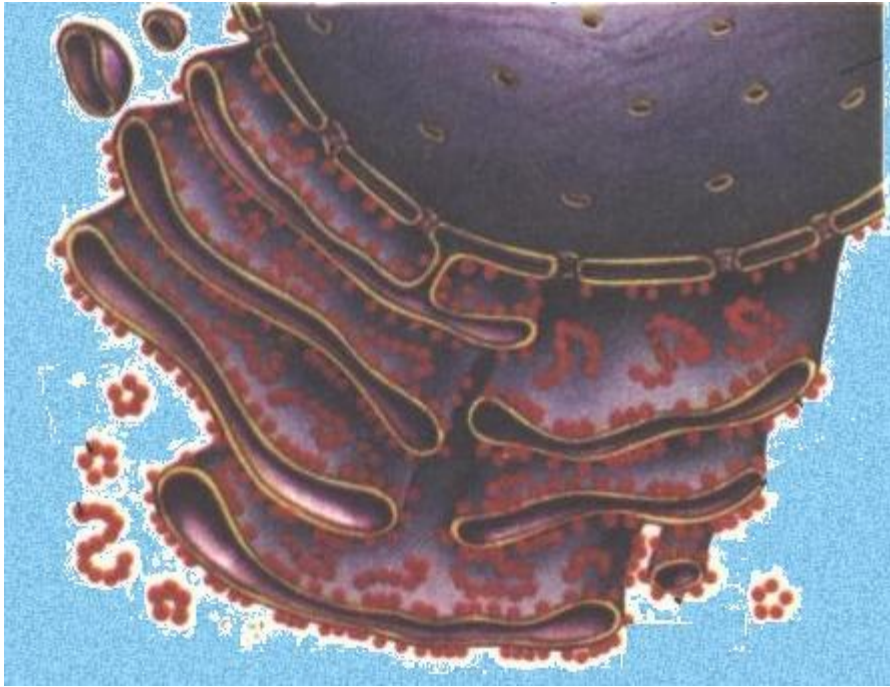
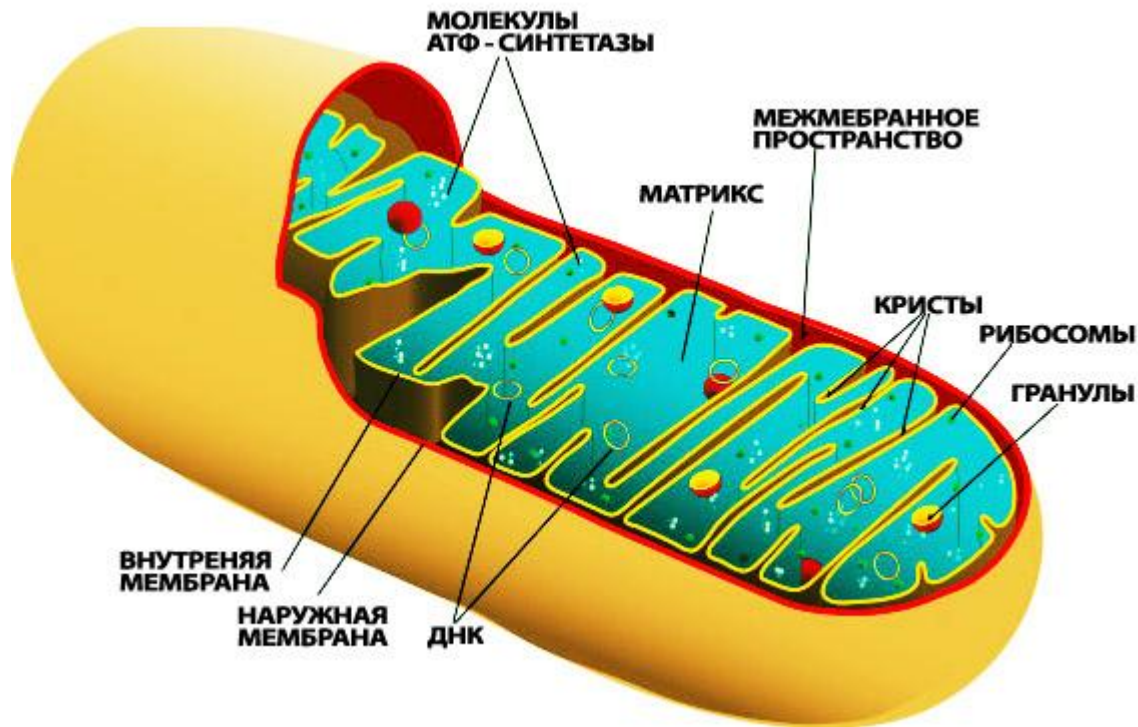


