

ФГБОУ ВО Тверская ГСХА

Кафедра биологии животных, зоотехнии и основ ветеринарии

БИОЛОГИЯ

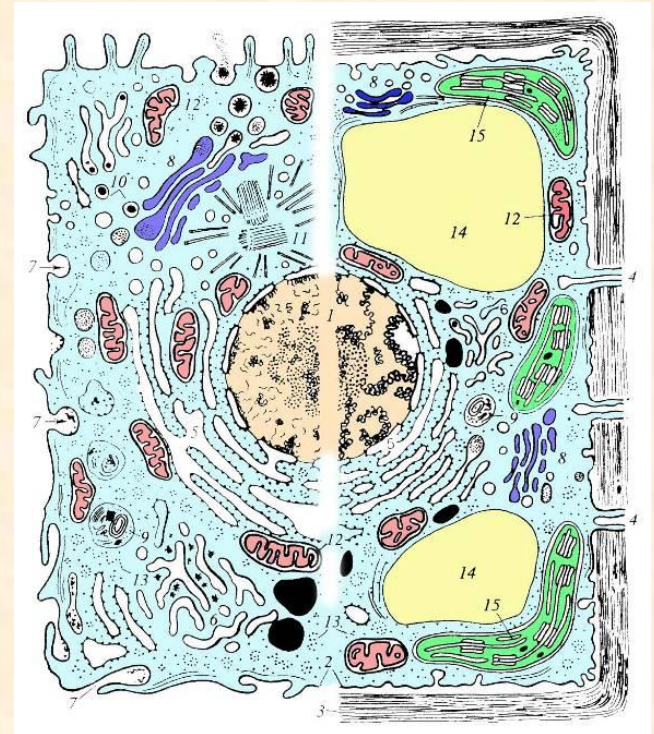
Модуль 1. ЦИТОЛОГИЯ



Тема №1

Состав и строение клетки

1. Основные свойства живых систем.
2. Уровни организации живых систем.
3. Биологические науки и предмет их изучения.
4. Биологические методы.
5. Клеточная теория.
6. Химический состав клетки.
7. Строение клетки.



Вопрос №1. Основные свойства живых систем



- ✓ Единство химического состава;
- ✓ Обмен веществ;
- ✓ Саморегуляция;
- ✓ Раздражимость;
- ✓ Изменчивость;
- ✓ Наследственность;
- ✓ Размножение (самовоспроизведение или репродукция);
- ✓ Развитие и рост;
- ✓ Открытость (энергозависимость);
- ✓ Дискретность;
- ✓ Ритмичность;
- ✓ Способность к адаптации.



Определение жизни: «Жизнь есть способ существования белковых тел и этот способ существования состоит в постоянном самообновлении химических частей этих тел» (**Энгельс Ф.**).

Т.е. два важных положения:

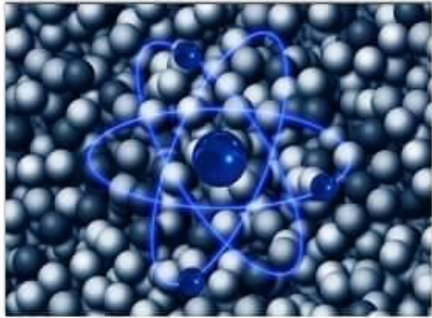
1. Жизнь тесно связана с белком;
2. Постоянство обмена веществ.

Сущность жизни определяется **М.В. Волькенштейном** как: «существование на Земле живых тел, представляющих собой открытые саморегулирующиеся и самовоспроизводящиеся системы, построенные из биополимеров – белков и нуклеиновых кислот».



Вопрос №2. Уровни организации живых систем

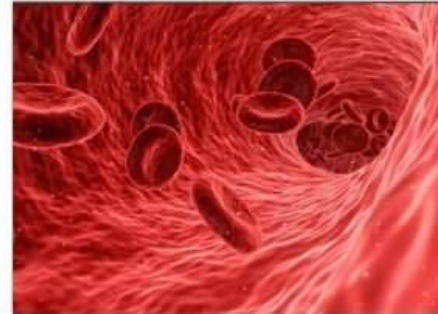
Молекулярный



Клеточный



Тканевый



Органый



Организменный



Популяционно-видовой



Биогеоценотический



Биосферный



Вопрос №3. Биологические науки и предмет их изучения



□ Основой этих направлений является – **систематика** - учение о многообразии и классификации организмов

- ▶ *Для современной биологии характерно взаимопроникновение идей и методов различных биологических наук, а также других наук – химии, физики, математики др.*
- ▶ *В XX в. на границе смежных наук возникли новые дисциплины: биохимия, биофизика, биогеография, космическая биология.*

КЛАССИФИКАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК (ПО Б.Г. ИОГАНЗЕНУ)

Общие науки	Частные науки	Комплексные науки
✓ <u>Систематика</u>	✓ <u>Вирусология</u>	✓ <u>Гидробиология</u>
✓ <u>Морфология</u>	✓ <u>Микробиология</u>	✓ <u>Аэробология</u>
✓ <u>Физиология</u>	✓ <u>Бактериология</u>	✓ <u>Почвоведение</u>
✓ <u>Анатомия</u>	✓ <u>Микология</u>	✓ <u>Паразитология</u>
✓ <u>Гигиена</u>	✓ <u>Ботаника</u>	
✓ <u>Гистология</u>	✓ <u>Зоология</u>	
✓ <u>Этология</u>	✓ <u>Зоология беспозвоночных</u>	
✓ <u>Цитология</u>	✓ <u>Зоология позвоночных</u>	
✓ <u>Экология</u>	✓ <u>Атропология</u>	
✓ <u>Генетика</u>		
✓ <u>Биогеография</u>		
✓ <u>Эволюционное учение</u>		
✓ <u>Палеонтология</u>		

В основе комплексных наук лежит изучение условий жизни организмов.

Разнообразие в изучении биологии

Науки о «царствах» организмов

- Ботаника – наука о растениях
- Зоология – наука о животных
 - Зоология беспозвоночных
 - Зоология беспозвоночных
 - Протистология
 - Энтомология
 - Малакология
 - Ихтиология
 - Орнитология
 - И др
- Альгология – наука о водорослях
- Микология – наука о грибах
- Микробиология – о бактериях

Науки непосредственно о организмах:

- Анатомия – внутреннее строение организмов
- Морфология – о внешнем строении
- Физиология – о работе и поддержании жизнедеятельности организмов

Общая биология:

- Гистология – о тканях
- Цитология – о клетках
- Биохимия – о внутренних биохим. процессах
- Молекулярная биология – о биологических молекулах
- Генетика – о генах и наследственности

Вопрос №4. Биологические методы

Каждая наука, в том числе и биология, **пользуется определенными методами исследования.**

Метод – это путь исследования, который проходит ученый, решая какую-либо научную задачу, проблему.

К основным методам науки относятся следующие:

1. Описательный метод - самый старый метод, не утративший своего значения и в настоящее время. Заключается в сборе фактического материала и его описании. Этот метод утвердился в биологии в XVIII веке. Этот метод используется в настоящее время в зоологии, ботанике, микологии, экологии, этологии.



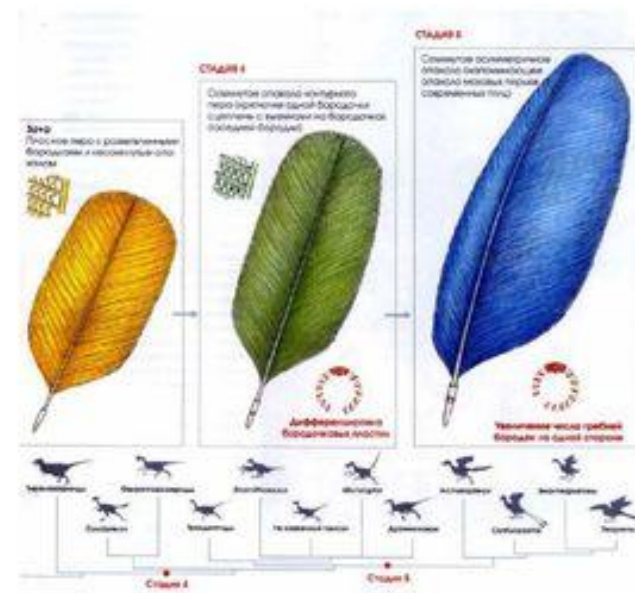
наблюдение



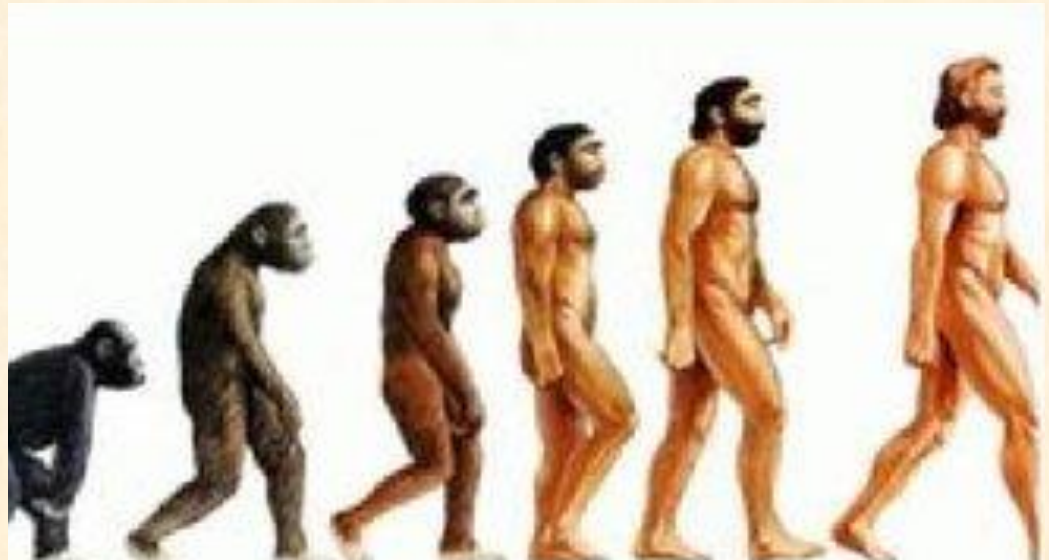
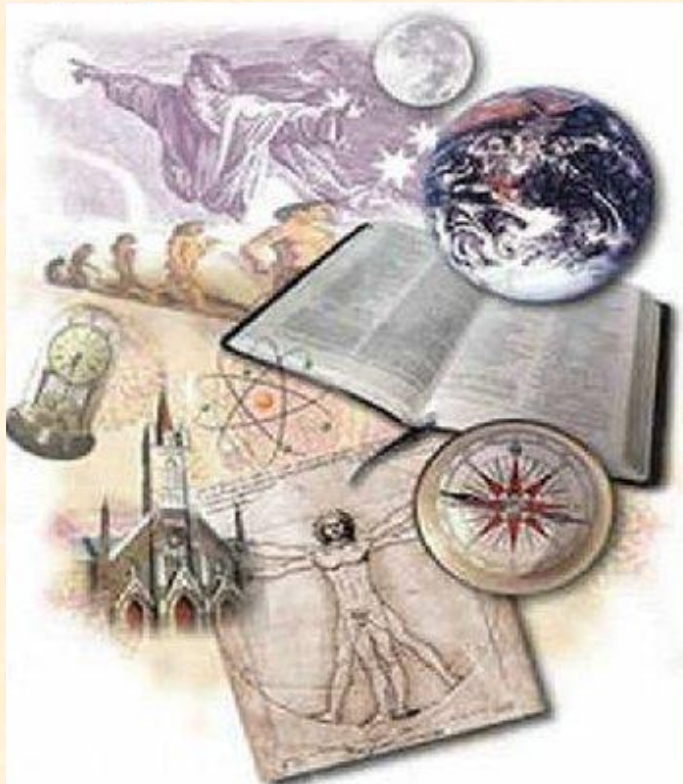
2. Наблюдение – метод, с помощью которого исследователь собирает информацию об объекте в естественных или искусственных условиях. Наблюдение протекает без вмешательства исследователя в его ход. Наблюдать можно визуально, например за поведением животных. Можно наблюдать с помощью приборов за изменениями, происходящими в живых объектах: например, при снятии кардиограммы в течение суток, при замерах веса теленка в течение месяца.

Наблюдать можно за сезонными изменениями в природе, за линькой животных и т. д. Выводы, сделанные наблюдателем, проверяются либо повторными наблюдениями, либо экспериментально. **Метод наблюдения** лежит в основе **описательного метода**.

3. Сравнительный метод - заключается в сравнении изучаемых организмов, их структур и функций между собой с целью выявления сходств и различий. Сравнение, даёт возможность найти закономерности, общие для разных явлений. Этот метод утвердился в биологии в XVIII в. и оказался очень плодотворным в решении многих крупнейших проблем. Благодаря этому методу были заложены основы систематики, создана клеточная теория. Применение этого метода в анатомии, эмбриологии, палеонтологии способствовало утверждению в биологии эволюционной теории развития.



