



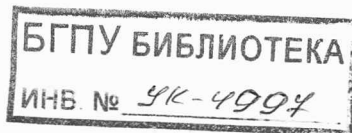
Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Белорусский государственный педагогический университет  
имени Максима Танка»

*Н.Р. Козел*

# **Общая биология: клетка – основная структурная и функциональная единица живых организмов**

Рекомендовано учебно-методическим объединением по педагогическому образованию в качестве пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям: 1-02 04 01 Биология; 1-02 04 05 География. Дополнительная специальность (1-02 04 05-01 География. Биология) в период прохождения педагогической практики в школе, а также для обучения слушателей факультета доуниверситетской подготовки при подготовке к централизованному тестированию



Минск 2011

УДК 57(075.8)

ББК 28.0я73

К59

Печатается по решению редакционно-издательского совета БГПУ

Рецензенты:

кандидат биологических наук, доцент, первый проректор  
Института предпринимательской деятельности *В.В. Шевердов*;  
кандидат медицинских наук, профессор кафедры биологии  
МГМУ *Р.Г. Заяц*;

кандидат педагогических наук, доцент кафедры педагогики  
БГПУ *А.Р. Борисевич*

**Козел, Н.Р.**

К59    Общая биология: клетка – основная единица живых организмов : пособие / Н.Р. Козел. – Минск : БГПУ, 2011. – 112 с.  
ISBN 978-985-541-036-3.

В издании рассматриваются химические компоненты живых организмов, клетка как их структурная и функциональная единица, обмен веществ и преобразование энергии в организме, изучаемые в курсе «Цитология». Предлагаются занятия, включающие тему, цель, контрольные вопросы и практические занятия.

Адресуется студентам биологических специальностей высших учебных заведений. Может быть использовано слушателями факультета доуниверситетской подготовки и абитуриентами для изучения и повторения учебного материала, углубления, систематизирования и проверки знаний при подготовке к централизованному тестированию.

УДК 57(075.8)

ББК 28.0я73

ISBN 978-985-541-036-3

© Козел Н.Р., 2011

© БГПУ, 2011

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Излагаемые в пособии темы общей биологии являются теоретической базой для изучения биологии в целом и отдельных биологических дисциплин программы высших учебных заведений в частности. Для сдачи централизованного тестирования и дальнейшего обучения в высших учебных заведениях медицинского, биологического и сельскохозяйственного профилей необходимы глубокие знания основ общей биологии.

Данное пособие разработано с целью помощи в организации самостоятельной работы студентов биологических специальностей при изучении дисциплины «Цитология». Оно может быть успешно использовано при подготовке слушателей подготовительных курсов факультета доуниверситетской подготовки к централизованному тестированию.

В пособии кратко изложены темы («Химические компоненты живых организмов», «Клетка – структурная и функциональная единица живых организмов», «Обмен веществ и преобразование энергии в организме»), являющиеся основой курса «Цитология» и соответствующие действующей учебной программе.

Пособие состоит из теоретической и практической части. В теоретической части излагается учебный материал в виде лаконичных ответов на перечень вопросов программы, формулировок, схем, таблиц и рисунков. В приложении помещены 12 практических занятий. Каждое занятие включает тему, цель, контрольные вопросы и разнообразные по содержанию практические задания (определение терминов и понятий, заполнение таблиц, обозначение рисунков, решение задач, выполнение тестовых заданий).

Данное пособие является частью учебно-методического комплекса, способствующего реализации преемственности в обучении слушателей факультета доуниверситетской подготовки и студентов факультета естествознания.

# **ВВЕДЕНИЕ**

## ***Разнообразие живых организмов на земле***

Длительная эволюция органического мира, охватывающая период в несколько миллиардов лет, привела к современному разнообразию живых существ. На данный момент на Земле обитает около 10 миллионов видов живых организмов и около 500 миллионов видов вымерло в прошлые геологические эпохи. Среди ныне живущих организмов наблюдается огромное разнообразие как по внешним признакам (внешний вид, масса тела, строение) так и по распространению в природе, местам обитания, способам питания. Несмотря на все разнообразие живых организмов, все они имеют общие черты, в отличие от объектов неживой природы.

## ***Общие свойства живых организмов***

1. Единство химического состава.
2. Клеточное строение.
3. Обмен веществ и энергии.
4. Саморегуляция.
5. Подвижность.
6. Размножение.
7. Раздражимость.
8. Наследственность и изменчивость.
9. Рост и развитие.
10. Адаптация к условиям существования.

# ***ХИМИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ***

## ***Неорганические вещества***

Клетки разных организмов сходны между собой по химическому составу и содержат около 80 химических элементов периодической системы Д.И. Менделеева, часто встречаются – около 70 элементов изучены свойства – около 24 элементов.

Все химические элементы клетки в зависимости от количественного содержания подразделяют на:

***Макроэлементы:*** содержание каждого составляет не менее 0,01 %. Их общее количество в клетке составляет свыше 99 % от массы клетки, в том числе: 98 % составляют 4 элемента – это ***кислород*** – 65-75%, ***углерод*** – 15-18%, ***водород*** – 8-10%, ***азот*** – 1,5-3 %. Эти соединения называются еще ***основными*** или ***органогенными***. Около 1 % - фосфор, сера, натрий, калий, кальций, магний, хлор.

***Микроэлементы:*** содержание каждого элемента менее 0,01 % . Общее их количество в клетке составляет менее 1% от массы клетки, в том числе: бор, бром, железо, йод, кобальт, молибден, марганец, никель, медь, цинк, фтор, хром, алюминий, кремний, селен.

Процентное содержание в организме элементов не характеризуют степень их важности и необходимости в организме. Так как источниками макро- и микроэлементов являются продукты питания, то для полного удовлетворения организма в них необходимо разнообразное и полноценное питание, включающее продукты растительного и животного происхождения. Важнейшие химические элементы клетки и их функции приведены в таблице 1.

## Важнейшие химические элементы клетки

Таблица 1

<i>Элемент</i>	<i>Символ</i>	<i>Примерное содержание, %</i>	<i>Значение для клетки</i>
Кислород	O	62	Входит в состав воды и органических веществ
Углерод	C	20	Входит в состав всех органических веществ
Водород	H	10	Компонент воды и органических веществ
Азот	N	3,0	Входит в состав аминокислот, белков, нуклеиновых кислот, АТФ, хлорофилла, витаминов
Кальций	Ca	2,5	Входит в состав костей, зубной эмали. Участвует в передаче нервного импульса и сокращении скелетных мышц
Фосфор	P	1,0	Входит в состав нуклеиновых кислот, АТФ
Сера	S	0,25	Входит в состав аминокислот, витамина В <sub>1</sub> и некоторых ферментов
Калий	K	0,25	Содержится в клетке только в виде ионов, участвует в процессах фотосинтеза
Натрий	Na	0,1	Влияет на работу почек, поддерживает осмотический потенциал клеток
Магний	Mg	0,07	Входит в состав хлорофилла, активирует энергетический обмен
Железо	Fe	0,01	Участвует в биосинтезе хлорофилла, в процессах дыхания и фотосинтеза
Медь	Cu	Следы	Участвует в процессе фотосинтеза
Марганец	Mn	Следы	Участвует в ассимиляции азота при фотосинтезе
Молибден	Mo	Следы	Участвует в процессах связывания атмосферного азота и в процессе фотосинтеза
Кобальт	Co	Следы	Участвует в фиксации атмосферного азота клубеньковыми бактериями, входит в состав витамина В <sub>12</sub>
Бор	B	Следы	Влияет на ростовые процессы растений
Цинк	Zn	Следы	Участвует в синтезе растительных гормонов (ауксинов) и спиртовом брожении
Фтор	F	Следы	Входит в состав костей и зубной эмали

Неорганические вещества клетки составляют – *вода* и *минеральные соли*. **Вода** – главный компонент всех клеток живых организмов, она составляет до 85% их массы, для многих организмов она является еще и средой обитания. При потере организмом 20% воды наступает смерть.

Содержание воды зависит:

- от физиологической активности: в нейронах – 85%; в мышечных клетках – 75%; в жировой ткани – 40%; в кости – 20%; в эмали зубов – 10%.

- от возраста: в клетках эмбрионов более 90%; в клетках взрослого организма - 80 %; в клетках старого организма – 60% воды.

- от среды обитания и образа жизни (водоросли, растения пустынь).

Таким образом, можно сказать, что количество воды зависит от интенсивности обменных процессов в организме: чем она больше, тем выше содержание воды.

Роль воды объясняется ее химическими и физическими свойствами. Уникальность этих свойств заключается в том, что молекулы воды малы, полярны (являются диполями) и способны соединяться друг с другом водородными связями.

#### ***Свойства воды:***

1. Высокая теплоёмкость – защищает ткани растений и животных от быстрого и сильного повышения температуры.

2. Высокая теплопроводность – позволяет равномерно распределять температуру по всему телу.

3. Высокое поверхностное натяжение – обеспечивает передвижению растворов по тканям, восходящий и нисходящий токи веществ у растений.

4. Способность растворять газы (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>).

#### ***Функции воды***

Связанная вода (около 5%):

1. Образует вокруг белков водные (сольватные) оболочки, препятствующие склеиванию их друг с другом.

Свободная вода (95%):

2. Универсальный растворитель минеральных и органических соединений, газов (обеспечивает поступление и выведение в растворенном состоянии продуктов биохимических реакций).

По отношению к воде вещества делятся на *гидрофильные* (филио – любить) – водорастворимые, *гидрофобные* (фобос – страх) – водонерастворимые и *амфифильные* – вещества, соединяющие в себе свойства гидрофильных (полярные головки) и гидрофобных (неполярные хвосты) соединений.

К *гидрофильным* относятся вещества с полярными ковалентными и ионными связями: многие минеральные соли; моно- и дисахариды; водорастворимые витамины; кислоты; спирты; щелочи.

К *гидрофобным* относятся вещества с неполярными ковалентными связями: полисахариды; жирорастворимые витамины (А, D, Е, К); нуклеиновые кислоты; некоторые белки (кератин); жиры; некоторые минеральные соли.

3. Структурная – основной компонент гиалоплазмы, обеспечивает коллоидный раствор внутренней среды клетки.

4. Метаболическая – участвует в биохимических реакциях (большинство реакций протекает только в растворах).

5. Транспортная – участие в транспорте веществ (ток растворов по сосудам).

6. Участвует в терморегуляции клетки и организма (за счет высокой теплоемкости и теплопроводности поддерживает тепловое равновесие в клетке и организме: у растений – транспирация, у животных – потоотделение).

7. Поддерживает осмотическое и тургорное давление в клетке (обеспечивает тургор мембран, объем, упругость клетки. Вода, входящая в состав клеточного сока растений и грибов, обеспечивает сосущую силу).

8. Резервная (запасающая – водоносная паренхима у растений).

9. Является источником свободного кислорода, протонов водорода ( $H^+$ ) и электронов ( $e^-$ ) при фотолизе воды в фотосинтезе.

10. Обеспечивает восходящий и нисходящий ток жидкостей у растений (за счет большого поверхностного натяжения капиллярно связывается со стенками сосудов).

11. Уменьшает силу трения (в трущихся поверхностях суставов, плевральной и брюшной полостях).

**Минеральные вещества** имеют важное значение для поддержания жизнедеятельности клеток и организма в целом. В клетке они могут находиться в 3-х формах:

1. В виде нерастворимых солей (кальций и фосфор в костях обеспечивают прочность костной ткани).

2. В диссоциированном на катионы и анионы состоянии.

Анионы слабых кислот – фосфорной ( $H_3PO_4$ ) и угольной ( $H_2CO_3$ ) обеспечивают буферные свойства внутриклеточной жидкости – способность сохранять в клетке значение pH (водородный показатель, используемый для характеристики кислотности среды) на относительно постоянном уровне под воздействием различных кислот и щелочей. Анионы фосфорной кислоты создают гидрофосфатную буферную систему, которая поддерживает внутри клетки слабокислую среду (pH=6,9), а анионы угольной кислоты – бикарбонатную буферную систему, которая поддерживает слабощелочную реакцию внеклеточной среды (pH=7,4 – плазма крови).

Катионы кальция участвуют в сокращении мышечного волокна, свертывании крови, раздражимости клетки; катионы калия и натрия участвуют в поддержании ионного насоса.

3. В виде соединений с органическими веществами. Некоторые катионы и анионы могут включаться в комплексы с различными веществами (например, анионы фосфорной кислоты входят в состав фосфолипидов, АТФ, нуклеотидов и др.; ион  $Fe^{2+}$  входит в состав гемоглобина и т.д.).



## **Органические вещества. Липиды**

**Липиды** – группа жироподобных органических соединений, не растворимых в воде, но хорошо растворимых в неполярных органических растворителях (бензоле, бензине и т. д.). Большинство липидов – это сложные эфиры жирных кислот и спиртов. Жирные кислоты – это карбоновые кислоты с длинной углеводородной цепью. Эти цепи или остатки (хвосты) обладают гидрофобными свойствами. Среди спиртов, входящих в состав липидов, наблюдается разнообразие, но наиболее распространенным является трехатомный спирт глицерол.

Гидрофильными свойствами обладают компактные полярные головки липидов. В зависимости от их состава и строения различают разные группы липидов. Такое строение заставляет молекулы липидов занимать в водной среде положение, при котором гидрофильные головки обращены к воде, а гидрофобные хвосты – от воды. Благодаря этим свойствам они формируют бимолекулярный слой, который является основой клеточной мембраны.

Некоторые липиды не имеют в своем составе жирных кислот – это стероиды и терпены. **Стероиды** построены на основе спирта холестерина и не содержат высших карбоновых кислот (половые гормоны). **Терпены** – это самостоятельная группа липидов с общей формулой  $(C_5H_8)_n$ . К ним относятся – ростовые вещества растений – гиббереллины, – эфирные масла растений (ментол, камфора), каротиноиды, витамин К.

Еще одним классом липидов являются **жиры** (сложные эфиры глицерола и жирных кислот). Они не растворимы в воде и отличаются по составу. Жиры, в состав которых входят ненасыщенные жирные кислоты, отличаются низкой температурой плавления. К ним относятся растительные масла (льняное, подсолнечное, касторовое, кукурузное, горчичное). Жиры, в состав которых входят насыщенные жирные кислоты, имеют высокую температуру плавления и при комнатной температуре находятся в твердом состоянии. К ним относятся животные жиры (коровье масло, свиное сало, говяжий и бараний жир).

**Липоиды** – это сложные эфиры высокомолекулярных жирных кислот и других спиртов, кроме глицерола. Представляют собой жироподобные вещества, как гидрофобные соединения нормализуют работу клеточных мембран, входят в состав всех клеток и тканей.

Липиды могут образовывать сложные комплексы с белками (**липопротеины**), углеводами (**гликолипиды**), остатками фосфорной кислоты (**фосфолипиды**). **Свинголипиды** – относятся к фосфолипидам, молекулы которых построены на основе аминок спирта свингозина.

**Воски** – сложные эфиры одноатомных (с одной спиртовой группой) высокомолекулярных спиртов и высших карбоновых кислот (входят в состав липидных фракций мозга, лимфатических узлов, селезенки, желчных путей, пчелиных сот). Также к липидам относятся **жирорастворимые витамины** – А, D, Е, К.

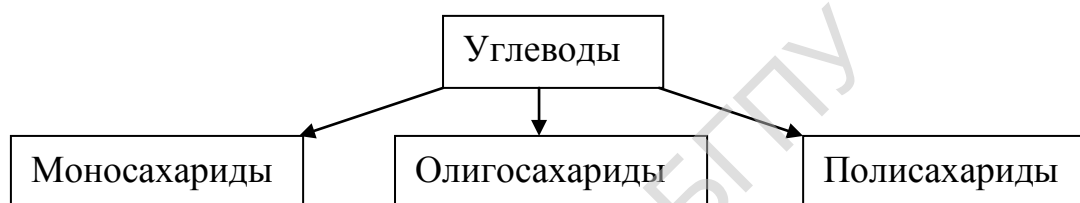
#### **Функции липидов**

1. Строительная (структурная) – фосфолипиды образуют билипидный слой всех мембран и миелиновые оболочки нервных волокон.
2. Энергетическая – при расщеплении 1 г жиров выделяется 38,9 кДж энергии.
3. Защитная – жировой футляр почек предохраняет орган от механического повреждения.
4. Запасаящая – во многих клетках жир в виде включений образует запас питательного материала, в плодах и семенах масленичных растений, в жировой ткани животных.
5. Термоизоляционная – подкожно-жировая клетчатка защищает от низких температур (тюлени, киты).
6. Источник эндогенной (метаболической) воды – при окислении 100 г жира образуется 110 г воды (верблюды).
7. Регуляторная – стероиды (половые гормоны), витамины А, Е, Д, К участвуют в обмене веществ.

## Углеводы

**Углеводы** – являются обязательными компонентами животных и растительных клеток. В животных клетках их содержание не превышает 5 % сухой массы (в клетках печени), у растений – около 90 % сухой массы (в клубнях картофеля). В состав молекул углеводов входят углерод, водород и кислород. Общая формула углеводов:  $C_n(H_2O)_m$ , где  $m$  и  $n$  могут иметь разное значение. Выделяют три группы углеводов (схема 1).

Схема 1



**Моносахариды (простые сахара)** – в зависимости от количества атомов углерода различают: **триозы** ( $C_3$ ), **тетрозы** ( $C_4$ ), **пентозы** ( $C_5$ ), **гексозы** ( $C_6$ ), **гептозы** ( $C_7$ ). Наиболее важными являются пентозы (рибоза и дезоксирибоза – входят в состав нуклеиновых кислот ДНК и РНК и гексозы (глюкоза и фруктоза находятся в клетках плодов растений, глюкоза содержится в крови и служит источником энергии для клеток и тканей). Все моносахариды хорошо растворяются в воде и сладкие на вкус.

**Олигосахариды** – это соединения, состоящие из 2-10 последовательно соединенных между собой молекул моносахаридов. Наиболее важными являются дисахариды мальтоза (солодовый сахар), лактоза (молочный сахар), сахароза (пищевой, тростниковый или свекловичный сахар).

**Полисахариды (сложные углеводы)** – высокомолекулярные биополимеры, мономерами которых являются свыше десяти молекул простых сахаров или их производных. Мономером таких полисахаридов как крахмал (откладывается в запас в клетках растений), гликоген (запасается в клетках животных), целлюлоза (образует клеточную стенку у растений) –

является глюкоза. Все полисахариды практически не растворимы в воде и не обладают сладким вкусом.

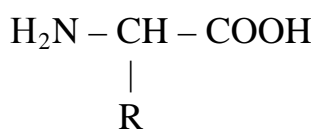
#### **Функции углеводов:**

1. Структурная (строительная) – образуют клеточную стенку растений, некоторых грибов и протистов.
2. Энергетическая – при расщеплении 1 г углеводов выделяется 17,6 кДж энергии.
3. Метаболическая – моносахариды это основа для синтеза полисахаридов, нуклеотидов, аминокислот, спиртов и др. органических веществ в клетках организмов.
4. Резервная (запасаящая) – крахмал, гликоген.

#### **Аминокислоты, белки, их строение, роль в клетке**

**Белки** – это биологические полимеры, мономерами которых являются аминокислоты. В ходе образования белка аминокислоты взаимодействуют между собой, образуя пептидные (ковалентные) связи, в результате чего формируется длинная полипептидная цепь. Белки составляют 10-18% от общей массы клетки (50-80 % от сухой массы). Молекулы белков различаются по функциям, структуре, величине, которые определяются количеством и порядком расположения аминокислот.

**Аминокислоты** представляют собой низкомолекулярные органические соединения, содержащие карбоксильную (-COOH) и аминную (-NH<sub>2</sub>) группы, связанные одним атомом углерода. К атому углерода присоединяется углеводородный радикал, придающий каждой аминокислоте определенные свойства и отличия. Общая формула аминокислот выглядит так:



Соединяясь, аминокислоты устанавливают прочные ковалентные связи между углеродом кислотной и азотом основной групп (-CO-NH-) с

выделением молекулы воды. Соединения, состоящие из двух аминокислотных остатков, называются дипептидами, из трех – трипептидами, из большего числа – полипептидами.

Известно около 200 аминокислот, из них лишь 20 участвуют в образовании белка. Восемь из этих двадцати (валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, триптофан, треонин, фенилаланин) называют **незаменимыми**, так как они не могут синтезироваться человеческим организмом и поэтому должны поступать в него с пищей (в детском организме незаменимы еще и аргинин и гистидин). Остальные (аланин, аспарагин, аспарагиновая кислота, глицин, глутамин, глутаминовая кислота, пролин, серин, тирозин, цистеин) синтезируются в организме человека. Растительные организмы все аминокислоты синтезируют сами.

Выделяются четыре уровня пространственной организации (структуры) белков (таблица 2).

### **Уровни структурной организации белковой молекулы**

*Таблица 2*

<i>Структурная организация</i>	<i>Особенности строения</i>	<i>Виды связей</i>	<i>Примеры белков</i>	<i>Место образования</i>
<b>Первичная структура</b> Определяет число и очередность аминокислот в полипептиде	Полипептидная линейная цепочка	<b>Пептидные, ковалентные</b> (самая прочная связь)	Дипептид, трипептид, полипептид  Биологически неактивна	Рибосомы
<b>Вторичная структура</b> Фибриллярная	Полипептидная цепочка закрученная в $\alpha$ -спираль или $\beta$ -складчатый слой	<b>Водородные</b> (между соседними витками – в 10 раз слабее ковалентных)	Фибриллярные белки: коллаген, фибриноген	ЭПС
<b>Третичная структура</b> Глобулярная	Спираль свернутая в глобулу (клубок)	<b>Ковалентные дисульфидные (-S-S-), водородные, гидрофобные</b>	Белки плазмы крови: альбумины, глобулины	ЭПС
<b>Четвертичная структура</b> Комплекс глобул	Объединение нескольких глобулярных белков	<b>Слабые межмолекулярные силы</b>	Коллаген миозин Гемоглобин	Комплекс Гольджи

## Свойства белков

Утрата белковой молекулой своей структурной организации называется *денатурацией*. Вызвать ее могут различные химические (кислоты, щелочи, спирты, соли тяжелых металлов и др.) и физические (высокие температура, давление, ионизирующее излучение и др.) факторы. Первой разрушается четвертичная, затем третичная, вторичная, а при усилении воздействия фактора и первичная структура. При сохранении первичной структуры и попадании белковых молекул в нормальные условия среды их структуры могут восстанавливаться – происходит *ренатурация*.