# Отдельные вопросы цитологии.

- Организм многоклеточных состоит из клеток и межклеточного вещества. Клетка является элементарной единицей живого. Это основа строения, развития и жизнедеятельности. Шванн в 1839 году открыл клеточную теорию (размножаются делением, если клетка теряет ядро, то теряет способность к делению – эритроцит). В состав клеток входят белки, углеводы, липиды, соли, ферменты и вода. В клетке выделяют цитоплазму и ядро. Цитоплазма включает в себя **гиалоплазму**, органеллы и включения. **Ядро** расположено в центре клетки и отделено двуслойной оболочкой. Имеет шаровидную или вытянутую форму. Оболочка – кариолемма – имеет поры, необходимые для обмена веществ между ядром и цитоплазмой. Содержимое ядра жидкое – кариоплазма, в которой содержатся плотные тельца – ядрышки. В них выделяется зернистость – рибосомы. Основная масса ядра – ядерные белки – нуклеопротеиды, в ядрышках – рибонуклеопротеиды, а в кариоплазме – дезоксирибонуклеопротеиды. Клетка покрыта клеточной оболочкой, которая состоит из белковых и липидных молекул, имеющих мозаичную структуру. Оболочка обеспечивает обмен веществ между клеткой и межклеточной жидкостью.



- **ЭПС** – система канальцев и полостей, на стенках которых располагаются рибосомы, обеспечивающие синтез белка. Рибосомы могут и свободно располагаться в цитоплазме.
- При участии эндоплазматического ретикулума происходит трансляция и транспорт белков, синтез и транспорт липидов и стероидов. Для ЭПС характерно также накопление продуктов синтеза. Эндоплазматический ретикулум принимает участие в том числе и в создании новой ядерной оболочки (например после митоза). Эндоплазматический ретикулум содержит внутриклеточный запас кальция, который является, в частности, медиатором сокращения мышечной клетки. В клетках мышечных волокон расположена особая форма эндоплазматического ретикулума — **саркоплазматическая сеть**.



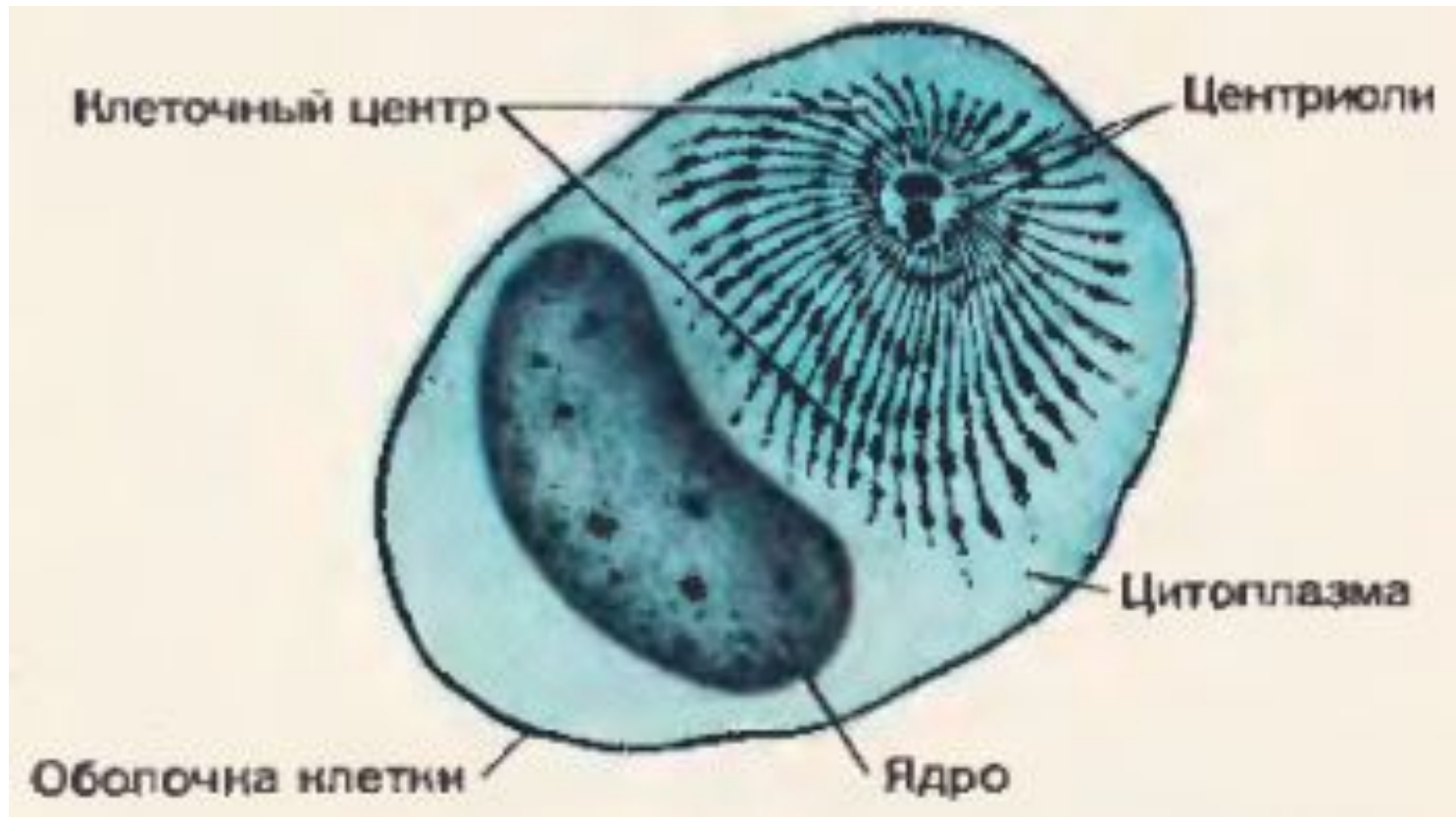
- **Митохондрии** – двумембранные органоиды, внутренняя мембрана которых имеет выросты – кристы. Содержимое полостей – матрикс. Митохондрии содержат большое количество липопротеидов и ферментов. Это энергетические станции клетки.

