойства воды

1) способность к диссоциации

2) гидролиз солей

3) плотность

4) теплопроводность

5) электропроводность

6) донорство электронов

### Часть С

C1. Какие физические свойства воды определяют ее биологическое значение?

#### 2.3.2. Органические вещества клетки. Углеводы, липиды

**Углеводы** . Общая формула  $C_n (H_2O)_n$ . Следовательно, углеводы содержат в своем составе только три химических элемента.

**Растворимые в воде углеводы.**

*Функции растворимых углеводов* : транспортная, защитная, сигнальная, энергетическая.

*Моносахариды: глюкоза* – основной источник энергии для клеточного дыхания.

*Фруктоза* – составная часть нектара цветов и фруктовых соков. *Рибоза и дезоксирибоза* – структурные элементы нуклеотидов, являющихся мономерами РНК и ДНК.

*Дисахариды: сахароза* (глюкоза + фруктоза) – основной продукт фотосинтеза, транспортируемый в растениях. *Лактоза* (глюкоза + галактоза) – входит в состав молока млекопитающих. *Мальтоза* (глюкоза + глюкоза) – источник энергии в прорастающих семенах.

*Полимерные углеводы* : крахмал, гликоген, целлюлоза, хитин. Они не растворимы в воде.

*Функции полимерных углеводов* : структурная, запасная, энергетическая, защитная.

*Крахмал* состоит из разветвленных спирализованных молекул, образующих запасные вещества в тканях растений.

*Целлюлоза* – полимер, образованный остатками глюкозы, состоящими из нескольких прямых параллельных цепей, соединенных водородными связями. Такая структура препятствует проникновению воды и обеспечивает устойчивость целлюлозных оболочек растительных клеток.

*Хитин* состоит из аминокислотных глюкозы. Основной структурный элемент покровов членистоногих и клеточных стенок грибов.

*Гликоген* – запасное вещество животной клетки. Гликоген еще более ветвистый, чем крахмал и хорошо растворимы в воде.

*Липиды* – сложные эфиры жирных кислот и глицерина. Нерастворимы в воде, но растворимы в неполярных растворителях. Присутствуют во всех клетках. Липиды состоят из атомов водорода, кислорода и углерода. Виды липидов: жиры, воска, фосфолипиды. Функции липидов: *запасная* – жиры, откладываются в запас в тканях позвоночных животных. *Энергетическая* – половина энергии, потребляемой клетками позвоночных животных в состоянии покоя, образуется в результате окисления жиров. Жиры используются и как источник воды. Энергетический эффект от расщепления 1 г жира – 39 кДж, что в два раза больше энергетического эффекта от расщепления 1 г глюкозы или белка. *Защитная* – подкожный жировой слой защищает организм от механических повреждений. *Структурная* – *фосфолипиды* входят в состав клеточных мембран. *Теплоизоляционная* – подкожный жир помогает сохранить тепло. *Электроизоляционная* – миелин, выделяемый клетками Шванна (образуют оболочки нервных волокон), изолирует некоторые нейроны, что во много раз ускоряет передачу нервных импульсов. *Питательная* – некоторые липидоподобные вещества способствуют наращиванию мышечной массы, поддержанию тонуса организма. *Смазывающая* – воски покрывают кожу, шерсть, перья и предохраняют их от воды. Восковым налетом покрыты листья многих растений, воск используется в строительстве пчелиных сот. *Гормональная* – гормон надпочечников – кортизон и половые гормоны имеют липидную природу.

## ПРИМЕРЫ ЗАДАНИИ

### Часть А

- A1. Мономером полисахаридов может быть:  
1) аминокислота 3) нуклеотид  
2) глюкоза 4) целлюлоза
- A2. В клетках животных запасным углеводом является:  
1) целлюлоза 3) хитин  
2) крахмал 4) гликоген
- A3. Больше всего энергии выделится при расщеплении:  
1) 10 г белка 3) 10 г жира  
2) 10 г глюкозы 4) 10 г аминокислоты
- A4. Какую из функций липиды не выполняют?  
энергетическую 3) изоляционную  
каталитическую 4) запасную
- A5. Липиды можно растворить в:  
1) воде 3) соляной кислоте  
2) растворе поваренной соли 4) ацетоне

### Часть В

- B1. Выберите особенности строения углеводов  
1) состоят из остатков аминокислот  
2) состоят из остатков глюкозы  
3) состоят из атомов водорода, углерода и кислорода

- 4) некоторые молекулы имеют разветвленную структуру  
 5) состоят из остатков жирных кислот и глицерина  
 6) состоят из нуклеотидов
- V2. Выберите функции, которые углеводы выполняют в организме  
 1) каталитическая 4) строительная  
 2) транспортная 5) защитная  
 3) сигнальная 6) энергетическая
- V3. Выберите функции, которые липиды выполняют в клетке  
 1) структурная 4) ферментативная  
 2) энергетическая 5) сигнальная  
 3) запасующая 6) транспортная
- V4. Соотнесите группу химических соединений с их ролью в клетке

РОЛЬ СОЕДИНЕНИЯ В КЛЕТКЕ	СОЕДИНЕНИЕ
A) быстро расщепляются с выделением энергии	1) углеводы
B) являются основным запасным веществом растений и животных	2) липиды
B) являются источником для синтеза гормонов	
Г) образуют теплоизолирующий слой у животных	
Д) являются источником дополнительной воды у верблюдов	
Е) входят в состав покровов насекомых	

### Часть С

- C1. Почему в организме не накапливается глюкоза, а накапливается крахмал и гликоген?
- C2. Почему именно мыло смывает жир с рук?

#### **2.3.3. Белки, их строение и функции**

Белки – это биологические гетерополимеры, мономерами которых являются аминокислоты. Белки синтезируются в живых организмах и выполняют в них определенные функции.

В состав белков входят атомы углерода, кислорода, водорода, азота и иногда серы. Мономерами белков являются аминокислоты – вещества, имеющие в своем составе неизменяемые части аминогруппу NH<sub>2</sub> и карбоксильную группу COOH и изменяемую часть – радикал. Именно радикалами аминокислоты отличаются друг от друга. Аминокислоты обладают свойствами кислоты и основания (они амфотерны), поэтому могут соединяться друг с другом. Их количество в одной молекуле может достигать нескольких сотен. Чередование разных аминокислот в разной последовательности позволяет получать огромное количество различных по структуре и функциям белков.

В белках встречается 20 видов различных аминокислот, некоторые из которых животные синтезировать не могут. Они получают их от растений, которые могут синтезировать все аминокислоты. Именно до аминокислот расщепляются белки в пищеварительных трактах животных. Из этих аминокислот, поступающих в клетки



организма, строятся его новые белки.

**Структура белковой молекулы** . Под структурой белковой молекулы понимают ее аминокислотный состав, последовательность мономеров и степень скрученности молекулы, которая должна уместиться в различных отделах и органоидах клетки, причем не одна, а вместе с огромным количеством других молекул.

Последовательность аминокислот в молекуле белка образует его первичную структуру. Она зависит от последовательности нуклеотидов в участке молекулы ДНК (гене), кодирующем данный белок. Соседние аминокислоты связаны пептидными связями, возникающими между углеродом карбоксильной группы одной аминокислоты и азотом аминогруппы другой аминокислоты.

Длинная молекула белка сворачивается и приобретает сначала вид спирали. Так возникает вторичная структура белковой молекулы. Между CO и NH – группами аминокислотных остатков, соседних витков спирали, возникают водородные связи, удерживающие цепь.

Молекула белка сложной конфигурации в виде глобулы (шарика), приобретает третичную структуру. Прочность этой структуры обеспечивается гидрофобными, водородными, ионными и дисульфидными S-S связями.

Некоторые белки имеют четвертичную структуру, образованную несколькими полипептидными цепями (третичными структурами). Четвертичная структура так же удерживается слабыми нековалентными связями – ионными, водородными, гидрофобными. Однако прочность этих связей невелика и структура может быть легко нарушена. При нагревании или обработке некоторыми химическими веществами белок подвергается денатурации и теряет свою биологическую активность. Нарушение четвертичной, третичной и вторичной структур обратимо. Разрушение первичной структуры необратимо.

В любой клетке есть сотни белковых молекул, выполняющих различные функции. Кроме того, белки имеют видовую специфичность. Это означает, что каждый вид организмов обладает белками, не встречающимися у других видов. Это создает серьезные трудности при пересадке органов и тканей от одного человека к другому, при прививках одного вида растений на другой и т.д.

**Функции белков** . *Каталитическая (ферментативная)* – белки ускоряют все биохимические процессы, идущие в клетке: расщепление питательных веществ в пищеварительном тракте, участвуют в реакциях матричного синтеза. Каждый фермент ускоряет одну и только одну реакцию (как в прямом, так и в обратном направлении). Скорость ферментативных реакций зависит от температуры среды, уровня ее pH, а также от концентраций реагирующих веществ и концентрации фермента.

*Транспортная* – белки обеспечивают активный транспорт ионов через клеточные мембраны, транспорт кислорода и углекислого газа, транспорт жирных кислот.

*Защитная* – антитела обеспечивают иммунную защиту организма; фибриноген и фибрин защищают организм от кровопотерь.

*Структурная* – одна из основных функций белков. Белки входят в состав клеточных мембран; белок кератин образует волосы и ногти; белки коллаген и эластин – хрящи и сухожилия.

*Сократительная* – обеспечивается сократительными белками – актином и миозином.

*Сигнальная* – белковые молекулы могут принимать сигналы и служить их переносчиками в организме (гормонами). Следует помнить, что не все гормоны являются белками.

*Энергетическая* – при длительном голодании белки могут использоваться в качестве дополнительного источника энергии после того, как израсходованы углеводы и жиры.

## ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ

### Часть А

А1. Последовательность аминокислот в молекуле белка зависит от:

- 1) структуры гена
- 2) внешней среды
- 3) их случайного сочетания
- 4) их строения

А2. Человек получает незаменимые аминокислоты путем

- 1) их синтеза в клетках
- 2) поступления с пищей
- 3) приема лекарств
- 4) приема витаминов

А3. При понижении температуры активность ферментов

- 1) заметно повышается
- 2) заметно понижается
- 3) остается стабильной
- 4) периодически изменяется

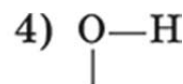
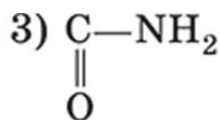
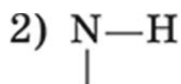
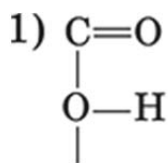
А4. В защите организма от кровопотерь участвует

- 1) гемоглобин
- 2) коллаген
- 3) фибрин
- 4) миозин

А5. В каком из указанных процессов белки не участвуют?