Также для белков характерны следующие свойства:

- гидрофильность;
- видовая специфичность;
- химическая активность;
- способность изменять конфигурацию молекул под действием факторов среды.

### Функции белков:

1. Структурная – белки мембран, ядрышек, рибосом, капсида вирусов, кератин, коллаген.
2. Защитная – антитела, фибриноген, тромбин, иммуноглобулины, интерферон.
3. Энергетическая – при расщеплении 1 г белка выделяется 17,6 кДж энергии.
4. Каталитическая (ферментативная) – белки-ферменты катализируют все обменные реакции в организме при нормальной температуре, концентрации, давлении – это ДНК-полимераза, пепсин, энтерокиназа и другие.
5. Транспортная – гемоглобин, миоглобин – переносчики кислорода, белки-переносчики в мембранах.
6. Регуляторная – гормоны – инсулин, глюкагон, соматотропин.
7. Двигательная – сократительные белки мышц миозин и актин.

8. Рецепторная (сигнальная) – гликокаликс – гликопротеины на поверхности клетки, родопсин, йодопсин.

9. Запасающая – белковые включения в виде гранул у бобовых растений, казеин молока, яичный альбумин.

10. Токсическая – яд змей, пчёл.

### ***Ферменты как биологические катализаторы***

**Ферменты** или энзимы – это белки, присутствующие во всех живых клетках и играющие роль биологических катализаторов. Синтезируются они самими клетками. По химической природе это глобулярные белки третичной и четвертичной структуры. Свою работу ферменты осуществляют при температуре, нормальной для данного организма (для человека 36,5-37°C). Суть действия ферментов заключается в том, что они способны увеличивать скорость биохимических реакций в десятки миллионов раз, но на природу и свойства конечного продукта они не влияют. В своем составе ферменты могут иметь и небелковые компоненты, обычно это либо ионы металлов, либо витамины или их предшественники. Белковая часть фермента называется апофермент, небелковая – кофактор, кофермент, или коэнзим. Действие ферментов строго специфично: каждый фермент катализирует только одну реакцию или действует на один тип связи. Отличительной чертой биохимических реакций является их многоступенчатость. На каждом этапе действует свой фермент, а постепенное выделение энергии предотвращает гибель клетки. В клетке насчитывается более 500 ферментов. Они находятся на мембранах, в гиалоплазме, в органоидах.

#### ***Механизм действия фермента:***

Фермент взаимодействует с субстратом и образует короткоживущий фермент-субстратный комплекс. Вероятность протекания реакции в нем значительно увеличивается за счет снижения энергии активации, т.е. того количества энергии, которое необходимо придать веществам, чтобы

произошла реакция. По окончании реакции фермент-субстратный комплекс распадается на фермент и субстрат.

### ***Свойства ферментов***

1. Высокая специфичность действия (1 фермент = 1 реакция).
2. Высокая биологическая активность.
3. Действуют при определенной рН химической среды.
4. Действуют при определенной температуре среды.
5. Сохраняют свою активность и вне организма.
6. Ускоряя химические реакции, ферменты не изменяются сами, не влияют на природу субстрата и конечного продукта, т.е. фермент сам в реакцию не вступает.

### ***Значение ферментов***

1. Ферменты являются единственными ускорителями химических реакций, протекающих в организме в условиях гомеостаза.
2. При нарушении синтеза ферментов происходит нарушение обмена веществ в организме.
3. Применяются в народном хозяйстве: в пищевой промышленности (приготовление безалкогольных напитков, консервов, колбас, копченостей); животноводстве (приготовление кормов); медицине (изготовление лекарств и питательных сред); в производстве фотоматериалов, при обработке льна, кожи, бумаги).

### ***Нуклеиновые кислоты, их строение и роль в клетке***

**Нуклеиновые кислоты** – это сложные высокомолекулярные биополимеры с молекулярной массой от 10 000 до нескольких миллионов, мономерами которых являются **нуклеотиды**. В основном эти кислоты находятся в ядре клетки, кроме того, они имеются в цитоплазме, митохондриях и пластидах. Нуклеотиды состоят из одного из азотистых оснований (аденина – А, гуанина – Г, тимина- Т, цитозина – Ц или урацила – У), углевода (рибозы или дезоксирибозы) и остатка фосфорной кислоты.



Выделяют 2 типа нуклеиновых кислот **дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК)** и **рибонуклеиновая кислота (РНК)**.

**ДНК** – сложное органическое соединение, являющееся материальным носителем наследственной информации. Это двойной неразветвленный линейный полимер, закрученный спирально, за исключением одноцепочечной молекулы ДНК вирусов и кольцевой ДНК бактерий, плазмид и митохондрий. В состав каждого нуклеотида ДНК входит азотистое основание, остаток фосфорной кислоты и углевод дезоксирибоза. В одной молекуле ДНК насчитывается 10-25 тыс. нуклеотидов четырех типов, отличающихся по азотистому основанию (А, Т, Г, Ц). Нуклеотиды двух цепочек ДНК соединены по принципу комплементарности (взаимодополняемости) через азотистые основания водородными связями: А=Т (2 водородные связи), Г≡Ц (3 водородные связи), а внутри одной цепочки – через остатки фосфорной кислоты. В 1950 г. Э. Чаргафф сформулировал этот принцип – избирательного соединения азотистых оснований нуклеотидов соседних цепочек ДНК по способности образовывать водородные связи.

#### **Правило Чаргаффа**

Суммарное количество пуриновых оснований равно суммарному количеству пиримидиновых оснований ( $A+G = T+C$ ). Количество аденина равно количеству тимина ( $A=T$ ), а количество гуанина равно количеству цитозина ( $G=C$ ).

**Свойства ДНК:** способность к репликации (самоудвоению); способность к транскрипции (переписывание информации на иРНК); способность к репарации (самовосстановлению).

**ДНК осуществляет следующие функции:** хранение наследственной информации, передача генетической информации потомкам, в последовательности нуклеотидов ДНК любой клетки содержится информация обо всех белках целого организма.

**РНК** – сложное органическое соединение, относящееся к группе нуклеиновых кислот. Количество в клетке непостоянно, так как она синтезируется по мере необходимости на молекуле ДНК. В клетке РНК находится в ядре, цитоплазме, митохондриях и пластидах. РНК – это полимер, мономерами которого являются нуклеотиды четырех типов, различающиеся по азотистому основанию: аденин входит в состав аденилового (А) нуклеотида, цитозин – цитидилового (Ц), гуанин – гуанилового (Г), урацил – уридиллового (У). Также в каждом нуклеотиде имеются углевод рибоза и остаток фосфорной кислоты. Нуклеотиды в цепочке соединены ковалентными связями между рибозой одного нуклеотида и остатком фосфорной кислоты другого. По строению это одинарная полинуклеотидная цепочка, которая может образовывать спираль или спаренные спирализованные участки. РНК известна в четырех формах: информационная (иРНК), рибосомальная (рРНК), транспортная (тРНК), и генетическая (у некоторых вирусов). Каждый вид РНК выполняет свою функцию, поэтому их молекулы различаются по строению, размеру, молекулярной массе. Но в любом случае они меньше молекулы ДНК.

**Транспортные РНК** образуются в ядре на ДНК, затем переходят в цитоплазму. Они имеют самые короткие молекулы из 75-80 нуклеотидов с кодовым триплетом на одном конце (антикодон) и «посадочной площадкой» на другом. Их функция – транспортировка аминокислот к рибосомам, где идет сборка белковой молекулы.

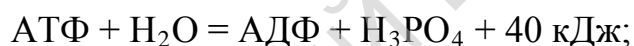
**Информационная РНК** синтезируется также в ядре на молекуле ДНК по принципу комплементарности (транскрипция), после чего она переходит в цитоплазму. Там иРНК образует комплекс с рибосомами, и осуществляется сборка молекул белка (трансляция). Молекулярная масса иРНК составляет от 100 тыс. до 1 млн углеродных единиц.

**Рибосомальная РНК** составляет до 80% всей РНК клетки. Она также синтезируется на ДНК и, войдя в состав субъединиц рибосом, выходит в цитоплазму. Ее молекулы состоят из 3-5 тыс.

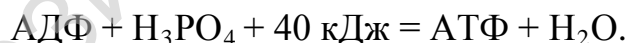
нуклеотидов. Все виды РНК, за исключением *генетической РНК вирусов*, не способны к самоудвоению.

### **АТФ**

**АТФ (аденозинтрифосфорная кислота)** – сложное органическое соединение, содержащее две макроэргические (богатые энергией) связи. АТФ – это универсальный хранитель и переносчик энергии в клетках всех организмов. Представлена одним нуклеотидом, состоящим из азотистого основания аденина, углевода рибозы и (в отличие от нуклеотидов ДНК и РНК) трех остатков фосфорной кислоты. При отделении одного остатка кислоты АТФ переходит в АДФ (аденозиндифосфорную кислоту), если отделяется еще один остаток, то АДФ переходит в АМФ (аденозинмонофосфорную кислоту), что бывает крайне редко.



Отделение каждого остатка происходит с помощью ферментов, при этом выделяется 40 кДж энергии. При синтезе АТФ, наоборот, поглощается энергия.



Синтезируется АТФ в митохондриях в процессе энергетического обмена (диссимиляции, катаболизма), у зеленых растений, она синтезируется еще и в хлоропластах в процессе световой фазы фотосинтеза. Частично АТФ синтезируется в гиалоплазме. АТФ аккумулирует энергию, которая расходуется там, где в клетке происходят процессы с затратой энергии. Большая часть энергии расходуется на работу мышц.

## **Клетка – структурная и функциональная единица живых организмов**

### ***История открытия клетки. Клеточная теория***

Открытие клетки произошло в 1665 г., когда английский физик-оптик Роберт Гук впервые рассмотрел тонкий срез тканей пробки и сердцевины бузины и увидел пустые ячейки, которые назвал «клетки» (он видел оболочки растительных клеток).

Значительный вклад в изучение клетки внес голландский физик Антони Ван Левенгук, который в 1674 году в капле воды наблюдал под микроскопом одноклеточные организмы (бактерии, амёбы, инфузории), а также клетки крови (эритроциты) и сперматозоиды.

Усовершенствование микроскопа и дальнейшие исследования привели к тому, что в 1802 г. Шарль Бриссо-Мирбе и Жан-Батист Ламарк в 1809 г установили, что ткани растений и животных имеют клеточное строение.

Длительное время основным компонентом клетки считалась оболочка, но в 1825 г. чешский ученый Ян Пуркине обнаружил в клетке полужидкое студенистое содержимое, которое назвал «протоплазмой», а в яйцеклетке птиц обнаружил ядро. А в 1831 г. английский ботаник Роберт Браун обнаружил ядро в клетках растений, а в 1833 г. пришел к выводу, что обязательным компонентом любой растительной клетки является ядро. В 1837 г. немецкий ботаник Матиас Шлейден установил, что все растительные клетки содержат ядра. С этого времени главным в организации клеток стало считаться содержимое, а не клеточная стенка.

Обобщив накопившийся к этому времени материал в 1839г. немецкий зоолог Теодор Шванн, сформулировал клеточную теорию, в которой показал, что клетки растений и животных принципиально сходны. Теория содержала три положения:

1. Клетка - основная структурная единица всех живых организмов.
2. Клетки животных и растений сходны по строению.

3. Процесс образования клеток обуславливает рост и развитие тканей и организмов.

В дальнейшем клеточная теория развивалась благодаря открытиям ученых. Немецкий патологоанатом Рудольф Вирхов в 1858 г. сформулировал одно из важнейших положений клеточной теории: «Всякая клетка – от клетки». В 60-е годы XIX века русский ученый, академик РАН Карл Бэр открыл яйцеклетку, которая лежит в основе полового размножения. Открытие К. Бэра показало, что клетка является не только единицей строения, но и единицей развития всех живых организмов.

Клеточная теория имеет историческое значение, т.к. является крупным обобщением естествознания, она значительно повлияла на развитие биологии и положила начало таким дисциплинам как анатомия, эмбриология, гистология, физиология, генетика. Кроме того клеточная теория доказала единство и общность происхождения всех живых организмов.

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

1. Клетка – элементарная структурно-функциональная единица живых организмов, которая обладает всеми признаками и свойствами живого.

2. Клетки всех организмов сходны по строению, химическому составу и важнейшим проявлениям жизнедеятельности.

3. Каждая клетка образуется в результате деления исходной (материнской) клетки.

4. Клетки способны к самостоятельной жизнедеятельности, но в многоклеточных организмах их работа скоординирована и организм представляет собой целостную систему тканей, органов и систем органов.

## ***Методы изучения клетки***

Клетка является элементарной структурной и функциональной единицей всех живых организмов, обладающей всеми основными признаками живого (обмен веществ и энергии, саморегуляция, размножение, раздражимость, рост, развитие, адаптация к условиям существования). Существуют организмы, состоящие всего лишь из одной клетки (бактерии, простейшие) и многоклеточные организмы (грибы, растения, животные).

Строение, химический состав, функции, эволюцию клеток, их размножение, рост, взаимосвязь друг с другом в многоклеточном организме и окружающей средой изучает наука – ***Цитология***.

В цитологии применяют следующие ***методы исследования***:

1. Микроскопические – используют микроскопы световые, фазово-контрастные, люминесцентные (увеличивают объекты до 1,5–2 тысяч раз), электронные (увеличивают объекты в 200 тысяч раз), сканирующие или растровые (электронные, позволяют получить трехмерное изображение).

2. Дифференциальное центрифугирование – позволяет выделять отдельные компоненты клеток (органойдов) с целью последующего их изучения.

3. С помощью рентгеноструктурного анализа – изучают пространственную конфигурацию и некоторые физические свойства макромолекул клеточных структур (например, ДНК).

4. Авторадиографический метод позволяет изучать процессы жизнедеятельности клеток с помощью введения в клетку радиоактивных изотопов и прослеживания дальнейшего их включения в синтезируемые клеткой соединения.

5. Биохимическими методами изучают химический состав клеток и биохимические реакции, протекающие в них.

6. Гистохимические методы позволяют изучать химический состав и локализацию различных компонентов (белков, жиров, нуклеиновых кислот и

др.) в клетке с помощью окрашивания витальными (прижизненными) красителями.

7. Методы клеточных культур – это выращивание отдельных клеток многоклеточных организмов на питательных средах, что позволяет получать клоны клеток.

### ***Строения клетки. Поверхностный аппарат***

Клетка любого организма – это элементарная целостная живая система, которая состоит из трех взаимосвязанных компонентов: ***поверхностного аппарата, цитоплазмы и ядра*** (кроме прокариот).

Поверхностный аппарат живой клетки состоит из трех компонентов: цитоплазматической мембраны, надмембранного и субмембранного комплексов.

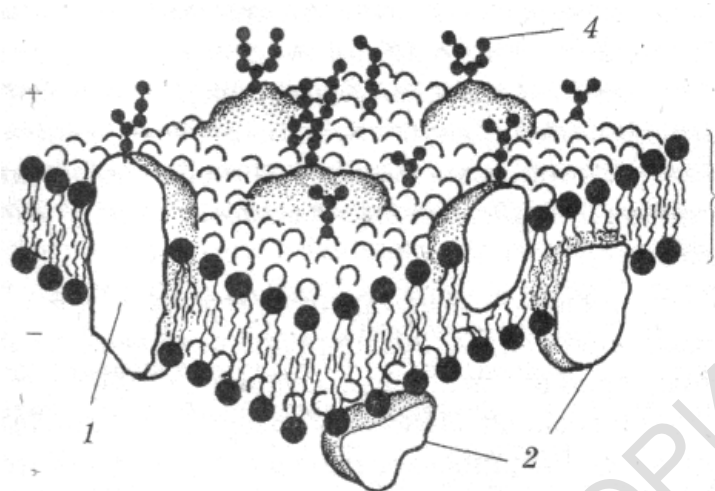
***Надмембранный комплекс*** включает ***клеточную стенку*** у растений, бактерий, некоторых простейших и грибов, и ***гликокаликс*** у животных.

***Клеточная стенка*** это плотный слой, расположенный на поверхности клетки. У растений она состоит из клетчатки, гемицеллюлозы, пектиновых веществ. У прокариот (бактерий и цианобактерий) – из муреина, декстрана. У грибов из хитина. У некоторых протистов из муцина, слизи, хитина. Клеточная стенка придает форму клетке, выполняет опорную и защитную функции. ***Гликокаликс*** характерен только для животных клеток, это тонкий эластичный слой полисахаридов, образующий комплексные соединения – гликопротеины (большинство) и гликолипиды (меньшинство), покрывающие цитоплазматическую мембрану. Гликокаликс выполняет рецепторную функцию.

***Субмембранный комплекс*** лежащий внутри от цитоплазматической мембраны эукариотических клеток, представляет собой комплекс белковых нитей и микротрубочек.

***Цитоплазматическая мембрана (плазмалемма)*** – представлена тончайшей пленкой (около 10 нм), покрывающей всю клетку. Это основная,

обязательная часть поверхностного аппарата. Может образовывать выросты, складки, микроворсинки, многократно увеличивающие поверхность клетки (см. рис. 1). Основой мембраны является билипидный слой (двойной слой), в котором гидрофобные хвосты молекул обращены внутрь, а гидрофильные головки – наружу.



*Рисунок 1. Клеточная мембрана.*

*1 - интегральный белок;*

*2 – полуинтегральный и поверхностный белки;*

*3 – билипидный слой;*

*4 - гликокаликс (комплекс гликопротеинов).*

Липиды представлены фосфолипидами – производными глицерола или сфингозина. С липидным слоем связаны белки: они могут примыкать к липидному слою, погружаться в него или же пронизывать насквозь. Интегральные (трансмембранные) белки пронизывают мембрану насквозь и прочно с ней связаны; периферические белки не пронизывают мембрану и связаны с ней менее прочно. Функции мембранных белков различны: поддержание структуры мембран, получение и преобразование сигналов из окружающей среды, транспорт некоторых веществ, катализ реакций, происходящих на мембранах.

#### ***Свойства мембраны:***

1. *Текучесть.* Мембрана не представляет собой жесткую структуру – большая часть входящих в ее состав белков и липидов может перемещаться в плоскости мембраны.



2. *Асимметрия*. Состав наружного и внутреннего слоев, как белков, так и липидов различен. Кроме того, плазматические мембраны животных клеток снаружи имеют слой гликопротеинов (гликокаликс, выполняющий сигнальную и рецепторную функции, а также имеющий значение для межклеточных взаимодействий).
3. *Полярность*. Внешняя сторона мембраны несет положительный заряд, а внутренняя – отрицательный.
4. *Избирательная проницаемость*. Молекулы и ионы проходят через мембрану с различной скоростью, и чем больше размер молекул, тем меньше скорость их прохождения.
5. *Способность к самозамыканию* (фагоцитоз).

**Функции мембраны:**

1. Структурная (образует стенку клетки, большинства органоидов, оболочку ядра).
2. Барьерно-защитная (отграничивает содержимое клетки от внешней среды; разделяет содержимое цитоплазмы на отсеки с целью разделения ферментативных систем).
3. Каталитическая (метаболическая) функция – осуществляет примембранные биохимические реакции, т.к. многие мембранные белки являются ферментами.
4. Рецепторная (обеспечивает узнавание веществ, поступающих в клетку).
5. Регуляторно-транспортная (основана на свойстве избирательной проницаемости).
6. Преобразование энергии (формирование разности потенциалов по разные стороны мембраны).

## **Способы транспорта через мембрану**

Важнейшее свойство мембран – избирательная проницаемость определяет способность этой структуры обеспечивать транспорт различных веществ, как в клетку, так и из нее (см. таблицу 3).