- **Аппарат Гольджи** – система трубочек, выполняет выделительную функцию в клетке.
- Разделение белков на 3 потока:



- лизосомальный — гликозилированные белки (с маннозой) поступают в цис-отдел комплекса Гольджи, некоторые из них фосфорилируются, образуется маркёр лизосомальных ферментов — манноза-6-фосфат. В дальнейшем эти фосфорилированные белки не будут подвергаться модификации, а попадут в лизосомы.
  - конститутивный экзоцитоз (конститутивная секреция). В этот поток включаются белки и липиды, которые становятся компонентами поверхностного аппарата клетки, в том числе гликокаликса, или же они могут входить в состав внеклеточного матрикса.
  - Индуцируемая секреция — сюда попадают белки, которые функционируют за пределами клетки, на поверхности аппарата клетки, во внутренней среде организма. Характерен для секреторных клеток.
- Формирование слизистых секретов — гликозамингликанов (мукополисахаридов)
  - Формирование углеводных компонентов [гликокаликса](#) — в основном, гликолипидов.
  - [Сульфатирование](#) углеводных и белковых компонентов гликопротеидов и гликолипидов
  - Частичный протеолиз белков — иногда за счет этого неактивный белок переходит в активный (проинсулин превращается в [инсулин](#)).

- **Клеточный центр** – шаровидное плотное тело – центросфера – внутри которой имеются 2 тельца – центриоли, соединенные перемычкой. Участвует в делении клеток.



- Центросома является главным центром создания и управления всеми микротрубочками клетки. Отвечает за следующие функции:
  1. Образование внешних структур, так называемых жгутиков, характерных для клеток многих прокариот и эукариот, которые обеспечивают возможность перемещения в жидкой субстанции.
  2. Образовывает реснички-волоскоподобные образования, которые покрывают поверхность эукариотических клеток и служат для них рецепторами.
  3. Образовывает нити веретена деления в процессе непрямого деления клетки (митоз) и в ходе деления ядра эукариотических клеток с уменьшением численности хромосом наполовину.