- обмен веществ
- кодирование наследственной информации
- ферментативный катализ
- транспорт веществ

А6. Укажите пример пептидной связи:



### Часть В

В1. Выберите функции, характерные для белков

- 1) каталитическая
- 2) кроветворная
- 3) защитная
- 4) транспортная
- 5) рефлекторная
- 6) фотосинтетическая

В2. Установите соответствие между структурой белковой молекулы и ее особенностями

## ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ

- А) имеет форму глобулы
- Б) удерживается пептидными связями
- В) удерживается пептидными, водородными, дисульфидными связями
- Г) определяется последовательностью нуклеотидов в гене
- Д) определяет биологическую активность белка
- Е) не спирализована

## СТРУКТУРА БЕЛКОВОЙ МОЛЕКУЛЫ

- 1) первичная
- 2) третичная

## Часть С

С1. Почему продукты хранят в холодильнике?

С2. Почему продукты, подвергшиеся тепловой обработке, хранятся дольше?

С3. Объясните понятие «специфичность» белка, и какое биологическое значение имеет специфичность?

С4. Прочитайте текст, укажите номера предложений, в которых допущены ошибки и объясните их 1) Большая часть химических реакций в организме катализируется ферментами. 2) Каждый фермент может катализировать множество типов реакций. 3) У фермента есть активный центр, геометрическая форма которого изменяется в зависимости от вещества, с которым фермент взаимодействует. 4) Примером действия фермента может быть разложение мочевины уреазой. 5) Мочевина разлагается на двуокись углерода и аммиак, которым пахнет кошачий лоток с песком. 6) За одну секунду уреазы расщепляет до 30 000 молекул мочевины, в обычных условиях на это потребовалось бы около 3 млн лет.

## 2.3.4. Нуклеиновые кислоты

Нуклеиновые кислоты были открыты в 1868 г. швейцарским ученым Ф. Мишером. В организмах существует несколько видов нуклеиновых кислот, которые встречаются в различных органоидах клетки – ядре, митохондриях, пластидах. К нуклеиновым кислотам относятся ДНК, и-РНК, т-РНК, р-РНК.

**Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК)** – линейный полимер, имеющий вид двойной спирали, образованной парой антипараллельных комплементарных (соответствующих друг другу по конфигурации) цепей. Пространственная структура молекулы ДНК была смоделирована американскими учеными Джеймсом Уотсоном и Френсисом Криком в 1953 г.

Мономерами ДНК являются **нуклеотиды**. Каждый нуклеотид ДНК состоит из пуринового (А – аденин или Г – гуанин) или пиримидинового (Т – тимин или Ц – цитозин) азотистого основания, пятиуглеродного сахара – дезоксирибозы и фосфатной группы.

Нуклеотиды в молекуле ДНК обращены друг к другу азотистыми основаниями и объединены парами в соответствии с правилами комплементарности: напротив аденина расположен тимин, напротив гуанина – цитозин. Пара А – Т соединена двумя водородными связями, а пара Г – Ц – тремя. При репликации (удвоении) молекулы ДНК

водородные связи рвутся и цепи расходятся и на каждой из них синтезируется новая цепь ДНК. Остов цепей ДНК образован сахарофосфатными остатками.

Последовательность нуклеотидов в молекуле ДНК определяет ее специфичность, а также специфичность белков организма, которые кодируются этой последовательностью. Эти последовательности индивидуальны и для каждого вида организмов, и для отдельных особей.

Пример: дана последовательность нуклеотидов ДНК : ЦГА – ТТА – ЦАА.

На информационной РНК (и-РНК) будет синтезирована цепь ГЦУ – ААУ – ГУУ, в результате чего выстроится цепочка аминокислот: аланин – аспарагин – валин.

При замене нуклеотидов в одном из триплетов или их перестановке этот триплет будет кодировать другую аминокислоту, а следовательно изменится и белок, кодируемый данным геном. (*Воспользовавшись школьным учебником, попытайтесь убедиться в этом.*) Изменения в составе нуклеотидов или их последовательности называются мутацией.

**Рибонуклеиновая кислота (РНК)** – линейный полимер, состоящий из одной цепи нуклеотидов. В составе РНК тиминный нуклеотид замещен на урациловый (У). Каждый нуклеотид РНК содержит пятиуглеродный сахар – рибозу, одно из четырех азотистых оснований и остаток фосфорной кислоты.

*Виды РНК. Матричная*, или *информационная*, РНК. Синтезируется в ядре при участии фермента РНК-полимеразы. Комплементарна участку ДНК, на котором происходит синтез. Ее функция – снятие информации с ДНК и передача ее к месту синтеза белка – на рибосомы. Составляет 5% РНК клетки. *Рибосомная РНК* – синтезируется в ядрышке и входит в состав рибосом. Составляет 85% РНК клетки. *Транспортная РНК* (более 40 видов). Транспортирует аминокислоты к месту синтеза белка. Имеет форму клеверного листа и состоит из 70—90 нуклеотидов.

**Аденозинтрифосфорная кислота – АТФ**. АТФ представляет собой нуклеотид, состоящий из азотистого основания – аденина, углевода рибозы и трех остатков фосфорной кислоты, в двух из которых запасается большое количество энергии. При отщеплении одного остатка фосфорной кислоты освобождается 40 кДж/моль энергии. Сравните эту цифру с цифрой, обозначающей количество выделенной энергии 1 г глюкозы или жира. Способность запасать такое количество энергии делает АТФ ее универсальным источником. Синтез АТФ происходит в основном в митохондриях.

## ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ

### Часть А

А1. Мономерами ДНК и РНК являются

- 1) азотистые основания
- 2) фосфатные группы
- 3) аминокислоты
- 4) нуклеотиды

А2. Функция информационной РНК:

- 1) удвоение информации
- 2) снятие информации с ДНК
- 3) транспорт аминокислот на рибосомы
- 4) хранение информации

А3. Укажите вторую цепь ДНК, комплементарную первой: АТТ – ГЦЦ – ТТГ

- 1) УАА – ТГГ – ААЦ
- 2) ТАА – ЦГГ – ААЦ
- 3) УЦЦ – ГЦЦ – АЦГ
- 4) ТАА – УГГ – УУЦ

А4. Подтверждением гипотезы, предполагающей, что ДНК является генетическим материалом клетки, служит:

- 1) количество нуклеотидов в молекуле
- 2) индивидуальность ДНК
- 3) соотношение азотистых оснований (А = Т, Г = Ц)

4) соотношение ДНК в гаметах и соматических клетках (1:2)

A5. Молекула ДНК способна передавать информацию благодаря:

- 1) последовательности нуклеотидов
- 2) количеству нуклеотидов
- 3) способности к самоудвоению
- 4) спирализации молекулы

A6. В каком случае правильно указан состав одного из нуклеотидов РНК

- 1) тимин – рибоза – фосфат
- 2) урацил – дезоксирибоза – фосфат
- 3) урацил – рибоза – фосфат
- 4) аденин – дезоксирибоза – фосфат

### Часть В

B1. Выберите признаки молекулы ДНК

- 1) Одноцепочная молекула
- 2) Нуклеотиды – АТУЦ
- 3) Нуклеотиды – АТГЦ
- 4) Углевод – рибоза
- 5) Углевод – дезоксирибоза
- 6) Способна к репликации

B2. Выберите функции, характерные для молекул РНК эукариотических клеток

- 1) распределение наследственной информации
- 2) передача наследственной информации к месту синтеза белков
- 3) транспорт аминокислот к месту синтеза белков
- 4) инициирование репликации ДНК
- 5) формирование структуры рибосом
- 6) хранение наследственной информации

### Часть С

C1. Установление структуры ДНК позволило решить ряд проблем. Какие, по вашему мнению, это были проблемы и как они решились в результате этого открытия?

C2. Сравните нуклеиновые кислоты по составу и свойствам.

## 2.4. Строение про- и эукариотной клеток. Взаимосвязь строения и функций частей и органоидов клетки – основа ее целостности

Основные термины и понятия, проверяемые в экзаменационной работе: *аппарат Гольджи, вакуоль, клеточная мембрана, клеточная теория, лейкопласты, митохондрии, органоиды клетки, пластиды, прокариоты, рибосомы, хлоропласты, хромпласты, хромосомы, эукариоты, ядро.*

Любая клетка представляет собой систему. Это означает, что все ее компоненты взаимосвязаны, взаимозависимы и взаимодействуют друг с другом. Это также означает, что нарушение деятельности одного из элементов данной системы ведет к изменениям и нарушениям работы всей системы. Совокупность клеток образует ткани, различные ткани образуют органы, а органы, взаимодействуя и выполняя общую функцию, образуют системы органов. Эту цепочку можно продолжить дальше, и вы можете сделать это самостоятельно. Главное, что нужно понять, – любая система обладает определенной структурой, уровнем сложности и основана на взаимодействии элементов, которые ее

составляют. Ниже даются справочные таблицы, в которых сравнивается строение и функции прокариотических и эукариотических клеток, а также разбирается их строение и функции. Внимательно проанализируйте эти таблицы, ибо в экзаменационных работах достаточно часто задаются вопросы, требующие знания этого материала.

**2.4.1. Особенности строения эукариотических и прокариотических клеток. Сравнительные данные**

Сравнительная характеристика эукариотических и прокариотических клеток.

Структура	Эукариотические клетки	Прокариотические клетки
Клеточная стенка	Есть у растений, грибов; отсутствует у животных. Состоит из целлюлозы (у растений) или хитина (у грибов)	Есть. Состоит из полимерных белковоуглеводных молекул
Клеточная мембрана	Есть	Есть
Ядро	Есть и окружено мембраной	Нуклеарная область; ядерной мембраны нет
Цитоплазма	Есть	Есть
Хромосомы	Линейные, содержат белок. Транскрипция происходит в ядре, трансляция в цитоплазме	Кольцевые; белка практически не содержат. Транскрипция и трансляция происходят в цитоплазме

Структура	Эукариотические клетки	Прокариотические клетки
Эндоплазматический ретикулум	Есть	Нет
Рибосомы	Есть	Есть, но они меньше по размеру
Комплекс Гольджи	Есть	Нет
Лизосомы	Есть	Нет
Митохондрии	Есть	Нет
Вакуоли	Есть у большинства клеток	Нет
Реснички и жгутики	Есть у всех организмов, кроме высших растений	Есть у некоторых бактерий
Хлоропласты	Есть у растительных клеток	Нет. Фотосинтез зеленых и пурпурных протекает в бактериохлорофиллах (пигментах)
Микротрубочки, микрофиламенты	Есть	Нет

Строение эукариотических клеток.