4. Исторический метод – на основе данных о современном органическом мире и его прошлом познаются процессы развития живой природы. Устанавливаются взаимосвязи между фактами, процессами, явлениями, происходившими на протяжении исторически длительного времени (несколько миллиардов лет). Он выясняет закономерности появления и развития организмов. Эволюционное учение развивалось в значительной мере благодаря этому методу.

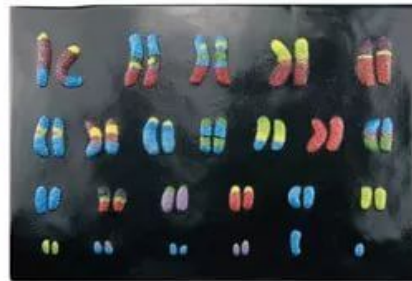


5. Эксперимент (опыт) – изучение свойств биологических объектов в контролируемых условиях. Эксперимент – это получение новых знаний с помощью поставленного опыта. Это метод, с помощью которого проверяют результаты наблюдений, выдвинутые предположения – гипотезы, в условиях, которые, точно необходимы для изучения конкретных явлений. Экспериментальный метод дает нам возможность изолированно изучать природные явления, а, также, разрешает добиться их повторения, если соблюдать одинаковые условия. Этот метод гораздо глубже других методов позволяет нам постичь суть природных явлений. Широко использоваться этот метод начали с 19 века. Классическим образцом экспериментального метода являются работы И.Сеченова и И. Павлова («Наблюдение собирает то, что ему предлагает природа, опыт же берёт у природы то, что он хочет») по физиологии нервной и Г. Менделя по изучению наследования признаков.

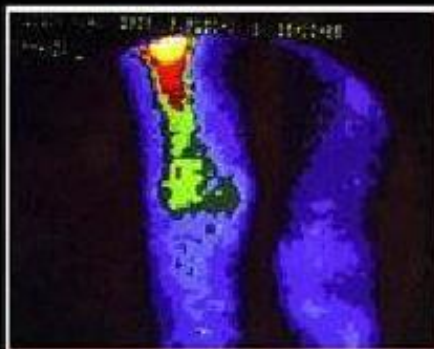
Примерами экспериментов являются скрещивания животных или растений с целью получения нового сорта или породы, проверка нового лекарства, выявление роли какого-либо органоида клетки и т. д



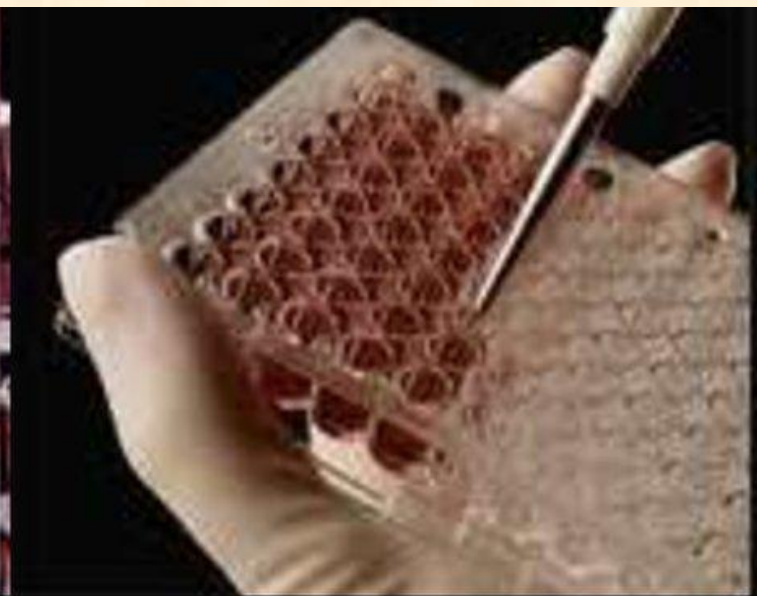
6. Моделирование – имитирование процессов, недоступных для непосредственного наблюдения или экспериментального воспроизведения. Метод, при котором создается некий образ объекта, модель, с помощью которой ученые получают необходимые сведения об объекте, как правило изучаются явления которые нельзя воспроизвести экспериментально. Например: последствия атомной войны или последствия строительства плотины и водохранилища в данной местности, модель динамики численности хищник-жертва (математическая модель Лотки-Вольтерры). При установлении структуры молекулы ДНК Джеймс Уотсон и Френсис Крик создали из пластмассовых элементов модель – двойную спираль ДНК, отвечающую данным рентгенологических и биохимических исследований. Эта модель вполне удовлетворяла требованиям, предъявляемым к ДНК.



7.Инструментальные методы –
микроскопия (световая и
электронная),
центрифугирование
(центрифугирование–
разделение смесей на
составные части под действием
центробежной силы.
Применяется при разделении
органов клетки (позволяет
избирательно выделять и
изучать органеллы клетки),
легкие и тяжелые фракции
органических веществ и т. д.),
электроэнцефалография.



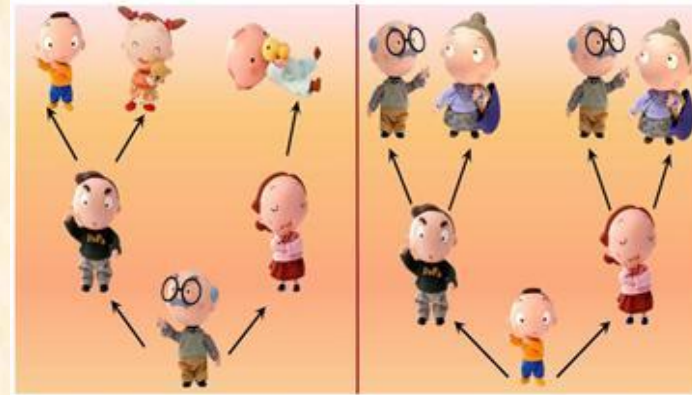
8. Биохимический метод - исследование химических процессов, происходящих в организме, позволяет обнаружить нарушения в обмене веществ, вызванные изменением генов и, как следствие изменение активности различных ферментов. Наследственные болезни обмена веществ подразделяются на болезни углеводного обмена (сахарный диабет), обмена аминокислот (фенилкетонурия-блокируется превращение а.к. фенилаланин в тирозин), липидов, минералов.



Методы генетики человека

Для генетических исследований человек является неудобным объектом, т.к.

1. Невозможно экспериментальное скрещивание
2. Большое количество хромосом,
3. Поздно наступает половая зрелость.
4. Малое число потомков в каждой семье,
5. Невозможно уравнивание условий жизни для потомства.

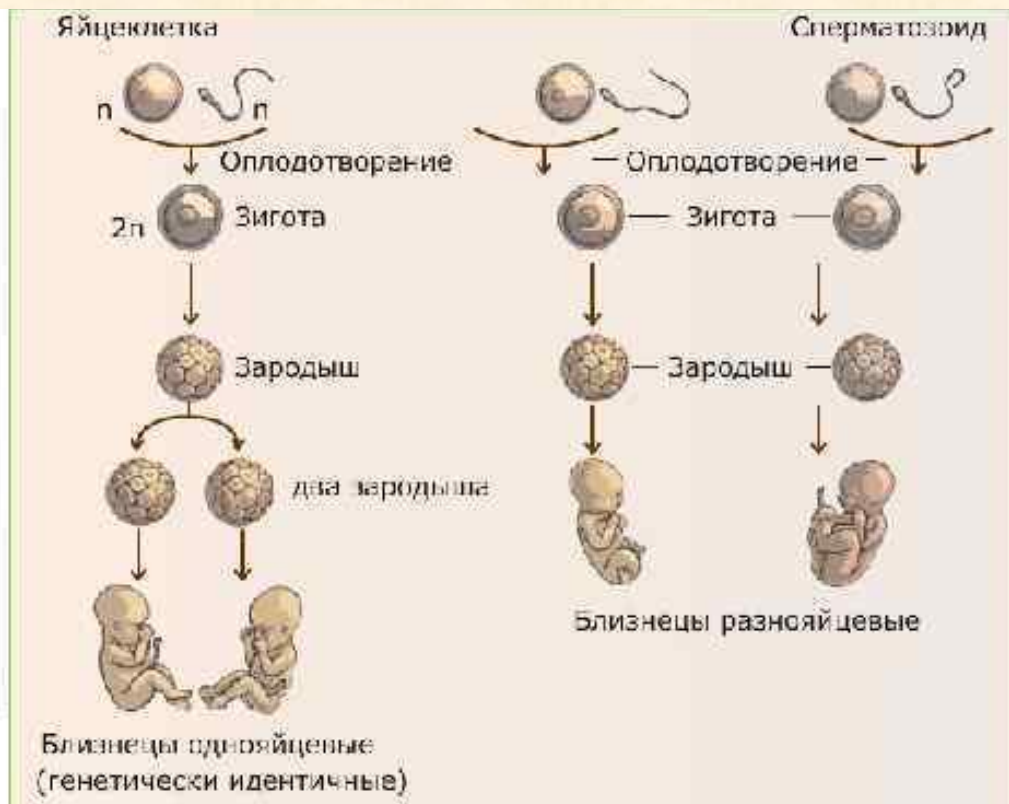


Генеалогический метод – составление родословных. После составления родословной проводится её анализ с целью установления характера наследования изучаемого признака. Использование метода возможно если известны прямые родственники - предки обладателя наследственного признака (пробанда) по материнской отцовской линиям в ряду поколений или потомки пробанда также в нескольких поколениях. После составления родословной проводится её анализ с целью установления характера изучаемого признака. Благодаря этому методу были определены типы наследования многих признаков у человека. Так, по аутосомно-доминантному типу наследуется полидактилия брахидактилия (короткопалость), веснушки, раннее облысение, катаракта глаза. Целый ряд признаков наследуется сцепленно с полом-Х- гемофилия, дальтонизм. Y- сцепленное - перепончатость пальцев ног. Использование этого метода показало, что при родственном браке, по сравнению с неродственным, значительно возрастает вероятность появления уродств, мертворождений, т.к в родственных браках рецессивные гены чаще переходят в гомозиготное состояние и в рез. развиваются те или иные аномалии. Например наследование гемофилии в царских домах Европы передававшейся от королевы Англии Виктории.

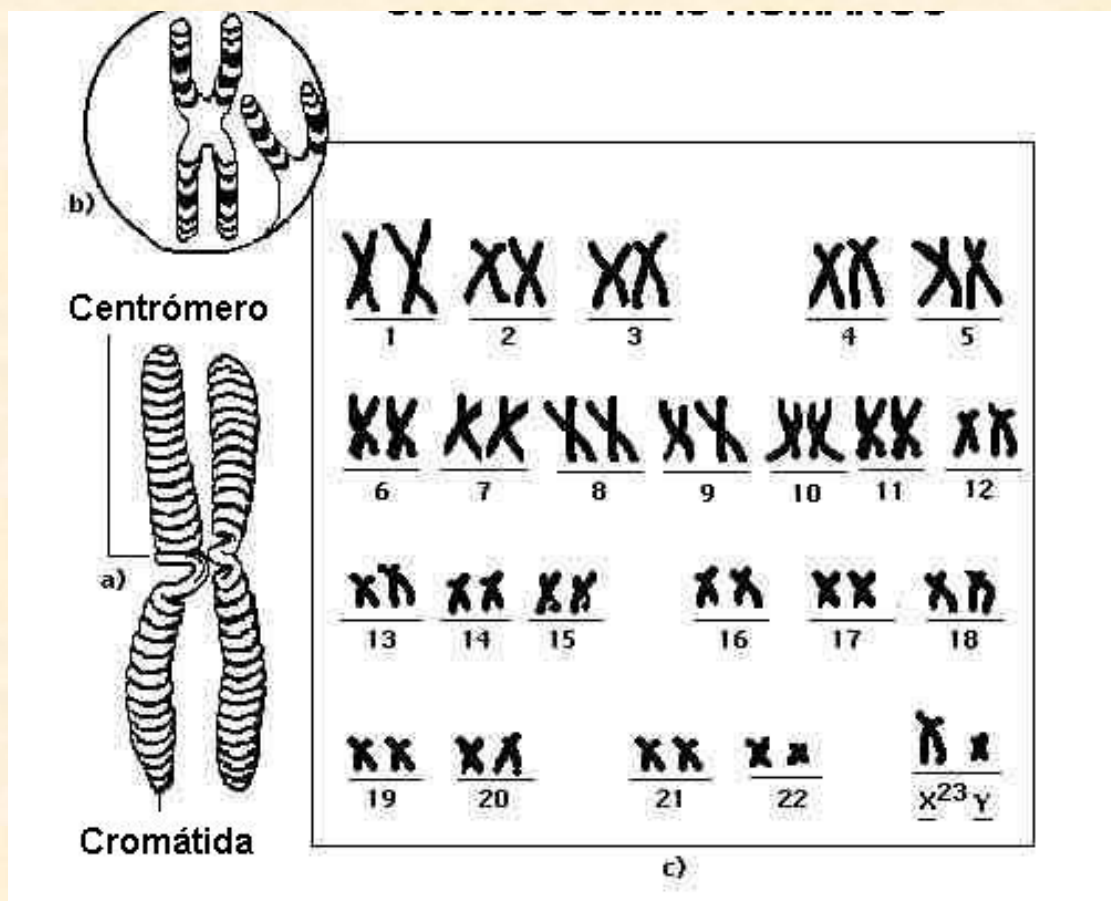
Близнецовый метод. Чаще используют монозиготных (однойяцевых) близнецов. Наблюдения за монозиготными близнецами дают материал для выяснения роли: 1. наследственности (нарушение внутриутробного развития)

2. среды в развитии признаков.