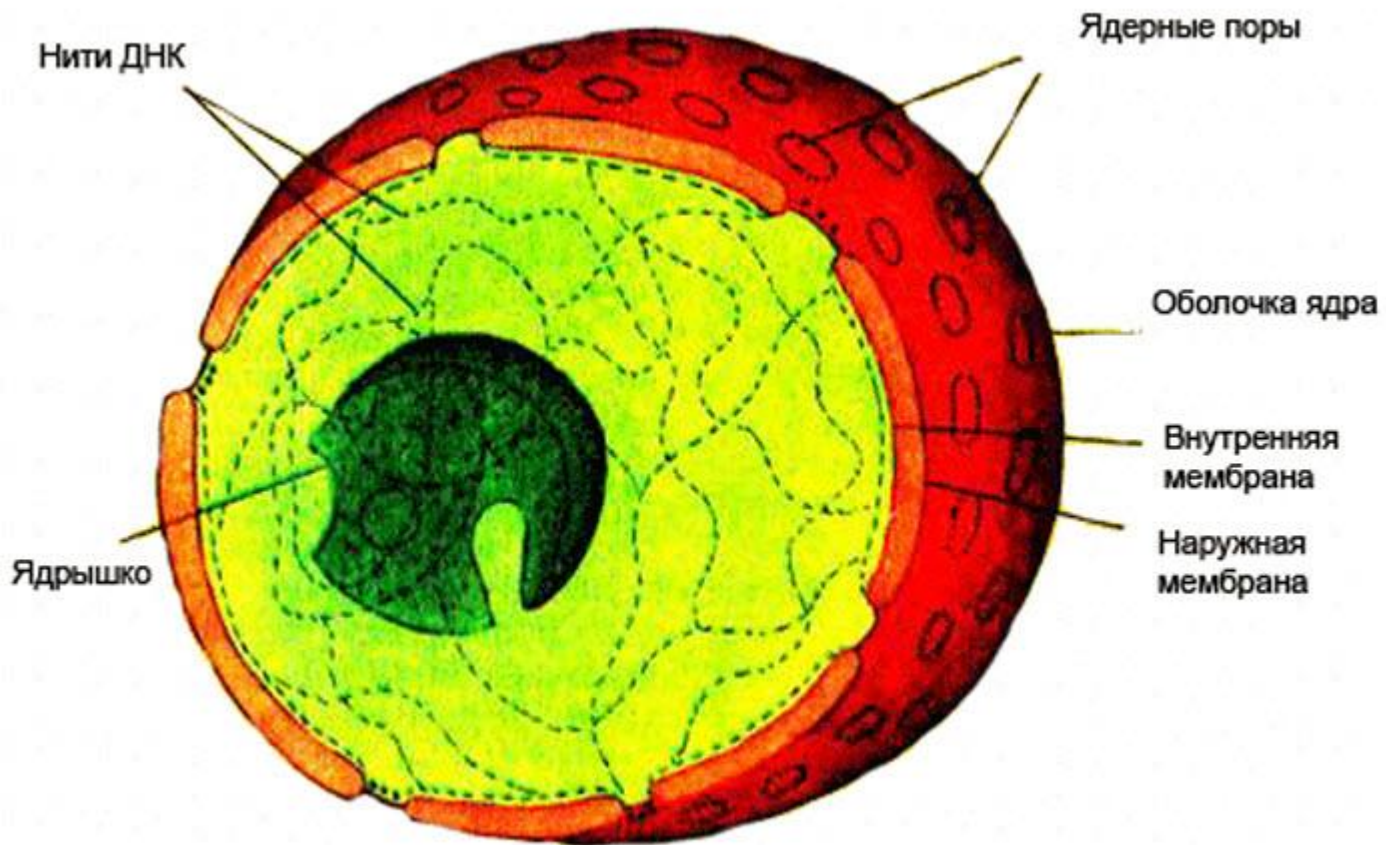
## Лизосома



- **Лизосомы** – круглые или овальные образования с тонкозернистым содержимым. Выполняют пищеварительную функцию.
- Функциями лизосом являются:
- переваривание захваченных клеткой при эндоцитозе веществ или частиц (бактерий, других клеток)
- **аутофагия** — уничтожение ненужных клетке структур, к примеру, во время замены старых органоидов новыми, или переваривание белков и других веществ, произведенных внутри самой клетки
- **автолиз** — самопереваривание клетки, приводящее к её гибели (иногда этот процесс не является патологическим, а сопровождает развитие организма или дифференцировку некоторых специализированных клеток). Пример: При превращении головастика в лягушку, лизосомы, находящиеся в клетках хвоста, переваривают его: хвост исчезает, а образовавшиеся во время этого процесса вещества всасываются и используются другими клетками тела.
- растворение внешних структур (см, например, **остеокласты**)



# Ядро.



- Ядро осуществляет две группы общих функций: одну, связанную собственно с хранением генетической информации, другую - с ее реализацией, с обеспечением синтеза белка.

В первую группу входят процессы, связанные с поддержанием наследственной информации в виде неизменной структуры ДНК. Эти процессы связаны с наличием так называемых репарационных ферментов, ликвидирующих спонтанные повреждения молекулы ДНК (разрыв одной из цепей ДНК, часть радиационных повреждений), что сохраняет строение молекул ДНК практически неизменным в ряду поколений клеток или организмов. Далее, в ядре происходит воспроизведение или редупликация молекул ДНК, что дает возможность двум клеткам получить совершенно одинаковые и в качественном и в количественном смысле объемы генетической информации. В ядрах происходят процессы изменения и рекомбинации генетического материала, что наблюдается во время мейоза (кроссинговер). Наконец, ядра непосредственно участвуют в процессах распределения молекул ДНК при делении клеток.

