

*Введение. Уровни организации жизни.  
Фундаментальные свойства живого.  
Типы клеточной организации.  
Структурная организация  
эукариотической клетки. Транспорт*

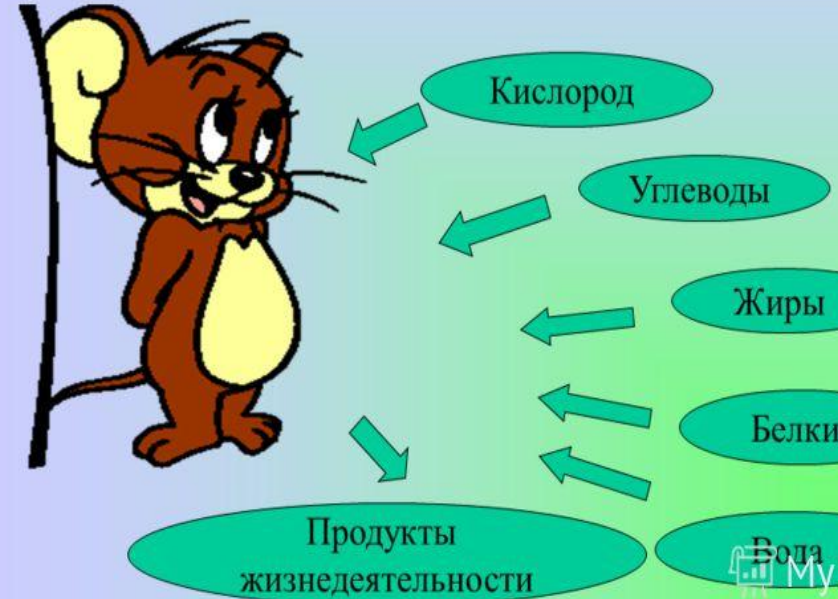
*отношение в клетке*

Любой живой организм постоянно взаимодействует с окружающей его средой.

Организм – это открытая система, постоянно осуществляющая обмен веществом и энергией со средой.

Живые организмы получают из окружающей среды необходимые для жизни питательные вещества, минеральные элементы, кислород и т. д. и отдают в окружающую среду продукты своей жизнедеятельности.

Животные должны получать из окружающей среды



# Обмен веществ и энергии

Все живые организмы способны к обмену веществ и энергии с окружающей средой. Они извлекают, преобразуют и используют вещества и энергию среды обитания и возвращают в биосферу продукты распада и преобразованную энергию в виде тепла. Обмен веществ и энергии обеспечивает постоянство химического состава организма и его деятельность.



# Этапы обмена веществ:

Поступление питательных веществ и энергии  
из внешней среды

Преобразование этих веществ и энергии  
внутри организма

Использование организмом положительных  
компонентов данных преобразований

Выброс из организма ненужных компонентов  
преобразований во внешнюю среду



# Схема обмена веществ



## Самовоспроизведение организмов

Способность организма воспроизводить себе подобное.

Значение:

Передача от родителей детям всех признаков и свойств организма.

Связь между поколениями.

Сохранение вида в природе.

**Самовоспроизведение** — способность организма, его органа, ткани, клетки или клеточного органоида или включения к образованию себе подобного. Самовоспроизведение у живых организмов происходит за счет размножения.

## Самовоспроизведение

Размножение поддерживает длительное существование вида.

*В основе воспроизведения лежит способность молекул ДНК – носителей наследственной информации – к самоудвоению перед делением клетки. В результате дочерние клетки получают точную копию материнской ДНК, а вместе с ней ту же наследственную информацию, которая заложена в последовательности нуклеотидов ДНК, т.е. есть генетический код*



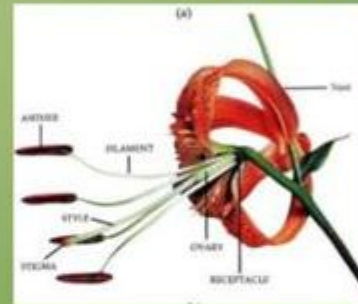
## 4. Самовоспроизведение

*Размножение – это свойство организмов воспроизводить себе подобных.*

Бесполое



Половое







# Развитие.

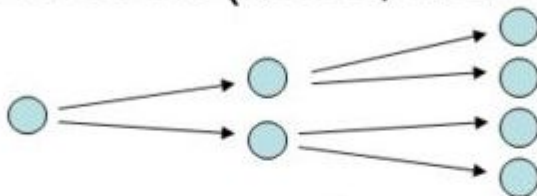
Под развитием понимают *необратимый, закономерно направленный процесс тесно взаимосвязанных количественных и качественных изменений особи с момента рождения до ее смерти.*

**Количественные изменения** - рост, увеличение числа клеток и т.д.,

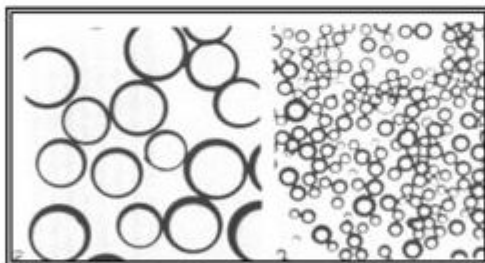
**качественные изменения** — дифференцировка, созревание, старение и т. д.

## Рост может происходить за счет:

- Роста числа клеток (кожа, легкие, печень, почки)

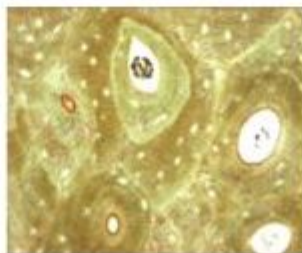


- Роста размеров клеток (жировые, нервные клетки)



Жировые клетки  
желтобрюхого сурка  
до и после зимней  
спячки

- Нарастания межклеточного вещества (кость)





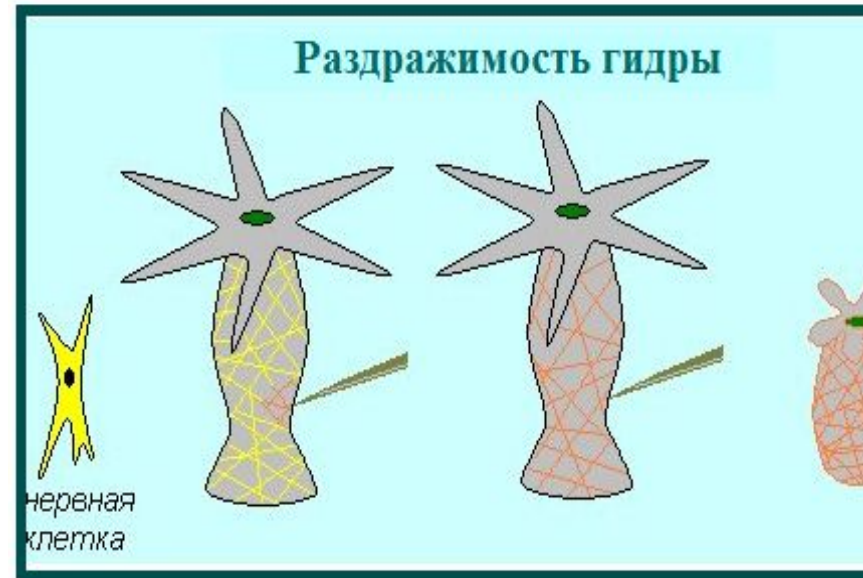
# Раздражимость (возбуди

Способность организмов реагировать на определенные воздействия окружающей среды той или иной активной реакцией, помогающей выжить.

Реакция многоклеточных животных на раздражение осуществляется посредством нервной системы и называется **РЕФЛЕКСОМ**.

Организмы, не имеющие нервной системы лишены рефлексов. Их реакции принято называть **ТАКСИСАМИ** или **ТРОПИЗМАМИ**.

Например, расширение кровеносных сосудов кожи при повышении температуры тела, а также движение органелл клетки, отдельных органов и всего тела и т.д.



**Способность живых организмов, существующих в непрерывно меняющейся окружающей среде, поддерживать постоянство своего химического состава и интенсивность физиологических процессов — авторегуляция.**

**Живые организмы обладают способностью поддерживать постоянство химического состава и интенсивность физиологических процессов. Недостаток питательных веществ мобилизует внутренние резервы организма, а избыток вызывает торможение синтеза этих веществ.**

## **Авторегуляция (саморегуляция)**

**Регуляция химической деятельности клетки достигается с помощью ряда процессов, среди которых особое место занимает изменение структуры самой цитоплазмы, а также структуры и активности ферментов.**

**Регуляция зависит от температуры, степени кислотности, концентрации субстрата, присутствия в растворе некоторых макро- и микроэлементов.**

**Многочисленные биохимические реакции в организме осуществляются по принципу авторегуляции.**



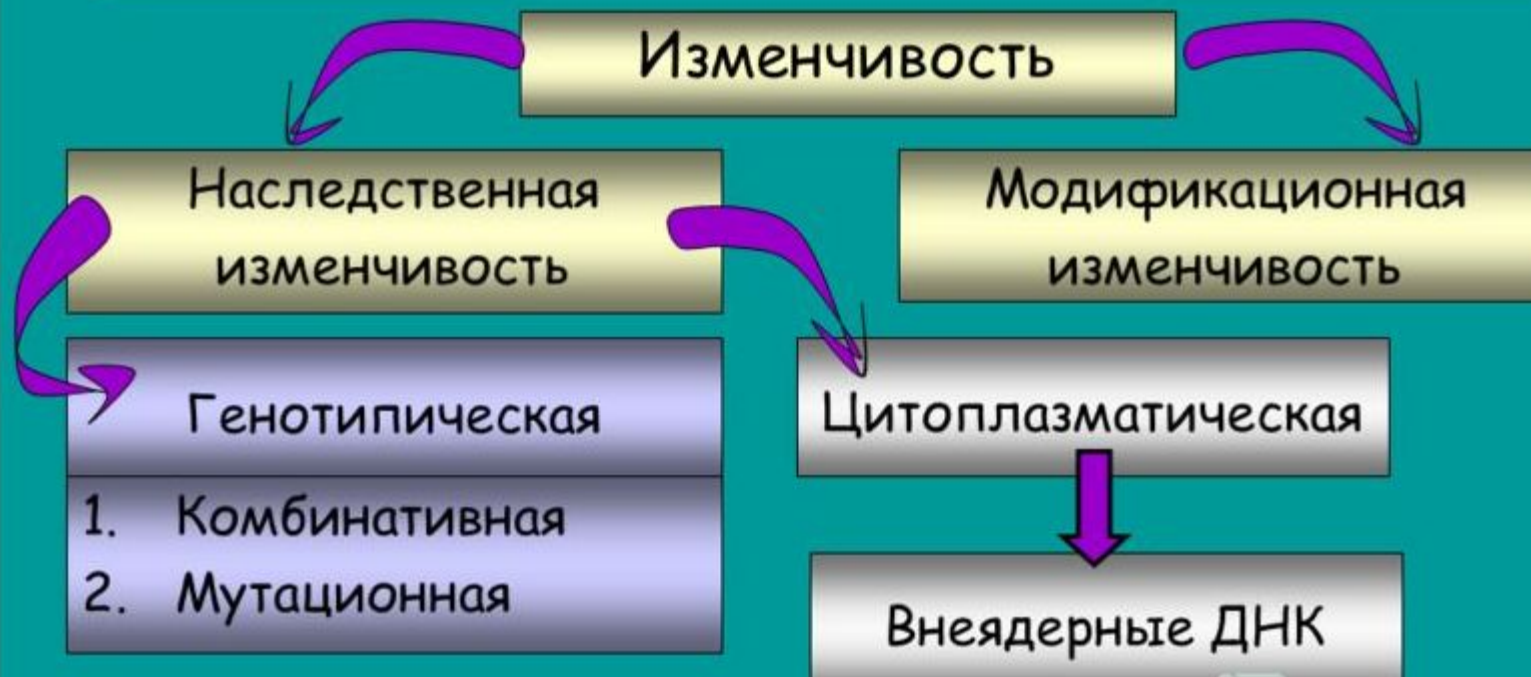
# ИЗМЕНЧИВОСТЬ

- ▣ Это способность живых организмов приобретать новые признаки и свойства. Благодаря изменчивости, организмы могут приспосабливаться к изменяющимся условиям среды обитания.