Структура	Функция структуры	Строение и состав
Плазматическая мембрана	Избирательно регулирует обмен веществ между клеткой и внешней средой. Обеспечивает контакт с соседними клетками. Фагоцитоз. Пиноцитоз	Двойной слой фосфолипидов с пронизывающими его молекулами белков. На внешней поверхности расположены гликопротеины и гликолипиды (клеточные рецепторы)
Ядро	Регулирует клеточную активность. Содержит ДНК, хранящую информацию о специфической последовательности аминокислот в белке.	Двойная ядерная мембрана, окружающая кариоплазму (ядерный сок), в которой находятся хромосомы. Мембрана пронизана порами, через которые происходит обмен веществ между ядром и цитоплазмой

Структура	Функция структуры	Строение и состав
Ядро	Мембрана ядра через ЭПС связана с наружной мембраной	
Цитоплазма	Внутренняя среда клетки, содержащая органоиды и осуществляющая связь между ними	Полужидкая среда клетки
Хромосомы	Хранение и распределение генетической информации	Две хроматиды, соединенные в области центромеры. Состоят из ДНК и белка
Ядрышко	Сборка рибосомных субъединиц, синтез рРНК	Округлое тельце диаметром около 1 мкм
Митохондрии	Осуществление аэробного дыхания. Ответственны за синтез АТФ в ходе окислительного фосфорилирования	Органоид эллипсоидной формы, окруженный двумя мембранами — гладкой наружной и складчатой внутренней. Складки этой мембраны называются «кристы». В кристах митохондрий находится множество ферментов, участвующих в реакциях окислительного фосфорилирования
Рибосомы	Сборка белковых молекул	Немембранные компоненты клетки. Состоят из двух субъединиц (большой и малой)
Эндоплазматический ретикулум, или ЭПС	Транспорт веществ, связь органоидов клетки. На гранулярной ЭПС находятся рибосомы. Гладкая ЭПС содержит ферменты синтеза липидов	Одномембранная система каналов, трубочек, цистерн, полостей
Аппарат Гольджи	Преобразование, накопление, сортировка и упаковка белков и липидов. Образование секреторных пузырьков,	Образован плоскими цистернами, состоящими из плазматических мембран. От краев цистерн отшнуровываются пузырьки, в которых накапливаются необходимые клетке вещества



Структура	Функция структуры	Строение и состав
	транспортирующих продукты внутри клетки. Синтез полисахаридов и формирование первичных лизосом	
Лизосомы	Внутриклеточное переваривание макромолекул пищи. Уничтожение старых клеток	Одномембранные структуры, внешне напоминающие пузырьки и содержащие концентрированные ферменты. В большом количестве содержатся в лейкоцитах
Клеточная стенка	Опорная и защитная оболочка растительных клеток	Целлюлоза
Пластиды (хлоропласты, хромопласты, лейкопласты)	Фотосинтез, запасание питательных веществ	Существуют только в растительных клетках. Это мембранные органоиды, содержащие хлорофилл, ксантофилл, каротиноиды, ДНК
Вакуоли	Запасание жидкости, питательных веществ у растений, пищеварение и выделение у животных	Полости, мембраны, белки, жиры, углеводы, вода, соли
Микротрубочки и микрофиламенты	Образование цитоскелета клетки, центриолей, базальных телец, жгутиков, ресничек; обеспечивают внутриклеточное движение, например митохондрий	Белковые образования, цилиндрической формы
Реснички, жгутики	Перемещение клеток, формирование потоков жидкости у поверхности клеток	Состоят из системы микротрубочек, покрытых мембраной

Структура	Функция структуры	Строение и состав
Клеточный центр	Участвует в организации цитоскелета клетки, в равномерном распределении генетического материала при клеточном делении. Образует митотическое веретено	Представляет собой область клетки, в которой находятся центриоли — система микротрубочек

**Функции эукариотических клеток**. Клетки одноклеточных организмов осуществляют все функции, характерные для живых организмов – обмен веществ, рост, развитие, размножение; способны к адаптации.

Клетки многоклеточных организмов дифференцированы по строению, в зависимости от выполняемых ими функций. Эпителиальные, мышечные, нервные, соединительные ткани формируются из специализированных клеток.

## ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ

### Часть А

А1. К прокариотическим организмам относится

- 1) бацилла 2) гидра 3) амеба 4) вольвокс

А2. Клеточная мембрана выполняет функцию

- 1) синтеза белка  
2) передачи наследственной информации  
3) фотосинтеза  
4) фагоцитоза и пиноцитоза

А3. Укажите пункт, в котором строение названной клетки совпадает с ее функцией

- 1) нейрон – сокращение  
2) лейкоцит – проведение импульса  
3) эритроцит – транспорт газов  
4) остеоцит – фагоцитоз

А4. Клеточная энергия вырабатывается в

- 1) рибосомах 3) ядре  
2) митохондриях 4) аппарате Гольджи

А5. Исключите из предложенного списка лишнее понятие

- 1) лямблия 3) инфузория  
2) плазмодий 4) хламидомонада

А6. Исключите из предложенного списка лишнее понятие

- 1) рибосомы 3) хлоропласты  
2) митохондрии 4) крахмальные зерна

А7. Хромосомы клетки выполняют функцию

- 1) биосинтеза белка  
2) хранения наследственной информации  
3) формирования лизосом  
4) регуляции обмена веществ

### Часть В

В1. Выберите из предложенного списка функции хлоропластов

- 1) образование лизосом 4) синтез АТФ
- 2) синтез глюкозы 5) выделение кислорода
- 3) синтез РНК 6) клеточное дыхание

В2. Выберите особенности строения митохондрий

- 1) окружены двойной мембраной
- 2) содержат хлорофилл
- 3) есть кристы
- 4) наружная мембрана складчатая
- 5) окружены одинарной мембраной
- 6) внутренняя мембрана богата ферментами

В3. Соотнесите органоид с его функцией

ФУНКЦИИ	ОРГАНОИДЫ
А) хранение и удвоение наследственной информации клетки	1) ядро
Б) синтез и-РНК	2) хлоропласты
В) синтез глюкозы	
Г) координация процесса деления клетки	
Д) преобразование энергии света	
Е) выделение кислорода	

В4. Заполните таблицу, отметив знаками « + » или «-» наличие указанных структур в про- и эукариотических клетках

Признаки	Прокариоты	Эукариоты
Ядро		
Хромосомы		
Нуклеоид		
Клеточная стенка		
Клеточная мембрана		
Митохондрии		
Лизосомы		
Комплекс Гольджи		
Реснички и жгутики		
Рибосомы		

### Часть С

С1. Докажите, что клетка является целостной биологической, открытой системой.

## 2.5. Метаболизм: энергетический и пластический обмен, их взаимосвязь. Ферменты, их химическая природа, роль в метаболизме. Стадии энергетического обмена. Брожение и дыхание. Фотосинтез, его значение, космическая роль. Фазы фотосинтеза. Световые и темновые реакции фотосинтеза, их взаимосвязь. Хемосинтез. Роль хемосинтезирующих бактерий на Земле

Термины, проверяемые в экзаменационной работе: *автотрофные организмы, анаболизм, анаэробный гликолиз, ассимиляция, аэробный гликолиз, биологическое окисление, брожение, диссимиляция, биосинтез, гетеротрофные организмы, дыхание, катаболизм, кислородный этап, метаболизм, пластический обмен, подготовительный этап, световая фаза фотосинтеза, темновая фаза фотосинтеза, фотолиз воды, фотосинтез, энергетический обмен.*

### 2.5.1. Энергетический и пластический обмен, их взаимосвязь

**Обмен веществ (метаболизм)** – это совокупность взаимосвязанных процессов синтеза и расщепления химических веществ, происходящих в организме. Биологи разделяют его на пластический (*анаболизм*) и энергетический обмены (*катаболизм*), которые связаны между собой. Все синтетические процессы нуждаются в веществах и энергии, поставляемых процессами расщепления. Процессы расщепления катализируются ферментами, синтезирующимися в ходе пластического обмена, с использованием продуктов и энергии энергетического обмена.

Для отдельных процессов, происходящих в организмах, используются следующие термины:

*Анаболизм (ассимиляция)* – синтез более сложных мономеров из более простых с поглощением и накоплением энергии в виде химических связей в синтезированных веществах.

*Катаболизм (диссимиляция)* – распад более сложных мономеров на более простые с освобождением энергии и ее запасанием в виде макроэргических связей АТФ.

Живые существа для своей жизнедеятельности используют световую и химическую энергию. Зеленые растения – *автотрофы*, – синтезируют органические соединения в процессе фотосинтеза, используя энергию солнечного света. Источником углерода для них является углекислый газ. Многие автотрофные прокариоты добывают энергию в процессе *хемосинтеза* – окисления неорганических соединений. Для них источником энергии могут быть соединения серы, азота, углерода. *Гетеротрофы* используют органические источники углерода, т.е. питаются готовыми органическими веществами. Среди растений могут встречаться те, которые питаются смешанным способом (*миксотрофно*) – росянка, венерина мухоловка или даже гетеротроф – но – раффлезия. Из представителей одноклеточных животных миксотрофами считаются эвглены зеленые.

**Ферменты, их химическая природа, роль в метаболизме.** Ферменты – это всегда специфические белки – катализаторы. Термин «специфические» означает, что объект, по отношению к которому этот термин употребляется, имеет неповторимые особенности, свойства, характеристики. Каждый фермент обладает такими особенностями, потому что, как правило, катализирует определенный вид реакций. Ни одна биохимическая реакция в организме не происходит без участия ферментов. Особенности специфичности молекулы фермента объясняются ее строением и свойствами. В молекуле фермента есть активный центр, пространственная конфигурация которого соответствует пространственной конфигурации веществ, с которыми фермент взаимодействует. Узнав свой субстрат,

фермент взаимодействует с ним и ускоряет его превращение.