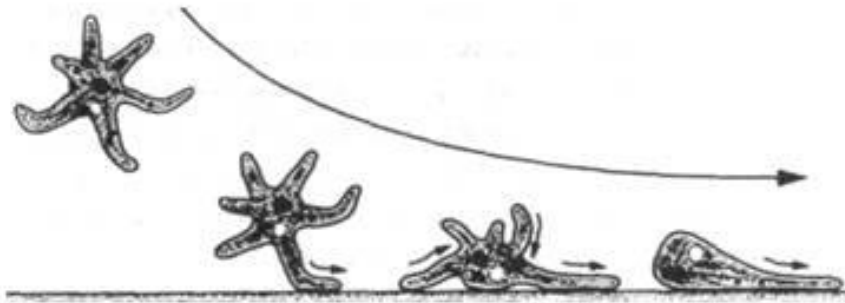
Другой группой клеточных процессов, обеспечивающихся активностью ядра, является создание собственно аппарата белкового синтеза. Это не только синтез, транскрипция на молекулах ДНК разных информационных РНК и рибосомных РНК. В ядре эукариотов происходит также образование субъединиц рибосом путем комплексования синтезированных в ядрышке рибосомных РНК с рибосомными белками, которые синтезируются в цитоплазме и переносятся в ядро.

# Движение клетки.

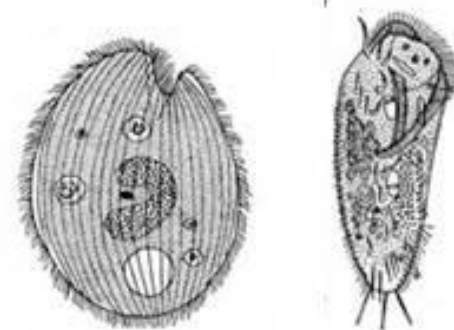
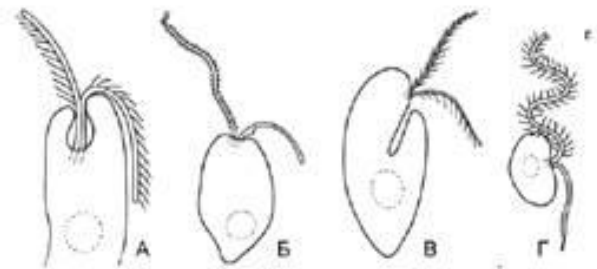
- **Органоиды движения.** Многие клетки одноклеточных и многоклеточных организмов обладают способностью к движению. Под этим понимается движение клетки в пространстве и внутриклеточное движение ее органоидов. В жидкой среде перемещение клеток осуществляется движением жгутиков и ресничек (сперматозоиды); так передвигаются многие одноклеточные. Некоторые другие простейшие организмы, а также специализированные клетки многоклеточных передвигаются с помощью выростов, образующихся на поверхности клеток (лейкоциты). Клетка находится в постоянном движении. Клеточное движение обеспечивается цитоскелетом, состоящем из микротрубочек, микронитей и клеточного центра. Микротрубочки - это длинные полые цилиндры, стенки которых состоят из белков. Микронити - очень тонкие структуры, состоящие из тысяч молекул белка, соединенных друг с другом.

# Движение

амебовидное



Движение с помощью  
жгутиков и ресничек



# Химический состав клетки.

- Неорганические вещества.
- Вода. Исключительно важная роль воды в обеспечении процессов жизнедеятельности обусловлена ее физико-химическими свойствами. Полярность молекул и способность образовывать водородные связи делают воду хорошим растворителем для огромного количества веществ. Большинство химических реакций, протекающих в клетке, может происходить только в водном растворе. Вода участвует и во многих химических превращениях.

- *Минеральные соли.* Большая часть неорганических в-в клетки находится в виде солей в диссоциированном, либо в твердом состоянии. Концентрация катионов и анионов в клетке и в окружающей ее среде неодинакова. В клетке содержится довольно много  $K$  и очень много  $Na$ . Раздражимость клетки зависит от соотношения концентраций ионов  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ . В тканях многоклеточных животных  $K$  входит в состав многоклеточного вещества, обеспечивающего сцепленность клеток и упорядоченное их расположение. От концентрации солей в большой мере зависят осмотическое давление в клетке и ее буферные свойства. Буферностью называется способность клетки поддерживать слабощелочную реакцию ее содержимого на постоянном уровне. Буферность внутри клетки обеспечивается главным образом ионами  $H_2PO_4$  и  $HPO_4^{2-}$ . Во внеклеточных жидкостях и в крови роль буфера играют  $H_2CO_3$  и  $HCO_3^-$ . Анионы связывают ионы  $H$  и гидроксид-ионы ( $OH^-$ ), благодаря чему реакция внутри клетки внеклеточных жидкостей практически не меняется. Нерастворимые минеральные соли (например, фосфорнокислый  $Ca$ ) обеспечивает прочность костной ткани позвоночных и раковин моллюсков.