### **Способы переноса веществ через клеточную мембрану**

*Таблица 3*

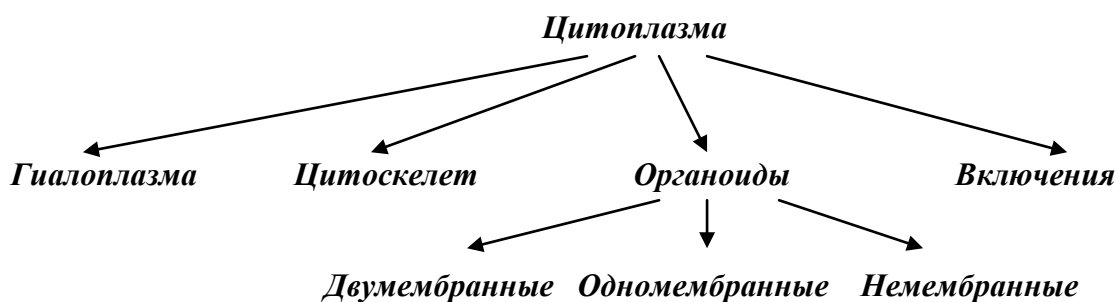
<i>Название способа переноса</i>	<i>Направление переноса</i>	<i>Переносимые вещества</i>	<i>Затраты энергии</i>	<i>Описание способа</i>
<p>Диффузия:</p> <p>А) Через липидный слой</p> <p>Б) Через белковые поры</p>	По градиенту концентраций	<p>O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, мочевины, этанол</p> <p>Ионы (в т. ч. Ca<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>) вода</p>	Без затрат энергии (пассивный процесс)	<p>Мелкие нейтральные молекулы просачиваются между молекулами липидов. Гидрофобные вещества, как правило, диффундируют быстрее гидрофильных. (Ионы и крупные молекулы не могут пересечь липидный бислой)</p> <p>Трансмембранные (интегральные) белки могут иметь водные каналы, по которым ионы или полярные молекулы пересекают мембрану, минуя гидрофобные хвосты липидов</p>
Облегченная диффузия	По градиенту концентраций	Глюкоза, лактоза, аминокислоты, нуклеотиды, глицерин	Без затрат энергии	Белок-переносчик, находящийся в клеточной мембране, на одной стороне мембраны присоединяет молекулу или ион. Это изменяет форму молекулы переносчика, и его положение в мембране изменяется так, что молекула или ион выделяются уже с другой стороны мембраны
Активный транспорт	Против градиента концентраций	Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , H <sup>+</sup> , аминокислоты в кишечнике Ca <sup>2+</sup> в мышцах Na <sup>+</sup> и глюкоза в почках	С затратами энергии	Как и облегченная диффузия, осуществляется белками-переносчиками. Но в данном случае изменение формы молекулы переносчика (ее конформация) вызывается присоединением не молекулы переносимого вещества, а фосфатной группы, отделившейся от молекулы АТФ в ходе гидролиза. Процесс идет за счет энергии, выделяющейся при гидролизе АТФ. После замены формы переносчика транспорти-

<i>Название способа переноса</i>	<i>Направление переноса</i>	<i>Переносимые вещества</i>	<i>Затраты энергии</i>	<i>Описание способа</i>
				руемая молекула оказывается уже по другую сторону мембраны
Транспорт в мембранной упаковке А) эндоцитоз	Не связан с градиентом концентраций	Крупные макромолекулы и твердые частицы	С затратами энергии	В месте контакта с частицами мембрана впячивается, затем формируется пузырек отшнуровывается от клеточной мембраны и поступает в цитоплазму. Свойствен ряду простейших, кишечнополостным, клеткам крови – лейкоцитам. Выделяют фагоцитоз – поглощение твердых тел и пиноцитоз – поглощение жидкости.
Б) Экзоцитоз	Не связан с градиентом концентраций	Ферменты, секреторные гранулы, гормоны	С затратами энергии	Пузырек комплекса Гольджи, перемещаясь к плазмалемме, сливается с ней и выделяет свое содержимое в окружающую среду

### ***Цитоплазма***

***Цитоплазма*** – содержимое клетки, ограниченное снаружи плазмалеммой, изнутри - ядерной оболочкой клетки, в котором выделяют ***гиалоплазму, цитоскелет, органоиды и включения***.

*Схема 2*



**1. Гиалоплазма** (цитоплазматический матрикс) – внутренняя среда клетки, где протекают реакции внутриклеточного обмена. Это однородный,

мелкозернистый коллоидный раствор (85% вода, 10% белки, 5% липиды, углеводы, нуклеиновые кислоты, минеральные соли), который способен переходить из жидкого состояния (золь) в более плотное (гель).

***Функции гиалоплазмы:***

1. Транспортная – внутриклеточный транспорт веществ (аминокислоты, жирные кислоты, углеводы, нуклеиновые кислоты, АТФ).
2. Движение органоидов (обеспечивает циклоз цитоплазмы).
3. Объединяющая (объединяет все клеточные структуры, определяет местоположение органоидов в клетке).
4. Запасающая (резервуар воды для растворения химических веществ).
5. Биохимическая (обеспечивает протекание всех химических реакций клетки).

***Цитоплазматический скелет (цитоскелет)*** – развитая сеть микрофиламентов и микротрубочек, пересекающих цитоплазму в разных направлениях, заполняющих все пространство между ядерной оболочкой и плазмалеммой.

Микрофиламенты это тонкие белковые фибриллы, состоящие из двух спирально закрученных нитей, диаметром около двух нм. Микротрубочки представляют собой тонкие полые цилиндры, состоящие из белка тубулина, диаметром около 25 нм. Цитоскелет очень динамичен. В определенных участках клетки его нитей могут легко распадаться на отдельные молекулы белка, которые переходят в раствор и изменяют физические свойства гиалоплазмы.

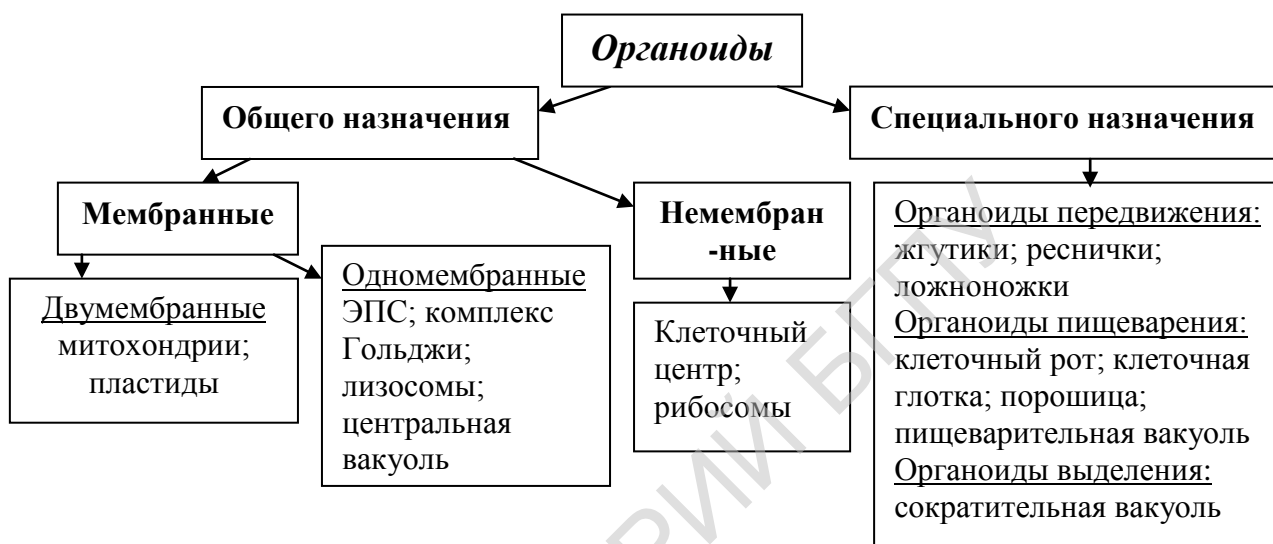
***Функции цитоплазматического скелета:***

1. Обладает способностью сокращаться.
2. Обеспечивает определенную форму клетки и отвечает за направленное движение клеточных структур.
3. Упорядочивает размещение всех структурных компонентов клетки.
4. Связывает все внутренние структуры клетки между собой.

## Органоиды клетки, их строение и функции

**Органоиды** – это постоянно дифференцированные участки цитоплазмы, ограниченные, в большинстве случаев, от нее 1-ой или 2-мя мембранами, имеющие определенное строение и выполняющие определенные функции в клетке (смотри схему 3 и таблицу 4).

Схема 3



### Органоиды клетки

Таблица 4

Органоиды	Строение	Функции
<u>Пластиды:</u>	<u>Хлоропласты</u> - микроскопические двумембранные органеллы. Форма двояковыпуклой линзы. Внутренняя мембрана образует систему двухслойных пластин - тилакоидов стромы и тилакоидов гран. В мембранах тилакоидов гран сосредоточены пигменты - хлорофилл и каротиноиды. В матриксе находятся собственные рибосомы, ДНК, РНК.	Характерны для растительных клеток (как и все пластиды). Способны создавать из неорганических веществ (CO <sub>2</sub> и H <sub>2</sub> O) при наличии света и пигмента хлорофилла органические вещества — углеводы и свободный кислород. Синтез собственных белков. Могут образоваться из пропластид или лейкопластов, и преобразоваться в хромопласты
<u>Пластиды:</u>	<u>Хромопласты</u> - микроскопические двумембранные органеллы. Собственно хромопласты имеют шаровидную форму, а образовавшиеся из хлоропластов принимают форму кристаллов каротиноидов, типичную для данного вида растения. Окраска красная, оранжевая, желтая	Придают лепесткам цветков окраску, привлекательную для насекомых-опылителей. В осенних листьях и зрелых плодах, отделяющихся от растения, содержатся кристаллические каротиноиды - конечные продукты обмена

	<u>Лейкопласты</u> – бесцветные двумембранные органеллы. Внутренняя мембрана образует 2-3 выроста. Форма округлая.	Место отложения запасных питательных веществ (зерен крахмала). На свету они преобразуются в хлоропласты.
<u>Митохондрии</u>	Микроскопические органеллы, имеющие двумембранное строение. Внешняя мембрана гладкая, внутренняя - образует различной формы выросты - кристы. В матриксе митохондрии (полужидком веществе) находятся ферменты, рибосомы, ДНК, РНК. Размножаются делением	Универсальная органелла, являющаяся дыхательным и энергетическим центром. В процессе кислородного (окислительного) этапа диссимиляции в матриксе с помощью ферментов происходит расщепление органических веществ с освобождением энергии, которая идет на синтез АТФ (на кристах)
<u>Аппарат Гольджи</u>	Микроскопические одномембранные органеллы, состоящие из стопочки плоских цистерн (диктиосом), по краям которых ответвляются трубочки, отделяющие мелкие пузырьки	В общей системе мембран любых клеток — наиболее подвижная и изменяющаяся органелла. В цистернах накапливаются продукты синтеза, распада и вещества, поступившие в клетку, а также вещества, которые выводятся из клетки. Упакованные в пузырьки, они поступают в цитоплазму: одни используются, другие выводятся наружу. В растительной клетке участвует в построении клеточной стенки
<u>Эндоплазматическая сеть (ЭПС)</u>	Ультрамикроскопическая система мембран, образующих трубочки, каналы, цистерны, пузырьки. Строение мембран универсальное, вся сеть объединена в единое целое с наружной мембраной ядерной оболочки и плазмалеммой. Гранулярная ЭПС несет рибосомы, гладкая – лишена их	На гранулярной ЭПС синтезируются белки, на поверхности гладкой идет синтез углеводов и липидов. Синтезируемые вещества изолируются от цитоплазмы, накапливаются и преобразуются, в мембранных пузырьках транспортируются в аппарат Гольджи. В каналах ЭПС молекулы белка приобретают вторичную, третичную и четвертичную структуры
<u>Лизосомы</u>	Микроскопические одномембранные органеллы округлой формы. Их число зависит от жизнедеятельности клетки и ее физиологического состояния. В	Переваривание пищи, попавшей в животную клетку при фагоцитозе. Защитная функция. В клетках любых организмов осуществляют автолиз (саморастворение)

	лизосомах находятся гидролитические ферменты, синтезированные на рибосомах. Обособляются от диктиосом в виде пузырьков	органелл). У растений органеллы растворяются при образовании пробковой ткани, сосудов древесины, волокон
<u>Центральная вакуоль</u>	Одномембранный органоид общего назначения характерный для клеток растений. Образуются из расширений ЭПС и пузырьков комплекса Гольджи. Содержимое – клеточный сок, состоящий из воды и растворенных в ней органических и минеральных веществ	Является накопительным пространством для пигментов, промежуточных продуктов обмена (вода, глюкоза), запасных питательных веществ. Создает тургорное давление (поглощает воду путем осмоса)
<u>Клеточный центр</u>	Ультрамикроскопический органоид немембранного строения. Состоит из двух центриолей и центросферы (радиально расположенные микротрубочки). Каждая центриоль имеет цилиндрическую форму, стенки образованы девятью триплетами микротрубочек. Центриоли расположены перпендикулярно друг другу	Принимает участие в делении клеток животных и низших растений. В начале деления (в профазе) центриоли удваиваются и расходятся к разным полюсам клетки. От центриолей к центромерам хромосом отходят нити веретена деления. В анафазе эти нити притягивают хроматиды к полюсам. После окончания деления удвоенные центриоли остаются в дочерних клетках, и образуют клеточный центр
<u>Рибосомы</u>	Ультрамикроскопические органеллы округлой или грибовидной формы, состоящие из двух частей – субъединиц. Они не имеют мембранного строения и состоят из белка и рРНК. Субъединицы образуются в ядрышке. Объединяются вдоль молекулы и-РНК в цепочки – полисомы – в цитоплазме	Универсальные органеллы всех клеток животных и растений. Находятся в цитоплазме в свободном состоянии или на мембранах ЭПС; кроме того, содержатся в митохондриях и хлоропластах. В рибосомах синтезируются белки по принципу матричного синтеза; образуется полипептидная цепочка – первичная структура молекулы белка

## **Клеточные включения**

**Включения** – непостоянно дифференцированные компоненты цитоплазмы клетки, которые синтезируются, запасаются в цитоплазме и расходуются в клетке в зависимости от ее функционального состояния.

### **Классификация включений**

**По происхождению:** эндогенные (образованные в клетке) и экзогенные (поступившие извне);

**По химическому составу:** липидные, белковые, углеводные, сложного химического состава;

**По функциональному назначению:** трофические (запас питательных веществ: растения – крахмал, животные – гликоген); секреторные (используемые клеткой для дальнейших процессов жизнедеятельности – гормоны, витамины, ферменты, слизь); экскреторные (исключенные из процессов жизнедеятельности и подлежащий удалению – мочевины, аммиак, мочевины и щавелевая кислоты); пигментные (красители, гемоглобин, хлорофилл).

## **Ядро**

**Ядро** это важнейший структурный компонент любой эукариотической клетки. Количество ядер – одно или несколько, у высокоспециализированных клеток может отсутствовать: безъядерные – зрелые эритроциты, ситовидные трубки флоэмы; двуядерные – инфузория-туфелька, клетки печени; многоядерные – многие протисты, клетки водорослей и низших грибов, млечных сосудов растений, скелетных поперечнополосатых волокон.

Форма и размеры ядер различные и зависят от формы (линзо-, веретено-, шаровидные, многолопастные) и размера ( $d = 5-20$  мкм) клетки и выполняемой функции. В ядре находится более 99% ДНК клетки.



## Строение ядра:

**Ядерная оболочка (кариолема)** – представлена двумя элементарными мембранами. Наружная – гранулярная, содержит рибосомы, внутренняя – гладкая, между ними находится перинуклеарное пространство. В кариолеме имеются поры (обмен веществ между ядром и цитоплазмой). Наружная мембрана соединяется с мембранами каналов ЭПС.

**Функции ядерной оболочки:** ограничивающая (защитная), транспортная – участие в транспорте веществ, регуляторная – участие в регуляции обмена веществ между ядром и цитоплазмой.

**Ядерный сок (кариоплазма или нуклеоплазма)** – полужидкое вещество, представляющее собой коллоидный раствор белков, РНК, углеводов, ферментов, минеральных солей. Заполняет пространство между ядерными структурами, участвует в транспорте и обмене веществ и энергии с цитоплазмой клетки.

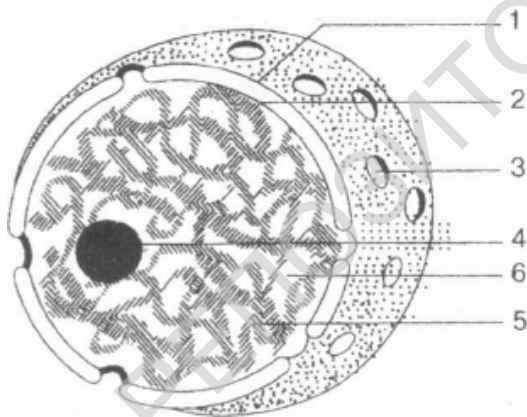


Рисунок 2. Строение клеточного ядра:  
1 и 2 – наружная и внутренняя мембраны ядерной оболочки;  
3 – ядерная пора;  
4 – ядрышко;  
5 – хроматин;  
6 – ядерный сок

**Ядрышко** – непостоянный компонент ядра. Оно растворяется в начале клеточного деления и восстанавливается в конце его. Химический состав ядрышек: белок (~90%), РНК (~6%), липиды, ферменты. Ядрышки образуются вокруг определенных участков ДНК.

**Функция ядрышек:** сборка субъединиц рибосом.

**Хроматин** ядра – интерфазные (деспирализованные) и гидратированные (насыщенные водой) хромосомы. Они содержат 40% ДНК, 40% белков-гистонов и 20% РНК. ДНК в соединении с белком образует

**дезоксирибонуклеопротеин** – ДНП (40% ДНК + 40% гистоновые белки + 20% белки, липиды, минеральные вещества –  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ , ДНК-полимераза). При митотическом делении ядра ДНП спирализуется и образует хромосомы.

**Функции клеточного ядра:** является носителем наследственной информации, управляет процессами метаболизма, снабжает клетку РНК, участвует в делении клетки и оплодотворении.

### ***Хромосомы, кариотип и его видовая специфичность***

В делящейся клетке хроматин спирализуется (укорачивается и уплотняется в 10000 раз) и образует **хромосомы**. **Хромосома** – это интенсивно окрашенное тельце, хорошо заметное в световом микроскопе в период метафазы митоза. В этот период, каждая хромосома состоит из двух хроматид (нитей ДНП), соединенных вместе первичной перетяжкой – **центромерой**. Центромера делит хромосому на два **плеча**. Хромосома называется **метацентрической (равноплечей)**, если её плечи одинаковой длины. **Субметацентрическая (неравноплечая)** хромосома имеет плечи разной длины. У **acroцентрической (палочковидная)** хромосомы одно плечо длинное, второе плечо очень короткое. Хромосома может иметь **вторичную перетяжку** – ядрышковый организатор, в области которой локализованы гены, кодирующие синтез рРНК, а в самих ядрышках происходит формирование субъединиц рибосом. Вторичная перетяжка отделяет участок хромосомы – **спутник**.

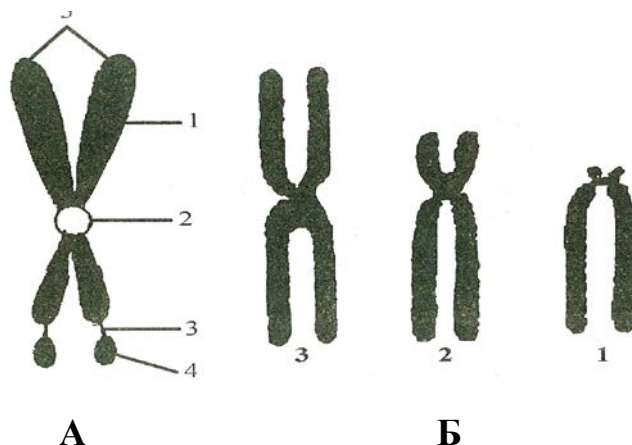


Рисунок 3. Строение и типы хромосом.

*А* - строение метафазной хромосомы: 1 - плечо, 2 - центромера, 3 - вторичная перетяжка, 4 - спутник, 5 - две хроматиды. *Б* - типы хромосом: 1 – палочковидная, 2 - неравноплечая, 3 - равноплечая.

**Соматические клетки** – это все клетки организма за исключением половых. В ядрах соматических клеток находится полный двойной (диплоидный) набор хромосом. Таким образом, диплоидный набор хромосом – это набор хромосом соматической клетки, в которой каждая хромосома имеет пару ( $2n$ ).

**Кариотип** – это совокупный диплоидный набор хромосом соматической клетки определенного биологического вида, характеризующийся постоянным числом, размером и формой хромосом.

**Гомологичные хромосомы** – это хромосомы, одинаковые по величине, форме, расположению центромеры, но имеющие разное происхождение (одна – материнская, другая – отцовская).

У человека 22 пары хромосом, т.е. 44 хромосомы, одинаковые у женского и мужского организмов, которые называются **аутосомы** (А). 23-я пара хромосом – это **половые хромосомы**.

Кариотип женского организма =  $44 A + XX$

Кариотип мужского организма =  $44 A + XY$

**Половые клетки (гаметы)** – это клетки, продуцируемые половыми железами.

**Гаплоидный набор хромосом** – это набор хромосом половых клеток, где каждая хромосома не имеет себе пару, т.е. в ядрах половых клеток все хромосомы негомологичны, различны, одинарны ( $1n$ ).

**Геном** – это совокупный гаплоидный набор хромосом половой клетки определенного биологического вида, характеризующийся постоянным числом, размером и формой хромосом. Половые хромосомы называются **гетерохромосомами**.

Геном женского организма у человека =  $22 A + X$ , мужского =  $22 A + X(Y)$ .

Например, у дрозофилы в кариотипе 8 хромосом, из которых 3 пары аутосом ( $3 \times 2 = 6$ ) и 1 пара гетеросом ( $1 \times 2 = 2$ ).

**Функции хромосом (хроматина):** хранение, передача и воспроизведение генетической информации.

### **Особенности строения клеток прокариот и эукариот**

Клетки большинства живых организмов имеют оформленное, сложноустроенное ядро, цитоплазму с органоидами и оболочку. Такие клетки называются **эукариотическими**. Они характерны для растений, грибов и животных.

#### **Отличия про- и эукариотических клеток**

Таблица 5

<i>Признак</i>	<i>Прокариоты</i>	<i>Эукариоты</i>
Наличие ядра	Обособленного ядра нет	Морфологически обособленное ядро, отделенное от цитоплазмы двойной мембраной (оболочкой)
Число хромосом и их строение	У бактерий – одна кольцевая хромосома, прикрепленная к оболочке – двухцепочечная ДНК не связанная с белками-гистонами. У цианобактерий – несколько хромосом в центре цитоплазмы	Определенное для каждого вида. Хромосомы линейные, двухцепочечная ДНК связана с белками-гистонами
Плазмиды	Имеются	Имеются только в митохондриях и пластидах
Наличие ядрышек	Отсутствуют	Имеются
Организация генома	Имеется до 1,5 тыс. генов. Большинство генов представлены в единственной копии (за исключением нескольких генов, кодирующих синтез РНК)	В зависимости от вида – от 5 до 200 тыс. генов (у человека – около 30 тыс.). Доля генов, представленных в нескольких копиях, может достигать 45% (при этом число копий одного гена может достигать нескольких тысяч). Это повышает надежность работы генома
Рибосомы	Мельче, чем у эукариот. Распределены по цитоплазме. Обычно свободные, но могут быть связаны с мембранными структурами. Составляют до 40% массы клетки	Крупные, 80S. Находятся в цитоплазме в свободном состоянии или связаны с мембранами ЭПС. В пластидах и митохондриях содержатся мелкие рибосомы.
Одномембранные замкнутые	Отсутствуют. Их функции выполняют выросты кле-	Многочисленны: ЭПС, аппарат Гольджи, вакуоли, лизосомы и др.