Ферментами катализируются все биохимические реакции. Без их участия скорость этих реакций уменьшилась бы в сотни тысяч раз. В качестве примеров можно привести такие реакции, как участие РНК – полимеразы в синтезе – и-РНК на ДНК, действие уреазы на мочевины, роль АТФ – синтетазы в синтезе АТФ и другие. Обратите внимание на то, что названия многих ферментов оканчиваются на «аза».

Активность ферментов зависит от температуры, кислотности среды, количества субстрата, с которым он взаимодействует. При повышении температуры активность ферментов увеличивается. Однако происходит это до определенных пределов, т.к. при достаточно высоких температурах белок денатурируется. Среда, в которой могут функционировать ферменты, для каждой группы различна. Есть ферменты, которые активны в кислой или слабокислой среде или в щелочной или слабощелочной среде. В кислой среде активны ферменты желудочного сока у млекопитающих. В слабощелочной среде активны ферменты кишечного сока. Пищеварительный фермент поджелудочной железы активен в щелочной среде. Большинство же ферментов активны в нейтральной среде.

### 2.5.2. Энергетический обмен в клетке (диссимиляция)

**Энергетический обмен** – это совокупность химических реакций постепенного распада органических соединений, сопровождающихся высвобождением энергии, часть которой расходуется на синтез АТФ. Процессы расщепления органических соединений у *аэробных* организмов происходят в три этапа, каждый из которых сопровождается несколькими ферментативными реакциями.

*Первый этап – подготовительный*. В желудочно-кишечном тракте многоклеточных организмов он осуществляется пищеварительными ферментами. У одноклеточных – ферментами лизосом. На первом этапе происходит расщепление белков *до аминокислот, жиров до глицерина и жирных кислот, полисахаридов до моносахаридов, нуклеиновых кислот до нуклеотидов*. Этот процесс называется пищеварением.

*Второй этап – бескислородный (гликолиз)*. Его биологический смысл заключается в начале постепенного расщепления и окисления глюкозы с накоплением энергии в виде 2 молекул АТФ. Гликолиз происходит в цитоплазме клеток. Он состоит из нескольких последовательных реакций превращения молекулы глюкозы в две молекулы пировиноградной кислоты (пирувата) и две молекулы АТФ, в виде которой запасается часть энергии, выделившейся при гликолизе:  $C_6H_{12}O_6 + 2ADP + 2P \rightarrow 2C_3H_4O_3 + 2ATP$ . Остальная энергия рассеивается в виде тепла.

В клетках дрожжей и растений (*при недостатке кислорода*) пируват распадается на этиловый спирт и углекислый газ. Этот процесс называется *спиртовым брожением*.

Энергии, накопленной при гликолизе, слишком мало для организмов, использующих кислород для своего дыхания. Вот почему в мышцах животных, в том числе и у человека, при больших нагрузках и нехватке кислорода образуется молочная кислота ( $C_3H_6O_3$ ), которая накапливается в виде лактата. Появляется боль в мышцах. У нетренированных людей это происходит быстрее, чем у людей тренированных.

*Третий этап – кислородный*, состоящий из двух последовательных процессов – цикла Кребса, названного по имени Нобелевского лауреата Ганса Кребса, и окислительного фосфорилирования. Его смысл заключается в том, что при кислородном дыхании пируват окисляется до окончательных продуктов – углекислого газа и воды, а энергия, выделяющаяся при окислении, запасается в виде 36 молекул АТФ. (34 молекулы в цикле Кребса и 2 молекулы в ходе окислительного фосфорилирования). Эта энергия распада органических соединений обеспечивает реакции их синтеза в пластическом обмене. Кислородный этап возник после накопления в атмосфере достаточного количества молекулярного кислорода и появления аэробных организмов.

**Окислительное фосфорилирование** или **клеточное дыхание** происходит, на внутренних мембранах митохондрий, в которые встроены молекулы-переносчики электронов. В ходе этой стадии освобождается большая часть метаболической энергии. Молекулы-переносчики транспортируют электроны к молекулярному кислороду. Часть энергии рассеивается в виде тепла, а часть расходуется на образование АТФ.

Суммарная реакция энергетического обмена:



## ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ

### Часть А

- A1. Способ питания хищных животных называется
- 1) автотрофным
  - 2) миксотрофным
  - 3) гетеротрофным
  - 4) хемотрофным
- A2. Совокупность реакций обмена веществ называется:
- 1) анаболизм
  - 2) ассимиляция
  - 3) диссимиляция
  - 4) метаболизм
- A3. На подготовительном этапе энергетического обмена происходит образование:
- 1) 2 молекул АТФ и глюкозы
  - 2) 36 молекул АТФ и молочной кислоты
  - 3) аминокислот, глюкозы, жирных кислот
  - 4) уксусной кислоты и спирта
- A4. Вещества, катализирующие биохимические реакции в организме, – это:
- 1) белки
  - 2) нуклеиновые кислоты
  - 3) липиды
  - 4) углеводы
- A5. Процесс синтеза АТФ в ходе окислительного фосфорилирования происходит в:
- 1) цитоплазме
  - 2) рибосомах
  - 3) митохондриях
  - 4) аппарате Гольджи
- A6. Энергия АТФ, запасенная в процессе энергетического обмена, частично используется для реакций:
- 1) подготовительного этапа
  - 2) гликолиза
  - 3) кислородного этапа
  - 4) синтеза органических соединений
- A7. Продуктами гликолиза являются:
- 1) глюкоза и АТФ
  - 2) углекислый газ и вода
  - 3) пировиноградная кислота и АТФ
  - 4) белки, жиры, углеводы

### Часть В

- B1. Выберите события, происходящие на подготовительном этапе энергетического обмена у человека
- 1) белки распадаются до аминокислот
  - 2) глюкоза расщепляется до углекислого газа и воды
  - 3) синтезируются 2 молекулы АТФ
  - 4) гликоген расщепляется до глюкозы
  - 5) образуется молочная кислота
  - 6) липиды расщепляются до глицерина и жирных кислот
- B2. Соотнесите процессы, происходящие при энергетическом обмене с этапами, на которых они происходят

ПРОЦЕССЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА	ЭТАПЫ ЭНЕРГЕТИ- ЧЕСКОГО ОБМЕНА
А) образуются 2 молекулы пирувата	1) бескислородный
Б) синтезируются 2 молекулы АТФ	2) кислородный
В) синтезируются 36 молекул АТФ	
Г) происходит в цитоплазме	
Д) происходит в митохондриях	
Е) состоит из реакций цикла Кребса и окислительного фосфорилирования	

В3. Определите последовательность превращений куска сырого картофеля в процессе энергетического обмена в организме свиньи:

- А) образование пирувата
- Б) образование глюкозы
- В) всасывание глюкозы в кровь
- Г) образование углекислого газа и воды
- Д) окислительное фосфорилирование и образование H<sub>2</sub>O
- Е) цикл Кребса и образование CO<sub>2</sub>

### Часть С

С1. Объясните причины утомляемости спортсменов-марафонцев на дистанциях, и как она преодолевается?

#### 2.5.3. Фотосинтез и хемосинтез

Все живые существа нуждаются в пище и питательных веществах. Питаясь, они используют энергию, запасенную, прежде всего, в органических соединениях – белках, жирах, углеводах. Гетеротрофные организмы, как уже говорилось, используют пищу растительного и животного происхождения, уже содержащую органические соединения. Растения же создают органические вещества в процессе фотосинтеза. Исследования в области фотосинтеза начались в 1630 г. экспериментами голландца ван Гельмонта. Он доказал, что растения получают органические вещества не из почвы, а создают их самостоятельно. Джозеф Пристли в 1771 г. доказал «исправление» воздуха растениями. Помещенные под стеклянный колпак они поглощали углекислый газ, выделяемый тлеющей лучиной. Исследования продолжались, и в настоящее время установлено, что **фотосинтез** – это процесс образования органических соединений из диоксида углерода (CO<sub>2</sub>) и воды с использованием энергии света и проходящий в хлоропластах зеленых растений и зеленых пигментах некоторых фотосинтезирующих бактерий.

Хлоропласты и складки цитоплазматической мембраны прокариот содержат зеленый пигмент – *хлорофилл*. Молекула хлорофилла способна возбуждаться под действием солнечного света и отдавать свои электроны и перемещать их на более высокие энергетические уровни. Этот процесс можно сравнить с подброшенным вверх мячом. Поднимаясь, мяч запасается потенциальной энергией; падая, он теряет ее. Электроны не падают обратно, а подхватываются переносчиками электронов (НАДФ<sup>+</sup> – *никотинамиддифосфат*). При этом энергия, накопленная ими ранее, частично расходуется на образование АТФ. Продолжая сравнение с подброшенным мячом, можно сказать, что мяч, падая, нагревает окружающее пространство, а часть энергии падающих электронов запасается в виде АТФ. Процесс фотосинтеза подразделяется на реакции,



вызываемые светом, и реакции, связанные с фиксацией углерода. Их называют *световой* и *темновой* фазами.

«**Световая фаза**» – это этап, на котором энергия света, поглощенная хлорофиллом, преобразуется в электрохимическую энергию в цепи переноса электронов. Осуществляется на свету, в мембранах гран при участии белков – переносчиков и АТФ-синтетазы.

Реакции, вызываемые светом, происходят на фотосинтетических мембранах гран хлоропластов:

- 1) возбуждение электронов хлорофилла квантами света и их переход на более высокий энергетический уровень;
- 2) восстановление акцепторов электронов – НАДФ<sup>+</sup> до НАДФ • Н  
 $2\text{H}^+ + 4\text{e}^- + \text{НАДФ}^+ \rightarrow \text{НАДФ} \cdot \text{H}$ ;
- 3) *фотолиз воды*, происходящий при участии квантов света:  $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- + \text{O}_2$ .

Данный процесс происходит внутри *тилакоидов* – складках внутренней мембраны хлоропластов. Из тилакоидов формируются граны – стопки мембран.

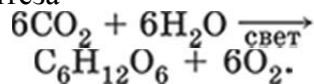
Так как в экзаменационных работах спрашивают не о механизмах фотосинтеза, а о результатах этого процесса, то мы и перейдем к ним.