- Органические вещества.
- Функции белков в клетке чрезвычайно многообразны. Одна из важнейших – строительная функция: белки участвуют в образовании всех клеточных мембран и органоидов клетки, а также внутриклеточных структур. Исключительно важное значение имеет ферментативная (каталитическая) роль белков. Ферменты ускоряют химические реакции, протекающие в клетке. Двигательная функция обеспечивается специальными сократительными белками. Эти белки участвуют во всех видах движений, к которым способны клетки и организмы: мерцание ресничек и биение жгутиков у простейших, сокращение мышц у животных, движение листьев у растений и др. Транспортная функция белков заключается в присоединении химических элементов (например, гемоглобин присоединяет O) или биологически активных веществ (гормонов) и переносе их к тканям и органам тела. Защитная функция выражается в форме выработки особых белков, называемых антителами, в ответ на проникновение в организм чужеродных белков или клеток. Антитела связывают и обезвреживают чужеродные вещества. Белки играют немаловажную роль как источники энергии. При полном расщеплении 1г. белков выделяется 17,6 кДж (~4,2 ккал).

- Углеводы.
- Углеводы бывают простые и сложные. Простые углеводы называются моносахаридами. В зависимости от числа атомов углевода в молекуле моносахариды называются триозами, тетрозами, пентозами или гексозами. Из шести углеродных моносахаридов – гексоз – наиболее важное значение имеют глюкоза, фруктоза и галактоза. Глюкоза содержится в крови (0,1-0,12%). Пентозы рибоза и дезоксирибоза входят в состав нуклеиновых кислот и АТФ. Если в одной молекуле объединяются два моносахарида, такое соединение называется дисахаридом. Пищевой сахар, получаемый из тростника или сахарной свеклы, состоит из одной молекулы глюкозы и одной молекулы фруктозы, молочный сахар – из глюкозы и галактозы.
- Сложные углеводы, образованные многими моносахаридами, называются полисахаридами. Мономером таких полисахаридов, как крахмал, гликоген, целлюлоза, является глюкоза. Углеводы выполняют две основные функции: строительную и энергетическую. Целлюлоза образует стенки растительных клеток. Сложный полисахарид хитин служит главным структурным компонентом наружного скелета членистоногих. Строительную функцию хитин выполняет и у грибов. Углеводы играют роль основного источника энергии в клетке. В процессе окисления 1 г. углеводов освобождается 17,6 кДж (~4,2 ккал). Крахмал у растений и гликоген у животных откладываются в клетках и служат энергетическим резервом.



- *Нуклеиновые кислоты.* Значение нуклеиновых кислот в клетке очень велико. Особенности их химического строения обеспечивают возможность хранения, переноса и передачи по наследству дочерним клеткам информации о структуре белковых молекул, которые синтезируются в каждой ткани на определенном этапе индивидуального развития. Поскольку большинство свойств и признаков клеток обусловлено белками, то понятно, что стабильность нуклеиновых кислот – важнейшее условие нормальной жизнедеятельности клеток и целых организмов. Любые изменения структуры клеток или активности физиологических процессов в них, влияя, таким образом, на жизнедеятельность.

- Жиры.
- Жиры представляют собой соединения жирных высокомолекулярных кислот и трехатомного спирта глицерина. Жиры не растворяются в воде – они гидрофобны. В клетке всегда есть и другие сложные гидрофобные жироподобные вещества, называемые липоидами. Одна из основных функций жиров – энергетическая. В ходе расщепления 1 г. жиров до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  освобождается большое количество энергии – 38,9 кДж (~9,3 ккал). Содержание жира в клетке колеблется в пределах 5-15% от массы сухого вещества. В клетках живой ткани количество жира возрастает до 90%. Главная функция жиров в животном (и отчасти – растительном) мире – запасающая.
- Жиры и липоиды выполняют и строительную функцию: они входят в состав клеточных мембран. Благодаря плохой теплопроводности жир способен к защитной функции. Образование некоторых липоидов предшествует синтезу ряда гормонов. Следовательно, этим веществам присуща и функция регуляции обменных процессов.

- ДНК является полимером, полинуклеотидом, состоящим из огромного числа (до десятков тысяч миллионов) мононуклеотидов. Строение ДНК имеет следующий вид: мононуклеотиды содержат азотистые основания – цитозин (Ц) и тимин (Т) – из производных пиримидинов, аденин (А) и гуанин (Г) – из производных пурина. Кроме азотистых оснований, в составе молекулы человека и животных имеется 5-метилцитозин — минорное пиримидиновое основание. С фосфорной кислотой и дезоксирибозой связываются азотистые основания.