<i>Признак</i>	<i>Прокариоты</i>	<i>Эукариоты</i>
органеллы	точной мембраны – мезосомы	
Двумембранные органеллы	Отсутствуют	Митохондрии – у всех эукариотов; пластиды – у растений
Клеточный центр	Отсутствует	Имеется в клетках животных, грибов; у растений – в клетках водорослей и мхов
Мезосома	Имеется у бактерий. Участвует в делении клетки и в метаболизме	Отсутствует
Клеточная стенка	У бактерий содержит муреин, у цианобактерий – целлюлозу, пектиновые вещества, немного муреина	У растений – целлюлозная, у грибов – хитиновая, у животных клеток клеточной стенки нет
Капсула или слизистый слой	Имеется у некоторых бактерий	Отсутствует
Движение цитоплазмы	Отсутствует	Наблюдается часто
Аэробное клеточное дыхание	У бактерий – на мезосомах;	Происходит в митохондриях
Фотосинтез	Хлоропластов нет. Происходит на мембранах, не имеющих специфической формы	В хлоропластах, содержащих специальные мембраны, собранные в граны
Фагоцитоз и пиноцитоз	Отсутствует (невозможен из-за наличия жесткой клеточной стенки)	Свойственен клеткам животных, у грибов и растений отсутствует
Спорообразование	Часть представителей способна образовывать споры из клетки. Они предназначены только для перенесения неблагоприятных условий внешней среды, поскольку имеют толстую стенку	Спорообразование свойственно растениям и грибам. Споры предназначены для размножения
Способы деления клеток	Прямое бинарное поперечное деление, редко – почкование (почкующиеся бактерии). Митоз и мейоз отсутствуют	Митоз, мейоз, амитоз

### ***Особенности строения растительной и животной клеток***

Клетки растительных и животных организмов имеют общие и отличительные признаки в строении и процессах жизнедеятельности.

#### ***Признаки сходства:***

1. Единство структурных систем – цитоплазмы и ядра.

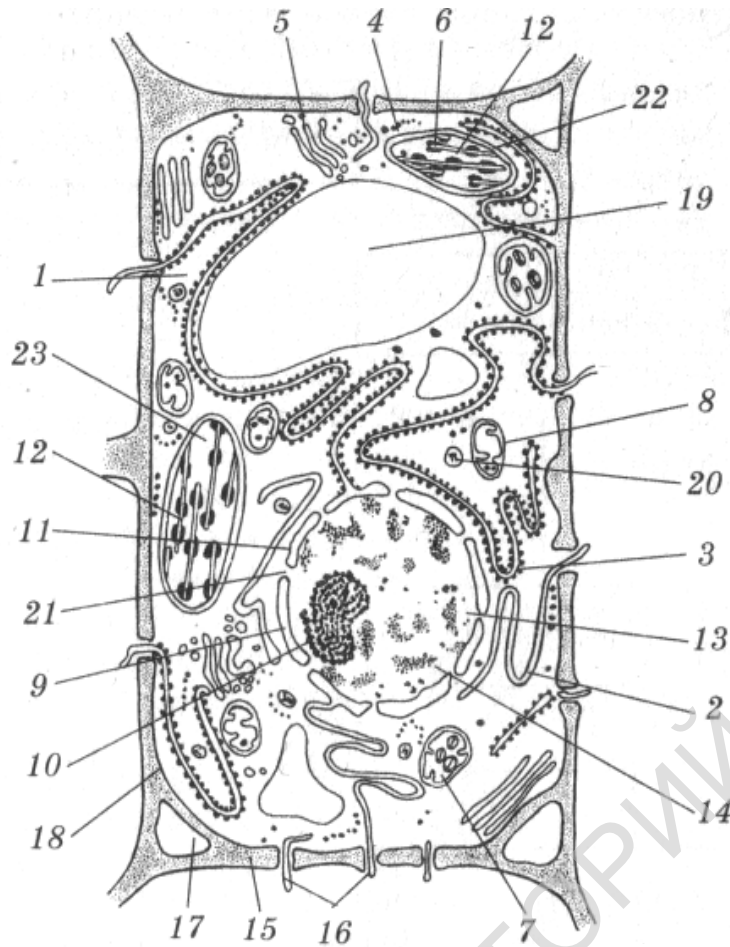
2. Сходство процессов обмена веществ и энергии.
3. Единство принципа наследственного кода.
4. Универсальное мембранное строение.
5. Единство химического состава.
6. Сходство процесса деления клеток.

### *Отличительные признаки*

*Таблица 6*

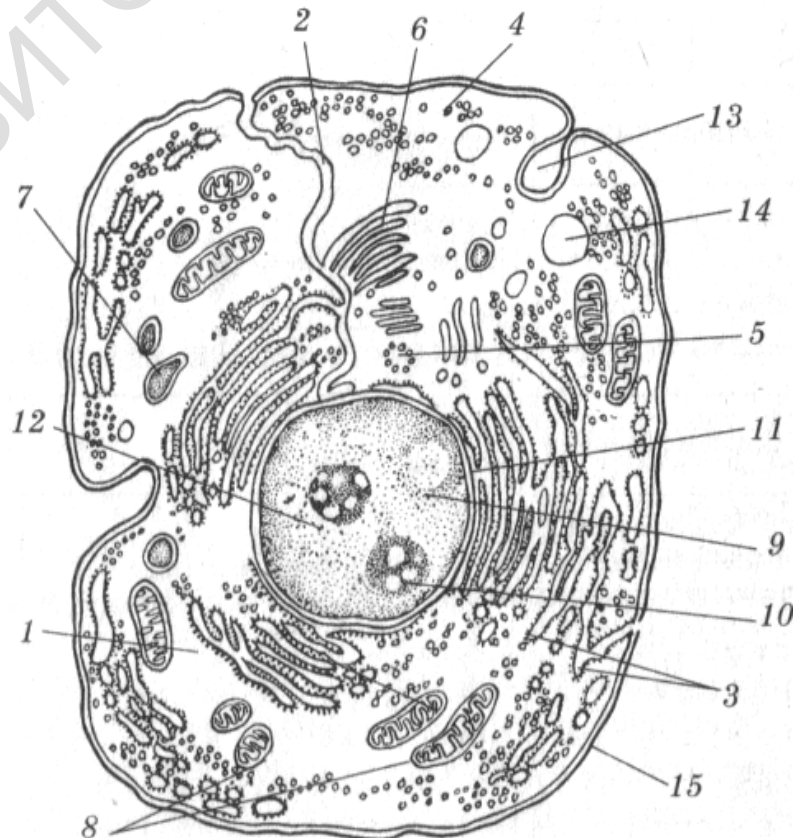
<i>Признак</i>	<i>Растительная клетка</i>	<i>Животная клетка</i>
Пластиды	Хлоропласты, лейкопласты, хромопласты	Отсутствуют
Способ питания	Автотрофный (фототрофный)	Гетеротрофный (сапротрофный, паразитический)
Синтез АТФ	В хлоропластах, митохондриях	В митохондриях
Расщепление АТФ	В хлоропластах и всех частях клетки, где необходимы затраты энергии	Во всех частях клетки, где необходимы затраты энергии
Целлюлозная клеточная стенка	Расположена снаружи от клеточной мембраны	Отсутствует
Включения	Запасные питательные вещества в виде зерен крахмала, белка, капель масла; вакуоли с клеточным соком; кристаллы солей	Запасные питательные вещества в виде зерен и капель (жиры, углевод гликоген); конечные продукты обмена, кристаллы солей; пигменты
Вакуоли	Крупные полости, заполненные клеточным соком – водным раствором различных веществ, являющихся запасными или конечными продуктами. Осмотические резервуары клетки	Как правило, отсутствуют. Имеются у протистов: сократительные, пищеварительные, выделительные вакуоли. Обычно мелкие
Деление цитоплазмы	Клеточная перегородка строится в центробежном направлении (от центра к периферии)	Перетяжка образуется в центроостремительном направлении (от периферии к центру)
Гликокаликс	Отсутствует	Имеется

Рисунок 4. Строение растительной и животной клеток.



А – растительная клетка:  
 1 – цитоплазма, 2 – гладкая ЭПС, 3 – гранулярная ЭПС, 4 – свободные рибосомы, 5 – аппарат Гольджи, 6 – хлоропласт, 7 – лейкопласт, 8 – митохондрия, 9 – ядро, 10 – ядрышко, 11 – ядерная оболочка, 12 – тилакоиды стромы, 13 – ядерный сок, 14 – хроматин, 15 – клеточная стенка, 16 – поры, 17 – межклеточное пространство, 18 – плазмалемма, 19 – вакуоль, 20 – лизосома, 21 – пора кариолеммы, 22 – грана, 23 – строма.

Б – животная клетка:  
 1 – цитоплазма,  
 2 – гладкая ЭПС,  
 3 – гранулярная ЭПС,  
 4 – рибосомы,  
 5 – клеточный центр,  
 6 – аппарат Гольджи,  
 7 – лизосома,  
 8 – митохондрии,  
 9 – хроматин,  
 10 – ядрышко,  
 11 – кариолемма,  
 12 – ядерный сок,  
 13 – пиноцитозный пузырек, 14 – сократительная вакуоль,  
 15 – плазмалемма.



## Клеточный цикл

В жизни клетки выделяют *клеточный* и *митотический* циклы.

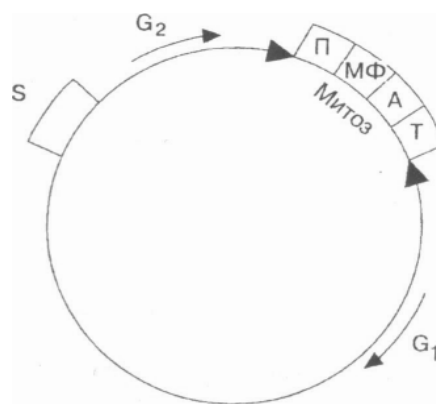
**Клеточный, или жизненный, цикл клетки** – период времени от появления клетки до ее гибели или до конца следующего клеточного деления. Периоды жизненного цикла соматических клеток: рост и дифференцировка, выполнение специфических функций, подготовка к делению и само деление.

Для большинства клеток характерен *митотический цикл* – период подготовки ее к делению (*интерфаза*) и само деление (*митоз*).

**Интерфаза** включает три периода:  $G_1$  – *пресинтетический* (постмитотический),  $S$  – *синтетический* и  $G_2$  – *постсинтетический* (премитотический). В период интерфазы изменяется содержание генетического материала в клетке:  $n$  – набор хромосом,  $c$  – количество молекул ДНК в паре гомологичных хромосом (схема 4).

Схема 4. Клеточный цикл.

$P$  – профаза,  $M\Phi$  – метафаза,  
 $A$  – анафаза,  $T$  – телофаза,  
 $G_1$  – пресинтетический период,  
 $S$  – синтетический период,  
 $G_2$  – постсинтетический период  
интерфазы



После деления клетки начинается *пресинтетический период* (длительность в среднем 12 ч). Содержание генетического материала —  $2n2c$ . Клетка растет, выполняет свои функции, активно синтезируются РНК, белки, нуклеотиды ДНК, АТФ, увеличивается число рибосом.

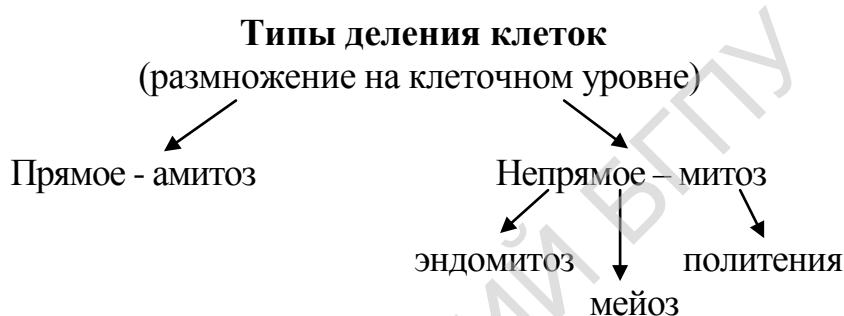
В *синтетический период* происходит репликация молекул ДНК – каждая хроматида достраивает себе подобную. Содержание генетического материала становится  $2n4c$ . Удваиваются центриоли клеточного центра.



Синтезируются РНК, АТФ и белки-гистоны. Клетка продолжает выполнять свои функции. Продолжительность периода – до 8 ч.

В **постсинтетический период** клетка готовится к делению: накапливается энергия, активно синтезируются РНК, белки ядра и веретена деления. Содержание генетического материала не изменяется:  $2n4c$ . Затухают все синтетические процессы, меняется вязкость цитоплазмы, ядерно-цитоплазматическое отношение достигает критической величины. Клетка начинает делиться.

Схема 5



При **амитозе** хроматин в ядре не спирализуется, не образуется веретено деления. Ядро и цитоплазма делятся перетяжкой надвое. Генетический материал и клеточные компоненты распределяются между дочерними клетками произвольно (неравномерно). Амитозом делятся обычно неспециализированные клетки: клетки эпителия слизистых оболочек, раковые клетки (в них генетическая информация может распределяться неравномерно) и клетки, участвующие в регенерации. Амитоз может приводить к образованию многоядерных клеток (делится ядро, но не разделилась цитоплазма).

**Эндомицитоз** – разновидность митоза, в результате которого увеличивается количество молекул ДНК и хромосом, но нет деления цитоплазмы (незаконченный митоз). Образуются полиплоидные клетки (у растений).

**Политения** – разновидность митоза, в результате которого увеличивается количество молекул ДНК в хромосоме, но количество самих

хромосом не меняется. Образуются политенные (гигантские) хромосомы (клетки слюнных желез дрозофилы).

**Мейоз** – способ деления клеток, в результате которого из одной диплоидной ( $2n$ ) материнской клетки образуется четыре гаплоидные ( $1n$ ) дочерние клетки (споры и половые клетки – гаметы).

### **Митоз**

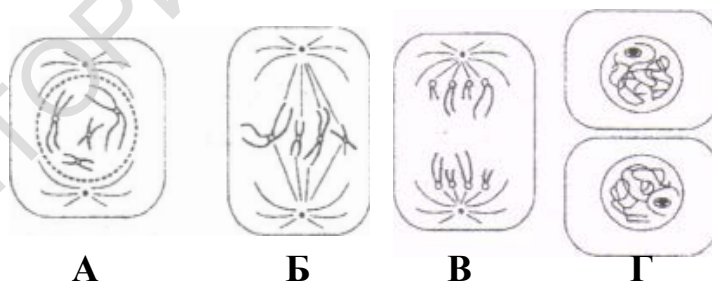
Основным способом деления соматических клеток является митоз.

*Значение митоза:* поддержание постоянства числа хромосом, обеспечение генетической преемственности в клеточных популяциях; равномерное распределение хромосом и генетической информации между дочерними клетками.

Непрерывный процесс митоза разделяют на 4 стадии: профаза, метафаза, анафаза и телофаза (рисунок 5).

*Рисунок 5.* Митотическое деление клетки.

*А – профаза,  
Б – метафаза,  
В – анафаза,  
Г – телофаза.*



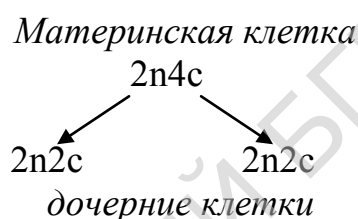
**Профаза.** Начинается со спирализации хроматина - образуются хромосомы. Увеличивается объем ядра, растворяются ядрышки и ядерная оболочка. Хромосомы выходят в цитоплазму клетки. Центриоли удваиваются и расходятся к полюсам клетки, формируются нити веретена деления. Некоторые из них присоединяются к центромерам хромосом. В конце профазы содержание генетического материала –  $2n4c$ .

**Метафаза.** Хромосомы ориентируются по экватору клетки, образуя метафазную пластинку. Нити веретена деления, присоединенные к центромерам всех хромосом, образуют веретено деления. Каждая хромосома состоит из двух хроматид. Содержание генетического материала –  $2n4c$ .

**Анафаза.** Нити веретена деления сокращаются. Хроматиды разделяются в области центромер и расходятся к полюсам клетки. Они называются дочерними хромосомами. Содержание генетической информации –  $2n2c$  – у каждого полюса клетки.

В **телофазу** образуются оболочки ядер, хромосомы деспирализуются, восстанавливаются ядрышки. Происходит **цитокинез** (разделение цитоплазмы) – у животных начинается с периферии клетки (центростремительно), у растений – от центра к периферии (центробежно). Клеточная мембрана образуется при слиянии пузырьков ЭПС. Итог митоза:

Схема б



### Мейоз

**Мейоз** – особое деление соматических клеток половых желез, которое приводит к образованию гамет. Мейоз состоит из двух делений – мейоз I и мейоз II. Каждое деление имеет четыре фазы: профазы I и II, метафазы I и II, анафазы I и II, телофазы I и II (рисунок 6).

Рисунок 6. Мейоз.

А (1 – 8) – мейоз I:

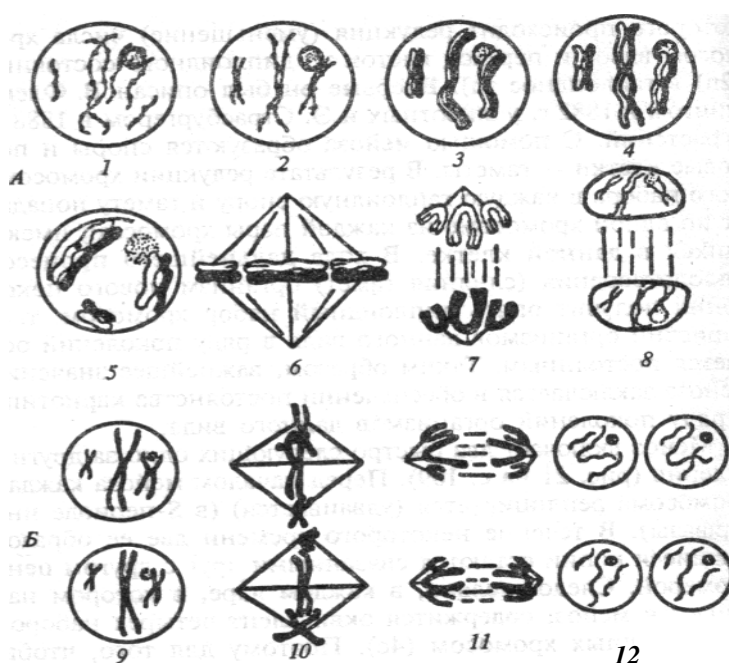
1-5 профазы I, 6 – метафаза I,

7 – анафаза I, 8 – телофаза I.

Б (9 – 12) – мейоз II:

9 – профазы II, 10 – метафаза II,

11 – анафаза II, 12 – телофаза II.



Самой сложной является **профаза мейоза I**. Происходит спирализация хроматина, и образуются хромосомы. Гомологичные хромосомы сближаются и образуют общую структуру, состоящую из двух хромосом (*бивалент*) и четырех хроматид (*тетрада*) – происходит *конъюгация*. Затем между гомологичными хромосомами появляются силы отталкивания, и хромосомы сначала разделяются в области центромер, оставаясь соединенными в области плеч, и образуют перекресты (*хиазмы*). Между конъюгирующими хромосомами может происходить *кроссинговер* – обмен участками, приводящий к рекомбинации генетического материала. К концу профазы растворяются ядерная оболочка и ядрышки, формируется веретено деления. Содержание генетического материала –  $2n4c$ .

В **метафазе мейоза I** биваленты располагаются по экватору клетки; четко видны отдельные хромосомы; к центромере каждой хромосомы присоединяется по одной нити веретена деления; генетический материал –  $2n4c$ .

**Анафаза I:** биваленты распадаются на отдельные гомологичные хромосомы, которые расходятся к полюсам клетки; каждая хромосома содержит 2 хроматиды; содержание генетического материала на каждом полюсе клетки –  $1n2c$ ; произошла редукция (уменьшение) числа хромосом – из диплоидного набора хромосом стал гаплоидным. Поэтому первое деление мейоза называется редукционным.

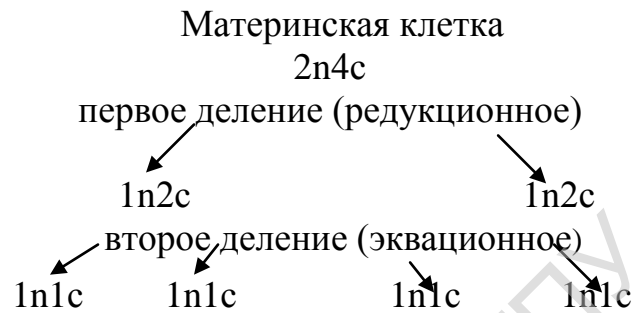
В **телофазу мейоза I** происходит цитокинез, и образуются две дочерние гаплоидные клетки –  $1n2c$ ; в отличие от митоза в этой фазе не происходит деспирализация хромосом.

После мейоза I наступает *интеркинез* – короткий промежуток между двумя делениями, и начинается мейоз II. Репликация ДНК не происходит.

Второе деление мейоза не отличается от митоза, но в профазе II не происходит спирализация хромосом ( $1n2c$ ), а в анафазе II к полюсам клетки отходят сестринские хроматиды (дочерние хромосомы). Каждая дочерняя

клетка получает набор генетической информации  $1n1c$ . Гаплоидный набор хромосом сохраняется. Второе деление мейоза называется эквационным, или уравнивающим.

Схема 7. Итоговая схема мейоза



Из одной материнской диплоидной клетки образуются 4 клетки (гаметы) с гаплоидным набором хромосом.

**Значение мейоза:**

- обеспечивает образование гамет;
- поддержание постоянного числа хромосом при половом размножении;
- обеспечение комбинативной изменчивости в результате кроссинговера, независимого расхождения хроматид и хромосом при образовании гамет.