Результатами световых реакций являются: фотолиз воды с образованием свободного кислорода, синтез АТФ, восстановление НАДФ<sup>+</sup> до НАДФ • Н. Таким образом свет нужен только для синтеза АТФ и НАДФ-Н.

«**Темновая фаза**» – процесс преобразования CO<sub>2</sub> в глюкозу в строме (пространстве между гранами) хлоропластов с использованием энергии АТФ и НАДФ • Н.

Результатом темновых реакций являются превращения углекислого газа в глюкозу, а затем в крахмал. Помимо молекул глюкозы в строме происходит образование, аминокислот, нуклеотидов, спиртов.

Суммарное уравнение фотосинтеза —



**Значение фотосинтеза**. В процессе фотосинтеза образуется свободный кислород, который необходим для дыхания организмов:

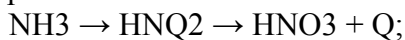
кислородом образован защитный озоновый экран, предохраняющий организмы от вредного воздействия ультрафиолетового излучения;

фотосинтез обеспечивает производство исходных органических веществ, а следовательно, пищу для всех живых существ;

фотосинтез способствует снижению концентрации диоксида углерода в атмосфере.

**Хемосинтез** – образование органических соединений из неорганических за счет энергии окислительно-восстановительных реакций соединений азота, железа, серы. Существует несколько видов хемосинтетических реакций:

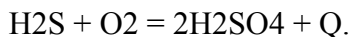
1) окисление аммиака до азотистой и азотной кислоты нитрифицирующими бактериями:



2) превращение двухвалентного железа в трехвалентное железобактериями:



3) окисление сероводорода до серы или серной кислоты серобактериями



Выделяемая энергия используется для синтеза органических веществ.

Роль хемосинтеза. Бактерии – хемосинтетики, разрушают горные породы, очищают сточные воды, участвуют в образовании полезных ископаемых.



## ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ

### Часть А

- A1. Фотосинтез – это процесс, происходящий в зеленых растениях. Он связан с:
- 1) расщеплением органических веществ до неорганических
  - 2) созданием органических веществ из неорганических
  - 3) химическим превращением глюкозы в крахмал
  - 4) образованием целлюлозы
- A2. Исходным материалом для фотосинтеза служат
- 1) белки и углеводы
  - 3) кислород и АТФ
  - 2) углекислый газ и вода
  - 4) глюкоза и кислород
- A3. Световая фаза фотосинтеза происходит
- 1) в гранах хлоропластов
  - 3) в строме хлоропластов
  - 2) в лейкопластах
  - 4) в митохондриях
- A4. Энергия возбужденных электронов в световой стадии используется для:
- 1) синтеза АТФ
  - 3) синтеза белков
  - 2) синтеза глюкозы
  - 4) расщепления углеводов
- A5. В результате фотосинтеза в хлоропластах образуются:
- 1) углекислый газ и кислород
  - 2) глюкоза, АТФ и кислород
  - 3) белки, жиры, углеводы
  - 4) углекислый газ, АТФ и вода
- A6. К хемотрофным организмам относятся
- 1) возбудители туберкулеза
  - 2) молочнокислые бактерии
  - 3) серобактерии
  - 4) вирусы

### Часть В

- B1. Выберите процессы, происходящие в световой фазе фотосинтеза
- 1) фотолиз воды
  - 2) образование глюкозы
  - 3) синтез АТФ и НАДФ • Н
  - 4) использование CO<sub>2</sub>
  - 5) образование свободного кислорода
  - 6) использование энергии АТФ
- B2. Выберите вещества, участвующие в процессе фотосинтеза
- целлюлоза 4) углекислый газ  
гликоген 5) вода  
хлорофилл 6) нуклеиновые кислоты

### Часть С

- C1. Какие условия необходимы для начала процесса фотосинтеза?  
C2. Как строение листа обеспечивает его фотосинтезирующие функции?

## **2.6. Биосинтез белка и нуклеиновых кислот. Матричный характер реакций биосинтеза. Генетическая информация в клетке. Гены, генетический код и его свойства**

Термины и понятия, проверяемые в экзаменационной работе: **антикодон, биосинтез, ген, генетическая информация, генетический код, кодон, матричный синтез, полисома, транскрипция, трансляция.**

**Гены, генетический код и его свойства** . На Земле живет уже более 6 млрд людей. Если не считать 25—30 млн пар однойцовых близнецов, то генетически все люди разные. Это означает, что каждый из них уникален, обладает неповторимыми наследственными особенностями, свойствами характера, способностями, темпераментом и многими другими качествами. Чем же определяются такие различия между людьми? Конечно различиями в их генотипах, т.е. наборах генов данного организма. У каждого человека он уникален, так же как уникален генотип отдельного животного или растения. Но генетические признаки данного человека воплощаются в белках, синтезированных в его организме. Следовательно, и строение белка одного человека отличается, хотя и совсем немного, от белка другого человека. Вот почему возникает проблема пересадки органов, вот почему возникают аллергические реакции на продукты, укусы насекомых, пыльцу растений и т.д. Сказанное не означает, что у людей не встречается совершенно одинаковых белков. Белки, выполняющие одни и те же функции, могут быть одинаковыми или совсем незначительно отличаться одной-двумя аминокислотами друг от друга. Но не существует на Земле людей (за исключением однойцовых близнецов), у которых все белки были бы одинаковы.

Информация о первичной структуре белка закодирована в виде последовательности нуклеотидов в участке молекулы ДНК – гене. **Ген** – это единица наследственной информации организма. Каждая молекула ДНК содержит множество генов. Совокупность всех генов организма составляет его генотип.

Кодирование наследственной информации происходит с помощью генетического кода. Код подобен всем известной азбуке Морзе, которая точками и тире кодирует информацию. Азбука Морзе универсальна для всех радиотов, и различия состоят только в переводе сигналов на разные языки. **Генетический код** также универсален для всех организмов и отличается лишь чередованием нуклеотидов, образующих гены, и кодирующих белки конкретных организмов. Итак, что же собой представляет генетический код? Изначально он состоит из троек (триплетов) нуклеотидов ДНК, комбинирующихся в разной последовательности. Например, ААТ, ГЦА, АЦГ, ТГЦ и т.д. Каждый триплет нуклеотидов кодирует определенную аминокислоту, которая будет встроена в полипептидную цепь. Так, например, триплет ЦГТ кодирует аминокислоту аланин, а триплет ААГ – аминокислоту фенилаланин. Аминокислот 20, а возможностей для комбинаций четырех нуклеотидов в группы по три – 64. Следовательно, четырех нуклеотидов вполне достаточно, чтобы кодировать 20 аминокислот. Вот почему одна аминокислота может кодироваться несколькими триплетами. Часть триплетов вовсе не кодирует аминокислоты, а запускает или останавливает биосинтез белка. Собственно кодом считается *последовательность нуклеотидов в молекуле и-РНК* , ибо она снимает информацию с ДНК (процесс транскрипции) и переводит ее в последовательность аминокислот в молекулах синтезируемых белков (процесс трансляции). В состав и РНК входят нуклеотиды АЦГУ. Триплеты нуклеотидов и-РНК называются **кодонами** . Уже приведенные примеры триплетов ДНК на и-РНК будут выглядеть следующим образом – триплет ЦГТ на и-РНК станет триплетом ГЦА, а триплет ДНК – ААГ – станет триплетом УУЦ. Именно кодонами и-РНК отражается генетический код в записи. Итак, генетический код триплетен, универсален для всех организмов на земле, вырожден (каждая аминокислота шифруется более чем одним кодоном). Между генами имеются знаки препинания – это триплеты, которые называются стоп-кодонами. Они сигнализируют об окончании синтеза одной полипептидной цепи. Существуют таблицы генетического кода, которыми нужно уметь пользоваться, для расшифровки кодонов и-РНК и построения

цепочек белковых молекул<sup>1</sup>.

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У (А)	Ц (Г)	А (Т)	Г (Ц)	
У(А)*	ФЕН ФЕН ЛЕЙ ЛЕЙ	СЕР СЕР СЕР СЕР	ТИР ТИР — —	ЦИС ЦИС — ТРИ	У (А) Ц (Г) А (Т) Г(Ц)
Ц (Г)	ЛЕЙ ЛЕЙ ЛЕЙ ЛЕЙ	ПРО ПРО ПРО ПРО	ГИС ГИС ГЛН ГЛН	АРГ АРГ АРГ АРГ	У (А) Ц (Г) А (Т) Г(Ц)

Окончание табл.

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У (А)	Ц (Г)	А (Т)	Г (Ц)	
А (Т)	ИЛЕ ИЛЕ ИЛЕ МЕТ	ТРЕ ТРЕ ТРЕ ТРЕ	АСН АСН ЛИЗ ЛИЗ	СЕР СЕР АРГ АРГ	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)
Г (Ц)	ВАЛ ВАЛ ВАЛ ВАЛ	АЛА АЛА АЛА АЛА	АСП АСП ГЛУ ГЛУ	ГЛИ ГЛИ ГЛИ ГЛИ	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)

\* Правила пользования таблицей: Первый нуклеотид в триплете берется из левого вертикального ряда, второй — из верхнего горизонтального ряда и третий — из правого вертикального. Там, где пересекутся линии, идущие от всех трех нуклеотидов, и будет название нужной аминокислоты.

**Биосинтез белка** – это один из видов пластического обмена, в ходе которого наследственная информация, закодированная в генах ДНК, реализуется в определенную последовательность аминокислот в белковых молекулах. Генетическая информация, снятая с ДНК и переведенная в код молекулы и-РНК, должна реализоваться, т.е. проявиться в признаках конкретного организма. Эти признаки определяются белками. Биосинтез белков происходит на рибосомах в цитоплазме. Именно туда поступает информационная РНК из ядра клетки. Если синтез и-РНК на молекуле ДНК называется *транскрипцией*, то синтез белка на рибосомах называется *трансляцией* – переводом языка генетического кода на язык последовательности аминокислот в белковой молекуле. Аминокислоты доставляются к рибосомам транспортными РНК. Эти РНК имеют форму клеверного листа. На конце молекулы есть площадка для прикрепления аминокислоты, а на вершине – триплет нуклеотидов, комплементарный определенному триплету – кодону на и-РНК. Этот триплет называется антикодоном. Ведь он расшифровывает код и-РНК. В клетке т-РНК всегда столько же, сколько кодонов, шифрующих аминокислоты.