# Изменчивость – фундаментальное свойство ЖИВОГО

Изменчивость – способность организмов приобретать новые признаки под влиянием условий среды  
(способность существовать во многих формах)





**Наследственность** - это  
свойство организмов передавать  
свои признаки и особенности  
развития потомству в  
неизменном виде



# Понятие движения.

- Движение – главное свойство живых организмов.
- Движения делятся на три группы:
- 1. Амебоидное движение присуще корненожкам ( амебам), а также клеткам крови лейкоцитам. Это движение происходит благодаря выростам цитоплазмы.
- 2. Движение с помощью жгутиков и ресничек наблюдается у простейших животных.
- 3. Движение с помощью мышц у большинства животных.





**Уровни организации живой материи** — это иерархически соподчиненные уровни организации биосистем, отражающие уровни их усложнения.

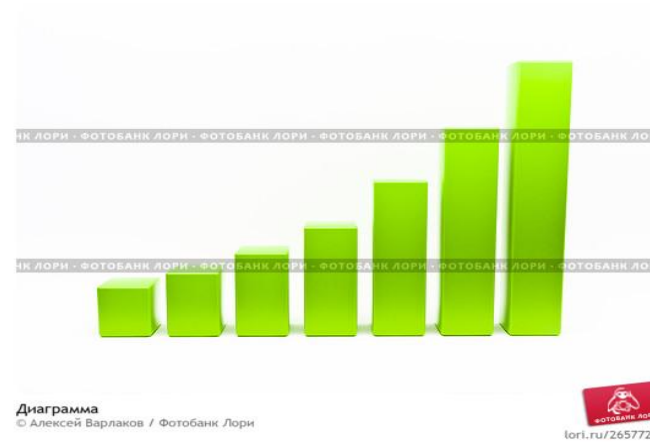


# УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ

---

Чаще всего выделяют шесть основных структурных уровней жизни:

1. молекулярный
2. клеточный
3. организменный
4. популяционно-видовой
5. биогеоценотический
6. биосферный



# биосфера



# Царство Животные

Одноклеточные  
(Простейшие)



Многоклеточные

Плоские черви



Круглые черви



Кольчатые черви



Кишечно-  
полостные



Моллюски



Игло-  
кожие



Членисто-  
ногие



Хордовые





# МОЛЕКУЛЯРНЫЙ УРОВЕНЬ

---

Представлен разнообразными молекулами, находящимися в живой клетке.

## □ Компоненты

- Молекулы неорганических и органических соединений
- Молекулярные комплексы химических соединений (мембрана и др.)

## □ Основные процессы

- Объединение молекул в особые комплексы
- Осуществление физико-химических реакций в упорядоченном виде
- Копирование ДНК, кодирование и передача генетической информации

## □ Науки, ведущие исследования на этом уровне

- Биохимия
- Биофизика
- Молекулярная биология
- Молекулярная генетика



# КЛЕТОЧНЫЙ УРОВЕНЬ

---

Клеточный уровень организации жизни

Представлен свободно живущими клетками ,  
входящими в многоклеточные организмы.

- Компонент
  - Комплексы молекул химических соединений и органоиды клетки
- Основные процессы
  - Биосинтез, фотосинтез
  - Регуляция химических реакций
  - Деление клеток
  - Вовлечение химических элементов Земли и энергии Солнца в биосистемы
- Науки, ведущие исследования на этом уровне
  - Генная инженерия
  - Цитогенетика
  - Цитология
  - Эмбриология





# ОРГАНИЗМЕННЫЙ УРОВЕНЬ

---

Организменный уровень организации жизни

Представлен одноклеточными и многоклеточными организмами растений, животных, грибов и бактерий.

## □ Компоненты

- Клетка — основной структурный компонент организма. Из клеток образованы ткани и органы многоклеточного организма

## □ Основные процессы

- Обмен веществ (метаболизм)
- Раздражимость
- Размножение
- Онтогенез
- Нервно-гуморальная регуляция процессов жизнедеятельности
- Гомеостаз

## □ Науки, ведущие исследования на этом уровне

- Анатомия
  - Биометрия
  - Биоэнергетика
  - Гигиена
  - Морфология
  - Физиология
- 



# ПОПУЛЯЦИОННО-ВИДОВОЙ УРОВЕНЬ

---

Представлен в природе огромным разнообразием видов и их популяций

## □ Компоненты

- Группы родственных особей, объединённых определённым генофондом и специфическим взаимодействием с окружающей средой

## □ Основные процессы

- Генетическое своеобразие
- Взаимодействие между особями и популяциями
- Накопление элементарных эволюционных преобразований
- Осуществление микроэволюции и выработка адаптаций к изменяющейся среде
- Видообразование
- Увеличение биоразнообразия

## □ Науки, ведущие исследования на этом уровне

- Генетика популяций
  - Эволюция
  - Экология
- 



# БИОГЕОЦЕНОТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ

Биогеоценотический уровень организации жизни

Представлен разнообразием естественных и культурных биогеоценозов во всех средах жизни

## □ Компоненты

- Популяции различных видов
- Факторы среды
- Пищевые сети, потоки веществ и энергии

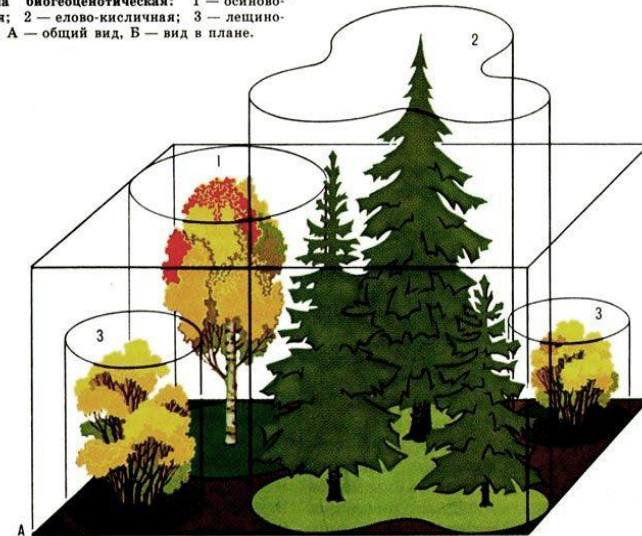
## □ Основные процессы

- Биохимический круговорот веществ и поток энергии, поддерживающие жизнь
- Подвижное равновесие между живыми организмами и абиотической средой (гомеостаз)
- Обеспечение живых организмов условиями обитания и ресурсами (пищей и убежищем)

## □ Науки, ведущие исследования на этом уровне

- Биогеография
- Биогеоценология
- Экология

Парцелла биогеоценологическая: 1 — осиново-смышлевая; 2 — елово-кисличная; 3 — лещиноватая; А — общий вид, В — вид в плане.





# БИОСФЕРНЫЙ УРОВЕНЬ

---

Биосферный уровень организации жизни

Представлен высшей, глобальной формой организации биосистем — биосферой

## □ Компоненты

- Биogeоценозы
- Антропогенное воздействие

## □ Основные процессы

- Активное взаимодействие живого и неживого вещества планеты
- Биологический глобальный круговорот веществ и энергии
- Активное биогeохимическое участие человека во всех процессах биосферы, его хозяйственная и этнокультурная деятельность

## □ Науки, ведущие исследования на этом уровне

- Экология
  - Глобальная экология
  - Космическая экология
  - Социальная экология



Клетку изучает раздел биологии - цитология. Систематическое изучение клеток началось лишь в 19 в.

Одним из крупнейших научных теорий того времени была клеточная теория.

### Основные положения клеточной теории:

- Клетка – элементарная живая система, основная структурная единица растительных и животных организмов, способная к самообновлению, саморегуляции и самовоспроизведению
- Клетки всех организмов сходны по своему строению, функциям и химическому составу
- Ядро – главная составная часть клетки
- Клеткам присуще мембранное строение
- Все новые клетки образуются при делении исходных клеток

**Клетка** - это элементарная структурная единица организма, которой присущи все черты живого:

обмен веществ и энергии

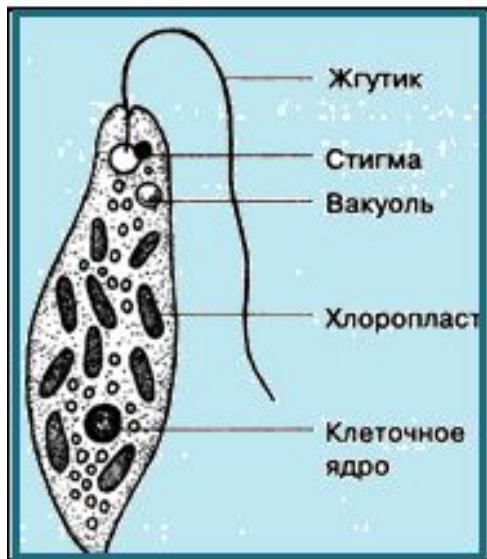
размножение и рост

хранение и передача генетической информации

раздражимость







**Клетка может существовать как самостоятельно (одноклеточные организмы), так и в составе тканей многоклеточных животных и растений.**

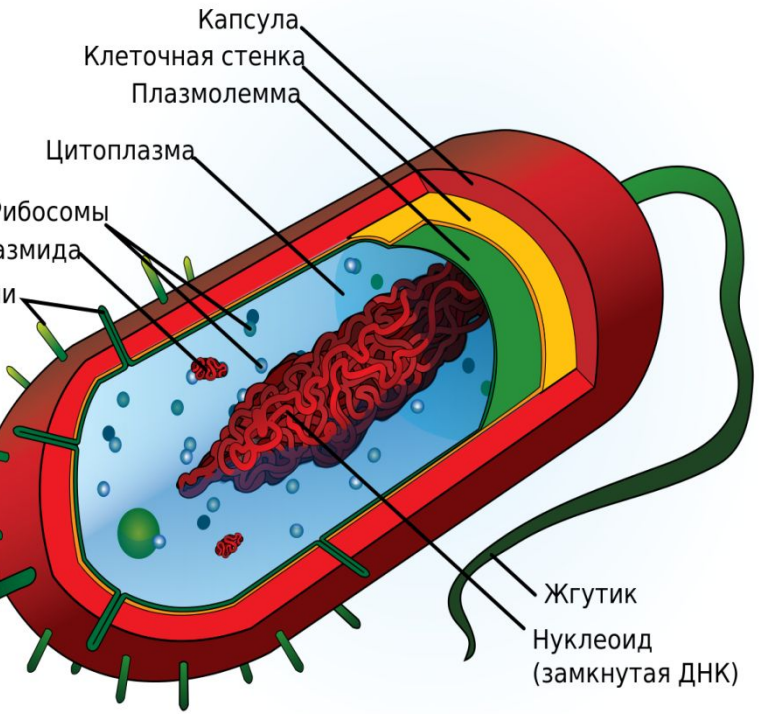


зависимости от степени оформленности ядра различают 2 организации клеток: **прокариотический** и **эукариотический**.