## Обмен веществ и преобразование энергии в организме

**Обмен веществ (метаболизм)** – совокупность химических реакций синтеза (*ассимиляции*) и распада (*диссимиляции*), протекающих в организме и обеспечивающих его жизнедеятельность, а также обуславливающих его взаимосвязь с окружающей средой (схема 8).

Схема 8. Метаболизм



Синтез органических веществ.  
Происходит с затратой энергии.  
Синтезируются углеводы, липиды, белки, ДНК, РНК, АТФ и др.

Идет с освобождением энергии.  
Распадаются органические вещества, конечными продуктами распада являются  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , АТФ.

### *Энергетический обмен*

Энергетический обмен – это совокупность реакций ферментативного расщепления сложных органических соединений, сопровождающихся выделением энергии. Часть энергии рассеивается в виде тепла, а часть аккумулируется в макроэргических связях АТФ и используется для обеспечения процессов жизнедеятельности клетки: биосинтетических реакций, проведения импульсов, сокращения мышц, деления клеток и др.

Энергетический обмен проходит в три этапа:

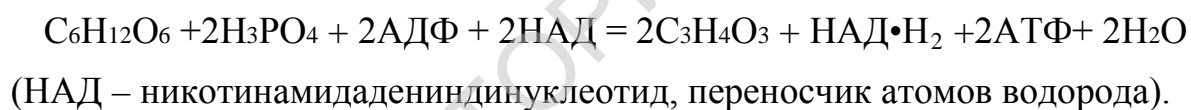
***подготовительный, бескислородный и кислородный.***

**Подготовительный** этап энергетического обмена протекает в пищеварительном тракте животных и человека, а также в цитоплазме клеток

всех живых существ. На этом этапе крупные органические молекулы под действием ферментов расщепляются на мономеры: белки до аминокислот, жиры до глицерола и жирных кислот, крахмал и гликоген до моносахаридов, нуклеиновые кислоты до нуклеотидов. Выделяется небольшое количество энергии, которое рассеивается в виде тепла.

**Бескислородный (анаэробный)** этап энергетического обмена протекает в цитоплазме клеток. Мономеры, образовавшиеся на первом этапе, подвергаются дальнейшему расщеплению без участия кислорода.

Например, при **гликолизе** (расщеплении глюкозы) одна молекула глюкозы расщепляется на две молекулы пировиноградной кислоты ( $C_3H_4O_3$ ). При этом выделяется около 200 кДж энергии. Часть ее (около 40%) идет на синтез двух молекул АТФ из двух молекул АДФ, а остальная (до 60 %) рассеивается в виде тепла. Суммарное уравнение этой реакции выглядит следующим образом:



В ходе бескислородного этапа энергетического обмена распад одной молекулы глюкозы сопровождается синтезом двух молекул АТФ. У анаэробных организмов (некоторые бактерии, внутрикишечные паразиты) этот этап является конечным. Реакции гликолиза относительно неэффективны, так как конечные продукты содержат в себе еще большое количество энергии, поэтому в клетках аэробных организмов после гликолиза следует аэробный (кислородный) этап.

**Кислородный (аэробный)** этап энергетического обмена протекает в митохондриях. Пировиноградная кислота полностью окисляется до конечных продуктов -  $CO_2$  и  $H_2O$ , при этом потребляется кислород и выделяется большое количество АТФ. В митохондриях содержатся три группы ферментов: 1) окислительного декарбоксилирования, 2) цикла Кребса, и 3) окислительного фосфорилирования.

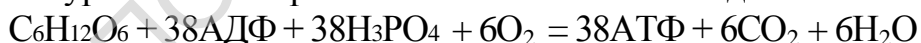
При участии первой группы ферментов, пировиноградная кислота,

взаимодействует с коэнзимом А (сложное органическое вещество). В результате от нее отщепляется молекула  $\text{CO}_2$ , НАД восстанавливается атомом водорода до НАД•Н и образуется соединение ацетил-коэнзим А.

В процессе цикла Кребса (цикла трикарбоновых кислот), происходит большое количество ферментативных реакций. В матрице митохондрий ацетил-коэнзим А расщепляется, в результате этого выделяется молекула  $\text{CO}_2$ , образуется АТФ, НАД•Н и ФАД•Н<sub>2</sub> (флавинадениндинуклеотид – переносчик атомов водорода). Энергия, которая содержится в молекулах НАД•Н и ФАД•Н<sub>2</sub>, идет на синтез АТФ на следующей стадии.

Окислительное фосфорилирование – многоступенчатый процесс переноса электронов от НАД•Н и ФАД•Н<sub>2</sub> на конечный акцептор – кислород. По электрон-транспортной цепи атомы водорода от НАД•Н и ФАД•Н<sub>2</sub> переносятся из матрикса в межмембранное пространство и разделяются на электроны и протоны. Протоны создают положительно заряженное поле, а электроны возвращаются в матрикс митохондрии и соединяясь с кислородом образуют воду. Протоны из межмембранного пространства, через каналы фермента АТФ-синтетазы, с высокой скоростью движутся в матрикс, выделяя энергию для синтеза АТФ из АДФ и фосфата.

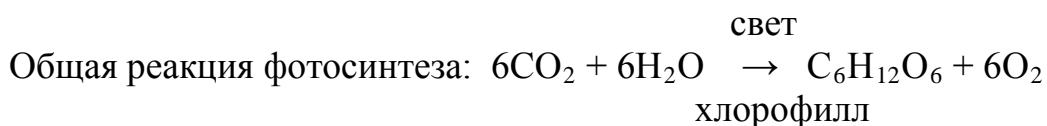
Суммарное уравнение энергетического обмена выглядит так:



Аналогичным образом в энергетический обмен могут вступать белки и жиры. При расщеплении аминокислот помимо диоксида углерода и воды образуются азотсодержащие продукты – аммиак и мочевина.

### **Фотосинтез**

**Фотосинтез** – это процесс образования сложных органических веществ из  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  с использованием энергии солнечного света, происходящий в хлоропластах клеток и сопровождающийся выделением кислорода. Впервые был описан К.А. Тимирязевым.





## Фотосинтезирующие системы

Улавливание энергии осуществляется светочувствительными пигментами (хлорофиллами, каротиноидами и др.), которые способны поглощать свет разной длины волны. Светочувствительные пигменты собраны в **фотосинтетические единицы** (группы, содержащие по 200–400 молекул хлорофилла). Молекулы хлорофилла и других пигментов образуют **антенный комплекс** (светособирающая воронка), который собирает фотоны и переносит их энергию в **реакционный центр фотосистемы**, где располагается молекула-ловушка хлорофилла *a* (основной пигмент фотохимических реакций). **Реакционный центр фотосистемы** – интегральные белки + хлорофилл, способный поглощать энергию солнца, которая переводит магний, содержащийся в хлорофилле в неустойчивое возбужденное состояние, в результате чего он покидают молекулу хлорофилла.

Совокупность фотосинтетической единицы и ферментов, обеспечивающих транспорт электронов, называется **фотосистемой**. **Фотосистема I** с молекулой-ловушкой обеспечивает максимум поглощения света с длиной волны 700 нм. **Фотосистема II** с молекулой-ловушкой обеспечивает максимум поглощения в области 680 нм.

### Фазы фотосинтеза

**1. Световая фаза** – это процесс преобразования солнечной энергии, поглощенной хлоропластом, сначала в электрохимическую энергию, а затем в энергию макроэргических связей АТФ. Протекает на мембранах тилакоидов гран хлоропластов только на свету при наличии хлорофилла ( $Mg^{2+}$ ). Хлорофилл находится на тилакоидах гран. Квант света, попадая на молекулы-ловушки хлорофилла, выбивает из Mg (входящего в состав хлорофилла) электрон, переводя его в возбужденное состояние. Обе фотосистемы в данном процессе работают согласованно.

**Фотосистема I.** Возбужденная молекула  $\text{Хл}_{700}$  отдаёт электрон акцептору, который переносит электрон хлорофилла по электронно-транспортной ферментативной цепи переносчиков, встроенных в тилакоид, на наружную поверхность мембраны тилакоида граны, заряжая ее электроотрицательно. Отдав электрон,  $\text{Хл}_{700}$  окисляется и превращается в  $\text{Хл}_{700}^+$ .

**Фотосистема II.** Возбужденная молекула  $\text{Хл}_{680}$  отдаёт электрон акцептору, который переносит электрон хлорофилла по электронно-транспортной ферментативной цепи переносчиков, встроенных в тилакоид, в фотосистему I и восстанавливает  $\text{Хл}_{700}^+$  в исходное состояние. Отдав электрон,  $\text{Хл}_{680}$  окисляется и превращается в  $\text{Хл}_{680}^+$ .

Одновременно внутри тилакоида происходит **фотолиз воды** (диссоциация воды на ионы под действием света):

1. Водород ( $\text{H}^+$ ), образующийся при фотолизе воды, накапливается на внутренней поверхности тилакоида граны, заряжая его электроположительно.

2. Электроны, оторвавшиеся от аниона гидроксила  $\text{OH}$ , заполняют электронную дырку в молекуле  $\text{Хл}_{680}$ .

3. 4 свободных радикала гидроксила  $\text{OH}$  образуют 2 молекулы воды и молекулу кислорода.

На поверхности тилакоида граны электроны и протоны водорода, которые находятся по разные стороны мембраны, создают разность потенциалов. Когда разность потенциалов достигает критической величины (50 - 200 мВ) при наличии фермента АТФ-синтетазы открываются протонные каналы (АТФ-сома) и протоны водорода с большой скоростью вырываются в строму хлоропласта, выделяя при этом энергию (E), которая запасается в макроэргических связях АТФ. Протоны водорода ( $\text{H}^+$ ) и электроны, выбитые из  $\text{Хл}_{700}$ , в строме хлоропласта присоединяются к переносчику водорода НАДФ, образуя его восстановленную форму  $\text{НАДФ}\cdot\text{H}_2$ .

***Конечные продукты световой фазы фотосинтеза:***

1. АТФ (используется в темновую фазу фотосинтеза).
2. НАДФ•Н<sub>2</sub> (используется в темновую фазу фотосинтеза).
3. О<sub>2</sub> (выделяется в атмосферу).

**2. Темновая фаза (цикл Кальвина)** – это сложный процесс ферментативных реакций, который приводит к восстановлению СО<sub>2</sub> до органических веществ, используя энергию АТФ и НАДФ•Н<sub>2</sub>, синтезированных в световую фазу фотосинтеза. Протекает в строме хлоропластов, не зависит от наличия света. Начинается с фиксации в устьицах и мезофилле листа акцептором рибулозодифосфатом диоксида углерода (СО<sub>2</sub>) из атмосферы воздуха. Далее происходит последовательное ферментативное превращение его в углеводы, при этом используется энергия, запасенная в макроэргических связях АТФ в световую фазу. Рибулозодифосфат с диоксидом углерода СО<sub>2</sub> образует нестойкую гексозу, которая быстро распадается на 2 молекулы ФГК – фосфоглицериновой кислоты. Фосфоглицериновая кислота при наличии ферментов, а также участии АТФ и НАДФ•Н<sub>2</sub> превращается в ФГА – фосфоглицериновый альдегид, а затем глюкозу, которая может полимеризоваться с образованием первичного крахмала. Под действием фермента диастазы первичный крахмал оттекает по ситовидным трубкам флоэмы в места отложения, где происходит вторичный синтез специфичные для данного растения органические вещества.

***Конечные продукты темновой фазы фотосинтеза:***

1. Образуются глюкоза, целлюлоза, крахмал и другие ди- и полисахариды.
2. Образуются жирные кислоты, аминокислоты, спирты.

**Значение фотосинтеза:**

1. Создаются органические соединения, необходимые гетеротрофам (растения – основные продуценты на Земле).
2. Поддерживается газовый состав атмосферы: кислород пополняет атмосферу, диоксид углерода удаляется из нее, что препятствует созданию «парникового эффекта».

3. Создается озоновый экран Земли, который защищает ее от губительного действия ультрафиолетовых лучей.
4. Способствует образованию полезных ископаемых.

### ***Генетический код и его свойства***

**Ген** - это участок молекулы ДНК, занимающий определенный локус (участок), который содержит информацию о последовательности нуклеотидов в РНК или о последовательности аминокислот в молекуле полипептида. Гены в молекуле ДНК располагаются линейно.

**Генетический код** – это система записи генетической информации в виде последовательности нуклеотидов ДНК или и-РНК. Последовательность из 3 нуклеотидов (триплет или кодон) кодирует 1 аминокислоту.

#### ***Свойства генетического кода:***

1. Триплетность – одну аминокислоту кодируют три рядом расположенные нуклеотида молекулы ДНК (и-РНК), называемые триплетом (кодоном).
2. Универсальность – одинаковые триплеты (кодоны) кодируют одну и ту же аминокислоту у всех живых организмов.
3. Неперекрываемость – один и тот же нуклеотид не может одновременно входить в состав 2-х рядом расположенных триплетов.
4. Множественность (или избыточность, или вырожденность) – одну аминокислоту могут кодировать несколько разных триплетов (от 1 до 6). По числу возможных комбинаций четырех азотистых оснований, входящих в состав триплета, можно получить  $4^3 = 64$  вида триплетов, которыми можно закодировать 20 аминокислот. 61 триплет – смысловой, 3 триплета (УАА, УАГ, УГА) – бессмысленные (стоп-кодоны или нонсенс-кодоны), которые не кодируют аминокислоты.
5. Непрерывность – внутри гена нет знаков препинания.
6. Однозначность – каждый триплет кодирует только одну аминокислоту.

## ***Реализация наследственной информации - синтез белка***

**Биосинтез белка** – это вид пластического обмена, идущий с затратой энергии, в ходе которого наследственная информация, закодированная в генах ДНК, реализуется в определенную последовательность аминокислот в полипептидных молекулах.

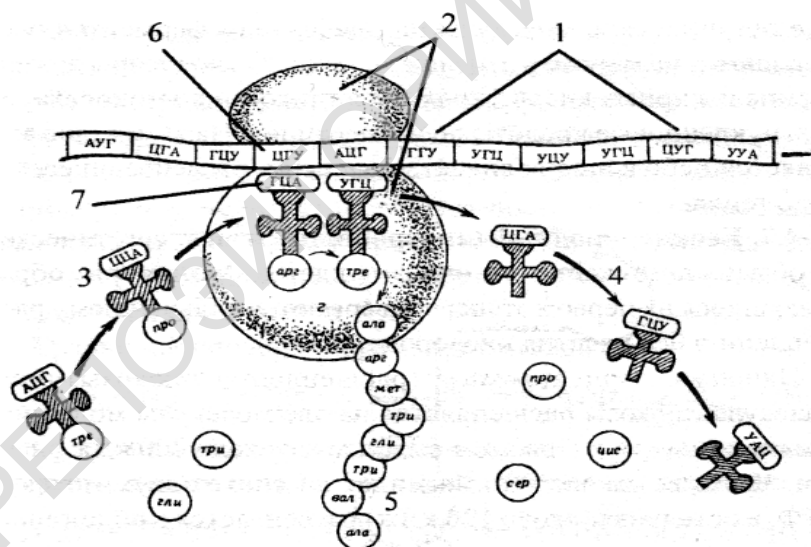
### **2 этапа биосинтеза белка:**

**1. Транскрипция** – переписывание информации о последовательности нуклеотидов с ДНК на иРНК. В ядре клетки происходит разрушение водородных связей между двумя цепочками ДНК. Вдоль одной из цепочек (транскрибируемой) под действием фермента РНК-полимеразы, по принципу комплементарности, где аденину комплементарен урацил, а гуанину – цитозин, выстраиваются нуклеотиды иРНК. Начало синтеза иРНК определяется специальным участком ДНК – промотором, а окончание – терминатором. Синтезируемая таким образом молекула выходит в цитоплазму, и на один ее конец нанизываются субъединицы рибосом.

**2. Трансляция** – перевод последовательности нуклеотидов иРНК в последовательность расположения аминокислот в полипептидной цепочке. Рибосома условно делится на два функциональных центра: А – аминокислотный и П – пептидильный. Транспортные РНК (тРНК) «приносят» аминокислоты в большую субъединицу рибосомы. Молекула тРНК имеет сложную конфигурацию. На некоторых участках ее между комплементарными нуклеотидами образуются водородные связи, и молекула по форме напоминает лист клевера. На ее верхушке расположен триплет свободных нуклеотидов (антикодон), который соответствует определенной аминокислоте, а основание служит местом прикрепления этой аминокислоты. Каждая тРНК может переносить только свою аминокислоту. тРНК активируется специальными ферментами, присоединяет свою аминокислоту и транспортирует ее в рибосому (функциональный центр А). Внутри рибосомы в каждый данный момент находится всего два кодона иРНК. Если антикодон тРНК является комплементарным кодону иРНК, то

происходит установление связей, а затем продвижение иРНК вдоль рибосомы на один триплет и тРНК с аминокислотой оказывается в функциональном центре П. Аминокислота остается в субъединице, связь с тРНК разрушается и тРНК уходит из рибосомы за следующей аминокислотой. Ко второму кодону в освобожденном функциональном центре А присоединяется следующая тРНК, несущая свою аминокислоту, процесс повторяется. Аминокислоты располагаются рядом в большой субъединице рибосомы, и с помощью ферментов между ними устанавливается пептидная связь. Так постепенно наращивается молекула полипептида, в которой аминокислоты располагаются в строгом соответствии с порядком кодирующих их триплетов (матричный синтез) (рисунок 7).

Рисунок 7. Биосинтез белка:  
 1 – иРНК; 2 – субъединицы рибосомы; 3 – тРНК с аминокислотами; 4 – тРНК без аминокислот; 5 – полипептид; 6 – кодон иРНК; 7 – антикодон тРНК.



После завершения синтеза полипептидная цепочка отделяется от рибосомы и погружается в канал ЭПС, где приобретает свойственную ей (вторичную, третичную или четвертичную) структуру.

**Скорость синтеза белка зависит от:**

- 1) наличия ферментов и их активности;
- 2) температуры (36,5–37°C);
- 3) наличия АТФ;
- 4) наличия аминокислот.

## **Реакции матричного синтеза**

**Реакции матричного синтеза** (лат. «матрица» – штамп, форма) – это синтез сложных полимерных молекул в живых клетках, происходящий на основе закодированной на матрице (молекуле ДНК) генетической информации клетки. Эти реакции характерны только для живых систем. Существует два типа реакций матричного синтеза. Это **транскрипция** (синтез РНК – см. биосинтез белка) и **репликация** (самоудвоение молекулы ДНК). Матричный синтез лежит в основе воспроизведения себе подобного.

**Репликация ДНК** – удвоение молекулы ДНК путем достройки на каждой из продольных половинок точных копий по принципу комплементарности. Этот процесс происходит в синтетический период интерфазы. При репликации молекула ДНК под действием специального фермента – ДНК-полимеразы, постепенно разделяется на две половины в продольном направлении, так как разрываются водородные связи между нуклеотидами двух цепочек. По мере того как открываются нуклеотиды разделяемой молекулы, к ним тут же присоединяются свободные нуклеотиды, ранее синтезированные в цитоплазме. Согласно принципу комплементарности эти новые нуклеотиды присоединяются к строго определенным местам: А-Т, Г-Ц. Таким образом, каждая половина спирали снова становится целой и вместо одной молекулы ДНК получается две. В каждой из образовавшихся молекул одна половина – бывшая матрица, вторая – вновь образованная, комплементарная первой. Одна из молекул ДНК остается в материнской хроматиде, вторая образует дочернюю, в результате чего хромосома становится двуххроматидной (удвоенной).

## Решение типовых задач

### Примеры решения задач

**Задача 1.** Одна из цепей молекулы ДНК имеет следующий порядок нуклеотидов: ААГГЦТЦТАГГТАЦЦАГТ. Определить: 1) последовательность нуклеотидов в комплементарной цепи; 2) последовательность кодонов и-РНК, синтезированной на комплементарной цепи; 3) последовательность аминокислот в полипептиде, закодированном в комплементарной цепи.

**Решение.** Согласно принципу комплементарности азотистых оснований в молекуле ДНК (А-Т, Г-Ц), строим вторую цепочку молекулы:

ААГГЦТЦТАГГТАЦЦАГТ – первая цепочка ДНК.

ТТЦЦГАГАТЦЦАТГГТЦА – вторая цепочка ДНК (транскрибируемая).

2. Согласно принципу комплементарности азотистых оснований молекул ДНК и РНК (А-У, Г-Ц), строим цепочку и-РНК:

ТТЦЦГАГАТЦЦАТГГТЦА – вторая цепочка ДНК  
 ААГГЦУЦУАГГУАЦЦАГУ – молекула и-РНК } транскрипция

	У	Ц	А	Г	
У	фен фен лей лей	сер сер сер сер	тир тир пон пон	Цис цис пон три	У Ц А Г
Ц	Лей лей лей лей	про про про про	гис гис гли гли	Арг арг арг арг	У Ц А Г
А	иле иле иле мет	тре тре тре тре	асн асн лиз лиз	Сер сер арг арг	У Ц А Г
Г	Вал вал вал вал	ала ала ала ала	асп асп глу глу	Гли гли гли гли	У Ц А Г

3. Согласно свойству триплетности генетического кода, разбиваем цепочку и-РНК на триплеты, затем по таблице генетического кода определяем последовательность аминокислот в полипептиде:

ААГ ГЦУ ЦУА ГГУ АЦЦ АГУ } трансляция  
 триплеты и-РНК  
 лиз-ала-лей-гли-тре-сер –  
 полипептид

**Задача 2.** Если молекулярная масса аминокислоты равна 100, а нуклеотида 300, определите, что тяжелее: ген или белок?



**Решение.** Если белок состоит из числа аминокислот  $= n$ , то его молекулярная масса будет  $100 n$ . Так как каждая аминокислота кодируется тремя нуклеотидами, то цепочка ДНК содержит  $3 n$  мономеров, а ее молекулярная масса:  $300 \times 3 n = 900 n$ . Таким образом, молекулярная масса гена ( $900 n$ ) в 9 раз больше молекулярной массы кодируемого белка ( $100 n$ ).