Рибосома движется вдоль и-РНК, смещаясь при подходе новой аминокислоты на три нуклеотида, освобождая их для нового антикодона. Аминокислоты, доставленные на рибосомы, ориентированы по отношению друг к другу так, что карбоксильная группа

<sup>1</sup> В скобках – комплементарные ДНК.

одной аминокислоты оказывается рядом с аминогруппой другой аминокислоты. В результате между ними образуется пептидная связь. Постепенно формируется молекула полипептида.

Синтез белка продолжается до тех пор, пока на рибосоме не окажется один из трех стоп-кодонов – УАА, УАГ, или УГА.

После этого полипептид покидает рибосому и направляется в цитоплазму. На одной молекуле и-РНК находятся несколько рибосом, образующих *полисому*. Именно на полисомах и происходит одновременный синтез нескольких *одинаковых* полипептидных цепей.

Каждый этап биосинтеза катализируется соответствующим ферментом и обеспечивается энергией АТФ.

Биосинтез происходит в клетках с огромной скоростью. В организме высших животных в одну минуту образуется до 60 тыс. пептидных связей.

**Реакции матричного синтеза**. К реакциям матричного синтеза относят *репликацию* ДНК, синтез и-РНК на ДНК (*транскрипцию*), и синтез белка на и-РНК (*трансляцию*), а также синтез РНК или ДНК на РНК вирусов.

**Репликация ДНК**. Структура молекулы ДНК, установленная Дж. Уотсоном и Ф. Криком в 1953 г., отвечала тем требованиям, которые предъявлялись к молекуле-хранительнице и передатчику наследственной информации. Молекула ДНК состоит из двух комплементарных цепей. Эти цепи удерживаются слабыми водородными связями, способными разрываться под действием ферментов.

Молекула способна к самоудвоению (репликации), причем на каждой старой половине молекулы синтезируется новая ее половина. Кроме того, на молекуле ДНК может синтезироваться молекула и-РНК, которая затем переносит полученную от ДНК информацию к месту синтеза белка. Передача информации и синтез белка идут по матричному принципу, сравнимому с работой печатного станка в типографии. Информация от ДНК многократно копируется. Если при копировании произойдут ошибки, то они повторятся во всех последующих копиях. Правда, некоторые ошибки при копировании информации молекулой ДНК могут исправляться. Этот процесс устранения ошибок называется *репарацией*. Первой из реакций в процессе передачи информации является репликация молекулы ДНК и синтез новых цепей ДНК.

*Репликация* – это процесс самоудвоения молекулы ДНК, осуществляемый под контролем ферментов. На каждой из цепей ДНК, образовавшихся после разрыва водородных связей, при участии фермента ДНК-полимеразы синтезируется дочерняя цепь ДНК. Материалом для синтеза служат свободные нуклеотиды, имеющиеся в цитоплазме клеток.

Биологический смысл репликации заключается в точной передаче наследственной информации от материнской молекулы к дочерним, что в норме и происходит при делении соматических клеток.

Транскрипция – это процесс снятия информации с молекулы ДНК, синтезируемой на ней молекулой и-РНК. Информационная РНК состоит из одной цепи и синтезируется на ДНК в соответствии с правилом комплементарности. Как и в любой другой биохимической реакции в этом синтезе участвует фермент. Он активировать начало и конец синтеза молекулы и-РНК. Готовая молекула и-РНК выходит в цитоплазму на рибосомы, где происходит синтез полипептидных цепей. Процесс перевода информации, содержащейся в последовательности нуклеотидов и-РНК, в последовательность аминокислот в полипептиде называется *трансляцией*.

## ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ

### Часть А

А1. Какое из утверждений неверно?

- 1) генетический код универсален
- 2) генетический код вырожден
- 3) генетический код индивидуален
- 4) генетический код триплетен

A2. Один триплет ДНК кодирует:

- 1) последовательность аминокислот в белке
- 2) один признак организма
- 3) одну аминокислоту
- 4) несколько аминокислот

A3. «Знаки препинания» генетического кода

- 1) запускают синтез белка
- 2) прекращают синтез белка
- 3) кодируют определенные белки
- 4) кодируют группу аминокислот

A4. Если у лягушки аминокислота ВАЛИН кодируется триплетом ГУУ, то у собаки эта аминокислота может кодироваться триплетами (см. таблицу):

- 1) ГУА и ГУГ 3) ЦУЦ и ЦУА
- 2) УУЦ и УЦА 4) УАГ и УГА

A5. Синтез белка завершается в момент

- 1) узнавания кодона антикодоном
- 2) поступления и-РНК на рибосомы
- 3) появления на рибосоме «знака препинания»
- 4) присоединения аминокислоты к т-РНК

A6. Укажите пару клеток в которой у одного человека содержится разная генетическая информация?

- 1) клетки печени и желудка
- 2) нейрон и лейкоцит
- 3) мышечная и костная клетки
- 4) клетка языка и яйцеклетка

A7. Функция и-РНК в процессе биосинтеза

- 1) хранение наследственной информации
- 2) транспорт аминокислот на рибосомы
- 3) передача информации на рибосомы
- 4) ускорение процесса биосинтеза

A8. Антикодон т-РНК состоит из нуклеотидов УЦГ. Какой триплет ДНК ему комплементарен?

- 1) ТЦГ 2) УУГ 3) ТТЦ 4) ЦЦГ

## Часть В

В1. Установите соответствие между характеристикой процесса и его названием

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССА	НАЗВАНИЕ ПРОЦЕССА
А) Происходит удвоение ДНК	1) транскрипция
Б) т-РНК приносят аминокислоты на рибосомы	2) трансляция
В) Синтезируется и-РНК	
Г) Антикодон узнает кодон на и-РНК	
Д) Синтезируется вторая цепь ДНК	
Е) Аминокислоты образуют белковую молекулу	

### Часть С

С1. Укажите последовательность аминокислот в молекуле белка, кодируемую следующей последовательностью кодонов: УУА – АУУ – ГЦУ – ГГА

С2. Перечислите все этапы биосинтеза белка.

**2.7. Клетка – генетическая единица живого. Хромосомы, их строение (форма и размеры) и функции. Число хромосом и их видовое постоянство. Особенности соматических и половых клеток. Жизненный цикл клетки: интерфаза и митоз. Митоз – деление соматических клеток. Мейоз. Фазы митоза и мейоза. Развитие половых клеток у растений и животных. Сходство и отличие митоза и мейоза, их значение. Деление клетки – основа роста, развития и размножения организмов. Роль мейоза в обеспечении постоянства числа хромосом в поколениях**

Термины и понятия, проверяемые в экзаменационной работе: *анафаза, гамета, гаметогенез, деление клетки, жизненный цикл клетки, зигота, интерфаза, конъюгация, кроссинговер, мейоз, метафаза, овогенез, семенник, сперматозоид, спора, телофаза, яичник, строение и функции хромосом.*

**Хромосомы** – структуры клетки, хранящие и передающие наследственную информацию. Хромосома состоит из ДНК и белка. Комплекс белков, связанных с ДНК, образует *хроматин*. Белки играют важную роль в упаковке молекул ДНК в ядре. Строение хромосомы лучше всего видно в метафазе митоза. Она представляет собой палочковидную структуру и состоит из двух сестринских *хроматид*, удерживаемых центромерой в области *первичной перетяжки*. Диплоидный набор хромосом организма называется *кариотипом*. Под микроскопом видно, что хромосомы имеют поперечные полосы, которые чередуются в различных хромосомах по-разному. Распознают пары хромосом, учитывая распределение, светлых и темных полос (чередование АТ и ГЦ – пар). Поперечной исчерченностью обладают хромосомы представителей разных видов. У родственных видов, например у человека и шимпанзе, сходный характер чередования полос в хромосомах.

Каждый вид организмов обладает постоянным числом, формой и составом хромосом. В кариотипе человека 46 хромосом – 44 аутосомы и 2 половые хромосомы. Мужчины гетерогаметны (половые хромосомы ХУ), а женщины гомогаметны (половые хромосомы ХХ). У-хромосома отличается от Х-хромосомы отсутствием некоторых

аллелей. Например, в У-хромосоме нет аллеля свертываемости крови. В результате гемофилией болеют, как правило, только мальчики. Хромосомы одной пары называются гомологичными. Гомологичные хромосомы в одинаковых локусах (местах расположения) несут аллельные гены.

**Жизненный цикл клетки . Интерфаза . Митоз .** *Жизненный цикл клетки* – это период ее жизни от деления до деления. Клетки размножаются путем удвоения своего содержимого с последующим делением пополам. Клеточное деление лежит в основе роста, развития и регенерации тканей многоклеточного организма. *Клеточный цикл* подразделяют на *интерфазу*, сопровождающуюся точным копированием и распределением генетического материала и *митоз* – собственно деление клетки после удвоения других клеточных компонентов. Длительность клеточных циклов у разных видов, в разных тканях и на разных стадиях широко варьирует от одного часа (у эмбриона) до года (в клетках печени взрослого человека).

*Интерфаза* – период между двумя делениями. В этот период клетка готовится к делению. Удваивается количество ДНК в хромосомах. Удваивается количество других органоидов, синтезируются белки, причем наиболее активно те из них, которые образуют веретено деления, происходит рост клетки.

К концу интерфазы каждая хромосома состоит из двух хроматид, которые в процессе митоза станут самостоятельными хромосомами.

**Митоз** – это форма деления клеточного ядра. Следовательно, происходит он только в эукариотических клетках. В результате митоза каждое из образующихся дочерних ядер получает тот же набор генов, который имелародительская клетка. В митоз могут вступать как диплоидные, так и гаплоидные ядра. При митозе получаются ядра той же плоидности, что и исходное. Митоз состоит из нескольких последовательных фаз.

*Профаза*. К разным полюсам клетки расходятся удвоенные центриоли. От них к центромерам хромосом протягиваются микротрубочки, образующие веретено деления. Хромосомы утолщены и каждая хромосома состоит из двух хроматид.

*Метафаза*. В этой фазе хорошо видны хромосомы, состоящие из двух хроматид. Они выстраиваются по экватору клетки, образуя метафазную пластинку.

*Анафаза*. Хроматиды расходятся к полюсам клетки с одинаковой скоростью. Микротрубочки укорачиваются.