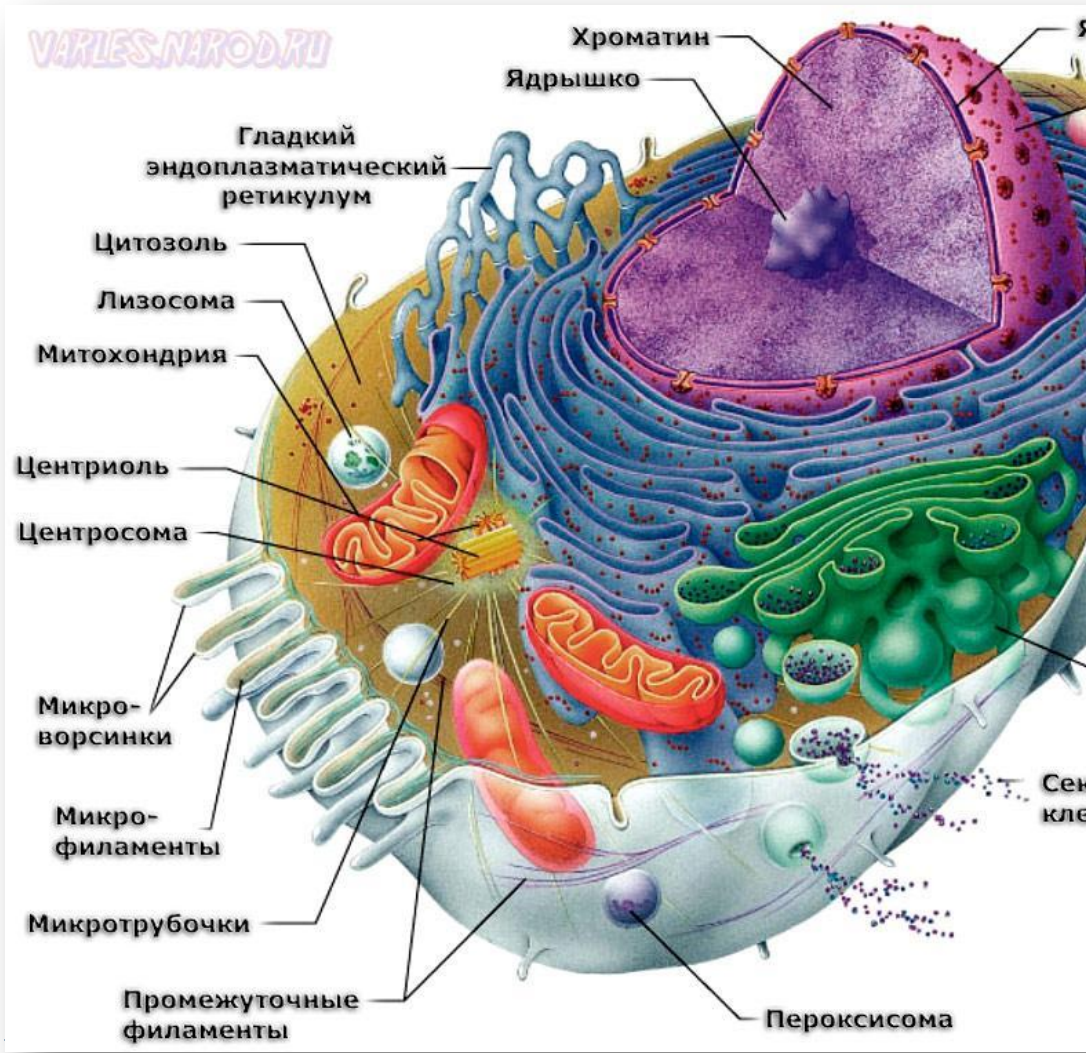




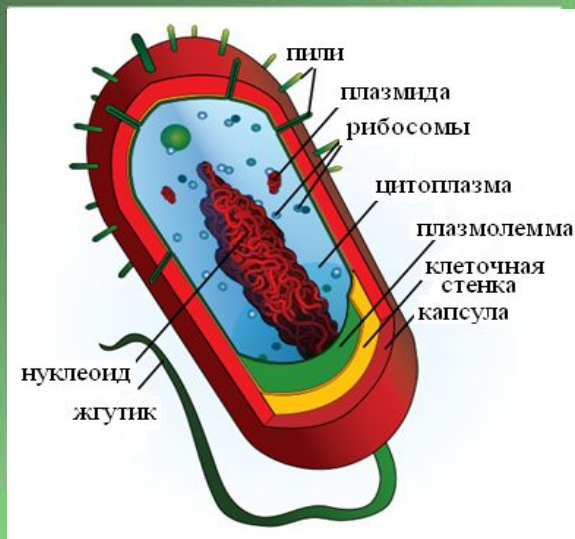
# Эукариотические клетки



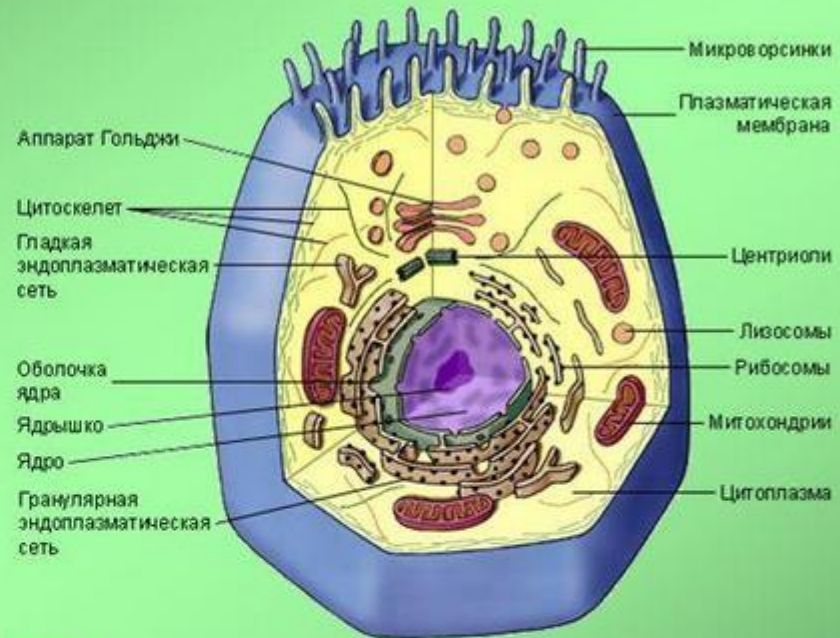
**Прокариотические клетки.**  
К прокариотам относятся микоплазмы, бактерии и сине-зеленые водоросли. Размеры прокариотических клеток ограничены 0,5 - 3,0 мкм.



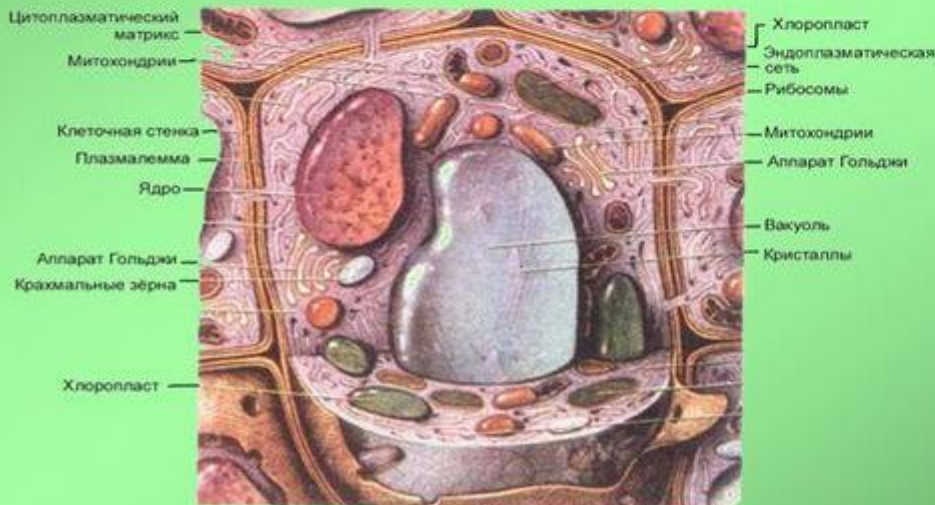
## Клетка бактерий



## Клетка животных



## Клетка растений



**В чем сходство и отличие данных клеток?**

- 1. Сходство строения – единство происхождения.**
- 2. Различия – разные пути эволюции.**



# Эукариотическая и прокариотическая клетки

Особенность	Эукариотические клетки	Прокариотические клетки
Тип организма	Находятся в «сложных» организмах в том числе растениях и животных	Представляют собой «простые» организмы, например бактерии
Специализация	Могут быть специализированы для определенных функций (например, передача нервных импульсов), группы клеток могут образовывать органы и организмы	Обычно существуют в виде одиночной клетки
Размер	Животные клетки 10–30 мкм; Клетки растений 10–100 мкм	~ 1–10 мкм
Ядро	Содержат ядро и много других органелл окруженных мембраной	Отсутствует ядро и другие мембранные органеллы
Ядрышко	Одно или более	Отсутствует
ДНК	ДНК в комплексе с гистонами	Двойная спираль ДНК не связанная с гистонами
Веретено деления	Временно присутствует в процессе митоза и мейоза	Отсутствует



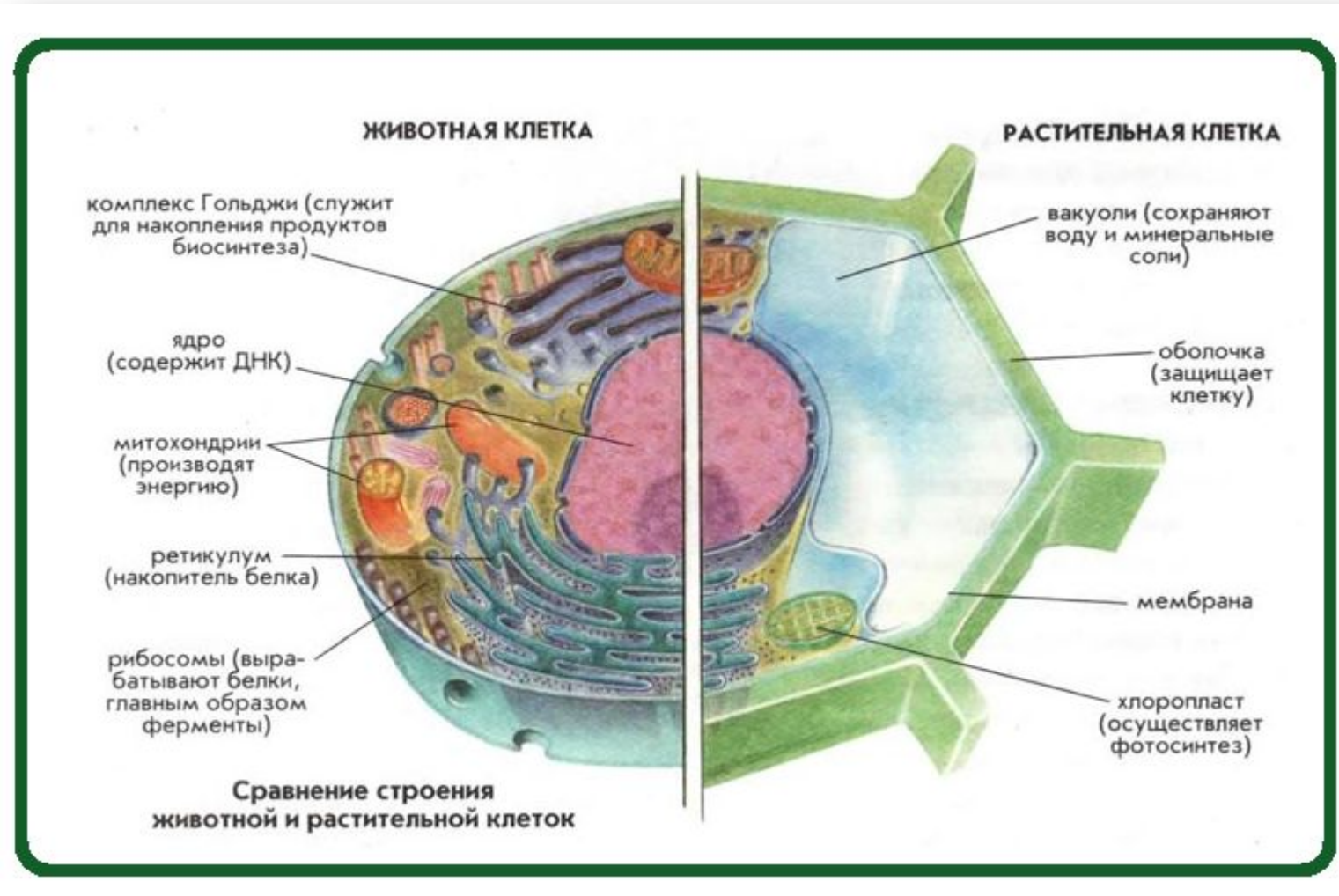


## *Эукариотическая и прокариотическая клетки*

Особенность	Эукариотические клетки	Прокариотические клетки
Половая система	Полное слияние гамет с равным вкладом каждого из геномов	Однонаправленная передача от донора к реципиенту
Клеточная стенка	Присутствует у клеток растений, но никогда не содержит муравовую кислоту	Присутствует, но отличается по химической структуре от клеток эукариот
Внутренние мембраны	Системы компартментов ЭПР, аппарат Гольджи, лизосомы и т.д.	Обычно простые и часто временные, если вообще присутствуют
Рибосомы	80 S с субъединицами (60 S + 40 S)	70 S с субъединицами (30 S + 50 S)
Фотосинтез	Комплекс хлоропластов	Простые хроматофоры
Дыхание	Практически все аэробы, но есть и факультативные анаэробы (дрожжи) и, как исключение, полные анаэробы (трихоманады)	Аэробы, анаэробы, факультативные анаэробы
Система электронного транспорта и синтеза АТФ	Находятся во внутренних мембранных органеллах: митохондриях (окислительное фосфорилирование) и хлоропластах (фотофосфорилирование).	Локализованны в клеточной мембране



## Два подтипа организации эукариотических клеток:



# Различия в строении растительной и животной клетки.

## Растительная клетка

- Есть пластиды;
- Автотрофный тип питания;
- Синтез АТФ происходит в хлоропластах и митохондриях;
- Имеется целлюлозная клеточная стенка;
- Крупные вакуоли;
- Клеточный центр только у низших.