Причём под внешней средой понимают не только физические факторы, но и социальные условия. Благодаря близнецовому методу, была выяснена наследственная предрасположенность к шизофрении, эпилепсии, сахарному диабету.



Цитогенетический (цитологический) метод основан на изучении хромосом человека в норме и при патологии под микроскопом. Может изменяться число хромосом и их структура. Материалом для кариотипического анализа чаще всего являются лимфоциты крови. Лимфоциты культивируются в питательной среде, делятся митозом. Затем в культуру клеток добавляют колхицин, который останавливает митоз на уровне метафазы, когда хромосомы наиболее конденсированы. Выявляются хромосомные и геномные нарушения (синдром Тернера-Шерешевского-45 хромосом, синдром Клайнфельтера-47 хромосом, синдром Дауна- 47).



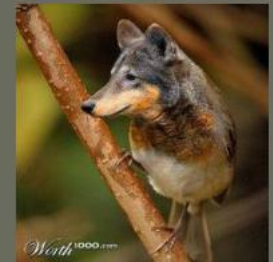
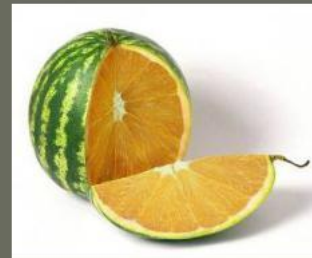
культура тканей



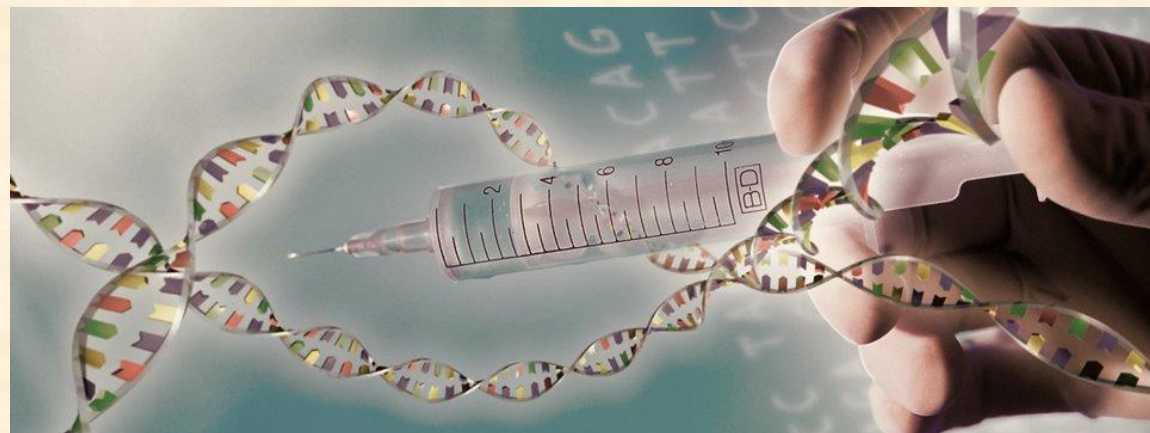
Клеточная инженерия



• Биотехнология



Генная инженерия



Вопрос №5. Клеточная теория

Клетка была открыта английским ученым Р. Гуком в 1665 году, им же предложен этот термин.



Роберт Гук (1635-1703)

Клеточная теория – одно из величайших научных обобщений 19 в. Создатель этой теории немецкий ученый Т. Шванн, опираясь на работы М. Шлейдена и др. в 1838-39 г. сформулировал положение о том, что все растения и животные состоят из клеток; каждая клетка функционирует независимо от других, но вместе со всеми; все клетки возникают из неживой природы. Позднее Р. Вирхов, внес существенное дополнение о том, что все клетки возникают только путем их деления.



Маттиас Шлейден



Теодор Шванн



Рудольф Вирхов

Современная клеточная теория содержит следующие положения:

- 1. Клетка является базовой функциональной единицей строения жизни. Ниже клетки могут изучаться только органические вещества, не обладающие достаточным количеством признаков живого, чтобы рассматриваться как отдельные живые объекты. Они изучаются химией и биохимией.**
- 2. Клетка является единой цельной сбалансированной системой, состоящей из большого количества связанных между собой химически, пространственно (общим нахождением в клеточной оболочке), физическими процессами органоидов. Органоиды являются функциональными единицами клетки.**
- 3. Все живые клетки гомологичны, то есть имеют в своей основе общие принципы строения и функционирования, а также общих предков.**
- 4. Появление новых живых клеток возможно только путем деления материнской.**

Развитие современной биологии привело к расширению клеточной теории и внесению в нее дополнительных пунктов:

- 1. Клетки ядерных и безъядерных организмов – имеют разный уровень организации и различаются по своей сложности и структурным компонентам.**
- 2. Копирование генетической информации является основой деления клеток.**
- 3. Клетки одного организма являются равнозначными по наследственной информации, их разделение на ткани определяется различным набором активированных белков.**

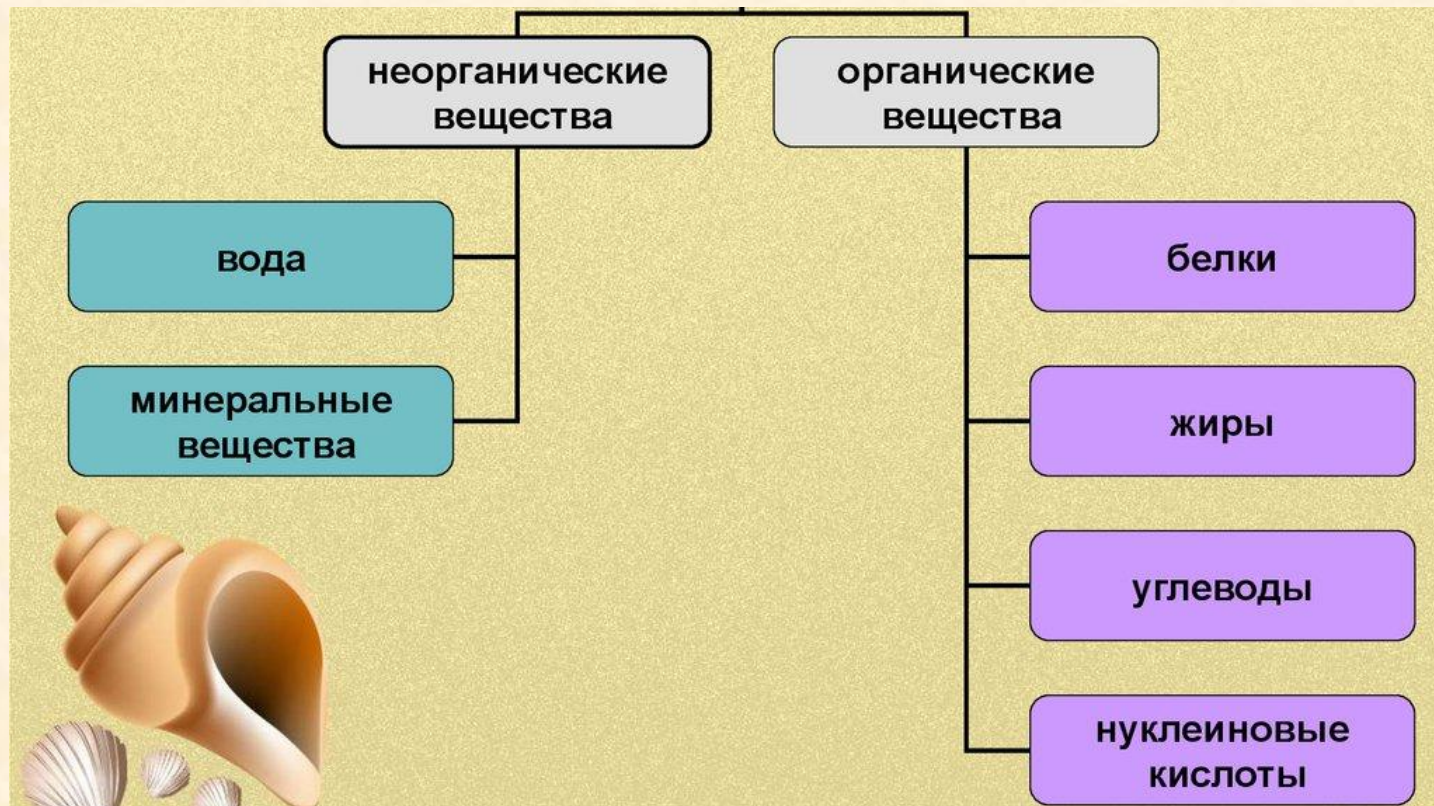
Изучение клетки продолжается, следовательно, клеточная теория будет дополняться.

Вопрос №6. Химический состав клетки

В состав клетки входит около 70 химических элементов, причем 24 из них являются обязательными и обнаруживаются почти во всех типах клеток.

По процентному содержанию в клетке химические элементы делятся на 3 группы.

1. **органогены – O, C, H, N = 98%**
2. **зольные – Mg, Na, Ca, Fe, K, S, P, Cl = 1,9%**
3. **микроэлементы- Zn, Cu, I, Mn, Co и др. = 0,1%**



Неорганические вещества

Вода (70-80%)

Поступление в клетки:

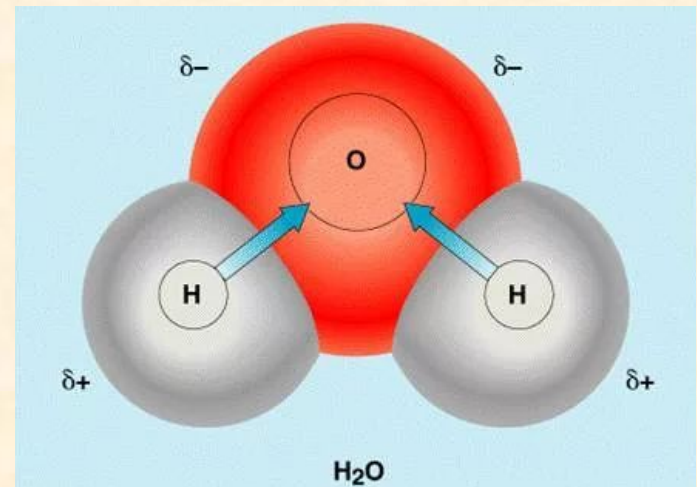
- ✓ растений – из окружающей среды,
- ✓ животных – из окружающей среды,
– образуется в клетках при расщеплении орг. веществ

Нахождение в клетках:

- ✓ В цитоплазме
- ✓ Вакуолях
- ✓ Матриксе органелл
- ✓ Ядерном соке
- ✓ Клеточной стенке
- ✓ Межклеточниках

Значение

- ✓ Растворитель
- ✓ Донор электронов (световая фаза фотосинтеза)
- ✓ Источник атомарного водорода (темновая фаза фотосинтеза)
- ✓ Участие в реакциях гидролиза
- ✓ Терморегулятор



Минеральные вещества (1-1,5%)

Находятся в клетке:

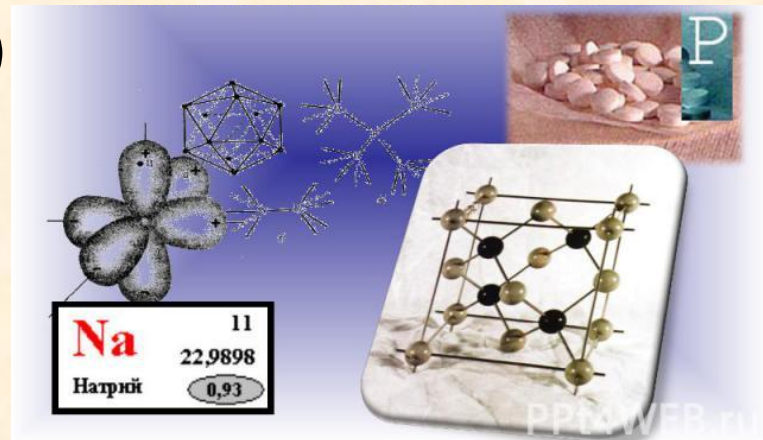
1). В виде солей:

- диссоциированных на ионы
- в твердом состоянии

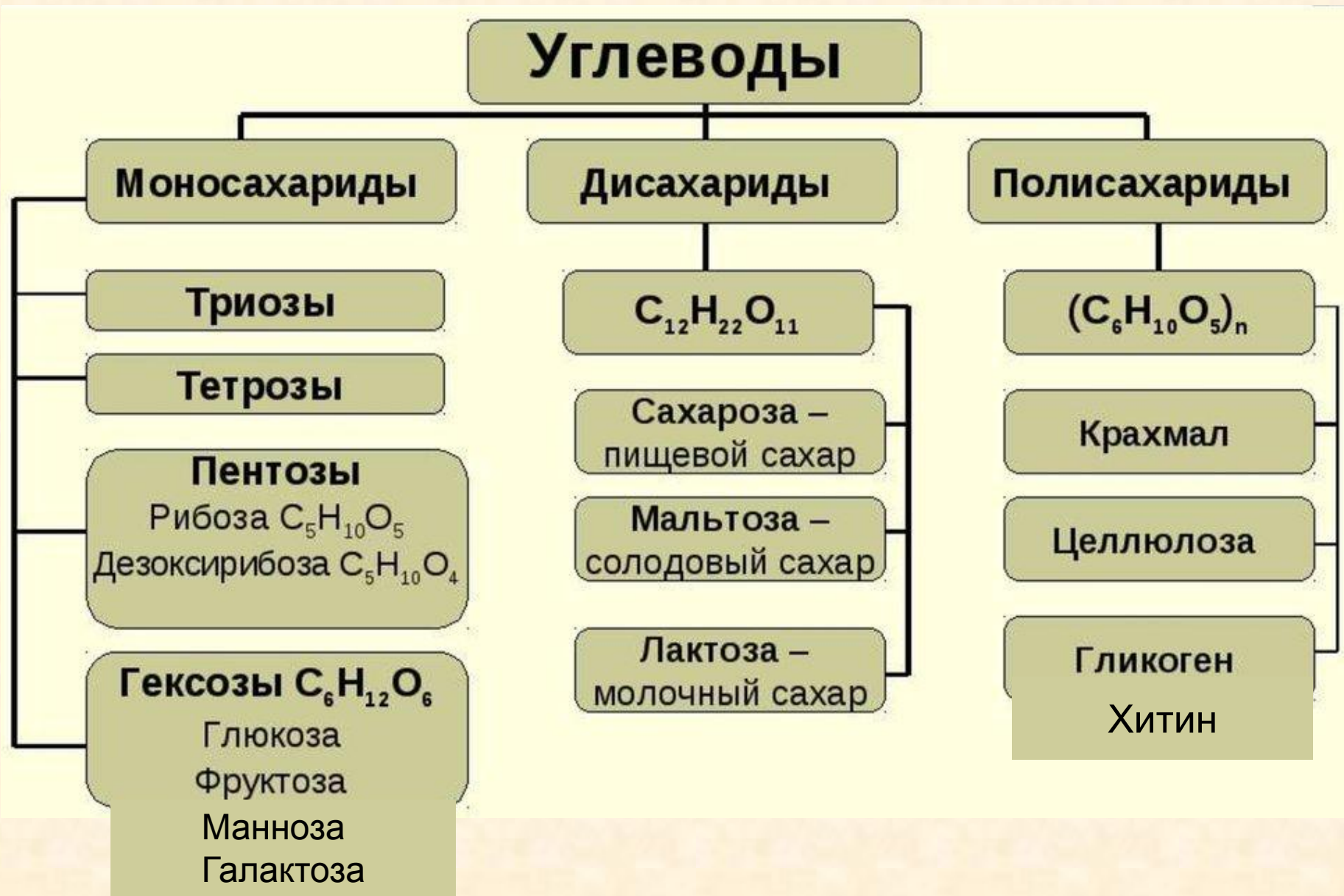
2). В составе органических веществ

Значение:

- 1) Ионы макроэлементов участвуют в передаче возбуждения по нервам и мышцам (калий, натрий, хлор);;
- 2) Являются компонентами буферных систем (фосфаты, карбонаты, натрий);
- 3) Обеспечивают регуляцию водного режима клеток (натрий, калий);
- 4) Соли фосфора и кальция входят в состав костной ткани, эмали зубов, раковин моллюсков;
- 5) Остаток фосфорной кислоты входит в состав ДНК, РНК, АТФ;
- 6) Магний, железо входит в состав молекулы хлорофилла;
- 7) Железо в состав молекулы гемоглобина;
- 8) Сера входит в состав серосодержащих аминокислот (цистин, цистеин, метионин);
- 9) *Роль микроэлементов* в основном заключается в том, что они входят в состав различных ферментов, витаминов и гормонов.



ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА



Биологические функции углеводов:

- ✓ **Энергетическая**
 - (при полном расщеплении 1г глюкозы высвобождается 17,6 кДж энергии);
- ✓ **Составная часть жизненно важных веществ клетки**
 - (*рибоза и дезоксирибоза* – входят в состав нуклеиновых кислот, *рибоза* – в состав основного носителя энергии – АТФ и в состав акцепторов водорода – ФАД, НАД, НАДФ);
- ✓ **Структурная**
 - *целлюлоза* – входит в состав клеточной стенки клеток растений,
 - *хитин* – грибов;
 - *углеводные компоненты гликокаликса* обеспечивают «узнавание» клетками друг друга,
 - *гликопротеиды* – образуют межклеточное вещество соединительной ткани, хряща и костей,
 - *пектины* – это производные моносахаридов – входят в состав межклеточников растений и др.
- ✓ **Запасаящая (резервная)**
 - *крахмал* – у растений,
 - водорастворимые углеводы (*сахароза, глюкоза, фруктоза*) – запасаются в клеточном соке растений,
 - *гликоген* – у животных, грибов и прокариот.
- ✓ **Защитная** – клеточные стенки растений, грибов, членистоногих защищают их от неблагоприятных условий внешней среды; вязкие растворы полисахаридов выстилают полости дыхательного и пищеварительного тракта, муцин в составе слюны, слизи, камеди (полисахариды) у растений; углеводные компоненты иммуноглобулинов запускают всю цепь иммунных реакций.

Белки

Белки – это высокомолекулярные органические соединения, состоящие из аминокислот, соединенных между собой пептидной связью –CO – NH –

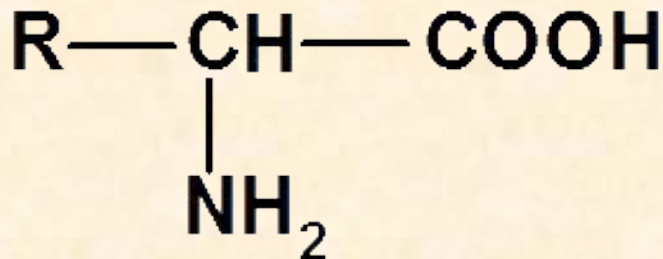
Мономерная единица белка - **АМИНОКИСЛОТА**

Число белковых аминокислот равно 20-22.

Аминокислоты (аминокарбоновые кислоты) – органические соединения, в молекуле которых одновременно содержатся карбоксильные и аминные группы.

Белковые аминокислоты являются α -производными органических

Общая формула
кислот
аминокислоты



***Краткие обозначения
аминокислот***

- | | |
|--|---------------------------------|
| 1) Аланин (Ala, A) | 11) Лейцин (Leu, L) |
| 2) Аргинин (Arg, R) | 12) Лизин (Lys, K) |
| 3) Аспарагиновая кислота (Asp, D) | 13) Метионин (Met, M) |
| 4) Аспарагин (Asn, N) | 14) Пролин (Pro, P) |
| 5) Валин (Val, V) | 15) Серин (Ser, S) |
| 6) Гистидин (His, H) | 16) Тирозин (Tyr, Y) |
| 7) Глицин (Gly, G) | 17) Треонин (Thr, T) |
| 8) Глутаминовая кислота (Glu, E) | 18) Триптофан (Trp, W) |
| 9) Глутамин (Gln, Q) | 19) Фенилаланин (Phe, F) |
| 10) Изолейцин (Ile, I) | 20) Цистеин (Cys, C) |

Классификация аминокислот по физиологическому признаку

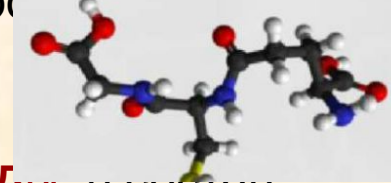
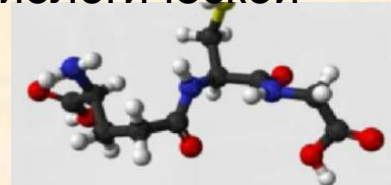
1. **Незаменимые** – это те АК, которые не синтезируются в организме человека и высших млекопитающих (*валин, лейцин, изолейцин, треонин, метионин, лизин, фенилаланин, триптофан*);
2. **Полузаменимые** – это такие АК, которые синтезируются в организме человека, но в недостаточном количестве (*аргинин, тирозин, гистидин*);
3. **Заменимые** – это такие АК, которые синтезируются во всех организмах (*глицин, аланин, серин, цистеин, аспаргиновая кислота, аспарагин, глутамин, пролин, глутаминовая кислота*).



Аминокислоты, соединяясь друг с другом ковалентными пептидными связями, образуют различной длины **пептиды**, содержащие от **нескольких аминокислотных остатков до нескольких десятков**, существуют в организме в свободной форме и обладают высокой биологической активностью.

К ним относят:

- гормоны (окситоцин, адренокортикотропный гормон);
- токсичные ядовитые вещества (например, аманитин грибов);
- антибиотики, производимые микроорганизмами.

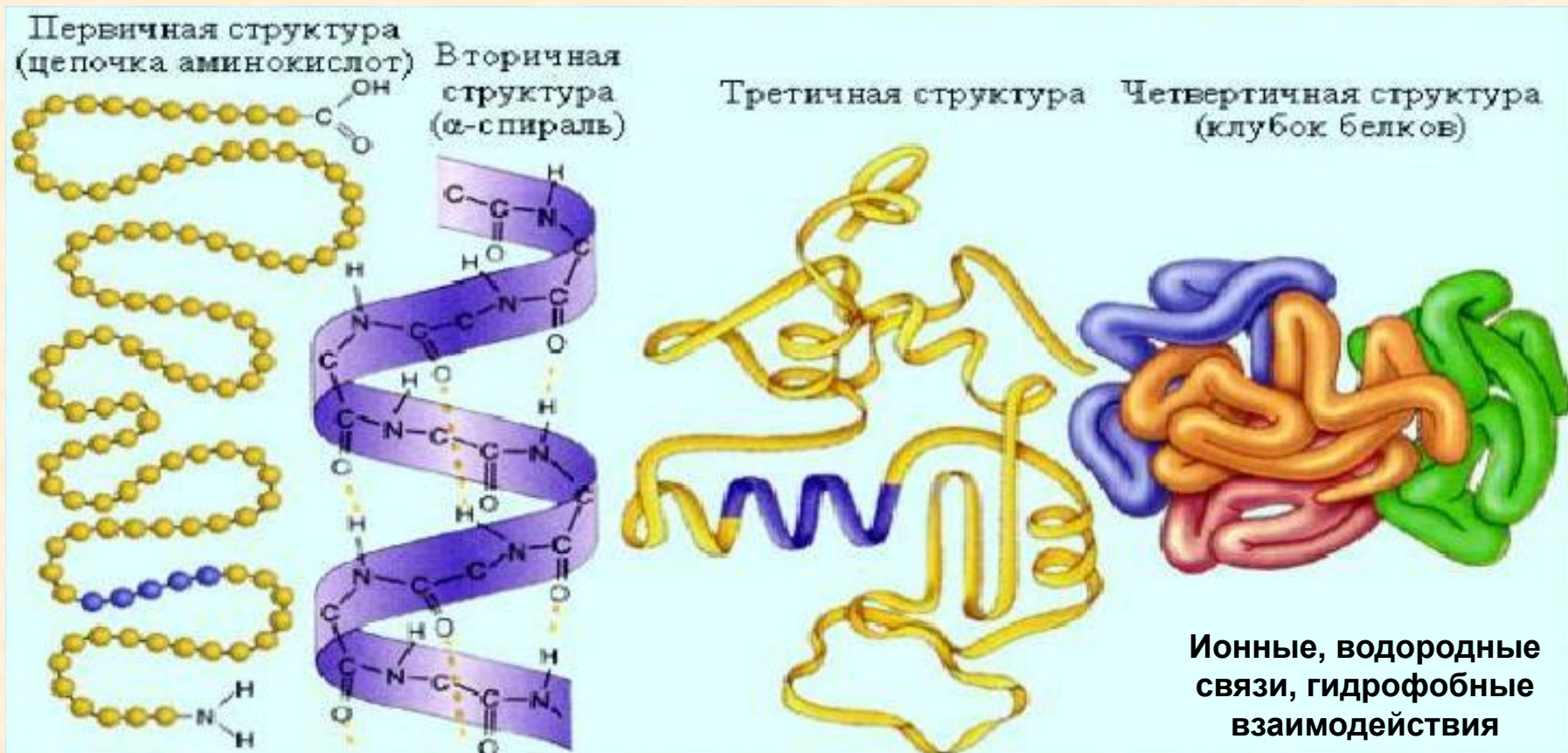


БЕЛКИ представляют собой высокомолекулярные **полипептиды**, в состав которых входят от **ста до нескольких тысяч аминокислот**.