*Телофаза*. Дочерние хроматиды подходят к полюсам клетки. Микротрубочки исчезают. Хромосомы деспирализуются и снова приобретают нитевидную форму. Формируются ядерная оболочка, ядрышко, рибосомы.

*Цитокинез* – процесс разделения цитоплазмы. Клеточная мембрана в центральной части клетки втягивается внутрь. Образуется борозда деления, по мере углубления которой клетка раздваивается.

В результате митоза образуются два новых ядра с идентичными наборами хромосом, точно копирующими генетическую информацию материнского ядра.

В опухолевых клетках ход митоза нарушается.

## ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ

### Часть А

А1. Хромосомы состоят из

- 1) ДНК и белка
- 2) РНК и белка
- 3) ДНК и РНК
- 4) ДНК и АТФ

А2. Сколько хромосом содержит клетка печени человека?

- 1) 46
- 2) 23
- 3) 92
- 4) 66

А3. Сколько нитей ДНК имеет удвоенная хромосома

- 1) одну
- 2) две
- 3) четыре
- 4) восемь

А4. Если в зиготе человека содержится 46 хромосом, то сколько хромосом

содержится в яйцеклетке человека?

- 1) 46 2) 23 3) 92 4) 22

A5. В чем заключается биологический смысл удвоения хромосом в интерфазе митоза?

- 1) В процессе удвоения изменяется наследственная информация  
2) Удвоенные хромосомы лучше видны  
3) В результате удвоения хромосом наследственная информация новых клеток сохраняется неизменной  
4) В результате удвоения хромосом новые клетки содержат вдвое больше информации

A6. В какой из фаз митоза происходит расхождение хроматид к полюсам клетки? В:

- 1) профазе 3) анафазе  
2) метафазе 4) телофазе

A7. Укажите процессы, происходящие в интерфазе

- 1) расхождение хромосом к полюсам клетки  
2) синтез белков, репликация ДНК, рост клетки  
3) формирование новых ядер, органоидов клетки  
4) деспирализация хромосом, формирование веретена деления

A8. В результате митоза возникает

- 1) генетическое разнообразие видов  
2) образование гамет  
3) перекрест хромосом  
4) прорастание спор мха

A9. Сколько хроматид имеет каждая хромосома до ее удвоения?

- 1) 2 2) 4 3) 1 4) 3

A10. В результате митоза образуются

- 1) зигота у сфагнума  
2) сперматозоиды у мухи  
3) почки у дуба  
4) яйцеклетки у подсолнечника

### Часть В

B1. Выберите процессы, происходящие в интерфазе митоза

- 1) синтез белков  
2) уменьшение количества ДНК  
3) рост клетки  
4) удвоение хромосом  
5) расхождение хромосом  
6) деление ядра

B2. Укажите процессы, в основе которых лежит митоз

- 1) мутации 4) образование спермиев  
2) рост 5) регенерация тканей  
3) дробление зиготы 6) оплодотворение

B3. Установите правильную последовательность фаз жизненного цикла клетки

- А) анафаза В) телофаза Д) метафаза  
Б) интерфаза Г) профазы Е) цитокинез

### Часть С

C1. Что общего между процессами регенерации тканей, ростом организма и дроблением зиготы?



C2. В чем заключается биологический смысл удвоения хромосом и количества ДНК в интерфазе?

**Мейоз** . Мейоз – это процесс деления клеточных ядер, приводящий к уменьшению числа хромосом вдвое и образованию гамет. В результате мейоза из одной диплоидной клетки ( $2n$ ) образуется четыре гаплоидные клетки ( $n$ ).

Мейоз состоит из двух последовательных делений, которым в интерфазе предшествует однократная репликация ДНК.

Основными событиями профазы первого деления мейоза являются следующие:

- гомологичные хромосомы объединяются по всей длине или, как говорят, конъюгируют. При конъюгации образуются хромосомные пары – биваленты;
- в результате образуются комплексы, состоящие из двух гомологичных хромосом или из четырех хроматид (*подумайте, для чего это нужно?*) ;
- в конце профазы происходит кроссинговер (перекрест) между гомологичными хромосомами: хромосомы обмениваются между собой гомологичными участками. Именно кроссинговер обеспечивает разнообразие генетической информации, получаемой детьми от родителей.

В *метафазе* I хромосомы выстраиваются по экватору веретена деления. Центромеры обращены к полюсам.

Анафаза I – нити веретена сокращаются, гомологичные хромосомы, состоящие из двух хроматид, расходятся к полюсам клетки, где формируются гаплоидные наборы хромосом (2 набора на клетку). На этой стадии возникают хромосомные рекомбинации, повышающие степень изменчивости потомков.

Телофаза I – формируются клетки с *гаплоидным набором хромосом* и удвоенным количеством ДНК. Формируется ядерная оболочка. В каждую клетку попадает 2 сестринские хроматиды, соединенные центромерой.

Второе деление мейоза состоит из профазы II, метафазы II, анафазы II, телофазы II и цитокинеза.

Клетки, содержащие гаплоидный набор хромосом, состоящих из *двух хроматид* , образуют клетки с гаплоидным набором хромосом, состоящих из *одной хроматиды* . Таким образом из одной диплоидной клетки (оогония или сперматогония) образуются 4 клетки с гаплоидным набором хромосом.

*Биологическое значение мейоза* заключается в образовании клеток, участвующих в половом размножении, в поддержании генетического постоянства видов, а также в спорообразовании у высших растений. Мейотическим путем образуются споры мхов, папоротников и некоторых других групп растений. Мейоз служит основой комбинативной изменчивости организмов. Нарушения мейоза у человека могут привести к таким патологиям, как болезнь Дауна, идиотия и др.

### **Развитие половых клеток<sup>2</sup>.**

Процесс формирования половых клеток называется га– метогенезом. У многоклеточных организмов различают сперматогенез – формирование мужских половых клеток и овогенез – формирование женских половых клеток. Рассмотрим гаметогенез, происходящий в половых железах животных – семенниках и яичниках.

**Сперматогенез** – процесс превращения диплоидных предшественников половых клеток – *сперматогониев* в сперматозоиды.

1. Сперматогонии делятся на две дочерние клетки – сперматоциты первого порядка.
2. Сперматоциты первого порядка делятся мейозом (1-е деление) на две дочерние клетки – сперматоциты второго порядка.
3. Сперматоциты второго порядка приступают ко второму мейотическому делению,

---

<sup>2</sup> Для успешных ответов на экзаменационные вопросы названия типов клеток запоминать не обязательно. Важно понять, что образование из каждой диплоидной клетки четырех гамет происходит поэтапно и сопровождается уменьшением числа хромосом вдвое.

в результате которого образуются 4 гаплоидные сперматиды.

4. Сперматиды после дифференцировки превращаются в зрелые сперматозоиды.

Сперматозоид состоит из головки, шейки и хвоста. Он подвижен и благодаря этому вероятность встречи его с гаметами увеличивается.

У мхов и папоротников спермии развиваются в антеридиях, у покрытосеменных растений они образуются в пыльцевых трубках.

**Овогенез** – образование яйцеклеток у особей женского пола. У животных он происходит в яичниках. В зоне размножения находятся овогонии – первичные половые клетки, размножающиеся митозом.

Из овогониев после первого мейотического деления образуются овоциты первого порядка.

После второго мейотического деления образуются овоциты второго порядка, из которых формируется одна яйцеклетка и три направительных тельца, которые затем гибнут. Яйцеклетки неподвижны, имеют шаровидную форму. Они крупнее других клеток и содержат запас питательных веществ для развития зародыша.

У мхов и папоротников яйцеклетки развиваются в архегониях, у цветковых растений – в семязпочках, локализованных в завязи цветка.

## ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ

### Часть А

А1. Мейозом называется процесс

- 1) изменения числа хромосом в клетке
- 2) удвоения числа хромосом в клетке
- 3) образования гамет
- 4) конъюгации хромосом

А2. В основе изменения наследственной информации детей по сравнению с родительской информацией лежат процессы

- 1) удвоения числа хромосом
- 2) уменьшения количества хромосом вдвое
- 3) удвоения количества ДНК в клетках
- 4) конъюгации и кроссинговера

А3. Первое деление мейоза заканчивается образованием:

- 1) гамет
- 2) клеток с гаплоидным набором хромосом
- 3) диплоидных клеток
- 4) клеток разной пloidности

А4. В результате мейоза образуются:

- 1) споры папоротников
- 2) клетки стенок антеридия папоротника
- 3) клетки стенок архегония папоротника
- 4) соматические клетки трутней пчел

А5. Метафазу мейоза от метафазы митоза можно отличить по

- 1) расположению бивалентов в плоскости экватора
- 2) удвоению хромосом и их скрученности
- 3) формированию гаплоидных клеток
- 4) расхождению хроматид к полюсам

А6. Телофазу второго деления мейоза можно узнать по

- 1) формированию двух диплоидных ядер
- 2) расхождению хромосом к полюсам клетки
- 3) формированию четырех гаплоидных ядер
- 4) увеличению числа хроматид в клетке вдвое

A7. Сколько хроматид будет содержаться в ядре сперматозоидов крысы, если известно, что в ядрах ее соматических клеток содержится 42 хромосомы

- 1) 42 2) 21 3) 84 4) 20

A8. В гаметы, образовавшиеся в результате мейоза попадают

- 1) копии полного набора родительских хромосом  
2) копии половинного набора родительских хромосом  
3) полный набор рекомбинированных родительских хромосомы  
4) половина рекомбинированного набора родительских хромосом

### Часть В

B1. Биологическое значение мейоза заключается в поддержании постоянства видового числа хромосом создании условий для комбинативной изменчивости произвольном расхождении родительских хромосом по гаметам сохранении родительской наследственной информации без изменений увеличении числа хромосом в клетке сохранении полезных признаков организма при размножении

B2. Установите соответствие между процессом и событиями, происходящими в ходе этого процесса

СОБЫТИЯ	ПРОЦЕСС
А) Образование бивалентов	1) митоз
Б) Образование двуххроматидных хромосом	2) мейоз
В) Обмен хромосом гомологичными участками	
Г) Формирование двух диплоидных ядер	
Д) Формирование четырех гаплоидных ядер	
Е) Образование соматических клеток	

B3. Установите правильную последовательность процессов, происходящие в мейозе

- А) Расположение бивалентов в плоскости экватора  
Б) Образование бивалентов и кроссинговер  
В) Расхождение гомологичных хромосом к полюсам клетки  
Г) формирование четырех гаплоидных ядер  
Д) формирование двух гаплоидных ядер, содержащих по две хроматиды

### Часть С

C1. Мейоз лежит в основе комбинативной изменчивости. Чем это объясняется?