**Задача 3.** Молекулярная масса нуклеиновой кислоты фага около  $10^7$ . Сколько белков, состоящих из 400 мономеров закодировано в ней если молекулярная масса нуклеотида равна 300?

**Решение.** Белок из 400 мономеров кодируется последовательностью из 1200 нуклеотидов (по три нуклеотида на каждую аминокислоту). Молекулярная масса такой цепочки равна  $300 \times 1200 = 360000$ . Нуклеиновая кислота фага содержит приблизительно 28 генов ( $10^7 : 360000$ ).

## **ПРИЛОЖЕНИЕ. Практические задания**

**Занятие № 1 « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 г.**

**Общие свойства живых организмов. Химические элементы в организме.**

**Вода и ее роль в клетке. Минеральные соли.**

**Цель занятия:** изучить общие свойства живых организмов, содержание и роль химических элементов и минеральных солей в клетке, а также значение воды в жизни живых организмов.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Общие свойства живых организмов.
2. Содержание химических элементов в клетке.
3. Вода ее свойства и роль в клетке.
4. Минеральные соли.

### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА**

**Задание 1. Дайте определения терминам и понятиям.**

1. *Адаптация* –
2. *Саморегуляция* –
3. *Раздражимость* –
4. *Размножение* –
5. *Подвижность* –
6. *Гидрофильные вещества* –
7. *Гидрофобные вещества* –
8. *pH* –
9. *Макроэлементы* –
10. *Микроэлементы* –

**Задание 2. Заполните таблицу «Общие свойства живых организмов».**

№	Название	Характеристика

**Задание 3. Заполните таблицу «Химические элементы клетки».**

Группа	Содержание в клетке, общее количество (%), элементы
1.	
2.	

**Задание 4. Заполните пропуски в следующих утверждениях.**

1. Вода составляет до ..... % массы клеток живых организмов.
2. В клетках эмбрионов ..... % воды, в клетках взрослого организма - ..... %, в клетках старого организма – ..... % воды.
3. Содержание воды в нейронах – ..... %, в мышечных клетках – ..... %, в жировой ткани – ..... %, в кости – ..... %, в эмали зубов – ..... %.
4. Свойство воды обеспечивающее защиту ткани растений и животных от быстрого и сильного повышения температуры называется .....
5. Свойство воды способствующее передвижению растворов по тканям, обеспечивает восходящий и нисходящий токи у растений называется .....
6. Свойство воды позволяющее равномерно распределять температуру по всему телу называется .....
7. К гидрофильным веществам относятся: .....
8. К амфифильным веществам относятся: .....
9. К гидрофобным веществам относятся: .....
10. Минеральные соли в клетке могут находиться в виде ....., ....., и .....

**Задание 5. Выполните тестовые задания.**

**1. Все живые организмы в отличие от неживой природы объединяют:**

- А) определенный климат;                      В) определенные химические элементы;  
 Б) общие свойства живого;                Г) определенные условия обитания.

**2. К группе микроэлементов относят:**

- А) бром и медь;    Б) фосфор и серу;    В) серебро и уран;    Г) водород и азот.

**3. В число органоенов входят:**

А) К и Са;          Б) Н и О;          В) Аг и Ау;          Г) Ко и Mg.

**4. Поддерживает осмотический потенциал клеток и влияет на работу почек:**          А) Na;          Б) Са;          В) Mg;          Г) Cu.

**5. К макроэлементам относят:**

А) С и Н;          Б) S и Na;          В) Cu и Fe;          Г) I и Br.

**6. В состав костей и зубной эмали входит:** А) S;    Б) К;    В) В;    Г) F.

**7. Восходящий и нисходящий токи веществ у растений осуществляются благодаря свойству воды:**

А) теплоемкость;                                  Б) теплопроводность;

В) поверхностное натяжение;                  Г) парообразование.

**8. Роль воды в клетке:**

А) входит в состав мембран;                      Б) является компонентом белков;

В) универсальный растворитель;              Г) связывает кислород.

**9. Больше всего воды содержит:**

А) нервная ткань;          Б) мышечная ткань;

В) зубная эмаль;          Г) жировая ткань.

**Занятие № 2 «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201 г.**

**Органические вещества клетки: углеводы, липиды,**

**АТФ и их значение.**

**Цель занятия:** изучить строение, функции и значение органических веществ клетки (углеводов, липидов, АТФ).

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Органические вещества клетки.
2. Липиды, их роль в организме.
3. Углеводы, их строение и функции.
4. АТФ и ее значение.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

**Задание 1. Дайте определения терминам и понятиям.**

1. *Амфифильные вещества* –
2. *Биополимеры* –
3. *Воска* –
4. *Гидрофильные вещества* –
5. *Гидрофобные вещества* –
6. *Гликоген* –
7. *Гликолипиды* –
8. *Липиды* –
9. *Углеводы* –

**Задание 2. Заполните таблицу «Классификация углеводов».**

Виды	Моносахариды	Дисахариды	Полисахариды
Характеристика			

**Задание 3. Заполните таблицу «Основные функции липидов».**

№	Функция	Обоснования

**Задание 4. Заполните пропуски в следующих утверждениях.**

1. Большинство липидов – это сложные эфиры ..... и .....
2. Наиболее распространенным спиртом, входящим в состав липидов, является трехатомный спирт .....
3. Стероиды построены на основе спирта .....

4. В животных клетках содержание углеводов не превышает ..... сухой массы, у растений – около ..... сухой массы.
5. Все моносахариды ..... растворяются в воде и ..... на вкус.
6. .... – высокомолекулярные биополимеры, мономерами которых являются молекулы простых сахаров или их производных.
7. .... – это соединения, состоящие из 2-10 последовательно соединенных между собой молекул моносахаридов.
8. Нуклеотид АТФ состоит из азотистого основания аденина, углевода рибозы и .....
9. При отделении одного остатка кислоты АТФ переходит в .....
10. Одна молекула АТФ аккумулирует ..... кДж энергии.

**Задание 5. Выполните тестовые задания.**

**1. Гидрофильными веществами являются:**

- А) воски;    Б) моно- и дисахариды;    В) полисахариды;    Г) жиры.

**2. Гидрофобными веществами являются:**

- А) липиды;    Б) моно- и дисахариды;    В) белки;    Г) аминокислоты.

**3. Защитная и теплоизоляционная функция липидов состоит в том, что они:**

- А) образуют биологические мембраны;    Б) входят в состав гормонов;  
В) создают дополнительный защитный слой для внутренних органов;  
Г) делают кожу эластичной и предохраняют от влаги.

**4. Регуляторная функция липидов заключается в том, что они:**

- А) образуют биологические мембраны;    Б) входят в состав гормонов;  
В) создают дополнительный защитный слой для внутренних органов;  
Г) делают кожу эластичной и предохраняют от влаги.

**5. Целлюлоза – это:**

- А) запасное питательное вещество растительной клетки;  
Б) запасное питательное вещество животной клетки;  
В) полисахарид;    Г) дисахарид.

**6. Моносахаридами являются:**

А) дезоксирибоза;      Б) гликоген;      В) крахмал, целлюлоза;      Г) лактоза.

**7. Полисахаридами являются:**

А) крахмал и гликоген;      Б) дезоксирибоза;      В) сахароза;      Г) глюкоза.

**8. Мономерами полисахаридов являются:**

А) жиры;      Б) моносахариды;      В) аминокислоты;      Г) нуклеотиды.

**9. Молекула жира состоит из:**

А) жирных кислот и глицерола;      Б) аминокислот;      В) углеводов;      Г) нуклеотидов.

**10. Молекула АТФ включает:**

А) аденин;      Б) остатки фосфорной кислоты;      В) рибозу;      Г) А+Б+В.

### **Занятие № 3 « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 г.**

**Органические вещества клетки: белки, ферменты, нуклеиновые кислоты и их значение.**

**Цель занятия:** изучить строение и функции белков, нуклеиновых кислот, свойства ферментов и их роль в процессах жизнедеятельности клетки.

#### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Аминокислоты и их классификация.
2. Белки, их строение и роль в организме.
3. Свойства и функции нуклеиновых кислот.
4. Ферменты как биологические катализаторы.

#### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА**

**Задание 1. Дайте определения терминам и понятиям.**

1. **Аминокислоты** –
2. **Белки** –
3. **Гликопротеины** –
4. **Глобула** –
5. **Денатурация** –
6. **Ренатурация** –
7. **Нуклеотиды** –
8. **Ренатурация** –

### 9. Ферменты –

**Задание 2. Заполните таблицу «Уровни структурной организации белковой молекулы».**

<b>Структура</b>	<b>Особенности строения и виды связей</b>	<b>Примеры белков</b>
<b>Первичная</b>		
<b>Вторичная</b>		
<b>Третичная</b>		
<b>Четвертичная</b>		

**Задание 3. Заполните пропуски в следующих утверждениях.**

1. Мономерами белков являются .....
2. Аминокислоты содержат ..... и ..... группы.
3. В живых организмах встречается около ..... аминокислот, из них всего ..... участвуют в образовании белков.
4. Утрата белковой молекулой своей структурной организации называется .....
5. При расщеплении 1 г белка выделяется ..... кДж энергии.
6. Белковая часть фермента называется .....
7. Мономерами нуклеиновых кислот являются .....
8. Нуклеотиды двух цепочек ДНК соединены через азотистые основания ..... связями.
9. Способность ДНК переписывать информацию на РНК называется .....
10. Аденину комплементарен .....



11. Нуклеотиды в цепочке РНК соединены ..... связями между рибозой одного нуклеотида и остатком фосфорной кислоты другого.

**Задание 4. Выполните тестовые задания.**

**1. Биополимерами являются:**

А) липиды;            Б) ДНК и РНК;    В) моносахариды;            Г) соли.

**2. Мономерами белков являются:**

А) нуклеотиды;            Б) моносахариды и аминокислоты;  
В) аминокислоты;            Г) глицерин и жирные кислоты.

**3. Сложными белками являются:**

А) альбумины и глобулины;            Б) гликопротеины и липопротеины;  
В) аминокислоты;            Г) липопротеины и глобулины.

**4. Нуклеотиды в цепочке ДНК соединяются связями:**

А) ковалентными;            Б) водородными;  
В) дисульфидными;            Г) пептидными.

**5. Момеры нуклеиновых кислот:**

А) нуклеотиды;            Б) моносахариды;  
В) глицерол;            Г) аминокислоты.

**6. Комплементарные нуклеотиды двух цепочек ДНК соединяются связями:**

А) ковалентными;            Б) водородными;  
В) дисульфидными;            Г) пептидными.

**7. Аденину комплементарен:**

А) аденин;            Б) тимин;            В) гуанин;            Г) цитозин.

**8. РНК содержится в:**

А) каналах ЭПС;            Б) вакуолях;            В) лизосомах;            Г) гиалоплазме.

**9. Нейтральные аминокислоты имеют:**

А) одну карбоксильную группу и одну аминогруппу;  
Б) более чем одну аминогруппу;  
В) более чем одну карбоксильную группу;  
Г) более чем одну карбоксильную группу, и более чем одну аминогруппу.

**10. Кислые аминокислоты имеют:**

- А) одну карбоксильную группу и одну аминогруппу;
- Б) более чем одну аминогруппу;
- В) более чем одну карбоксильную группу;
- Г) более чем одну карбоксильную группу, и более чем одну аминогруппу.

**11. Основные аминокислоты имеют:**

- А) одну карбоксильную группу и одну аминогруппу;
- Б) более чем одну аминогруппу;
- В) более чем одну карбоксильную группу;
- Г) более чем одну карбоксильную группу, и более чем одну аминогруппу.

**12. Первичная структура белка представляет собой:**

- А) последовательность азотистых оснований;
- Б) последовательность аминокислот в полипептидной цепочке;
- В) полипептидную цепочку, закрученную в спираль;
- Г) полипептидную цепочку, свернутую в клубок.

**Занятие № 4 «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201 г.**

**Методы изучения клетки. Клеточная теория. Поверхностный аппарат клетки. Транспорт веществ через мембрану.**

**Цель занятия:** ознакомиться с методами изучения клетки, предпосылками создания и основными положениями клеточной теории. Изучить состав и строение поверхностного аппарата клетки, и способы переноса веществ через мембрану.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Методы изучения клетки.
2. Клеточная теория.
3. Поверхностный аппарат клетки.
4. Способы транспорта веществ через плазмалемму.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА**

**Задание 1. Дайте определения терминам и понятиям.**

1. Авторадиография –
2. Активный транспорт –
3. Биологическая мембрана –
4. Гликокаликс –
5. Избирательная проницаемость –
6. Осмос –
7. Периферические белки –
8. Плазмалемма –
9. Полуинтегральные белки –
10. Рентгеноструктурный анализ –
11. Фагоцитоз –
12. Цитология –

**Задание 3. Заполните таблицу «Основные положения клеточной теории».**

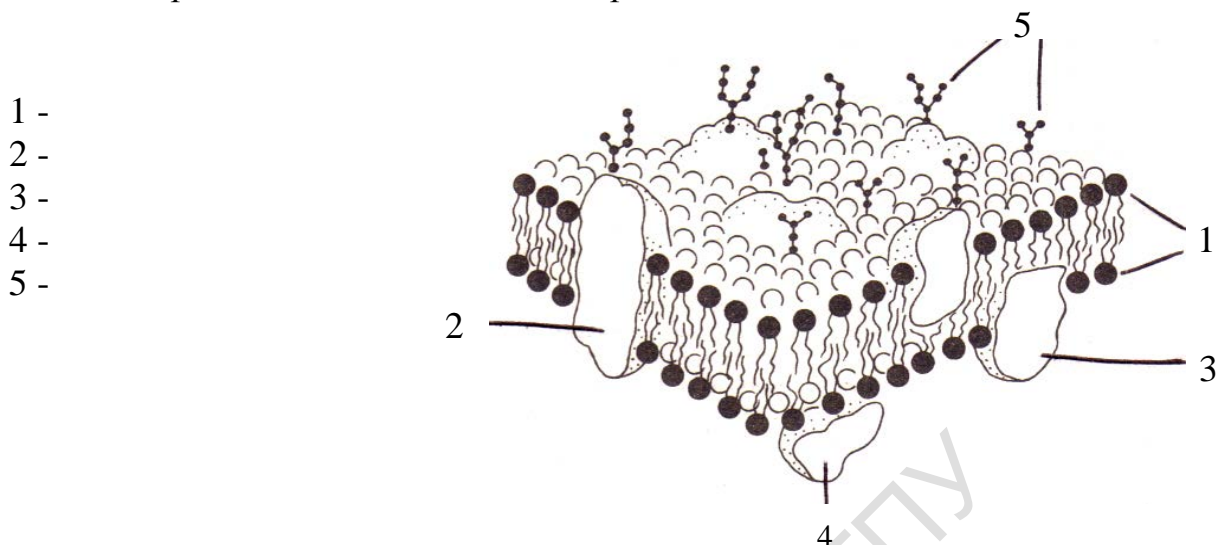
№	Положения теории
1	
2	
3	
4	

**Задание 4. Заполните таблицу «Поверхностный аппарат клетки».**

Компонент	Характеристика

**Задание 5. Изучите рисунок и сделайте обозначения.**

*Рис. 1. Строение биологической мембраны.*



**Задание 6. Выполните тестовые задания.**

**1. Клетка была открыта:**

- А) М. Шлейден;      Б) Т. Шванном;      В) Р. Гуком;      Г) К. Бэр.

**2. Одноклеточные организмы открыл:**

- А) А. Левенгук;      Б) Т. Шванн;      В) Р. Гук;      Г) М. Шлейден.

**3. Клеточная теория была сформулирована в:**

- А) 1800 году;      Б) 1825 году;      В) 1861 году;      Г) 1839 году.

**4. Принцип «Каждая клетка от клетки» предложил:**

- А) К. Бэр;      Б) Р. Вирхов;      В) М. Шлейден;      Г) Т. Шванн.

**5. Для выделения отдельных компонентов клеток используют методы:**

- А) гистохимические;      Б) дифференциального центрифугирования;  
В) микроскопические;      Г) рентгеноструктурного анализа.

**6. Надмембранный комплекс представлен гликокаликсом:**

- А) у растений;      Б) у животных;      В) у бактерий;      Г) у простейших.

**7. Клеточная стенка состоит из муреина и декстрана:**

- А) у растений;      Б) у грибов;      В) у бактерий;      Г) у простейших.

**8. Хитин входит в состав клеточной стенки:**

- А) у растений;      Б) у животных;      В) у бактерий;      Г) у грибов.

**9. Основу биологической мембраны составляют:**

- А) билипидный слой;                      Б) белки и нуклеиновые кислоты;  
В) углеводы и аминокислоты;        Г) полисахариды и АТФ.

**10. Выведение веществ из клетки в мембранной упаковке обеспечивает:**

- А) фагоцитоз    Б) пиноцитоз;    В) диффузия;    Г) экзоцитоз.

**11. Прохождение крупных белковых молекул через мембрану обеспечивает:**

- А) диффузия;    Б) пиноцитоз;    В) фагоцитоз;    Г) активный транспорт.

**12. Поступление веществ в клетку без затрат энергии идет путем:**

- А) фагоцитоза;                      Б) диффузии и осмоса;  
В) эндоцитоза;                    Г) активного транспорта.

**13. Вода поступает в клетку путем:**

- А) диффузии;                      Б) облегченной диффузии;  
В) осмоса;                          Г) активного транспорта.

**14. Захват мембраной жидкостей называется:**

- А) пиноцитоз;    Б) фагоцитоз;    В) эндоцитоз;    Г) осмос.

**15. Свойство мембраны, обеспечивающее поступление веществ в клетку называют:**

- А) избирательная проницаемость;                      Б) пластичность;  
В) способность к самозамыканию;                    Г) текучесть.

**Занятие № 5 «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201 г.**

**Цитоплазма. Органоиды клетки, их строение и функции.**

**Цель занятия:** изучить компоненты цитоплазмы, структуру и функции органоидов клетки.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Цитоплазма: гиалоплазма, цитоскелет.
2. Органоиды клетки их строение и функции: пластиды (хлоропласты), митохондрии, эндоплазматическая сеть, комплекс Гольджи, лизосомы, вакуоли, рибосомы, клеточный центр.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Задание 1. Дайте определения терминам и понятиям.

1. Автолиз –
2. Вакуоли –
3. Включения –
4. Гиалоплазма –
5. Диктиосома –
6. Кристы –
7. Лейкопласты –
8. Микротрубочка –
9. Органоиды –
10. Цитоскелет –

Задание 2. Рассмотрите рисунки и сделайте обозначения.

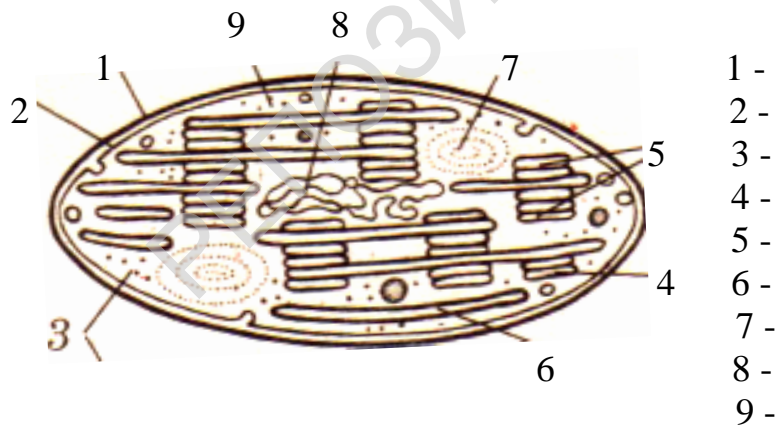
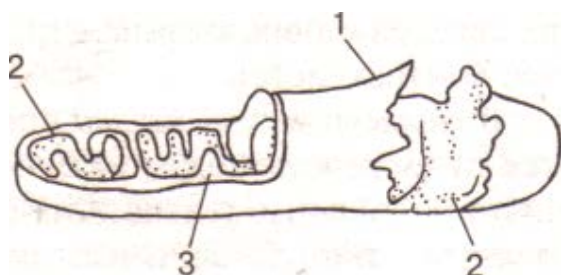


Рис. 1. Хлоропласт.

Рис. 2. Митохондрия.

- 1 -
- 2 -
- 3 -



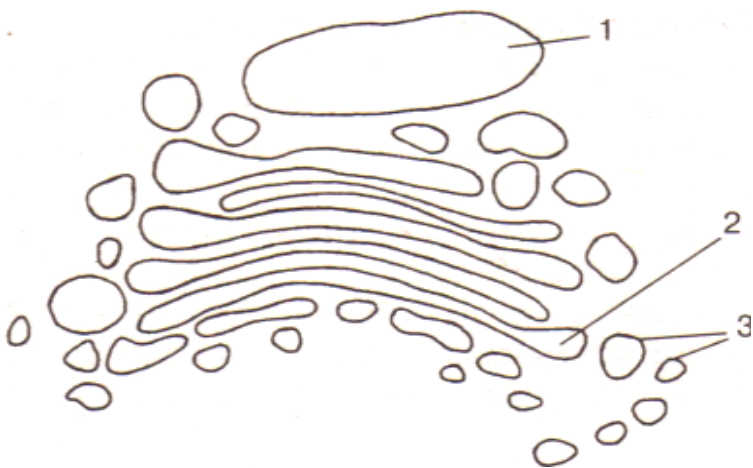
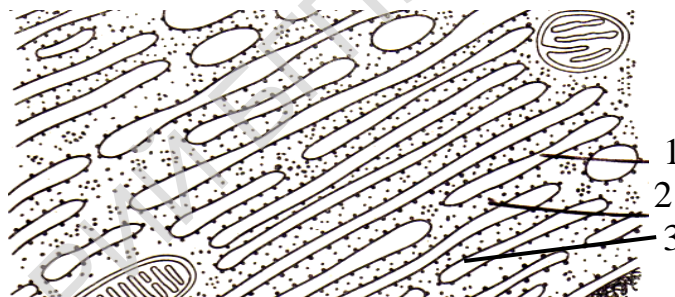


Рис. 3. Аппарат Гольджи.