## Животная клетка

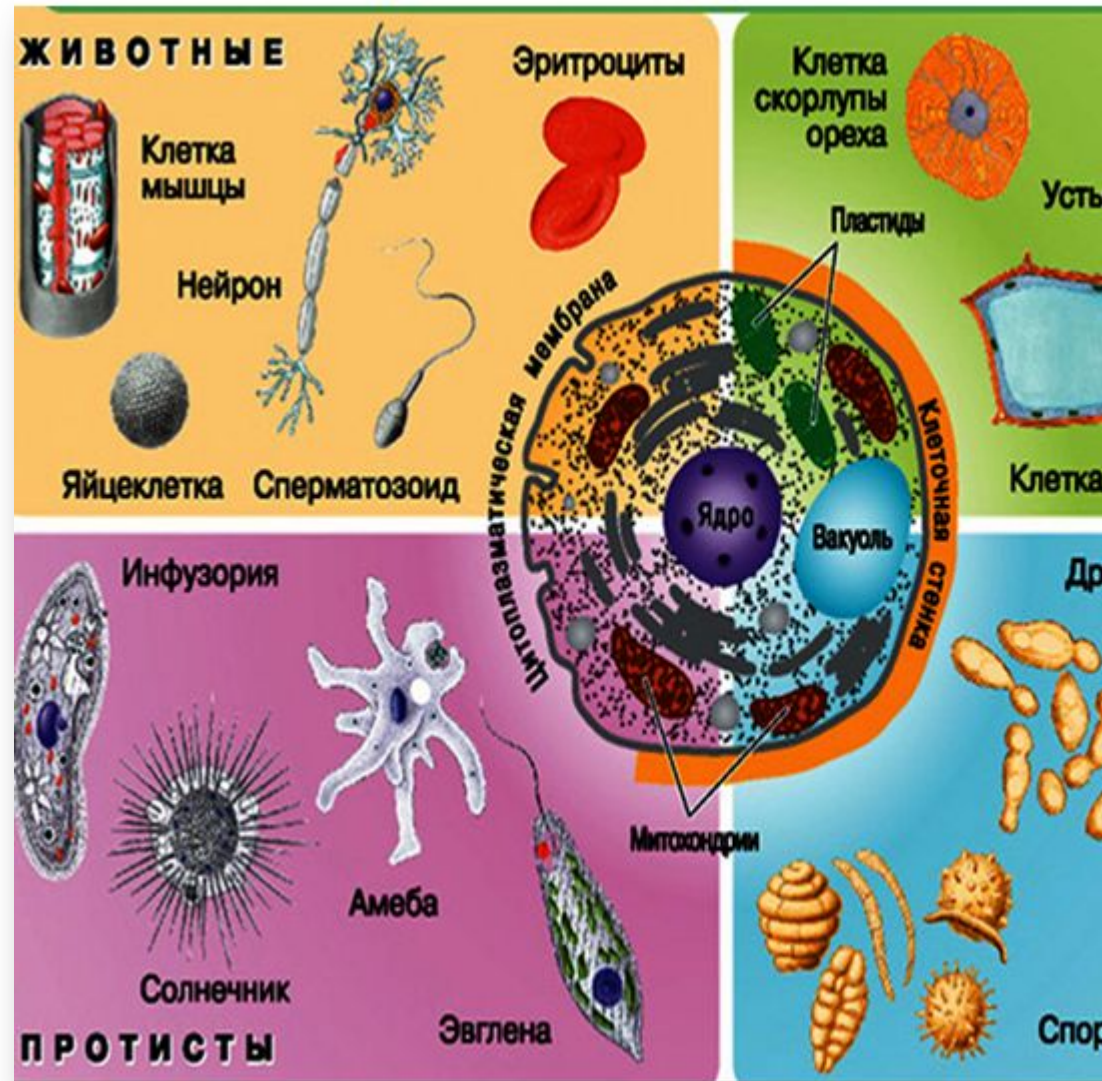
- Пластиды отсутствуют;
- Гетеротрофный тип питания;
- Синтез АТФ происходит в митохондриях;
- Целлюлозная клеточная стенка отсутствует;
- Вакуоли мелкие;
- Клеточный центр есть у всех клеток.



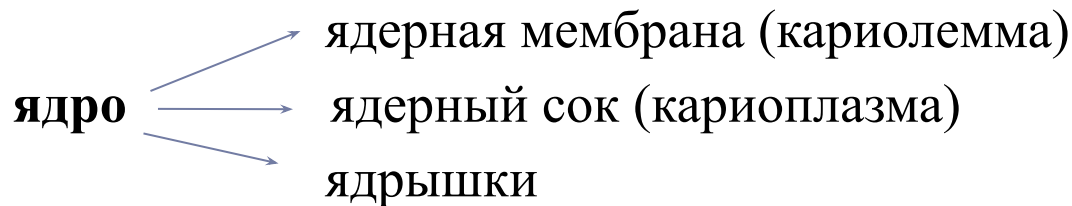
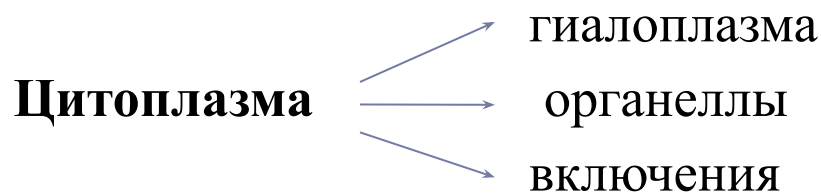
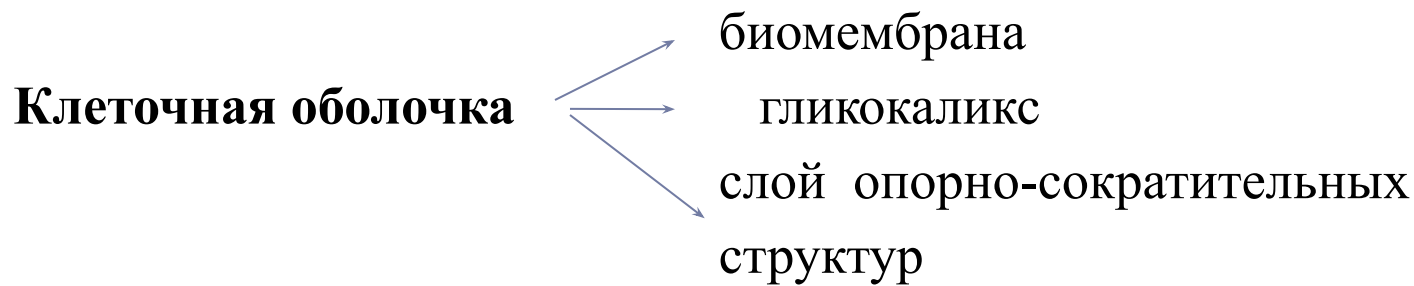
**Клеток в живом многоклеточном организме – миллиарды**

**Размеры разные: от микрометров – 200 микрометров**

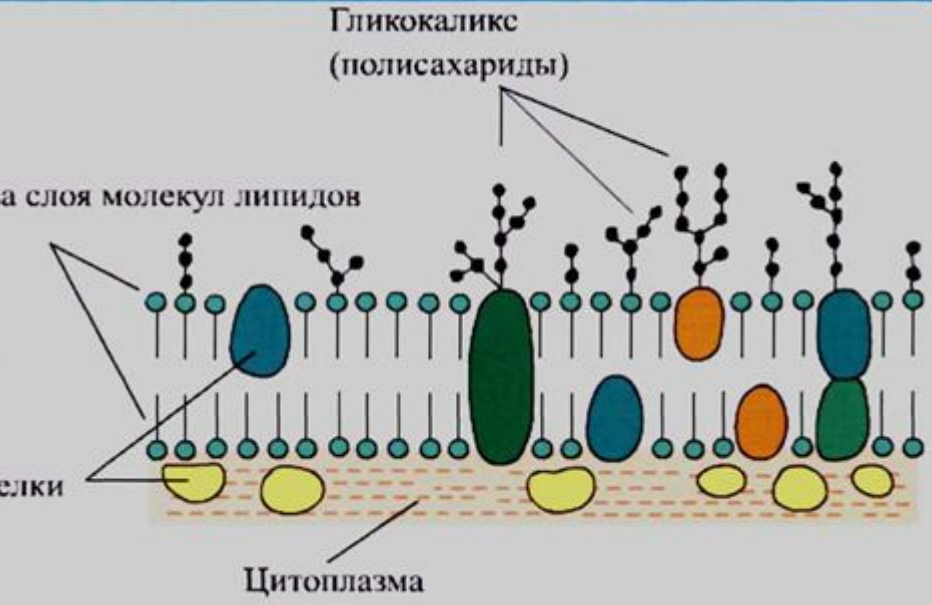
**Форма клеток разная и зависит от вида организма и выполняемой функции.**