Среди белков организма выделяют:

- *простые белки*, состоящие только из аминокислот,
- *сложные*, включающие помимо аминокислот так называемые **простетические группы** различной химической природы:
- *липопротеины* имеют в своем составе липидный компонент,
- *гликопротеины* — углеводный;
- *фосфопротеинов* входят одна или несколько фосфатных групп;
- *металлопротеины* содержат различные металлы;
- *нуклеопротеины* — нуклеиновые кислоты.

Уровни организации белковой молекулы



Ковалентные пептидные связи

Водородные связи

Ионные, водородные, ковалентные (дисульфидные мостики), гидрофобные взаимодействия

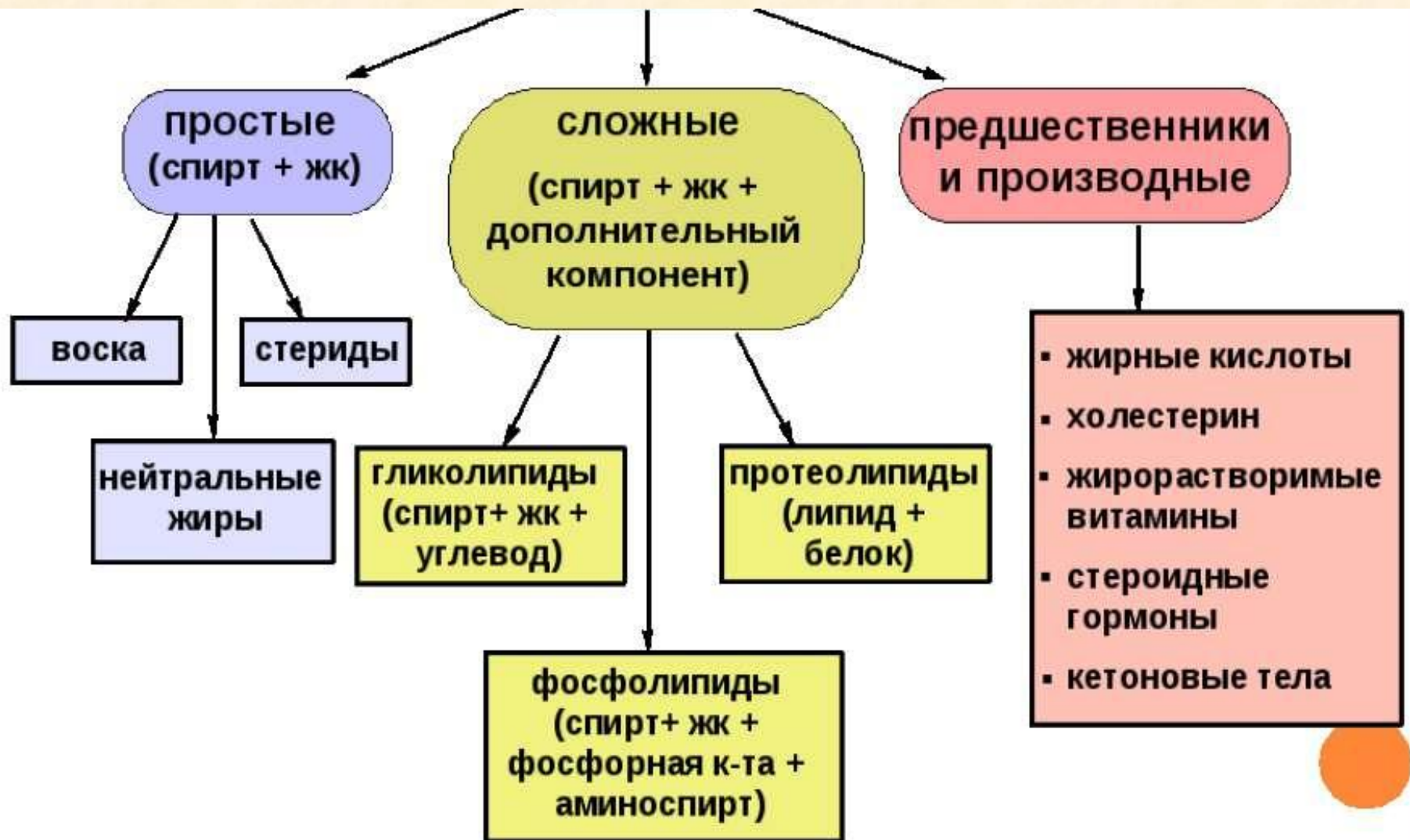
БЕЛКИ: свойства

- Денатурация – нарушение природной структуры белка



- Ренатурация - восстановление природной уникальной структуры белка

Липиды

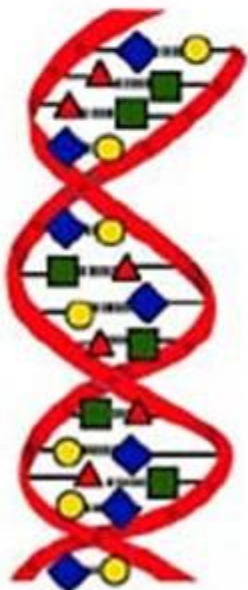


Нуклеиновые кислоты

Типа нуклеиновых кислот

Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК)

Рибонуклеиновая кислота (РНК)



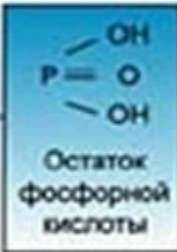
ДНК



РНК

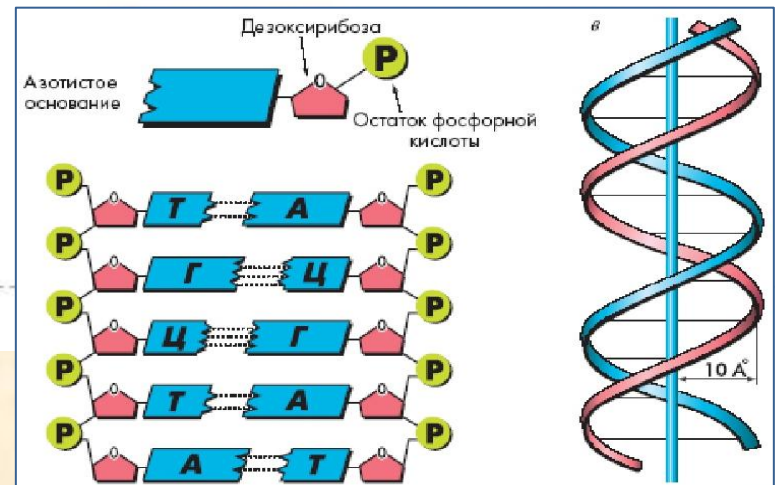
р-РНК – рибосомная РНК
т-РНК – транспортная РНК
и-РНК – информационная, или матричная РНК.

Каждый нуклеотид состоит:



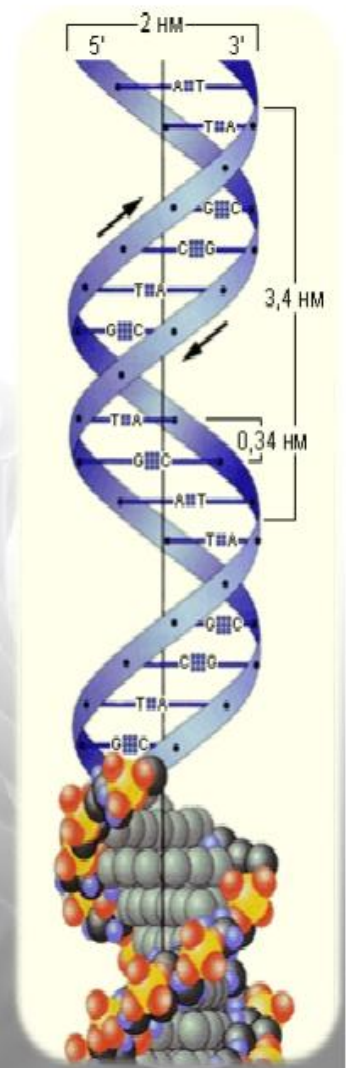
Аденин
Тимин
Гуанин
Цитозин
Урацил

Дезоксирибоза
Рибоза

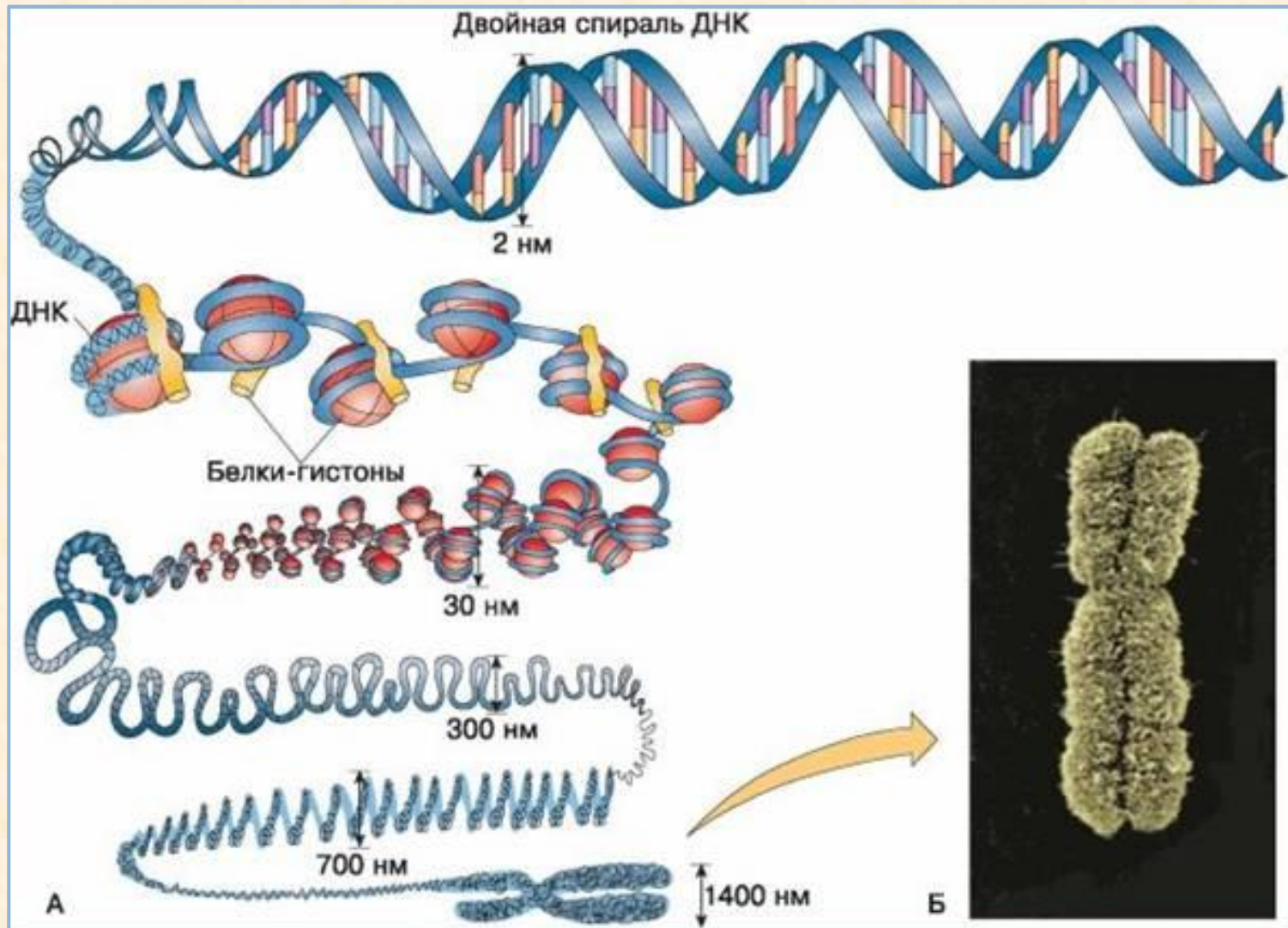


Размеры ДНК:

- Расстояние между соседними нуклеотидами - **0,34 нм**
- Шаг спирали – **3,4 нм** (10 нуклеотидов)
- Масса одного нуклеотида равна **345**.
- Диаметр спирали **2 нм**
- ДНК человека содержит 3 млрд нуклеотидов

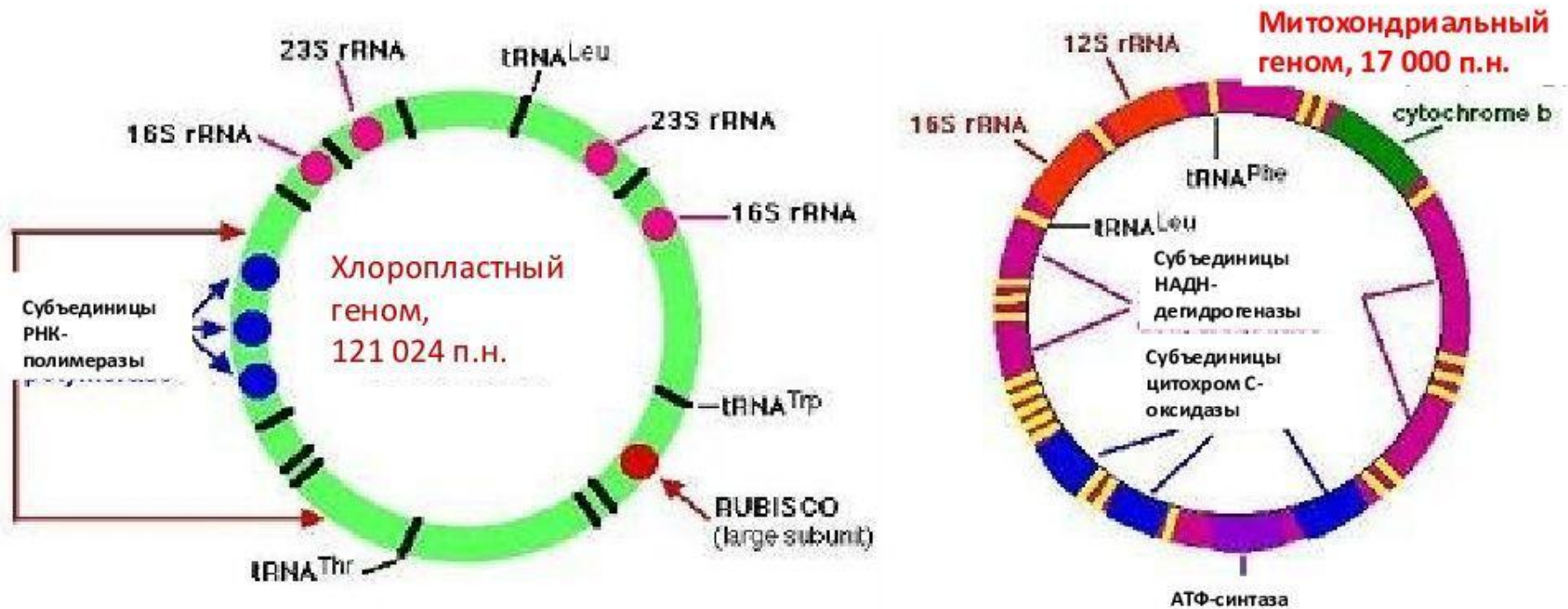


ДНК существует в трех формах:



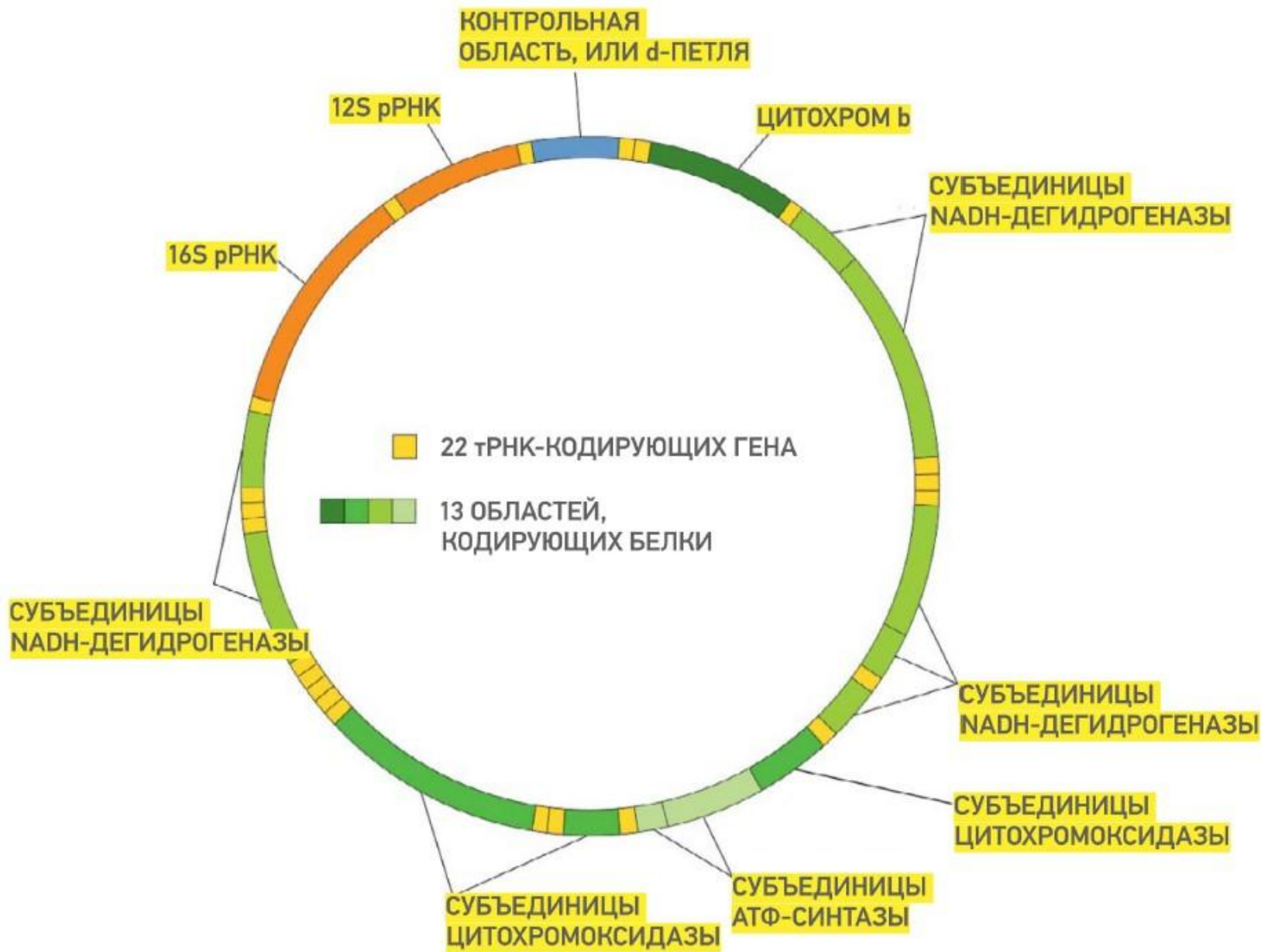
Ядерная ДНК

Геномы хлоропластов и митохондрий



Хлоропластный геном кодирует примерно 80 белков, содержит около 120 генов.

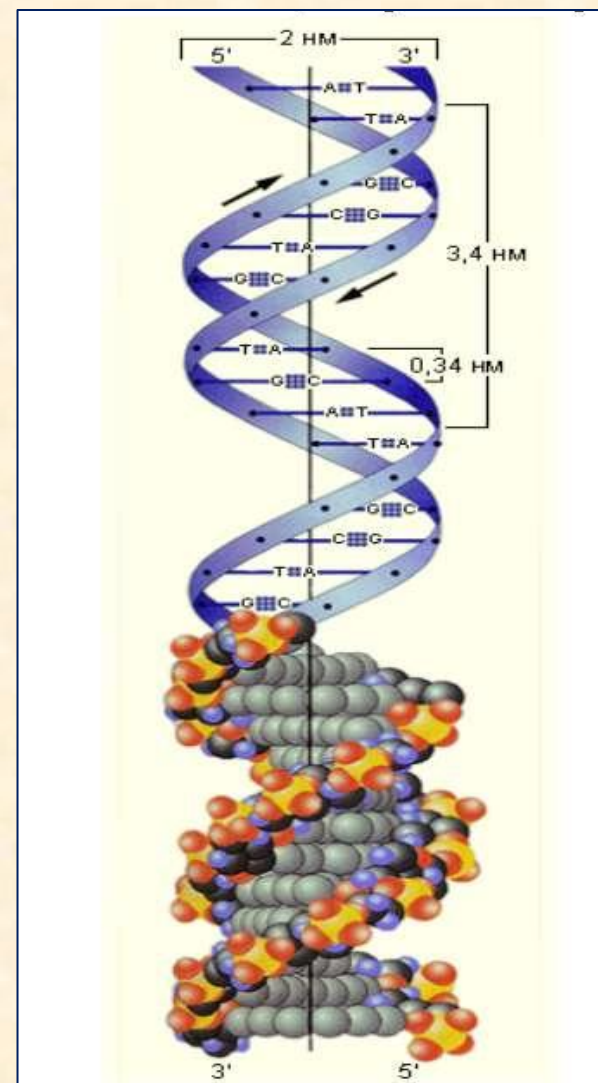
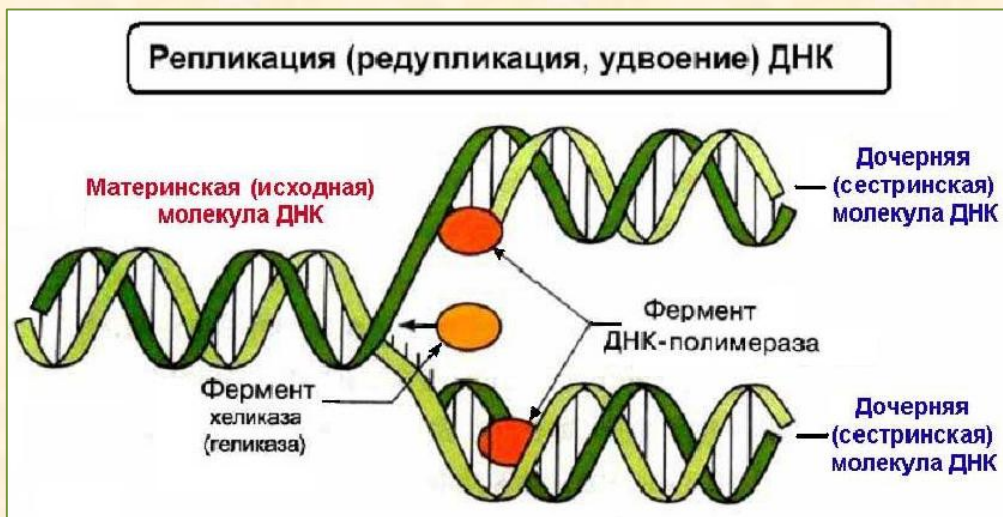
Митохондриальный геном кодирует 15-20 белков и содержит 37 генов.



Митохондриальная ДНК

ДНК обладает уникальными свойствами:

- способностью к самоудвоению (репликации);
- способностью к самовосстановлению (репарации);
- структура ДНК – стабильна, постоянна.



РНК

иРНК (мРНК)

РНК, отвечающая за перенос информации о первичной структуре белков от ДНК к местам синтеза белков

Составляет 3-5% всей РНК в клетке.



иРНК

тРНК

РНК, функцией которой является транспортировка аминокислот к месту синтеза белка и участие в наращивании полипептидной цепи

Составляет примерно 15% всей клеточной РНК.



тРНК

рРНК

Основная функция - осуществление процесса трансляции - считывания информации с мРНК аминокислотами.