- 1 -
- 2 -
- 3 -

Рис. 4. Гранулярная  
эндоплазматическая сеть.



- 1 -
- 2 -
- 3 -

**Задание 3. Заполните пропуски в следующих утверждениях.**

1. Коллоидное полужидкое содержимое клетки, ограниченное снаружи плазмалеммой, а внутри ядерной оболочкой клетки это .....
2. Внутренняя среда клетки, где протекают реакции внутриклеточного обмена, называется .....
3. Развитая сеть белковых нитей и микротрубочек, пересекающих цитоплазму в разных направлениях и заполняющих все пространство между ядерной оболочкой и плазмалеммой, называется .....
4. Непостоянно дифференцированные компоненты цитоплазмы, которые синтезируются, запасаются и расходуются в клетке в зависимости от ее функционального состояния, называются.....
5. Одномембранный органоид являющийся накопительным пространством для пигментов, продуктов обмена, запасных питательных веществ это.....

6. В лизосомах находятся ..... ферменты, они обособляются от ..... в виде пузырьков.
7. Ультрамикроскопическая органелла, состоящая из двух перпендикулярно расположенных гранул, называется .....
8. Субъединицы рибосом состоят из ..... и .....
9. Органоидами движения протистов являются ....., ..... и .....
10. Для мышечных клеток характерны специальные органоиды .....

**Задание 4. Выполните тестовые задания.**

**1. Гиалоплазма это:**

- А) цитоскелет;                      Б) коллоидный раствор;  
В) включения;                      Г) органоиды.

**2. Основные компоненты цитоплазмы:**

- А) оболочка, гиалоплазма и ядро;    Б) мембрана, органоиды и включения;  
В) мембрана, ядро и органоиды;    Г) гиалоплазма, органоиды и включения.

**3. Все органоиды клетки связаны между собой с помощью:**

- А) клеточной стенки;                      Б) мембраны;  
В) гиалоплазмы;                      Г) эндоплазматической сети.

**4. Комплекс Гольджи отсутствует в клетках:**

- А) животных;    Б) растений;    В) грибов;    Г) бактерий.

**5. К двухмембранным органоидам клетки относятся:**

- А) рибосомы;    Б) митохондрии;    В) лизосомы;    Г) вакуоли.

**6. Митохондрии называют энергетическими станциями клеток, так как они:**

- А) синтезируют белки;                      Б) синтезируют АТФ;  
В) расщепляют АТФ;                      Г) синтезируют углеводы.

**7. Рибосомы выполняют функцию:**

- А) синтез жиров;    Б) фотосинтез;    В) синтез АТФ;    Г) синтез белков.

**8. Клеточный центр состоит из:**

- А) двух гранул;    Б) двух субъединиц;    В) двух мембран;    Г) двух цепей.



**9. Система разветвленных каналов и пузырьков, создающих подобие рыхлой сети в цитоплазме, называется:**

- А) эндоплазматической сетью;                      Б) цитоскелетом;  
В) аппаратом Гольджи;                                Г) митохондриями.

**10. Структурными компонентами гранулярного эндоплазматического ретикулума являются:**

- А) грани и мембраны;                                Б) мембраны и рибосомы;  
В) рибосомы и митохондрии;                      Г) кристы и матрикс.

**11. Функции гранулярного эндоплазматического ретикулума – это синтез:**

- А) белков;                      Б) АТФ;    В) углеводов и АТФ;    Г) АТФ и жиров.

**12. Функции комплекса Гольджи:**

- А) сборка сложных комплексов органических веществ;  
Б) синтез нуклеиновых кислот;  
В) синтез гормонов;    Г) синтез АТФ.

**13. Компонентами лизосом являются:**

- А) мембрана и тилакоиды;                      Б) нуклеиновые кислоты;  
В) кристы и протеолитические ферменты;  
Г) гидролитические ферменты и мембрана.

**14. Функция лизосом:**

- А) синтез углеводов;                      Б) расщепление пищевых частиц;  
В) синтез жиров;                                Г) синтез АТФ.

**15. Внутренняя среда хлоропласта это:**

- А) грана;    Б) криста;                      В) канал;    Г) строма.

**16. Структуры, обеспечивающие движение клеток, – это:**

- А) жгутики и реснички;                      Б) микротрубочки и пузырьки;  
В) жгутики и пузырьки;                      Г) реснички и микротрубочки.

**17. Структуры, обеспечивающие внутриклеточные движения:**

- А) жгутики и пузырьки;                      Б) нити цитоскелета;  
В) жгутики и реснички;                      Г) реснички и микротрубочки.

**18. К экскреторным включениям клетки относят:**

- А) запасы питательных веществ;    Б) ферменты;  
В) конечные продукты обмена;    Г) гормоны.

**19. К секреторным включениям клетки относят:**

- А) запасы питательных веществ;    Б) ферменты;  
В) конечные продукты обмена;    Г) красители.

**20. К трофическим включениям относят:**

- А) крахмал;    Б) ферменты;    В) продукты обмена;    Г) гормоны.

## **Занятие № 6 « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 г.**

### **Ядро, хроматин, хромосомы. Кариотип и его видовая специфичность.**

**Цель занятия:** изучить структуру и функции ядра, состав и строение хромосом. Ознакомиться с понятием «кариотип».

#### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Строение и функции клеточного ядра.
2. Хроматин, строение и типы хромосом.
3. Наборы хромосом. Аутосомы и половые хромосомы.
4. Кариотип и его видовая специфичность.

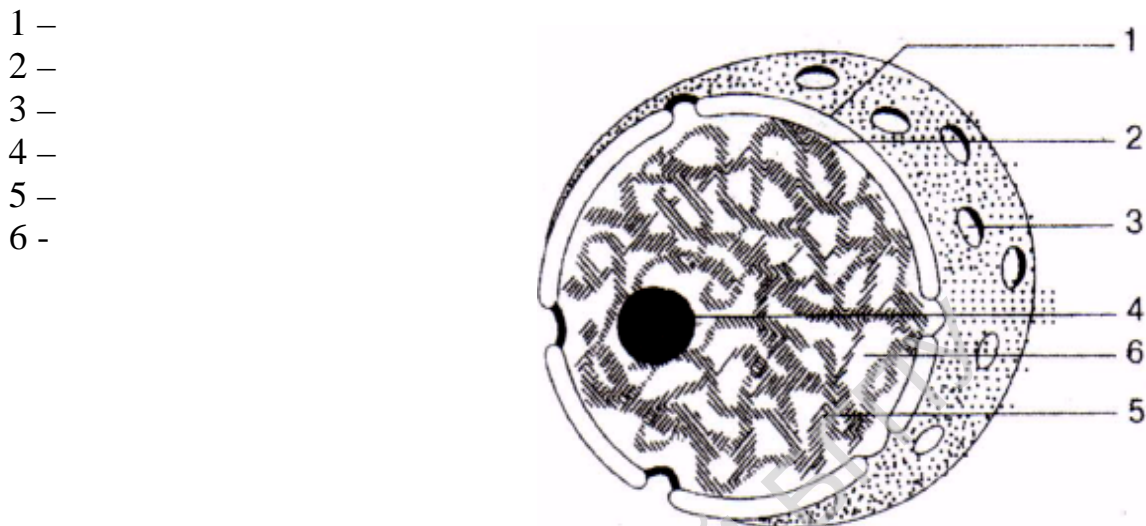
#### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА**

**Задание 1. Дайте определения терминам и понятиям.**

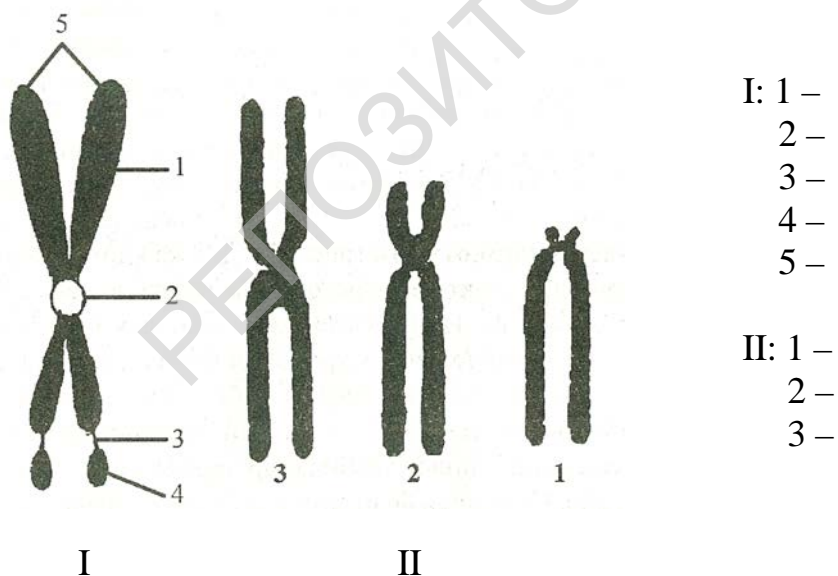
1. *Акроцентрическая хромосома* –
2. *Кариолемма* –
3. *Кариоплазма* –
4. *Кариотип* –
5. *Метацентрическая хромосома* –
6. *Перинуклеарное пространство* –
7. *Спутник* –
8. *Хроматин* –
9. *Центромера* –

**Задание 2. Рассмотрите рисунки и сделайте обозначения.**

*Рис. 1. Ядро в период интерфазы.*



*Рис. 2. Строение хромосомы (I), типы хромосом (II).*



**Задание 3. Заполните таблицу «Структурная организация интерфазного ядра»**

Структуры	Строение	Функции

**Задание 4. Выполните тестовые задания.**

**1. Ядро обособилось от цитоплазмы с появлением:**

- А) хромосом;                      Б) ядрышка;  
В) ядерного сока;              Г) ядерной оболочки.

**2. Кариолемма является:**

- А) сплошной;                      Б) пористой;  
В) одномембранной;          Г) трехмембранной;

**3. Наследственные свойства организма несет ядерная структура:**

- А) ядерная оболочка;      Б) ядерный сок;  
В) хромосомы;                      Г) ядрышко.

**4. Молекула ДНК находится в:**

- А) в перенуклеарном пространстве;      Б) хромосомах;  
В) на ядерной оболочке;                      Г) ядрышке.

**5. Продольные части хромосомы называются:**

- А) плечи;                              Б) спутники;      В) хроматиды;      Г) центромеры.

**6. Поперечные части хромосомы называются:**

- А) плечи;      Б) спутники;      В) хроматиды;      Г) перетяжки.

**7. Центромера в хромосоме расположена:**

- А) в области первичной перетяжки;      Б) на спутнике;  
В) в области вторичной перетяжки;      Г) на плечах.

**8. В сборке субъединиц рибосом участие принимают:**

- А) ядерная оболочка;      Б) ядрышко;      В) ядерный сок;      Г) хроматин.

**9. Кариотип – это:**

- А) гаплоидный набор хромосом соматических клеток;  
Б) диплоидный набор хромосом соматических клеток;  
В) гаплоидный набор хромосом половой клетки;  
Г) совокупность всех генов половой клетки.

**10. Количество аутомосом в соматической клетке человека:**

- А) 2;                      Б) 23;      В) 44;                      Г) 46.

**11. Количество аутомосом в половой клетке человека:**

А) 2;            Б) 22;    В) 44;        Г) 46.

**12. Количество половых хромосом в соматической клетке человека:**

А) 2;            Б) 22;    В) 44;        Г) 46.

### **Занятие № 7 « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 г.**

#### **Особенности строения прокариотической и эукариотической, растительной и животной клеток.**

**Цель занятия:** изучить особенности строения, черты сходства и отличия клеток прокариот и эукариот, а также растительной и животной клеток.

#### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Особенности строения прокариотической и эукариотической клеток.
2. Сходства и отличия растительной и животной клеток.

#### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА**

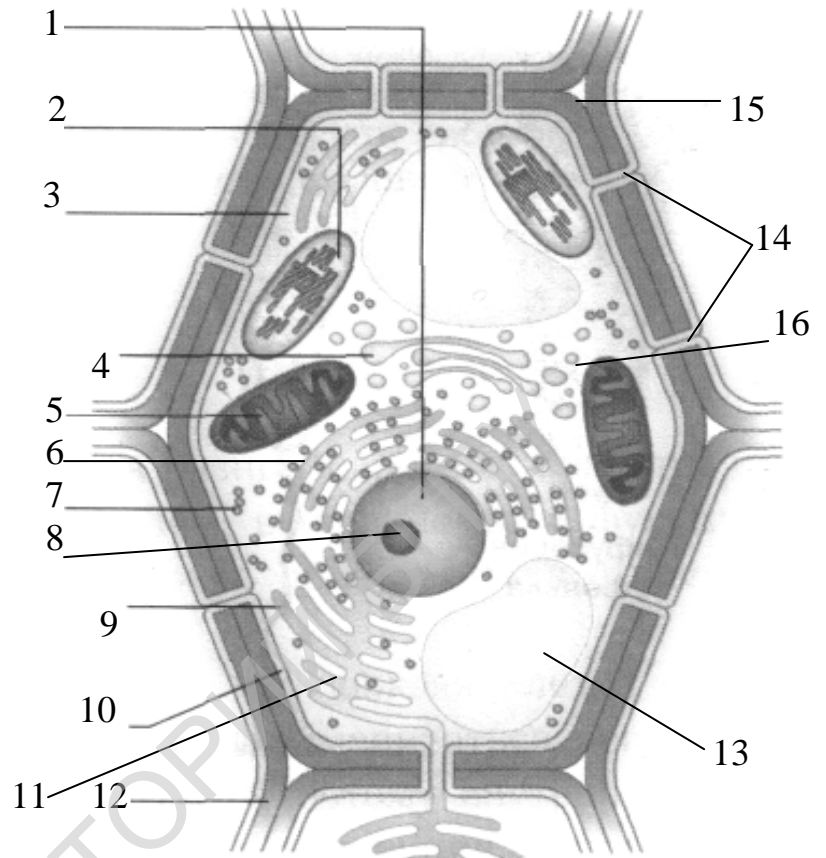
**Задание 1. Дайте определения терминам и понятиям.**

1. *Эукариоты* –
2. *Прокариоты* –
3. *Вакуоли* –
4. *Нуклеоид* –
5. *Плазмиды* –
6. *Плазмодесмы* –
7. *Мезосомы* –
8. *Центростремительное деление цитоплазмы* –
9. *Центробежное деление цитоплазмы* –

**Задание 2. Рассмотрите рисунки и сделайте обозначения.**

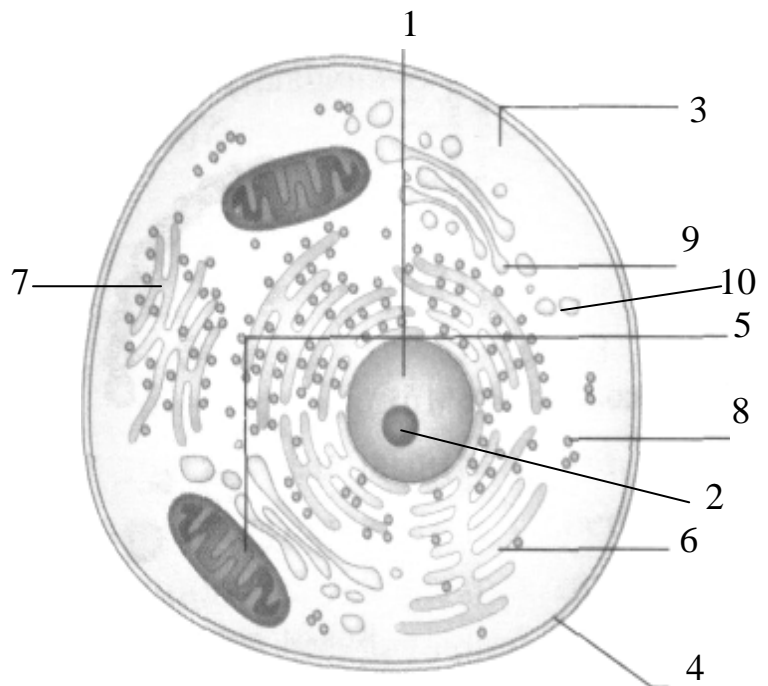
*Рис. 1. Растительная клетка.*

- 1 –
- 2 –
- 3 –
- 4 –
- 5 –
- 6 –
- 7 –
- 8 –
- 9 –
- 10 –
- 11 –
- 12 –
- 13 –
- 14 –
- 15 –
- 16 –



*Рис. 2. Животная клетка.*

- 1 –
- 2 –
- 3 –
- 4 –
- 5 –
- 6 –
- 7 –
- 8 –
- 9 –
- 10 –



**Задание 3. Заполните пропуски в следующих утверждениях.**

1. Функции одномембранных органоидов в прокариотических клетках выполняют .....
2. Клеточная стенка у бактерий содержит ....., у растений ....., у грибов .....
3. Способ деления прокариотических клеток .....
4. Эукариотические клетки делятся ....., ..... и .....
5. Функции ядра в эукариотических клетках выполняет .....
6. Слизистая капсула характерна для клеток .....
7. Фотосинтез у прокариот происходит на ....., а у эукариот в .....
8. Клеточный центр принимает участие в делении клеток .....
9. В цитоплазме клеток плазмиды встречаются только у .....
10. Морфологически обособленное ядро, отделенное от цитоплазмы двойной мембраной (оболочкой) является главным отличительным признаком клеток .....

**Задание 4. Выполните тестовые задания.**

**1. К прокариотам относятся:**

- А) растения;      Б) животные;  
В) грибы;          Г) бактерии.

**2. К эукариотам относятся:**

- А) растения и животные;      Б) цианобактерии;  
В) бактерии;                      Г) бактериофаги.

**3. Для эукариот характерно:**

- А) прямое бинарное деление;  
Б) наличие мезосом;  
В) отсутствие органоидов имеющих мембранное строение;  
Г) присутствие всех органоидов цитоплазмы и ядра.

**4. Отличительными особенностями прокариотической клетки являются:**

- А) плазмалемма образует впячивания – мезосомы;

Б) клеточная стенка состоит из целлюлозы;

В) клеточная стенка состоит из хитина;

Г) имеются вакуоли.

**5. Мембрана животных клеток снаружи может содержать:**

А) гликокаликс;            Б) муцин;

В) целлюлозу;            Г) хитин.

**6. Мембрана растительных клеток снаружи может быть покрыта:**

А) гликокаликсом;        Б) муцином;

В) целлюлозой;          Г) хитином.

**7. Хлоропласты имеются в клетках:**

А) бактерий;        Б) грибов;            В) животных;        Г) растений.

**8. Клеточный центр характерен для клеток:**

А) бактерий;        Б) протистов;        В) животных;        Г) растений.

**9. Клеточная стенка отсутствует у:**

А) бактерий;        Б) грибов;        В) животных;        Г) растений.

**10. Плазмодесмы имеются в клетках:**

А) бактерий;        Б) протистов;        В) животных;        Г) растений.

## **Занятие № 8 « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 г.**

### **Клеточный цикл. Подготовка клетки к делению.**

#### **Прямое и не прямое деление. Митоз.**

**Цель занятия:** изучить клеточный и митотический цикл клетки, интерфазу и ее периоды, амитоз и его значение.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Клеточный цикл. Подготовка клетки к делению.
2. Прямое и не прямое деление клетки.
3. Митоз, биологическая сущность и значение.

### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА**

**Задание 1. Дайте определения терминам и понятиям.**

**1. Амитоз –**



2. *Прямое бинарное деление –*
3. *Интерфаза –*
4. *Метафазная хромосома –*
5. *Митоз –*
6. *Постмитотический период –*
7. *Премитотический период –*
8. *Синтетический период –*
9. *Цикл клеточный –*
10. *Цикл митотический –*

**Задание 2. Заполните пропуски в следующих утверждениях.**

1. Митотический цикл равен клеточному циклу, когда клетка .....
2. Митотический цикл не равен клеточному циклу, когда клетка .....
3. Интерфаза включает периоды: ....., ..... и .....
4. Репликация молекул ДНК происходит в ..... периоде интерфазы.
5. Рост клетки, активные процессы синтеза РНК, белков, нуклеотидов ДНК, увеличение числа рибосом, накопление энергии в молекулах АТФ происходит в ..... периоде интерфазы.
6. Накапливается энергия, активно синтезируются РНК и преимущественно ядерные белки и белки ахроматинового веретена деления в ..... периоде интерфазы.
7. Содержание генетического материала равное  $2n2c$  характерно для ..... периода интерфазы.
8. Хромосомы и веретено деления при амитозе .....
9. Преимущества амитоза – это .....
10. В результате митоза образуются клетки с ..... набором генетического материала.

**Задание 3. Заполните таблицу «Митоз»**

<b>Фазы</b>	<b>Процессы. Набор генетического материала</b>

**Задание 4. Выполните тестовые задания.**

*1. Выберите из приведенных примеров ткани и органы, в которых клетки начинают делиться только после их повреждения: 1) костный мозг; 2) печень; 3) эпителий тонкого кишечника; 4) эндокринные железы; 5) эпидермис кожи; е) головной мозг.*

А) 1, 3;    Б) 4, 5;    В) 1,2;    Г) 2, 4

*2. Выберите из приведенных примеров ткани и органы, в которых клетки постоянно делятся: 1) костный мозг; 2) печень; 3) эпителий тонкого кишечника; 4) эндокринные железы; 5) эпидермис кожи.*

А) 1, 3, 5;    Б) 2, 4, 5;    В) 1, 2, 5;    Г) 2, 3, 4.

*3. Укажите правильную последовательность периодов интерфазы:*

А) синтетический, постмитотический, премитотический;

Б) премитотический, синтетический, постмитотический;

В) постмитотический, синтетический, премитотический;

Г) премитотический, постмитотический, синтетический.

*4. Репликация ДНК и удвоение центриолей происходят в следующем периоде жизненного цикла клетки:*

А) премитотическом;                      Б) постмитотическом;

В) митозе;                                      Г) синтетическом.