# Структура клетки

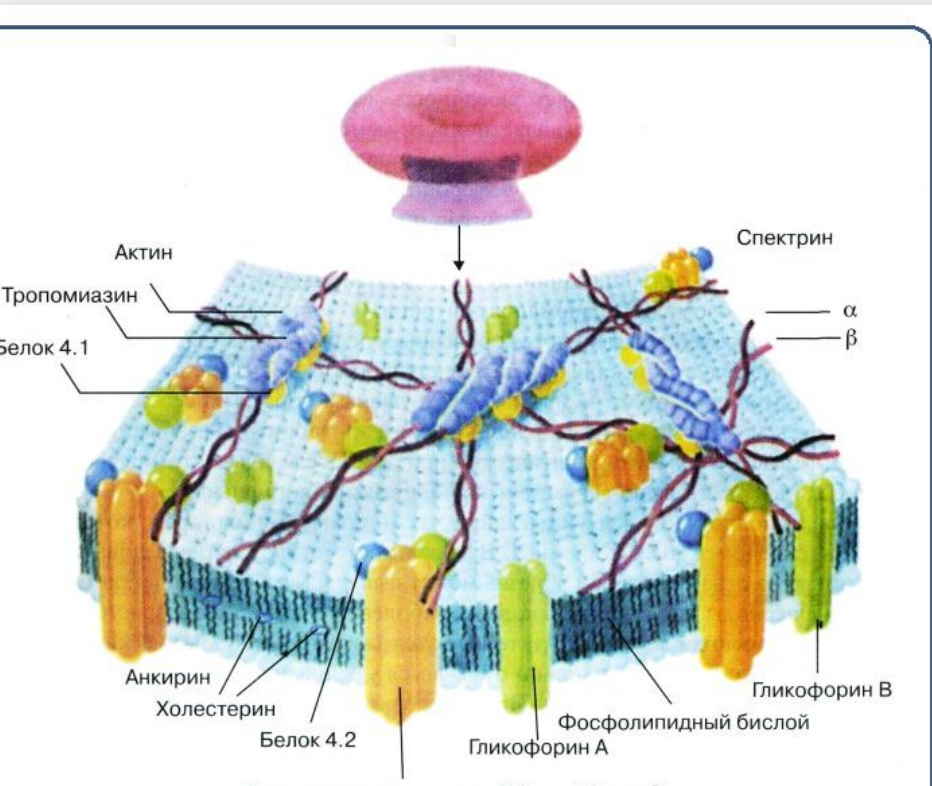
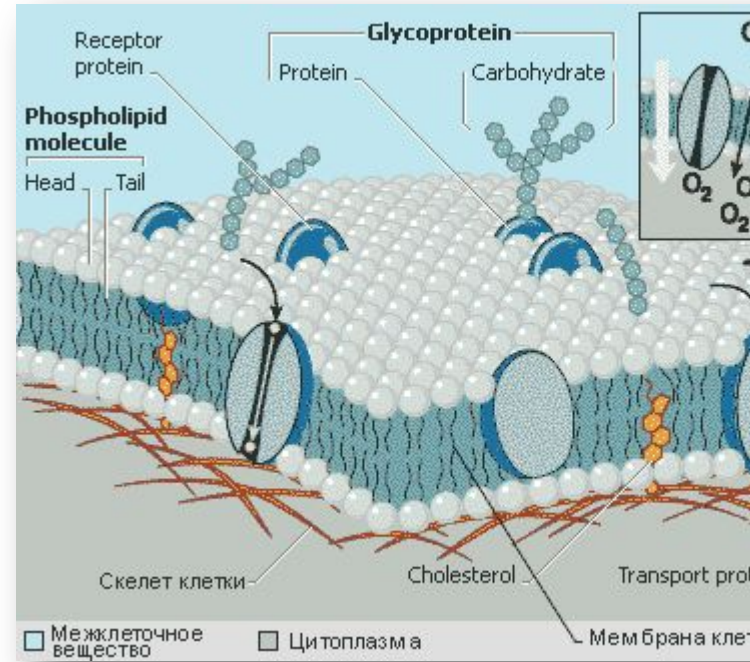






**ГЛИКОКАЛИКС**

**биомембрана**

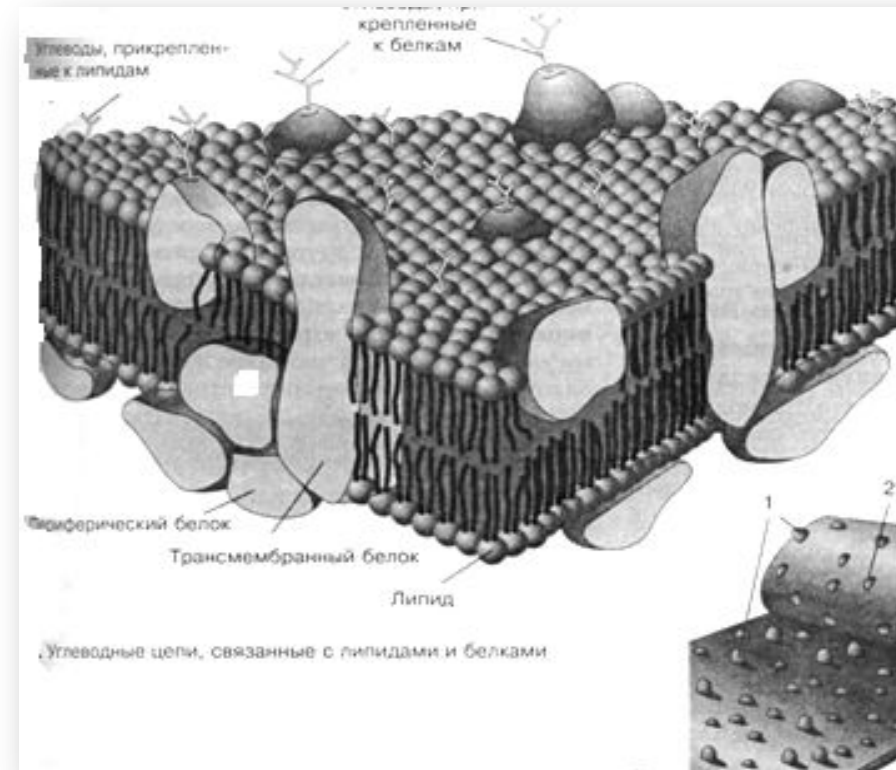


**слой опорно-сократительных структур**

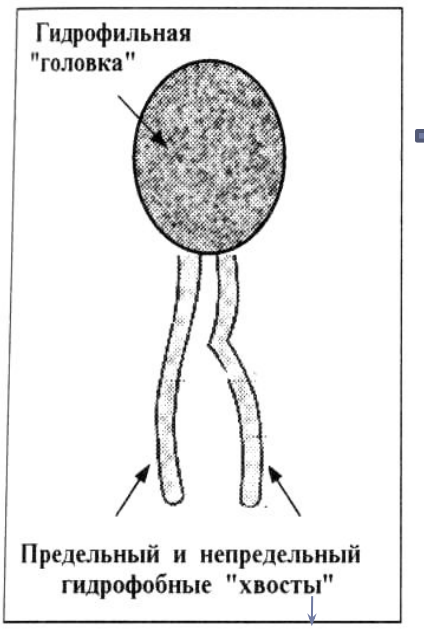
**Биомембраны** - это липопротеидные образования, которые ограничивают клетку снаружи и формируют некоторые органеллы, а также ядерную оболочку - кариолемму.

В основе структуры биомембран - **двойной слой липидов**, в который встроены молекулы белка, насквозь пронизывая его или лишь связываясь с одной из поверхностей мембран.

Липиды выполняют главную роль в образовании мембран, определяя ее форму и физико-химические свойства.

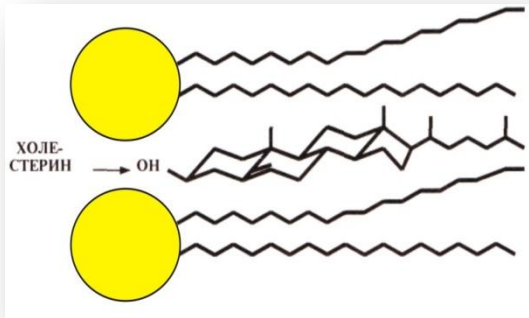
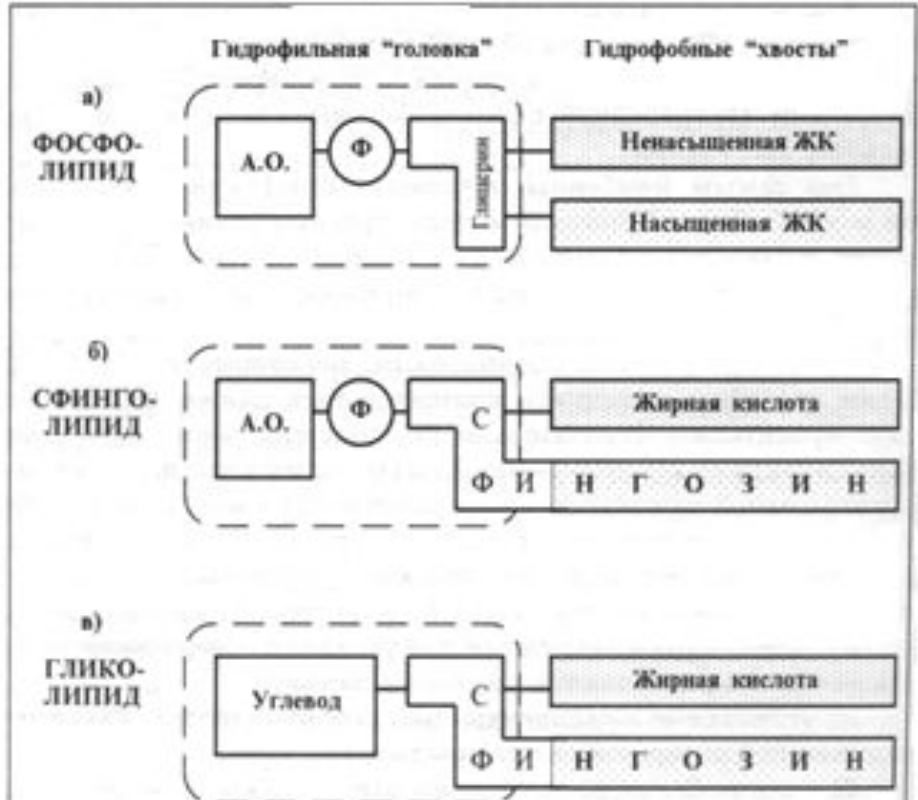


**молекула липида**



**Липиды** (греч. lipos - жир) – группа природных веществ, нерастворимых в воде, но растворимых в неполярных растворителях (хлороформе, эфире и т.д.). Молекулы липидов являются *амфифильными*, то есть, каждая молекула липида имеет гидрофильную (растворимую в воде) «головку» и два гидрофобных (нерастворимых в воде) «хвоста»

**ТИПЫ ЛИПИДОВ**



# Свойства липидов мембран

□ **Подвижность мембран.** Липидный бислой - жидкое образование, в пределах которого молекулы могут свободно передвигаться, без потери контактов друг с другом. **Текучесть** (жидкостность) бислоев зависит от способности гидрофобных хвостов свободно скользить относительно друг друга. Скорость передвижения молекул зависит от вязкости мембран, которая определяется количеством СН-групп в ацильных цепях, числом двойных связей в цепи, количеством холестерина I в бислойе и температуры.

□ Слои различаются по липидному составу, образуя **поля**



□ **Цельность** мембран обеспечивается **способностью** бислоя к **самозамыканию** компартментализация



- 
- **Непроницаемость** мембран для молекул растворенных в воде и ионов связана с особенностями расположение гидрофобных хвостов .липидов бислоя. Для прохождения через бислой, гидрофильные молекулы должны пересечь маслянистую пленку и з гидрофобных хвостов липидных молекул.
  - Липидный бислой может обеспечить транспорт веществ через себя только при наличии специфических молекул – мембранных белков и пор.



# Функции липидов мембран

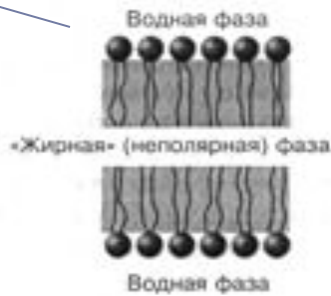
- 1. Липиды являются основными структурными молекулами обеспечивающие формирование бислоя.
- 2. Состав липидов в мембранах влияет на их свойства чем выше концентрация
  - в мембранах гликолипидов и холестерина, тем мембраны прочнее и менее проницаемые; чем выше концентрация фосфолипидов и сфинголипидов,
  - тем больше мембраны склонны к разрывам, а проницаемость их выше.
- 3. Липиды влияют также на электропроводность мембран, способность связывать белки и другие свойства.
  - 4. Липиды обеспечивают условия функционирования мембранных белков, влияя на формирование необходимой конформации молекулы.
  - 5. Липиды принимают участие в передаче внутриклеточных сигналов: является источником получения и интерпретации поступающих сигналов, а также становятся участниками реакции на них клетки
- 6. Липиды выполняют роль «якоря» для прикрепления специфических белков
  - на наружной поверхности мембраны.
- ▶ 7. Липиды могут выступать в роли активаторов мембранных ферментов.