Составляет 80% всей РНК клетки



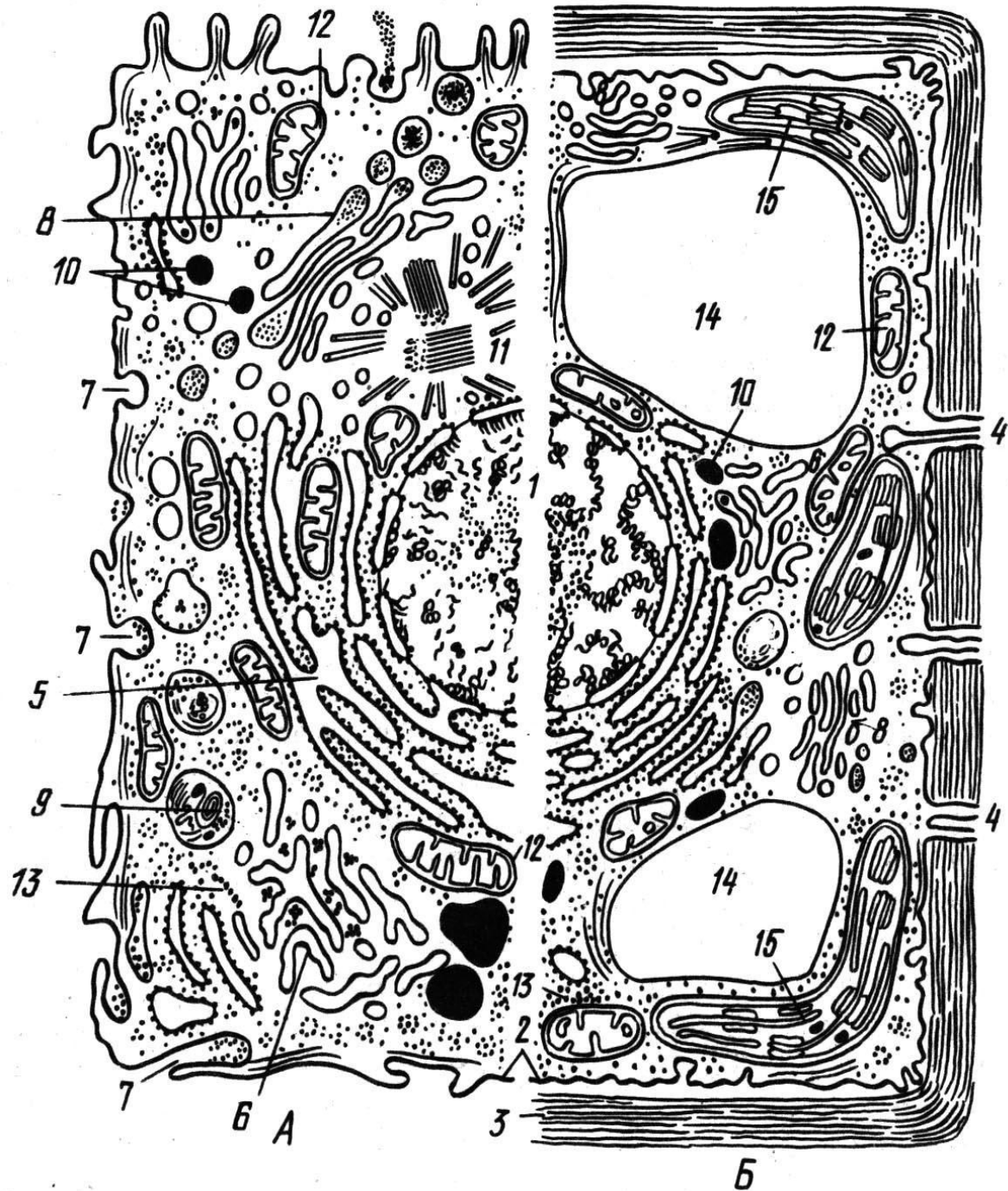
рРНК

Сравнительная характеристика ДНК и РНК

Признаки	ДНК	РНК
Местонахождение	Ядро, митохондрии, хлоропласты	Ядрышко, рибосомы, цитоплазма, митохондрии, пластиды
Строение	Двойная правозакрученная спираль	Одинарная цепочка
Углевод мономера	Дезоксирибоза	Рибоза
Типы нуклеотидов	Аденин (А), Гуанин (Г), Тимин (Т), Цитозин (Ц).	Аденин (А), Гуанин (Г), Урацил (У), Цитозин (Ц)
Свойства	Способна к самоудвоению, стабильна	Лабильна, не способна к самоудвоению
Функция	Химическая основа гена, синтез ДНК и РНК	Информационная (и РНК), Рибосомная (р РНК), Транспортная (т РНК)

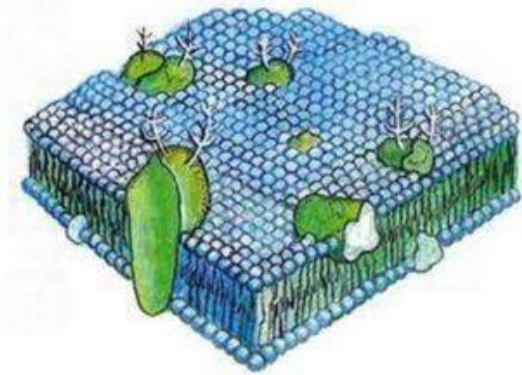
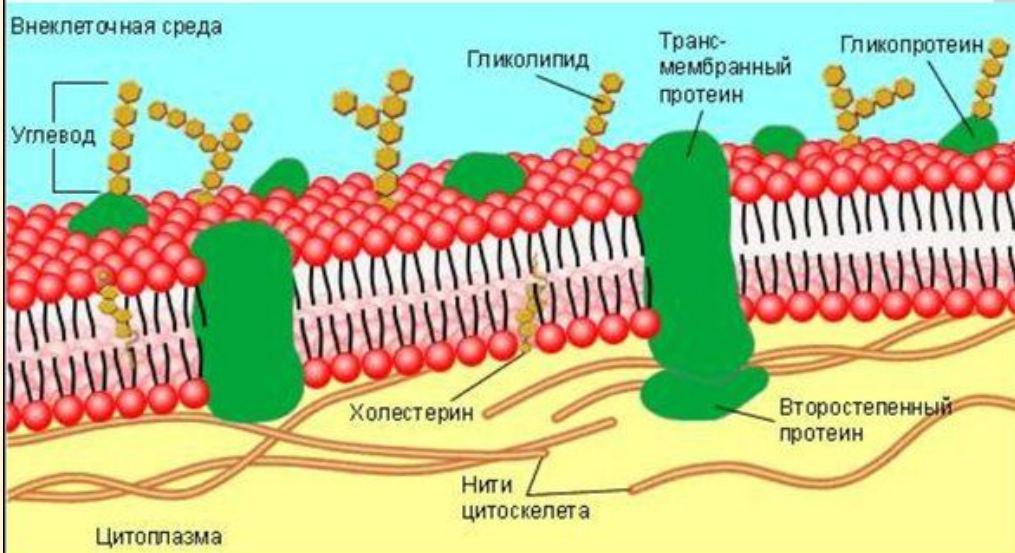
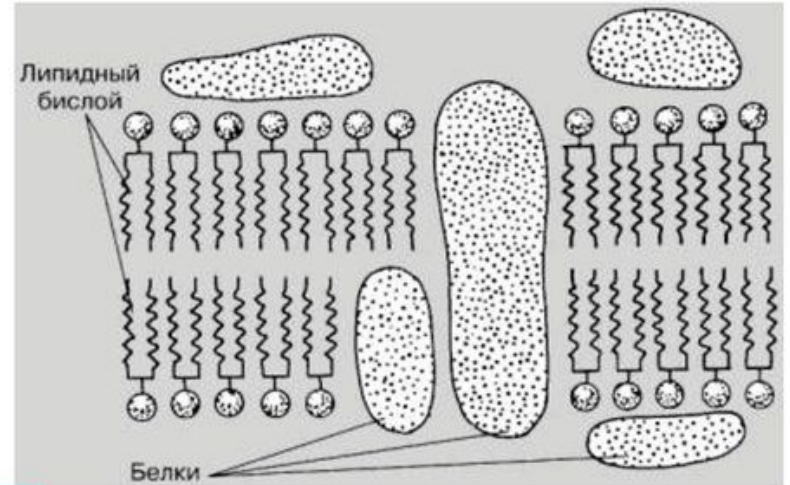
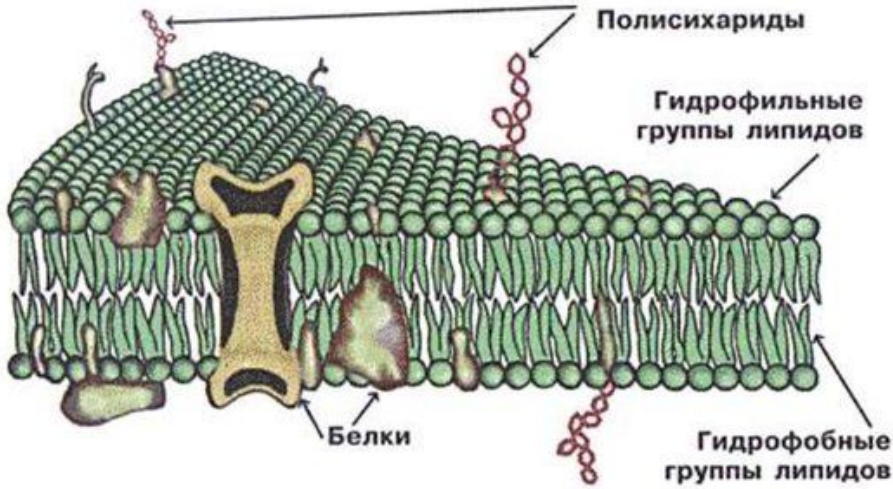
Биологические функции органических веществ

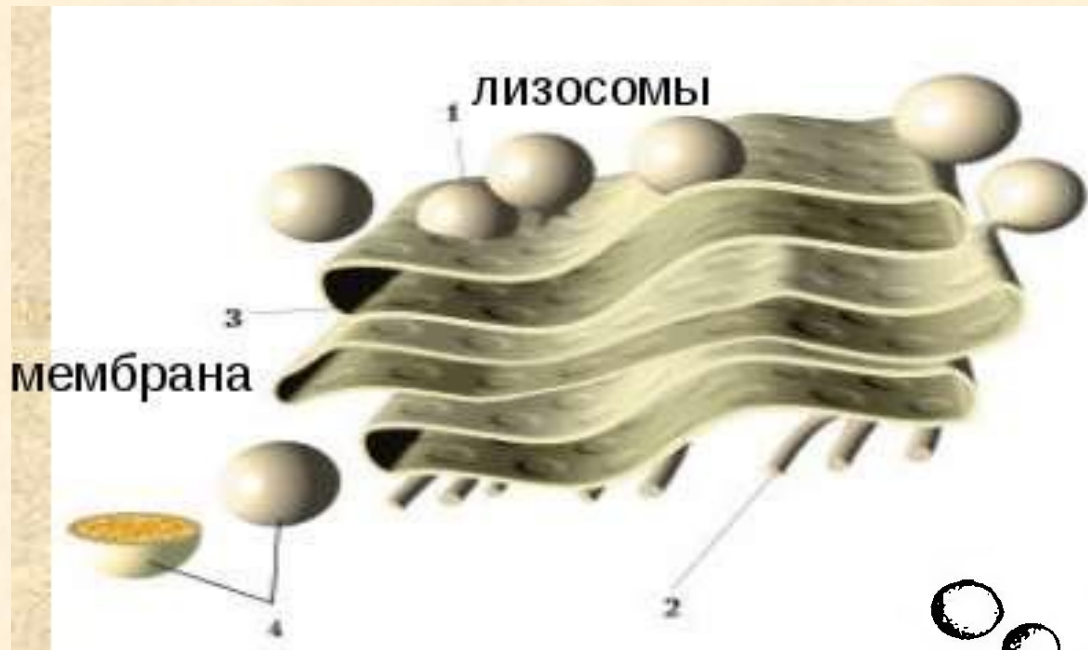
Углеводы	Липиды	Белки
Энергетическая (1г глюкозы 17,6 кДж энергии)	Энергетическая – (1г жира 38 кДж энергии)	Структурная
Составная часть ДНК, РНК, АТФ, ФАД, НАД, НАДФ)	Резервная	Транспортная
Структурная	Структурная	Двигательная
Запасающая (резервная)	Защитная	Рецепторная
Защитная	Регуляторная	Защитная
		Ферментативная
Нуклеиновые кислоты		Запасающая
ДНК	РНК	Регуляторная
Материальный носитель наследственной информации	Структурная	Антибиотики
Синтез ДНК, РНК	Информационная	Токсины
Информация о структуре белка	Транспортная	Ферменты