=



=



- Основными функциями ДНК являются:  
Хранение наследственной информации. Последовательность аминокислот, находящихся в молекуле белка, определяется порядком, в котором расположены нуклеотидные остатки в молекуле ДНК. Также в ней зашифрована вся информация о свойствах и признаках организма. ДНК способна передавать наследственную информацию следующему поколению. Это возможно из-за способности к репликации – самоудвоению. ДНК способна распадаться на две комплементарные цепочки, и на каждой из них (в соответствии с принципом комплементарности) восстанавливается исходная последовательность нуклеотидов. При помощи ДНК происходит биосинтез белков, ферментов и гормонов.

# РНК

- РНК — это нуклеиновая кислота с мономерами, называемыми рибонуклеотидами. РНК имеют пиримидиновые (урацил и цитозин) и пуриновые (аденин, гуанин) основания. Рибоза является моносахаридом нуклеотида РНК.

| Типы РНК | Функции в клетке   |
|----------|--|
| 1. иРНК  | Передают информацию о структуре белка из ядра клеток к рибосомам   |
| 2. тРНК  | Присоединение аминокислот и их доставка к месту синтеза белка - рибосомам                                    |
| 3. рРНК  | Входят в состав рибосом и участвуют в образовании активного центра рибосомы, где происходит биосинтез белка. |

- Нуклеиновые кислоты отличаются друг от друга следующими свойствами: количество ее в клетке зависит от физиологического состояния, возраста и органной принадлежности; ДНК содержит углевод дезоксирибозу, а РНК — рибозу; азотистое основание у ДНК — тимин, а у РНК — урацил; классы выполняют различные функции, но синтезируются на матрице ДНК; ДНК состоит из двойной спирали, а РНК — из одинарной цепи; для нее нехарактерны правила Чаргаффа, действующие у ДНК; в РНК больше минорных оснований; цепи существенно отличаются по длине.



# Обмен веществ в клетке.

- Обмен веществ складывается из двух взаимосвязанных, одновременно протекающих в организме процессов — пластического и энергетического обменов.
- Пластический обмен (анаболизм, ассимиляция) — совокупность всех реакций биологического синтеза. Эти вещества идут на построение органоидов клетки и создание новых клеток при делении. Пластический обмен всегда сопровождается поглощением энергии.
- Энергетический обмен (катаболизм, диссимиляция) — совокупность реакций расщепления сложных высокомолекулярных органических веществ — белков, нуклеиновых кислот, жиров, углеводов на более простые, низкомолекулярные. При этом выделяется энергия, заключенная в химических связях крупных органических молекул. Освобожденная энергия запасается в форме богатых энергией фосфатных связей АТФ.
- Реакции пластического и энергетического обменов взаимосвязаны и в своем единстве составляют обмен веществ и превращение энергии в каждой клетке и в организме в целом.

- **Транскрипция** (буквально — переписывание) протекает как реакция матричного синтеза. На цепи ДНК, как на матрице, по принципу комплементарности синтезируется цепь иРНК, которая по своей нуклеотидной последовательности точно копирует (комплементарна) полинуклеотидной цепи ДНК, причем тимину в ДНК соответствует урацил в РНК. Информационная РНК — это копия не всей молекулы ДНК, а только части ее — одного гена, несущего информацию о структуре белка, сборку которого необходимо произвести. Существуют специальные механизмы «узнавания» начальной точки синтеза, выбора цепи ДНК, с которой считывается информация, а также механизмы завершения процесса, в которых участвуют специальные кодоны. Так образуется матричная РНК. Молекула мРНК, несущая ту же информацию, что и гены, выходит в цитоплазму. Перемещение РНК через ядерную оболочку в цитоплазму происходит благодаря специальным белкам, которые образуют комплекс с молекулой РНК.
- В цитоплазме на один из концов молекулы мРНК нанизывается рибосома; аминокислоты в цитоплазме активизируются с помощью ферментов и присоединяются опять же с помощью специальных ферментов к тРНК (специальному участку связывания с этой аминокислотой). Для каждой аминокислоты существует своя тРНК, один из участков которой (антикодон) представляет собой триплет нуклеотидов, соответствующий определенной аминокислоте и комплементарный строго определенному триплету иРНК.