# Многомолекулярные конфигурации липидов, образуемые на границе сред

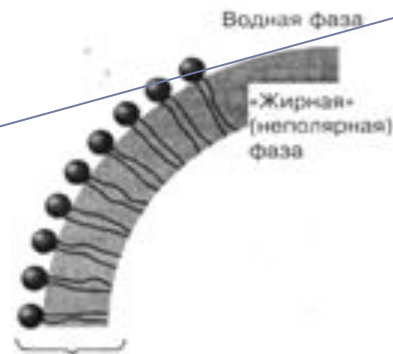


Амфифильный липид

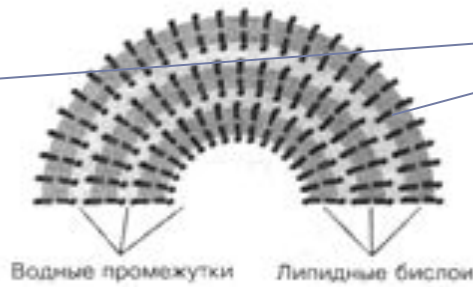
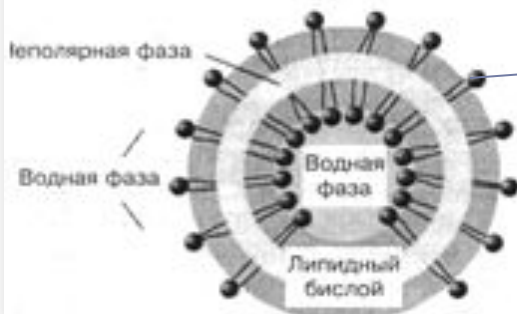
плоский бислой



Эмульсия жира в воде

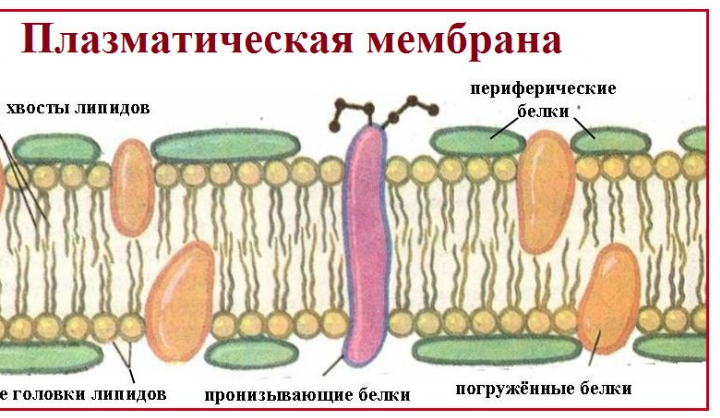


мицелла



липосома





Белки мембран по локализации на мембране делятся на:

**поверхностные (периферические)**

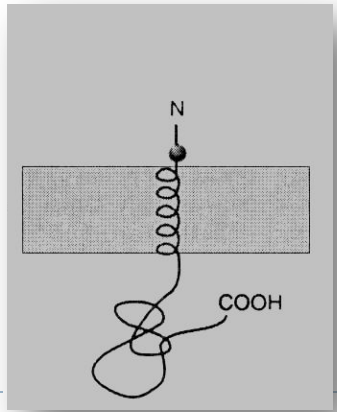
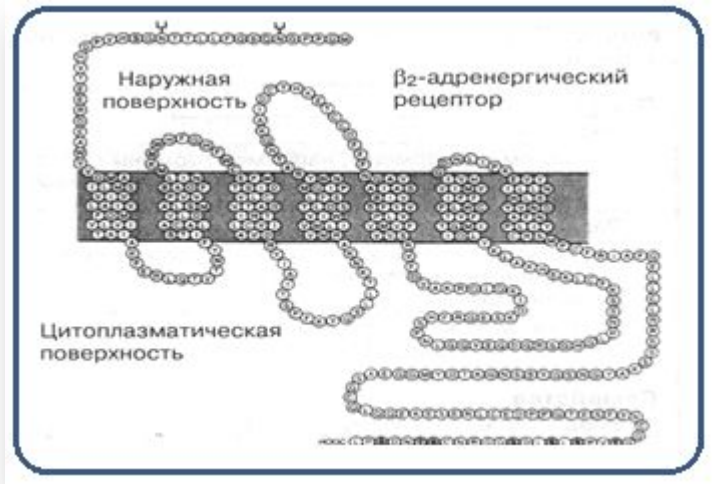
**интегральные**

белки, связанные только с одной из поверхностей мембран (внешней или внутренней).

погружены в толщу бислоя или пронизывают его насквозь

**трансмембранные**

**политопные**



**монотопные**



# По функциям белки делятся

на:

- **структурные;**
- придают клетке форму
- мембране эластичность

□

□

□

**адгезивные**

**участвующие в передаче сигналов**

**от одной клетки к другой;**

- белки, являющиеся рецепторами сигнала,
- белки ионных каналов (белки эффекторного устройства);
- белки инактиваторы внешнего медиатора;
- белки, образующие внутренний медиатор;
- белки, передающие сигнал через мембрану на

□

□

**транспортные**  
образуют *транспортные*  
*системы и каналы*

**каталитические**  
участвуют в ферментных  
реакциях, происходящих  
на мембране



# Функции мембран:

→ **разграничительную** – ограничивают клетку, отделяя её от внеклеточной среды, а органеллы от цитоплазмы;

→ **барьерно-защитную** - защищают внутреннюю среду клетки от действия внешних факторов;

→ **рецепторную** - обеспечивают передачу межклеточных сигналов в клетку с помощью рецепторов);

→ **транспортную** – мембраны обеспечивают перенос веществ из внешней среды в клетку и из клетки во внешнюю среду

→ участвуют в **межклеточных взаимоотношениях**;

→ формируют **межклеточные контакты** и обеспечивают дистантные взаимодействия;

→ участвуют в **процессах преобразования энергии** пищевых органических веществ в энергию

химических связей молекул АТФ.

→ принимают участие в **генерации биоэлектрических потенциалов и проведении возбужде-**

**ния** – транспортные системы обеспечивают возникновение разности

биоэлектрических биопотенциалов по обе стороны мембраны, а проведение возбуждения обеспечивают ионные каналы.

→ участвуют в **клеточном метаболизме** – мембраны разделяют цитоплазму на отсеки (компарменты), в которых идут разнообразные реакции обмена

веществ.

***Цитоплазма*** - это - внутреннее полужидкое содержимое клетки, заключенное между плазматической мембраной и ядром.

**Цитоплазма**

```
graph TD; A[Цитоплазма] --> B[Гиалоплазма - растворы минеральных солей и органических веществ]; A --> C[Включения (временные структуры клетки)]; A --> D[Органоиды];
```

**Гиалоплазма** -  
растворы минеральных  
солей и органических веществ

**Включения**  
(временные структуры  
клетки)

Органоиды

**В цитоплазме происходят все химические и физиологические процессы клетки.**

---

***Гиалоплазма*** - это основная (55%) часть цитоплазмы, в которой проходят клеточные обменные процессы и поддерживается клеточный гомеостаз.

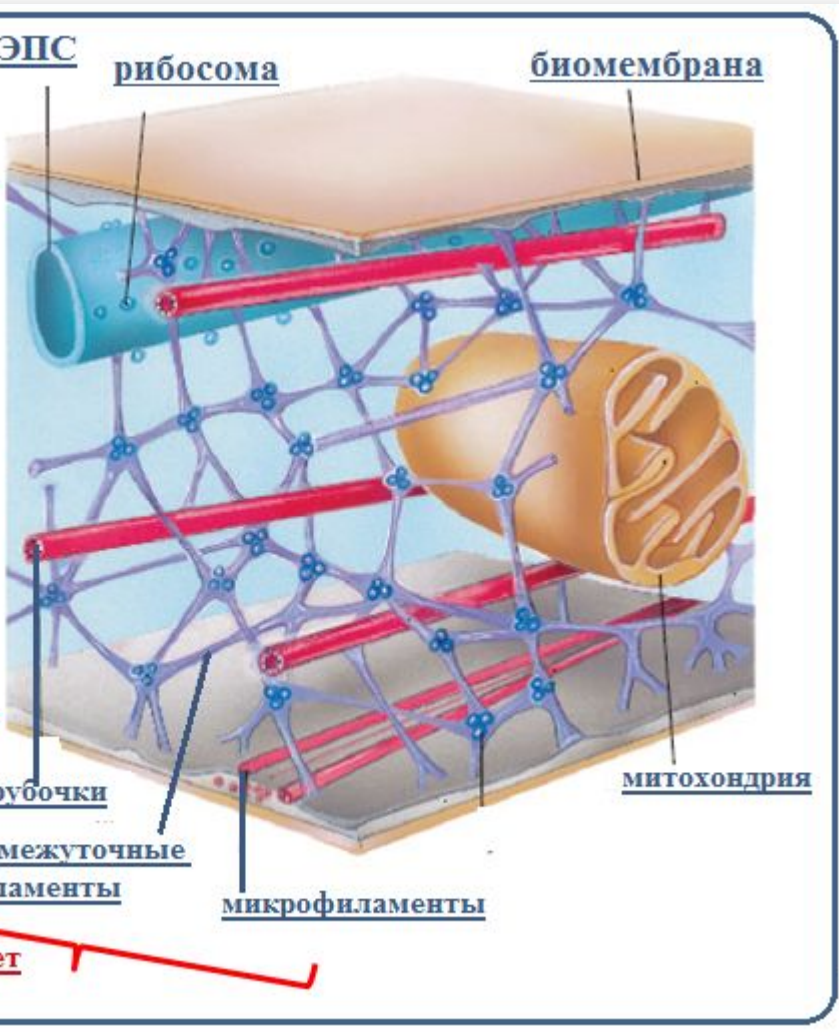
Ее называют так же ***цитозолем, клеточным соком или клеточным матриксом***

**Гиалоплазма выполняет следующие функции:**

- 1 - **метаболическую** (обмен жиров, белков и углеводов);
- 2 - **формирование жидкой среды** (матрикс клетки);
- 3 - **участие в движении клетки, обмене веществ и энергии**



плазма поддерживается цитоскелетом и является коллоидной системой



**Коллоидные системы или коллоиды** - это дисперсные системы, состоящие из крупных частиц размером 0,001-0,1 мкм (**дисперсная фаза**) и средой (**дисперсионная среда**), в которой они распределены..

**Дисперсная фаза** в биокolloидах - **белки, нуклеиновые кислоты, углеводы и другие биологически активные вещества**;  
**дисперсная среда** - **вода**

Гиалоплазма обладает способностью изменять свое физико-химическое состояние, переходя из состояния золя (жидкое состояние) в гель (почти твердое состояние), так называемые переходы золь ↔ гель,

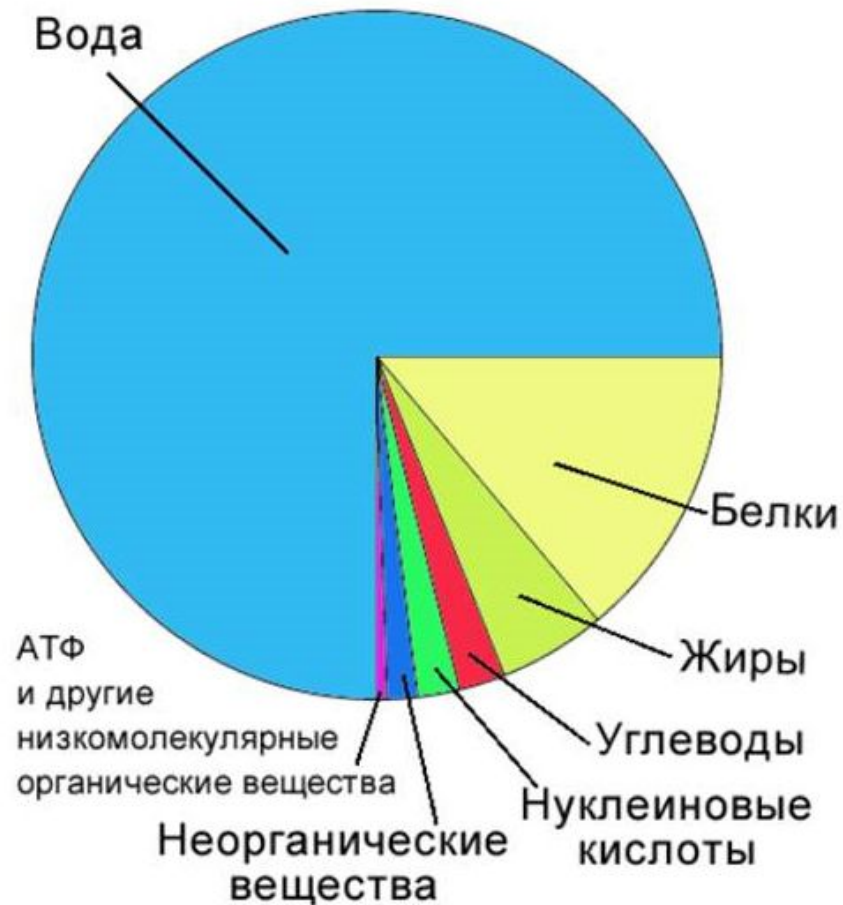
# Химический состав гиалоплазмы

```
graph TD; A[Химический состав гиалоплазмы] --> B[Неорганические вещества]; A --> C[Органические соединения];
```