Вопрос № 7. Строение клетки

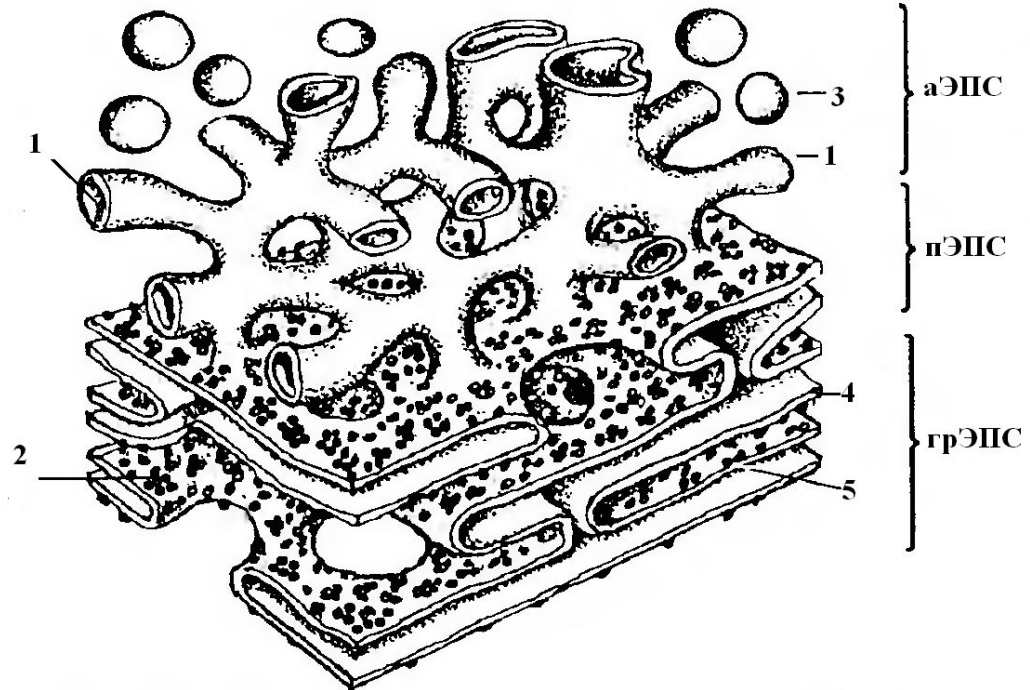
Строение клеточной мембраны





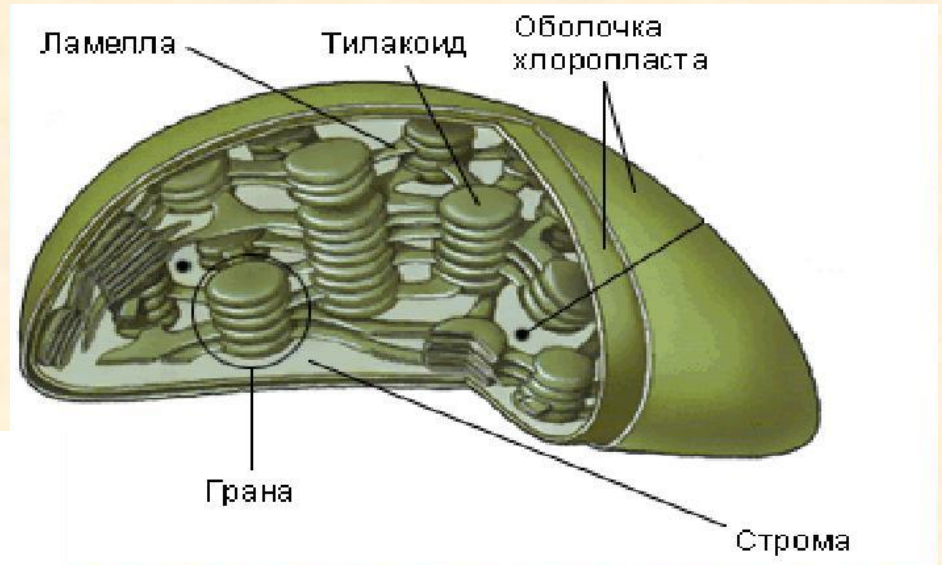
Аппарат Гольджи

Одномембранные структуры

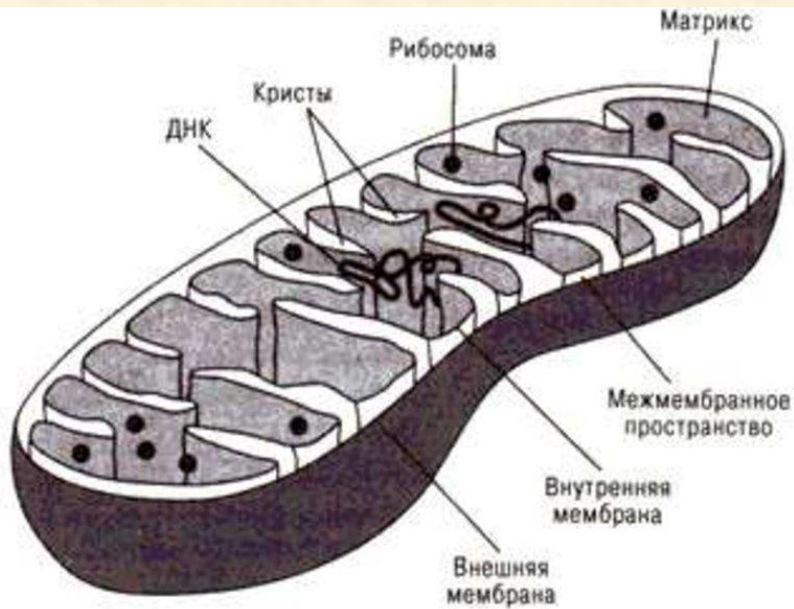


Эндоплазматическая сеть

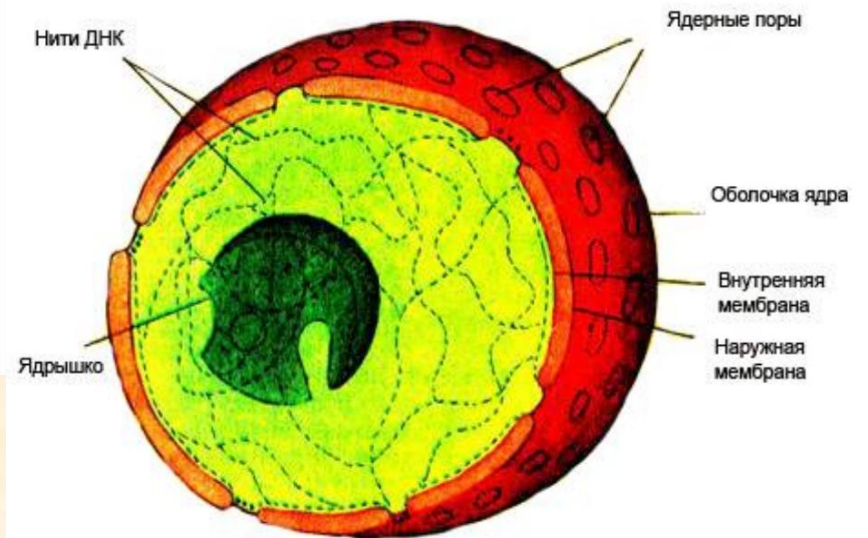
Двухмембранные структуры



Пластиды

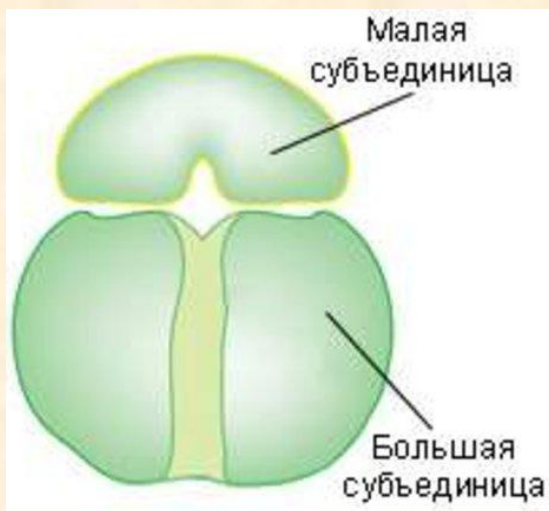
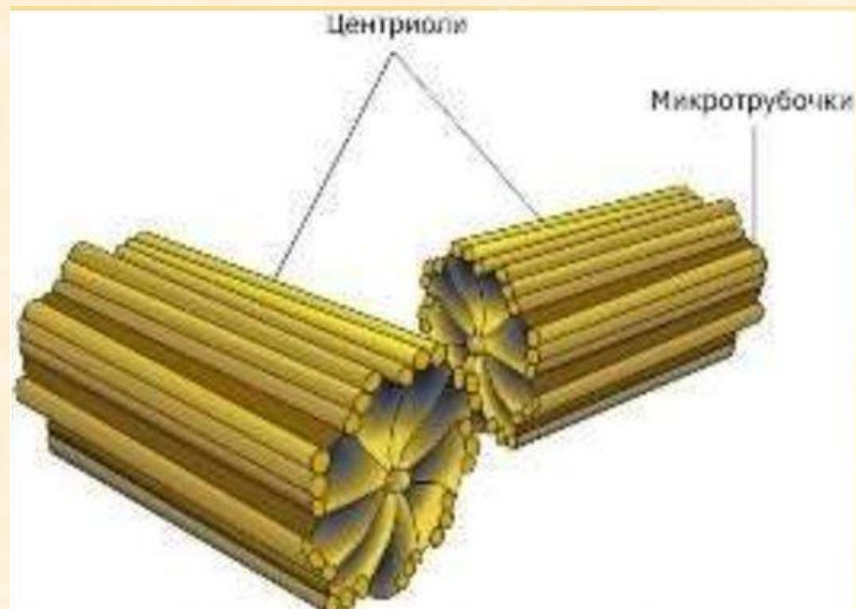


Митохондрии

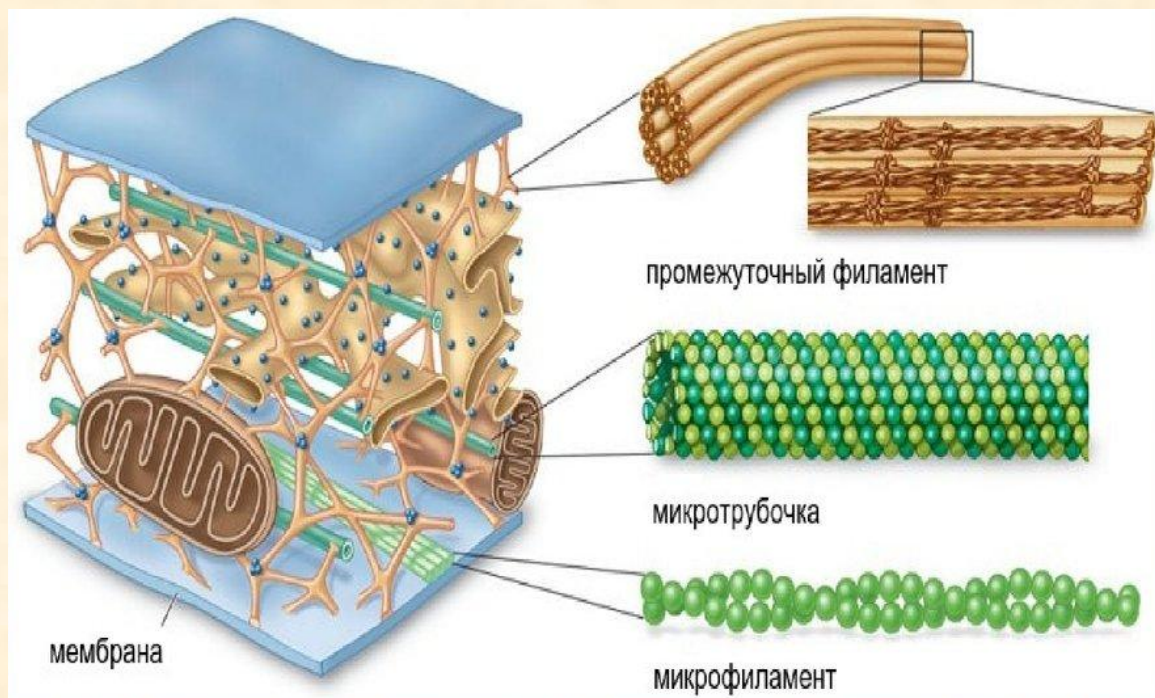


Ядро

Немембранные структуры



Рибосома



Отличие животной, растительной и грибной клеток

Признак	Животная клетка	Растительная клетка	Грибная клетка
Клеточная стенка	нет	есть (целлюлоза)	есть (хитин)
Тип питания	гетеротрофное	автотрофное	гетеротрофное
Пластиды	нет	есть	нет
Центриоли	есть	нет	нет
Центральная вакуоль	нет	есть	есть
Основное запасное питательное вещество	гликоген	крахмал	гликоген
Поры и плазмодесмы	нет	есть	нет
Целостные реакции клетки (фагоцитоз, пиноцитоз, экзоцитоз, эндоцитоз)	есть	нет	нет

Спасибо
за внимание!