*5. Хромосомы состоят из одной хроматиды в:*

А) постмитотическом периоде интерфазы;

- Б) профазе митоза;
- В) премитотическом периоде интерфазы;
- Г) метафазе митоза.

**6. Хромосомы находятся в деспирализованном состоянии во время:**

- А) профазы;      Б) метафазы;      В) телофазы;      Г) интерфазы.

**7. При прямом бинарном делении в клетке не наблюдаются процессы:**

- А) удваивается кольцевая ДНК;
- Б) ядро делится пополам поперечной перетяжкой;
- В) клеточная мембрана делится центростремительно;
- Г) генетический материал распределяется между дочерними клетками равномерно.

**8. При прямом делении (амитозе) в клетке не наблюдаются процессы:**

- А) веретено деления не образуется и хромосомы не спирализуются;
- Б) ядро делится пополам поперечной перетяжкой;
- В) клеточная мембрана врастает между двумя молекулами ДНК;
- Г) распределение клеточных компонентов и генетического материала между дочерними клетками происходит произвольно.

**9. Деление клеток путем амитоза происходит у:**

- А) многоклеточных организмов при образовании гамет;
- Б) животных и человека в тканях печени, хрящей, роговицы глаза;
- В) одноклеточных организмов, не имеющих ядра;
- Г) животных и человека при эмбриональном развитии и росте.

**10. В профазу митоза происходит:**

- А) спирализация хроматина;
- Б) деспирализация хромосом;
- В) расхождение хроматид;
- Г) выстраивание хромосом на экваторе клетки.

**Занятие № 9 « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 г.**

**Мейоз, биологическая сущность и значение. Сходства и различия митоза и мейоза**

**Цель занятия:** изучить мейоз и его биологическое значение.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Характеристика фаз мейоза I и мейоза II.
2. Биологическая сущность и значение мейоза.
3. Сходства и различия между митозом и мейозом.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА**

**Задание 1. Дайте определения терминам и понятиям.**

1. *Бивалент* –
2. *Веретено деления* –
3. *Гаметы* –
4. *Интеркинез* –
5. *Конъюгация* –
6. *Кроссинговер* –
7. *Мейоз* –
8. *Редукционное деление* –
9. *Тетрада* –
10. *Эквационное деление* –

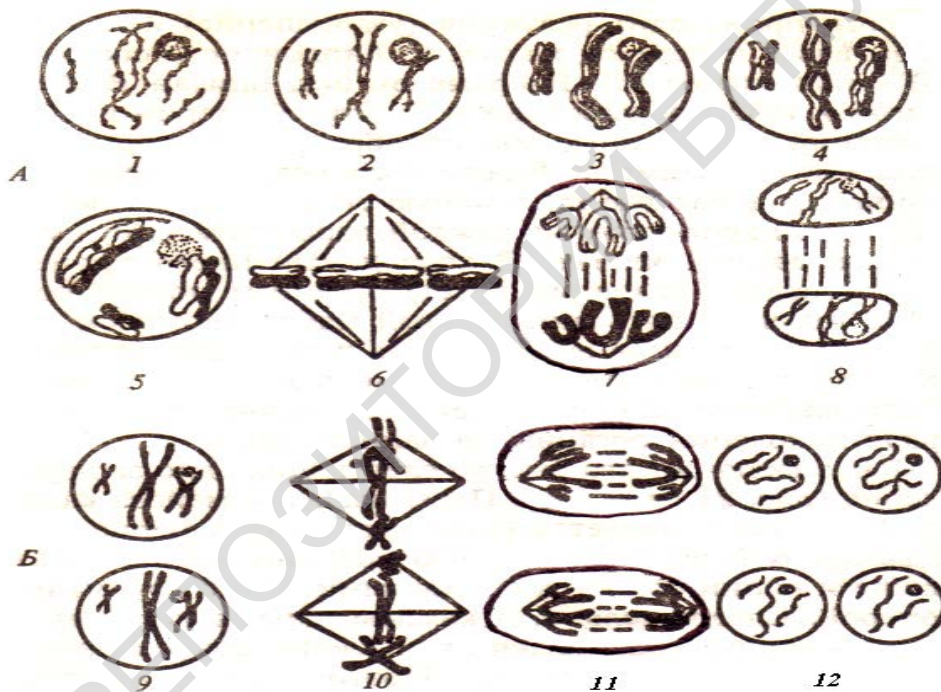
**Задание 2. Заполните пропуски в следующих утверждениях.**

1. Конъюгация и кроссинговер происходят в ..... мейоза .....
2. В профазе мейоза I хромосомы перекрещиваются участками, которые называются .....
3. В метафазе I, к каждой хромосоме прикрепляется по ..... нити веретена деления.
4. К полюсам клетки в анафазе мейоза I расходятся .....
5. В профазе II в отличие от профазы I хроматин .....
6. В анафазе II к полюсам клетки отходят .....

7. Результатом мейоза является образование ..... клеток с ..... набором хромосом.
8. Центростремительное деление цитоплазмы характерно для клеток .....
9. Центробежное деление цитоплазмы характерно для клеток .....
10. При делении цитоплазмы, между дочерними клетками, клеточная мембрана образуется благодаря слиянию пузырьков .....

**Задание 3. Рассмотрите рисунок и сделайте обозначения. Укажите наборы генетического материала в каждой фазе мейоза.**

*Рис. 1. Схема прохождения мейоза в животной клетке.*



- А (1 – 8) –  
 1 – 5 –  
 6 –  
 7 –  
 8 –

- Б (9 – 12) –  
 9 –  
 10 –  
 11 –  
 12 –

**Задание 4. Заполните таблицу «Сравнительная характеристика митоза и мейоза».**

Фазы	Митоз	Мейоз	
		1 деление	2 деление
Профаза			
Метафаза			
Анафаза			
Телофаза			

**Задание 5. Выполните тестовые задания.**

**1. Мейозом делятся клетки:**

- А) половых желез;      Б) эмбриональной ткани;  
 В) прокариот;      Г) эпителия мочевого пузыря.

**2. В анафазу мейоза I происходит:**

- А) спирализация хроматина;      Б) расхождение хромосом к полюсам;  
 В) конъюгация хромосом и кроссинговер;  
 Г) расхождение хроматид к полюсам.

**3. В анафазу мейоза II происходит:**

- А) спирализация хромосом;  
 Б) расхождение хромосом к полюсам;  
 В) конъюгация хромосом и кроссинговер;  
 Г) расхождение хроматид к полюсам.

**4. Биваленты образуются в фазу мейоза:**

- А) только в профазу мейоза I;      Б) только в профазу мейоза II;  
 В) в профазу и анафазу мейоза I;      Г) в метафазу мейоза II.

**5. Конъюгация хромосом и кроссинговер происходят в фазе мейоза:**

А) в анафазе I;                    Б) в метафазе II;

В) в профазе I;                Г) в метафазе I.

**6. Расположение бивалентов в области экватора наблюдается в фазе мейоза:**

А) в профазе I;            Б) в метафазе II;    В) в анафазе I;    Г) в метафазе I.

**7. В мейозе к хромосомам присоединена одна нить веретена деления в:**

А) анафаза I;    Б) профазе I;    В) анафаза II;    Г) метафазе I.

**8. Расхождение к полюсам гомологичных хромосом, состоящих из двух хроматид наблюдается в фазе мейоза:**

А) в метафазе II;            Б) в профазе I;    В) в анафазе I;    Г) в метафазе I.

**9. Деспирализация хромосом, состоящих из одной хроматиды каждая, наблюдается в фазе мейоза:**

А) в телофазе II;            Б) в профазе I;    В) в анафазе I;    Г) в телофазе I.

**10. Биологический смысл мейоза состоит в:**

А) в точной передаче наследственной информации;

Б) обеспечении эмбрионального развития и роста организма;

В) восстановлении органов и тканей после повреждения;

Г) обеспечении появления разнообразного и разнокачественного потомства при половом размножении организмов.

**Занятие №10 « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 г.**

**Обмен веществ и превращение энергии – основа жизнедеятельности клетки. Энергетический обмен.**

**Цель занятия:** изучить взаимосвязь процессов анаболизма и катаболизма; этапы энергетического обмена в клетке.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Обмен веществ и превращение энергии.
2. Взаимосвязь процессов ассимиляции и диссимиляции.
3. Клеточное дыхание, гликолиз, брожение.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

**Задание 1. Дайте определения терминам и понятиям.**

1. *Анаболизм* –
2. *Анаэробы* –
3. *АТФ* –
4. *Аэробы* –
5. *Гликолиз* –
6. *Катаболизм* –
7. *Метаболизм* –
8. *Окислительное фосфорилирование* –
9. *Подготовительный этап диссимиляции* –

**Задание 2. Заполните пропуски в следующих утверждениях.**

1. Совокупность реакций пластического и энергетического обмена, являющихся основой жизнедеятельности организмов и обеспечивающих их связь с внешней средой, называется .....
2. Совокупность реакций синтеза сложных органических веществ из более простых, происходящих с затратой энергии, называется ..... обмен.
3. Совокупность реакций ферментативного расщепления и окисления сложных органических веществ, сопровождающийся выделением энергии, называется ..... обмен.
4. Сложное органическое соединение, представленное одним нуклеотидом и содержащее две макроэргические связи, называется .....
5. Подготовительный этап катаболизма протекает в .....
6. Энергия, выделяющаяся на подготовительном этапе –.....
7. Анаэробный этап энергетического обмена протекает в .....
8. В бескислородном этапе диссимиляции образуется ..... молекулы АТФ.
9. Аэробный этап энергетического обмена протекает в .....
10. В кислородном этапе диссимиляции образуется ..... молекул АТФ.



**Задание 3. Заполните таблицу «Этапы энергетического обмена».**

<b>Этапы</b>	<b>Место и условия протекания процессов, продукты, суммарные уравнения.</b>
<b>Подготовительный</b>	
<b>Бескислородный</b>	
<b>Кислородный</b>	

**Задание 4. Выполните тестовые задания.**

**1. Ассимиляция – это:**

- А) реакции расщепления сложных органических молекул на простые;
- Б) реакции образования сложных органических веществ из простых;
- В) энергетический обмен;                      Г) обмен веществ.

**2. Диссимиляция - это**

- А) реакции расщепления сложных органических молекул на простые;
- Б) реакции образования сложных органических веществ из простых;
- В) пластический обмен;                      Г) обмен веществ.

**3. Отличия окисления органических веществ в митохондриях от горения этих же веществ заключается в:**

- А) выделении теплоты;                      Б) синтезе АТФ;
- В) выделении света;                      Г) отсутствии участия ферментов.

**4. Реакции подготовительного этапа диссимиляции:**

- А) пировиноградная кислота окисляется до  $\text{CO}_2$   $\text{H}_2\text{O}$ ;
- Б) глюкоза расщепляется на две молекулы пировиноградной кислоты;
- В) сложные молекулы органических веществ расщепляются на мономеры;
- Г) синтезируется две молекулы АТФ.

**5. Реакции бескислородного этапа энергетического обмена:**

- А) пировиноградная кислота окисляется до  $\text{CO}_2$   $\text{H}_2\text{O}$ ;
- Б) глюкоза расщепляется на две молекулы пировиноградной кислоты;
- В) сложные молекулы органических веществ расщепляются на мономеры;

Г) синтезируются молекулы сложных органических веществ из мономеров.

**6. Энергетический выход гликолиза составляет:**

А) 4 молекул АТФ;      Б) 34 молекул АТФ;

В) 2 молекул АТФ;      Г) 36 молекул АТФ.

**7. При окислении 1 г жира освобождается кДж энергии:**

А) 38,9;      Б) 40;      В) 17,6;      Г) 12,9.

**8. Эффективность кислородного этапа энергетического обмена по сравнению с бескислородным:**

А) такая же;      Б) в 2 раза больше;

В) в 18 раз больше;      Г) в 2 раза меньше.

**9. Конечные продукты расщепления белков на аэробном этапе энергетического обмена:**

А)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  и мочевая кислота;      Б) аминокислоты;

В) аминокислоты;      Г) жирные кислоты и глицерин.

**10. Клеточное дыхание – это:**

А) биосинтез органических веществ с затратой энергии;

Б) биологическое окисление веществ;

В) биосинтез органических веществ с выделением энергии;

Г) бескислородный этап энергетического обмена.

**Занятие № 11 « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 г.**

**Пластический обмен. Фотосинтез. Биосинтез белка.**

**Генетический код и его свойства.**

**Цель занятия:** изучить этапы процессов фотосинтеза и биосинтеза белка; рассмотреть понятие генетического кода и его свойства.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Фотосинтез – синтез первичного органического вещества.

2. Генетический код и его свойства.

3. Биосинтез белка (транскрипция, трансляция).

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

**Задание 1. Дайте определения терминам и понятиям.**

1. *Вырожденность генетического кода* –
2. *Генетический код* –
3. *Реакции матричного синтеза* –
4. *Световая фаза фотосинтеза* –
5. *Кодон* -
6. *Транскрипция* –
7. *Трансляция* –
8. *Триплетность генетического кода* –
9. *Фотолиз воды* –
10. *Хемосинтез* –

**Задание 2. Заполните таблицу «Фотосинтез».**

Фазы	Условия протекания, процессы, продукты, суммарные уравнения.
Световая	
Темновая	

**Задание 3. Решите задачи.**

**Задача № 1.** Нетранскрибируемая цепь молекулы ДНК имеет следующий порядок нуклеотидов: АГТЦААГЦТТТГАЦГАГТ. Определите последовательность триплетов иРНК, синтезированной на этой ДНК.

**Задача № 2.** Нуклеиновая кислота бактериофага имеет молекулярную массу около  $10^7$ . Сколько, примерно, белков закодировано в ней,

если принять, что типичный белок состоит в среднем из 400 мономеров, а молекулярная масса нуклеотида около 300?

**Задача № 3.** Средняя молекулярная масса аминокислоты около 110, а нуклеотида около 300. Определите, что тяжелее: белок или ген.

**Задание 4.** Рассмотрите рисунок и сделайте обозначения.

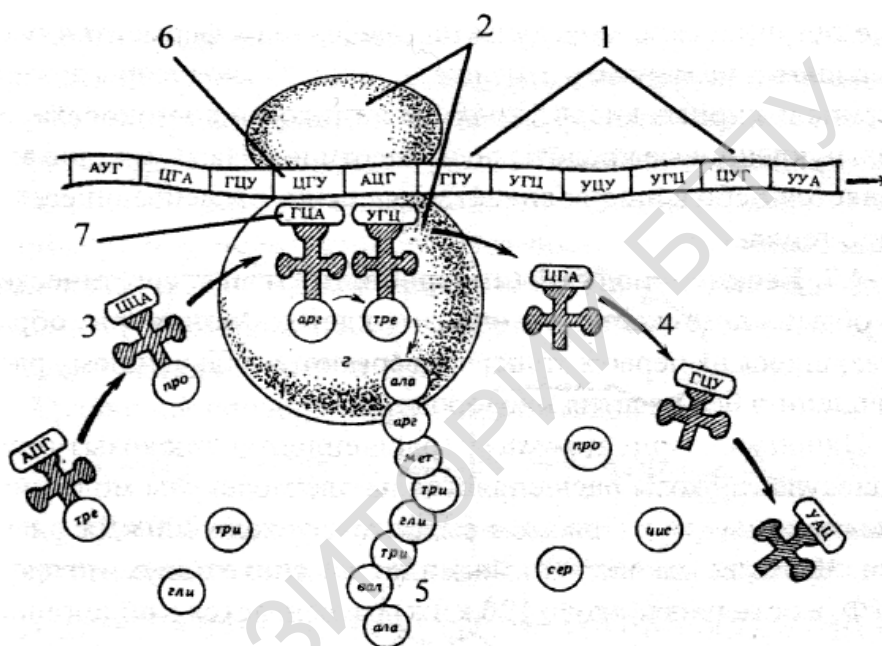


Рис. 1. Схема биосинтез белка.

- 1 –
- 2 –
- 3 –
- 4 –
- 5 –
- 6 –
- 7 –

**Задание 5.** Выполните тестовые задания.

**1. Процесс фотосинтеза осуществляется в органоидах клетки:**

- А) митохондриях;      Б) рибосомах;
- В) хлоропластах;    Г) хромопластах.

**2. В световую фазу фотосинтеза происходит:**

- А) окисление НАДФ;    Б) синтез АТФ и выделение свободного кислорода;

В) синтез углеводов; Г) образование фосфоглицериновой кислоты.

**3. Фотолиз воды – это:**

А) синтез глюкозы; Б) синтез АТФ;

В) синтез полисахаридов;

Г) расщепление молекул воды в хлоропластах.

**4. При пластическом обмене происходит:**

А) синтез белков, липидов и углеводов;

Б) расщепление белков и липидов;

В) расщепление углеводов;

Г) клеточное дыхание.

**5. Генетический код – это:**

А) генетическая информация в виде последовательности нуклеотидов ДНК;

Б) двойная цепочка ДНК;

В) последовательность азотистых оснований в кодоне;

Г) последовательность аминокислот в белке.

**6. Свойством генетического кода не является:**

А) триплетность;

Б) неперекрываемость;

В) универсальность;

Г) комплементарность.

**7. Каждый триплет кодирует только одну аминокислоту – это свойство:**

А) однозначность; Б) триплетность;

В) непрерывность; Г) множественность.

**8. Компоненты клетки непосредственно участвующие в биосинтезе белка:**

А) рибосомы; Б) кариолема;

В) кариоплазма; Г) лизосомы.

**9. Функция ДНК в биосинтезе белка:**

А) репликация; Б) транскрипция; В) трансляция; Г) репарация.

**10. Рибосомы состоят из:**

А) мембран; Б) липидов; В) углеводов; Г) РНК и белков.

**Итоговое занятие по цитологии, размножению и онтогенезу организмов.**

**Цель занятия:** выявить уровень усвоения и закрепить знания по пройденным темам.

### **ВОПРОСЫ ПРОГРАММЫ**

1. Разнообразие живых организмов на земле.
2. Общие свойства живых организмов.
3. Содержание химических элементов в клетке, их классификация.
4. Вода и неорганические соединения, их роль в клетке.
5. Органические вещества клетки. Липиды, углеводы, их роль в организме.
6. Белки, их строение, роль в клетке.
7. Ферменты как биологические катализаторы.
8. Нуклеиновые кислоты, их строение и роль в клетке.
9. АТФ и ее значение.
10. Клетка – элементарная структурная и функциональная единица организма.
11. История открытия клетки.
12. Клеточная теория и ее основные положения.
13. Методы изучения клетки.
14. Строение клетки: поверхностный аппарат, цитоплазма, ядро.
15. Цитоплазматическая мембрана; ее строение, свойства и функции.
16. Способы транспорта через мембрану.
17. Цитоплазма: гиалоплазма, цитоскелет.
18. Органоиды клетки, их строение и функции.
19. Строение и функции клеточного ядра.
20. Хроматин. Хромосомы. Кариотип и его видовая специфичность.
21. Особенности строения прокариотической и эукариотической клеток.
22. Особенности строения растительной и животной клеток.
23. Деление клетки. Клеточный цикл. Подготовка клетки к делению.

24. Прямое и косвенное деление клетки. Митоз, биологическая сущность и значение.
25. Мейоз, биологическая сущность и значение. Сходства и различия между митозом и мейозом.
26. Понятие обмена веществ, ассимиляции и диссимиляции.
27. Фотосинтез – синтез первичного органического вещества.
28. Генетический код и его свойства.
29. Реализация наследственной информации - биосинтез белка.
30. Клеточное дыхание, гликолиз, брожение.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Биология: учеб. пособие для 10-го кл. общеобразоват. учреждений с рус. яз. обучения / Н.Д. Лисов [и др.]; под ред. Н. Д. Лисова. – 2-е изд., перераб. – Минск: Нар. асвета, 2009. – 230 с.: ил.
2. Биологический энциклопедический словарь / под ред. М. С. Гилярова, А. В. Смолина, А. А. Баева и др. – М.: Советская энциклопедия, 1986.
3. Биология для подготовительного отделения: сб. задач / В.Э. Бутвиловский, В.В. Давыдов, Р.Г. Заяц. – Минск: БГМУ, 2008. – 110 с.
4. Биология для поступающих в ВУЗы: учеб. пособие / Н.А. Лемеза, Л.В. Камлюк, Н.Д. Лисов.; под ред. Н.А. Лемезы. – Минск: Юнипресс, 2010. – 624 с. – (Серия «Для школьников и абитуриентов»).
5. Биология. Весь школьный курс в таблицах / сост. Л.В. Елкина. – Минск: Современная школа: Кузьма, 2010. – 3-е изд. – 416 с.
6. Биология: справочник для старшеклассников и поступающих в вузы / Т.Л. Богданова, Е.А. Солодова. Изд-е 3-е. – М.: АСТ – ПРЕСС ШКОЛА, 2010. – 816 с.
7. Биология: справочник школьника и студента / под ред. Б. Зигфрида, М. Ирмтраута, – М.: Дрофа, 2000.
8. Бутвиловский, В. Э., Давыдов, В. В., Заяц, Р. Г. Учебные задания к практикуму по цитологии и генетике для слушателей подготовительного отделения: Учеб-метод. пособие / В.Э. Бутвиловский, В.В. Давыдов, Р.Г. Заяц и др. – Минск: БГМУ, 2004. – 91 с.
9. Заяц, Р. Г., Бутвиловский, В. Э. и др. Биология: тесты для поступающих в вузы / Р. Г. Заяц [и др.] – Минск: Вышэйшая школа, 2002.
10. Заяц, Р.Г. Биология для поступающих в вузы / Р.Г. Заяц, В.Э. Бутвиловский, В.В. Давыдов, И.В. Рачковская. Изд-е 2-е, испр. и доп. – Минск, 2009г.
11. Общая цитология: учебник. – 3-е изд., перераб. и доп. / Ченцов Ю.С. – М.: МГУ, 1995. – 384 с.
12. Фросин, Н.В., Сивоглазов, В.И., Батуев, А.С. и др. Биология: Справочные материалы / Н.В. Фросин [и др.] – СПб., 2004.