**Неорганические вещества:**  
вода (60-80%)  
макроэлементы  
микроэлементы  
(0,01-0,000001%)

**Органические соединения:**  
белки,  
липиды,  
полисахариды,  
нуклеиновые кислоты;

# СОТНОШЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В КЛЕТКЕ



# СООТНОШЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В КЛЕТКЕ

## Макроэлементы.

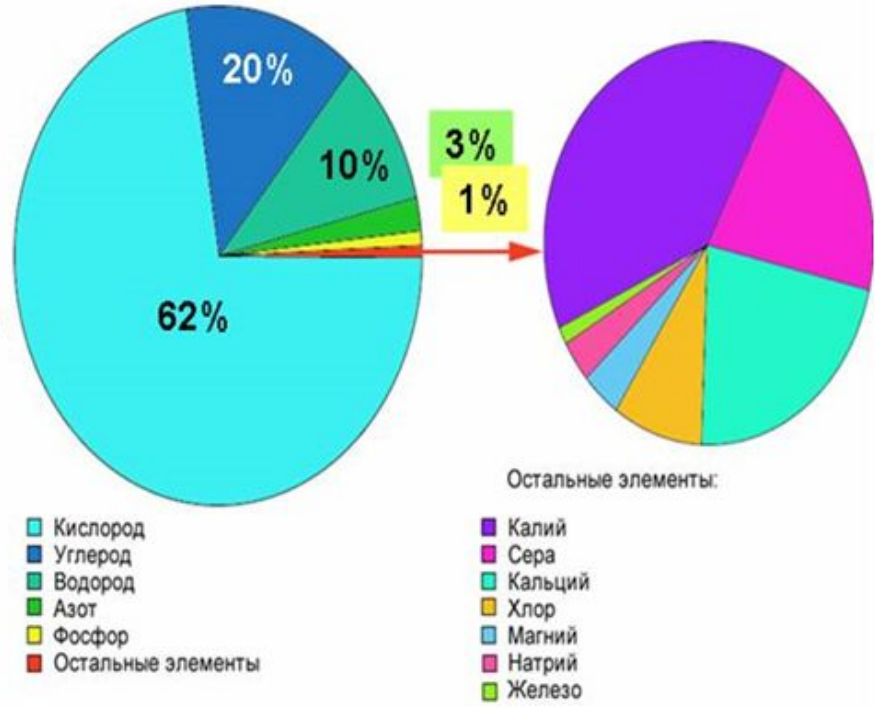
1. Кислород (62%)
2. Углерод (20%)
3. Водород (10%)
4. Азот (3%)
5. Фосфор (1%)
6. Калий (0,25%)
7. Сера (0,25%)
8. Кальций (2,5%)

## Микроэлементы.

1. Хлор (0,2%)
2. Железо (0,01%)
3. Натрий (0,1%)
4. Магний (0,07%)
5. Бор -

## Ультрамикроэлементы.

1. Иод
2. Медь
3. Марганец
4. Молибден
5. Кобальт





Почти постоянно в клетке находятся около 70 химических элементов. Живая клетка не способна нормально существовать без 12 химических элементов.

## Макроэлементы

Составляют 99% всей массы клеточного живого вещества.

Углерод С

Азот N

Водород H

Калий K

Кислород O

Хлор Cl

Магний Mg

Натрий Na

Железо Fe

Кальций Ca

Фосфор P



# Макроэлементы

Элемент	Значение для клетки и организма
<b>H</b> – водород	Входит в состав воды и органических молекул
<b>C</b> – углерод	Главный элемент органических молекул, способен образовывать прочные ковалентные связи, как с другими атомами углерода, так и атомами других элементов
<b>N</b> – азот	Структурный компонент белков и нуклеиновых кислот
<b>O</b> – кислород	Входит в состав воды и органических веществ
<b>P</b> – фосфор	Входит в состав костной ткани, нуклеиновых кислот; АТФ; фосфолипиды входят в структуру клеточных мембран
<b>S</b> – сера	Входит в состав белков и других органических молекул (витаминов и ферментов)



**Микроэлементов** (их по-другому называют **минеральными солями**) в организме человека около 3 кг. Все микроэлементы входят в состав пищи в достаточном количестве. Наиболее важными из них являются:

◆ Микроэлементы - 0.001% - 0.000001%

железо

кобальт

медь

цинк

хром

марганец

молибден

йод

фтор

селен

# Ультрамикроэлементы

Концентрация их не превышает 0,000001%. К ним относят уран, радий, золото, ртуть, бериллий, цезий и другие редкие элементы. Физиологическая роль большинства этих элементов в организмах растений, животных, грибов и бактерий пока не установлена.

◆ Ультраэлементы – менее 0.000001%.

золото

ртуть

уран

радий



# Клеточные включения

Непостоянные образования, запасующие органические вещества и энергию

Зерна (гранулы)

Углеводы

Капли

Белок

Гликоген

Крахмал

Жир

- в клетках печени;
- в цитоплазме яйцеклеток

- в клетках печени;
- в мышечных волокнах;
- в нейронах

- в зернах злаков;
- в клубнях картофеля

- в клетках семян и плодов растений;
- в жировых клетках животных и человека



**Органеллы** - важнейший компонент клетки, имеющие строго определенное строение и функции

## По структуре органеллы

делятся на :

### НЕМЕМБРАННЫЕ

↓

Рибосомы

Клеточный центр

Микротрубочки

Микрофиламенты

### МЕМБРАННЫЕ

↓

#### Двумембранные

↓

Ядро

Митохондрии

Пластиды

#### Одномембранные

↓

Эндоплазматическая сеть

Комплекс Гольджи

Лизосомы

Пероксисомы



# По функциям органеллы делятся

на :

Органеллы  
общего  
значения

содержатся во всех  
клетках

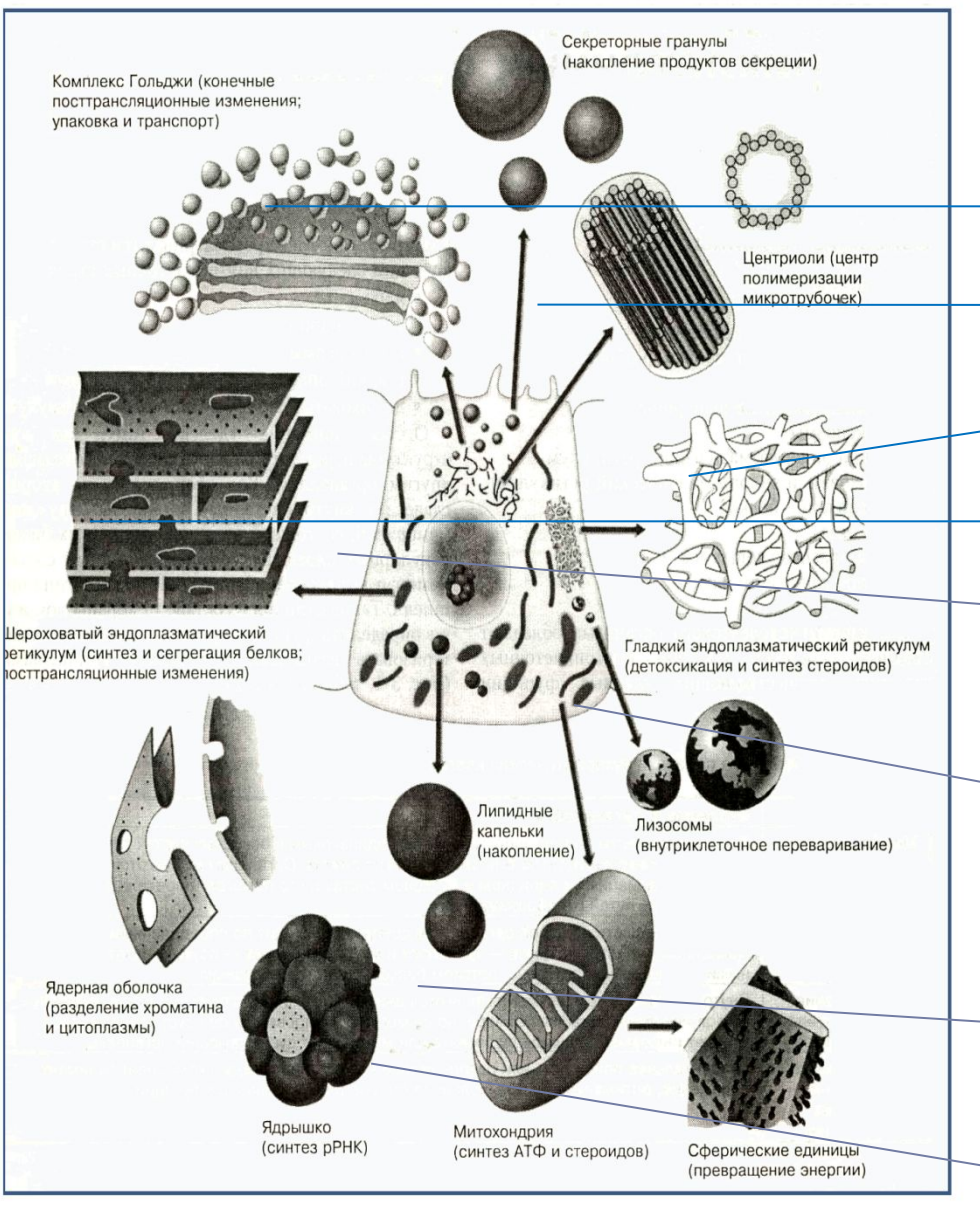
митохондрии,  
эндоплазматическая сеть  
(ЭПС)  
комплекс Гольджи (КГ)  
центриоли  
рибосомы  
лизосомы  
пероксисомы  
микротрубочки  
микрофиламенты

Органеллы специального  
значения

имеются в клетках, выполняю-  
щих специальные функции.

миофибриллы  
нейрофибрил  
лы  
реснички  
жгутики.