- Начинается следующий этап биосинтеза — **трансляция**: сборка полипептидных цепей на матрице иРНК. По мере сборки белковой молекулы рибосома перемещается по молекуле иРНК, причем перемещается не плавно, а прерывисто, триплет за триплетом. По мере перемещения рибосомы по молекуле мРНК сюда же с помощью тРНК доставляются аминокислоты, соответствующие триплетам мРНК. К каждому триплету, на котором останавливается в своем передвижении по нитевидной молекуле мРНК рибосома, строго комплементарно присоединяется тРНК. При этом аминокислота, связанная с тРНК, оказывается у активного центра рибосомы. Здесь специальные ферменты рибосомы отщепляют аминокислоту от тРНК и присоединяют к предыдущей аминокислоте. После установки первой аминокислоты рибосома передвигается на один триплет, а тРНК, оставив аминокислоту, мигрирует в цитоплазму за следующей аминокислотой. С помощью такого механизма шаг за шагом наращивается белковая цепь. Аминокислоты соединяются в ней в строгом соответствии с расположением кодирующих триплетов в цепи молекулы мРНК. Чем дальше продвинулась рибосома по иРНК, тем больший отрезок белковой молекулы «собран». Когда рибосома достигнет противоположного конца иРНК, синтез окончен. Нитевидная молекула белка отделяется от рибосомы. Молекула мРНК может использоваться для синтеза полипептидов многократно, как и рибосома. На одной молекуле иРНК может размещаться несколько рибосом (полирибосома). Их число определяется длиной мРНК.

- **Энергетический обмен**

- Процессом, противоположным синтезу, является диссимиляция — совокупность реакций расщепления. В результате диссимиляции освобождается энергия, заключенная в химических связях пищевых веществ. Эта энергия используется клеткой для осуществления различной работы, в том числе и ассимиляции. При расщеплении пищевых веществ энергия выделяется поэтапно при участии ряда ферментов. В энергетическом обмене обычно выделяют три этапа.

- **Первый этап — подготовительный.** На этом этапе сложные высокомолекулярные органические соединения расщепляются ферментативно, путем гидролиза, до более простых соединений — мономеров, из которых они состоят: белки — до аминокислот, углеводы — до моносахаридов (глюкозы), нуклеиновые кислоты — до нуклеотидов и т.д. На данном этапе выделяется небольшое количество энергии, которая рассеивается в виде теплоты.

- **Второй этап — бескислородный, или анаэробный.** Он называется также анаэробным дыханием (гликолизом) или брожением. Гликолиз происходит в клетках животных. Он характеризуется ступенчатостью, участием более десятка различных ферментов и образованием большого числа промежуточных продуктов.

- **Третий этап — кислородный, или аэробное дыхание, или кислородное расщепление.** На этой стадии энергетического обмена происходит последующее расщепление образовавшихся на предыдущем этапе органических веществ путем окисления их кислородом воздуха до простых неорганических, являющихся конечными продуктами —  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Кислородное дыхание сопровождается выделением большого количества энергии (около 2600 кДж) и аккумуляцией ее в молекулах АТФ.

- Митоз – это деление соматических клеток (клеток тела). Биологическое значение митоза – размножение соматических клеток, получение клеток-копий (с тем же самым набором хромосом, с точно такой же наследственной информацией). Все соматические клетки организма получаются из одной исходной клетки (зиготы) путем митоза.

- **1) Профаза**

- хроматин спирализуется (скручивается, конденсируется) до состояния хромосом
- ядрышки исчезают
- ядерная оболочка распадается
- центриоли расходятся к полюсам клетки, в цитоплазме начинается формирование веретена деления

- **2) Метафаза** – заканчивается формирование веретена деления: хромосомы выстраиваются по экватору клетки, образуется метафазная пластинка

- **3) Анафаза** – дочерние хромосомы отделяются друг от друга (хроматиды становятся хромосомами) и расходятся к полюсам

- **4) Телофаза**

- хромосомы деспирализуются (раскручиваются, деконденсируются) до состояния хроматина
- появляются ядро и ядрышки
- нити веретена деления разрушаются
- происходит цитокинез – разделение цитоплазмы материнской клетки на две дочерних

- Продолжительность митоза – 1-2 часа.

- **Клеточный цикл**

- Это период жизни клетки от момента её образования путем деления материнской клетки до собственного деления или смерти.

- Клеточный цикл состоит из двух периодов:

- **интерфаза** (состояние, когда клетка НЕ делится);
- деление (митоз или [мейоз](#)).

- Интерфаза состоит из нескольких фаз:

- пресинтетическая: клетка растет, в ней происходит активный синтез РНК и белков, увеличивается количество органоидов; кроме этого, происходит подготовка к удвоению ДНК (накопление нуклеотидов)
- синтетическая: происходит удвоение (репликация, редупликация) ДНК
- постсинтетическая: клетка готовится к делению, синтезирует необходимые для деления вещества, например белки веретена деления.