C2. Сравните результаты митоза и мейоза

## ОТВЕТЫ

---

**2.1 – 2.2. Часть А. А1 – 2. А2 – 4. А3 – 3. А4 – 4. А5 – 4. А6 – 2. А7 – 3.**

**Часть В. В1 – 2, 3, 5. В2 – 3, 4, 5. В3 . А – 1; Б – 2; В – 1; Г – 2; Д – 1; Е – 2.**

**Часть С. С1 Элементы ответа :** зрелые эритроциты человека,

ситовидные трубки растений.

**С2** Клеточная теория обобщила ряд философских и микроскопических исследований, указывающих на существование элементарной единицы жизни. (Открытие клетки Гуком, открытие одноклеточных животных Левенгуком, открытие клеточного ядра Броуном и т.д.)

Последующие открытия в области цитологии, эмбриологии, генетики подтвердили правоту клеточной теории. Были открыты более тонкие структуры, выявлена их роль в жизни организма.

**2.3. 2.3.1. Неорганические вещества клетки . Часть А. А1 – 3. А2 – 3. А3 – 1. А4 – 3. А5 – 2. А6 – 4. А7 – 1.**

**Часть В. В1 – 3, 5, 6. В2 – 3, 4, 5.**

**Часть С. С1** Высокая температура кипения предохраняет организм от перегрева. Способность к образованию льда, плотность которого меньше плотности воды в жидком состоянии. Поэтому лед плавает. Слой льда в глубоких, не промерзающих до дна водоемах, предохраняет организмы от замерзания. Электропроводность воды обеспечивает передачу нервного импульса в организме. Переход воды в газообразное состояние позволяет организму испарять тепло. Если бы этого не было, температура футболиста или хоккеиста повысилась бы более чем на 11 С°. (Элементы ответа можно расширить, приводя дополнительные примеры.)

**2.3.2. Органические вещества клетки. Углеводы, липиды. Часть А. А1 – 2. А2 – 4. А3 – 3. А4 – 2. А5 – 4.**

**Часть В. В1 – 2, 3, 4. В2 – 3, 4, 6. В3 – 1, 2, 3. В4 . А – 1; Б – 1; В – 2; Г – 2; Д – 2; Е – 1.**

**Часть С. С1** Молекулы глюкозы слишком малы и легко диффундируют через клеточные мембраны. Крупные же молекулы не проходят через мембраны и откладываются в запас.

**С2** Мыло содержит жирные кислоты. Один конец у молекулы жира гидрофобный, а другой гидрофильный. Молекулы мыла растворяют капельки жира (гидрофобными концами), а вода удаляет эти растворы с кожи рук, соприкосаясь гидрофильными концами молекул жира.

**2.3.3. Белки, их строение и функции. Часть А. А1 – 1. А2 – 2. А3 – 2. А4 – 3. А5 – 2. А6 – 3.**

**Часть В. В1** – 1, 3, 4. **В2** . А – 2; Б – 1; В – 2; Г – 1; Д – 2; Е – 1.

**Часть С. С1** В *Элементы ответа* : низкие температуры замедляют активность бактериальных ферментов, вызывающих порчу продуктов.

**С2** При тепловой обработке белок денатурируется, и активность бактериальных ферментов подавляется.

**С3** Специфичность или индивидуальность означает, что белки одного организма отличаются от белков другого организма по последовательности аминокислот. Например, гемоглобин человека немного отличается от гемоглобина шимпанзе, но это не влияет на его функции.

**С4** Ошибки допущены в предложениях 2, 3. 1) (2) Каждый фермент катализирует один тип реакций. 2) (3) Геометрическая форма активного центра постоянна, т.к. фермент взаимодействует с конкретным веществом (субстратом).

**2.3.4. Нуклеиновые кислоты . Часть А. А1** – 4. **А2** – 2. **А3** – 2. **А4** – 4. **А5** – 3. **А6** – 3.

**Часть В. В1** – 3, 5, 6. **В2** – 2, 3, 5.

**Часть С. С1**

1) Проблема хранения наследственной информации. Решение: ДНК состоит из нуклеотидов, последовательность которых хранит и кодирует наследственную информацию.

2) Проблема передачи информации. Решение: ДНК состоит из двух комплементарных цепей и способна к самоудвоению с последующим расхождением по клетке. Решение – сначала наследственная информация удваивается, а затем передается потомству в первоначальном виде.

3) Проблема разнообразия наследственной информации. Каким образом всего 4 нуклеотида определяют различия между организмами? Решение: Количество нуклеотидов в ДНК насчитывает сотни тысяч. Они могут чередоваться в различной последовательности. Новая последовательность нуклеотидов определяет новый набор генетических признаков организма.

**С2** 1) ДНК – спираль, состоящая из двух комплементарных цепей РНК – одноцепочная молекула. 2) В РНК вместо тиминового нуклеотида находится урациловый нуклеотид. 3) ДНК реплицируется и самоудваивается. РНК не реплицируется в

нормальных клетках, но может реплицироваться в вирусах. 4) ДНК хранит, кодирует и передает генетический материал, а РНК передает информацию и транспортирует аминокислоты к месту синтеза белка.

**2.4. 2.4.1. Часть 1. А1 – 1. А2 – 4. А3 – 3. А4 – 2. А5 – 4. А6 – 4. А7 – 2.**

**Часть В. В1 – 2, 4, 5. В2 – 1, 3, 6. В3 . А – 1; Б – 1; В – 2; Г – 1; Д – 2; Е – 2.**

**В4**

Признаки	Прокариоты	Эукариоты
Ядро		+
Хромосомы		+
Нуклеоид	+	
Клеточная стенка	+	+
Клеточная мембрана	+	+
Митохондрии		+
Лизосомы		+
Комплекс Гольджи		+
Реснички и жгутики	+	+
Рибосомы	+	+

**Часть С. С1** Доказательство может быть построено на следующих положениях.

Клетка состоит из множества взаимодействующих между собой элементов.

Отсутствие хотя бы одного из существенных элементов нарушает жизнеспособность системы (без ядра, митохондрий или хромосом клетка лишается важных функций).

Клетка открыта для обмена веществами, энергией и информацией. Процессы поступления и выведения веществ регулируются клеткой и находятся в относительном равновесии. Нарушение этого равновесия ведет к угнетению жизнедеятельности клетки.

**2.5. 2.5.1. – 2.5.2. Энергетический и пластический обмен. Часть А. А1 – 3. А2 – 4. А3 – 3. А4 – 1. А5 – 3. А6 – 4. А7 – 3.**

**Часть В. В1** – 1, 4, 6. **В2** . А – 1; Б – 1; В – 2; Г – 1; Д – 2; Е – 2. **В3** . Б, В, А, Е, Д, Г.

**Часть С. С1** 1) На дистанциях у спортсменов возникает нехватка кислорода. 2) Начинает накапливаться молочная кислота в мышцах, что вызывает их усталость. 3) Спортсмен начинает чаще дышать, учащается сердцебиение. Кислорода поступает больше, и молочная кислота расщепляется до конечных продуктов распада быстрее.

**2.5.3. Фотосинтез и хемосинтез .Часть А. А1** – 2. **А2** – 2. **А3** – 1. **А4** – 1. **А5** – 2. **А6** – 3.

**Часть В. В1** – 1, 3, 5. **В2** – 3, 4, 5.

**Часть С. С1** В растение должны поступать вода, углекислый газ и энергия солнечного света. Кроме того, в листьях должен присутствовать НАДФ, который начнет принимать возбужденные электроны молекулы хлорофилла.

**С2** Широкая и плоская поверхность большинства листьев позволяет максимально эффективно улавливать свет. Наличие устьиц обеспечивает газообмен. Проводящие сосуды – жилки, обеспечивают доставку воды. Мякоть листа состоит из фотосинтезирующей ткани, клетки которой богаты хлорофиллом.

**2.6. Биосинтез белка и нуклеиновых кислот . Часть А. А1** – 3. **А2** – 3. **А3** – 2. **А4** – 1. **А5** – 3. **А6** – 4. **А7** – 3. **А8** – 1.

**Часть В. В1.** А – 1; Б – 2; В – 1; Г – 2; Д – 1; Е – 2.

**Часть С. С1.** ЛЕЙ – ИЛЕ – АЛА – ГЛИ.

**С2** . Этапами биосинтеза белка считаются: транскрипция – снятие информации с ДНК молекулой и-РНК, трансляция – снятие информации с и-РНК молекулами т-РНК, формирование полипептидной цепи, окончание синтеза посредством стоп-кодонов.

**2.7. Клетка – генетическая единица живого . Часть А. А1** – 1. **А2** – 2. **А3** – 3. **А4** – 2. **А5** – 3. **А6** – 3. **А7** – 2. **А8** – 4. **А9** – 3. **А10** – 3.

**Часть В. В1** – 1, 3, 4. **В2** – 2, 3, 5. **В3** – Б, Г, Д, А, В, Е.

**Часть С. С1** В основе этих процессов лежит митоз.

**С2** Биологический смысл этих процессов заключается в сохранении наследственной информации в потомстве материнской соматической клетки. Поэтому эта информация сначала

удваивается, а затем снова распределяется между двумя дочерними клетками поровну.

**Мейоз. Часть А.** **A1** – 3; **A2** – 4; **A3** – 2; **A4** – 1; **A5** – 1; **A6** – 3; **A7** – 2; **A8** – 4.

**Часть В.** **B1** – 1, 2, 3. **B2** А – 2. Б – 1. В – 2. Г – 1. Д – 2. Е – 1. **B3** – Б, А, В, Д, Г.

**Часть С. С1** В процессе мейоза происходят конъюгация и перекрест хромосом, а также их независимое распределение по гаметам. Это и приводит к появлению новых генетических комбинаций у потомков.

**С2** В результате митоза из каждой диплоидной соматической клетки образуются две такие же диплоидные соматические клетки. В результате мейоза образуются гаплоидные гаметы или споры высших растений, наследственная информация которых отличается от первоначальной наследственной информации родителей. Митоз поддерживает неизменность наследственной информации, а мейоз, наоборот, направлен на создание новых генетических комбинаций.