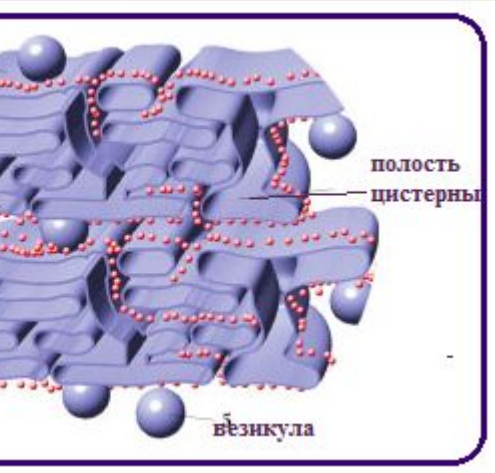
# Структура эукариотической клетки



комплекс  
Гольджи  
микротрубочеч  
ки  
ШЭ  
ПС  
ГЭПС  
ядр  
о  
ЛИЗОСОМ  
Ы  
МИТОХОНДРИ  
И  
ядрышко

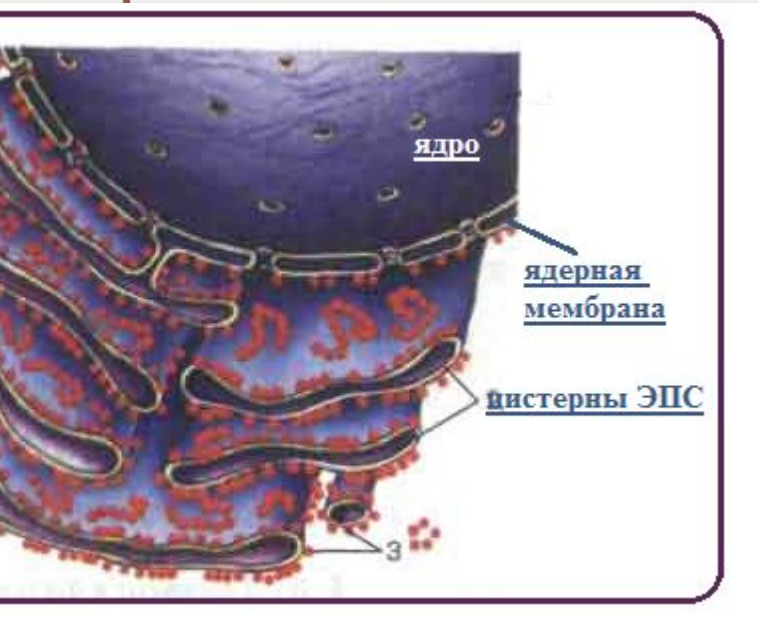


# Эндоплазматическая сеть (ЭПС)

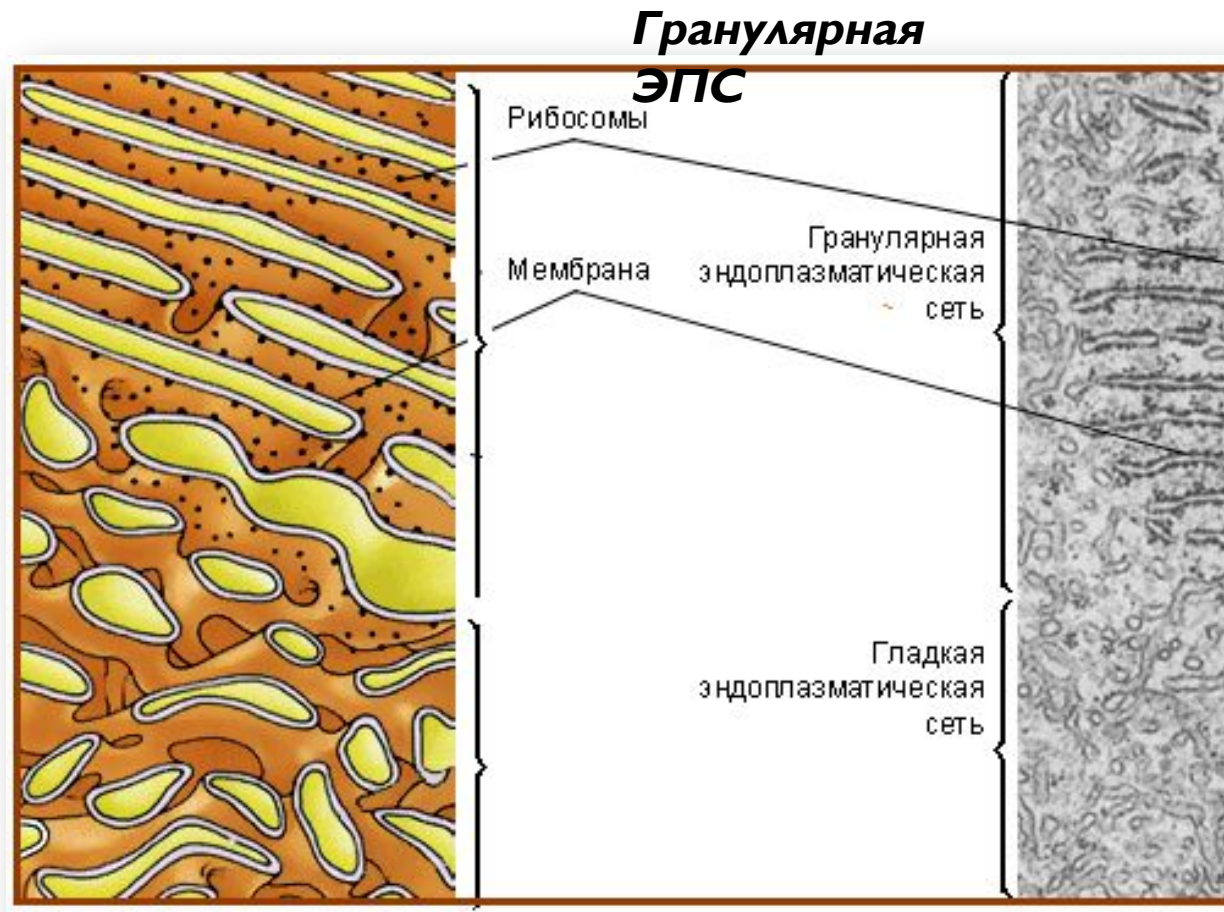
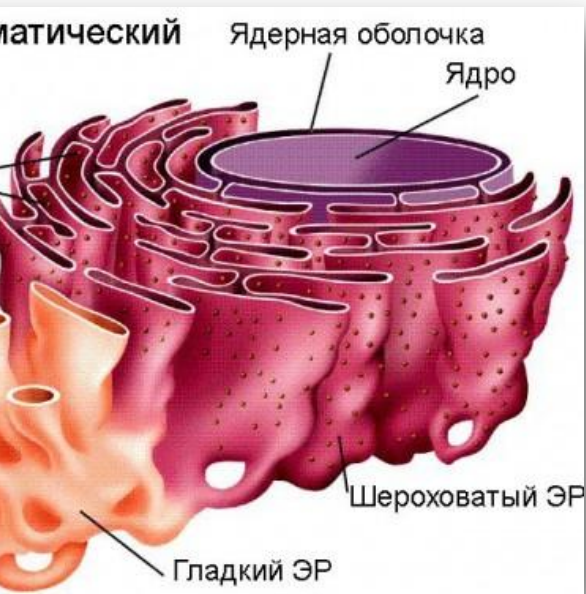


**ЭПС** - разветвленная система полостей, трубочек и каналов, ограниченных мембраной, сходной с плазматической

Соединена с ядерной мембраной



**Эндоплазматическая сеть**



### Агранулярная ЭПС



## ЭПС

- ❖ синтез белков и липидов всех мембран;
- ❖ синтез **«экспортных»** (предназначенных к выделению из клетки) и лизосомных белков ,при этом «экспортные» белки синтезируются на одном участке ЭПС, мембранные - на другом, лизосомальные - на третьем);
- ❖ первоначальная сортировка и модификация белков;
- ❖ образование везикулярных пузырьков, транспортирующих вновь синтезированные белки в аппарат Гольджи и лизосомы.

Процессы, происходящие в ЭПС можно разделить на следующие этапы:

- **1** - синтез белков и липидов мембран, экспортных и лизосомальных белков;
- **2** - первичная сортировка белков ЭПС;
- **3** - модификация белков и липидов;
- **4** - «упаковка» белков и липидов в транспортные пузырьки – **везикулы.**

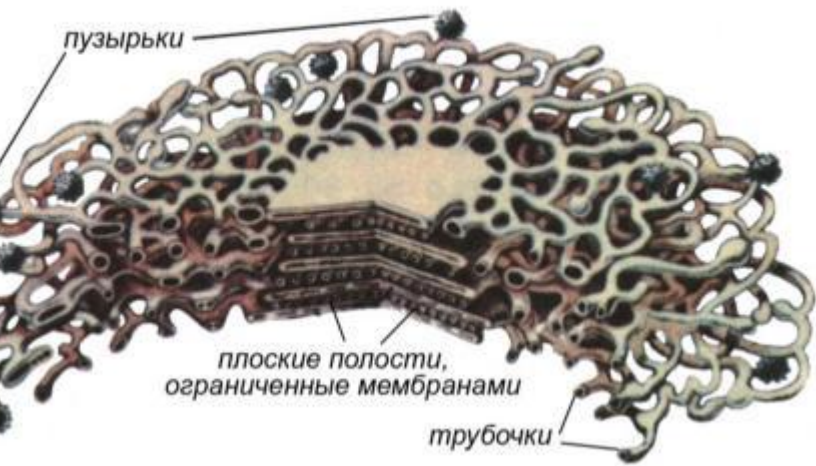
# Функции агранулярной ЭПС

- ❑ разделение цитоплазмы на отделы - **компартменты**, где происходит своя группа биохимических реакций;
- ❑ биосинтез жиров и углеводов; стероидных гормонов;
- ❑ образование пероксисом;
- ❑ дезинтоксикация ядов, гормонов, лекарств за счет деятельности ферментов;
- ❑ депонирование ионов  $\text{Ca}^+$ ;
- ❑ источник мембран для восстановления кариолеммы в телофазе митоза.



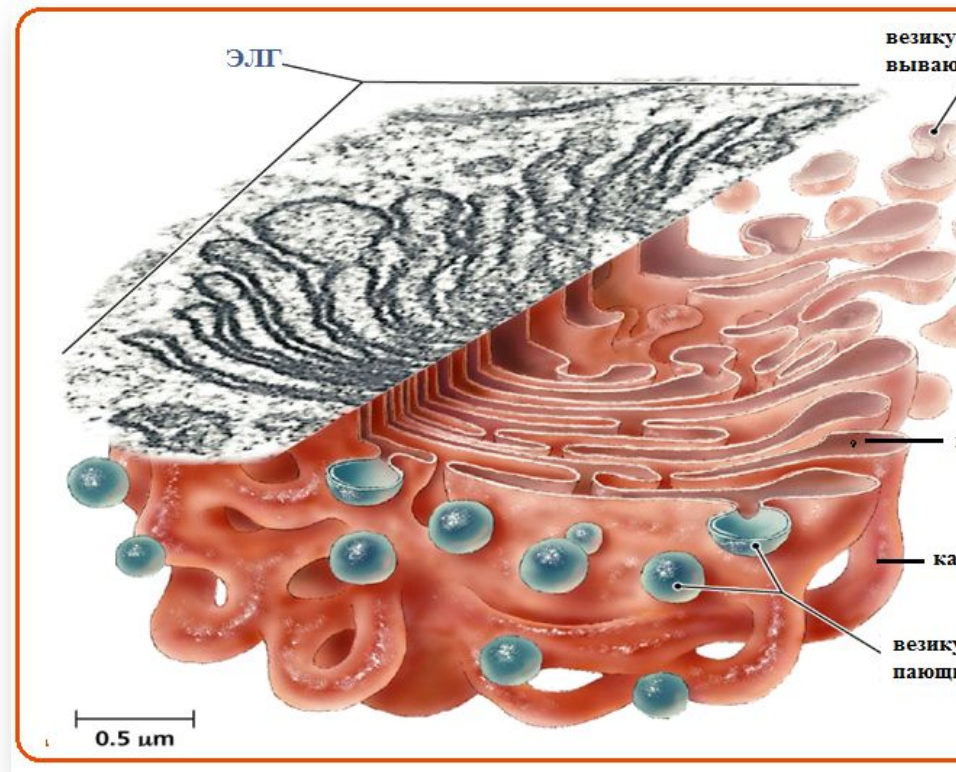
**Аппарат Гольджи (АГ) – представляет собой совокупность диктиосом клетки.**

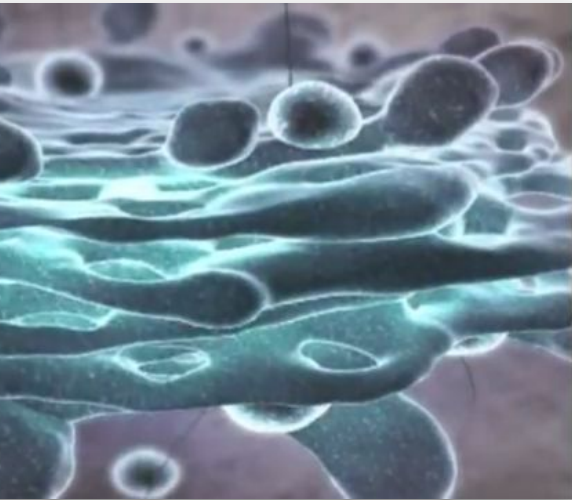
СХЕМА СТРОЕНИЯ АППАРАТА ГОЛЬДЖИ



Одна **диктиосома** состоит из 5-10 мешковидных плоских **цистерн**, расположенных стопкой и расширенных на концах. Цистерны связаны со стоком посредством пузырьков системой проходящих от них трубочек - **нальцев**.

## Аппарат Гольджи

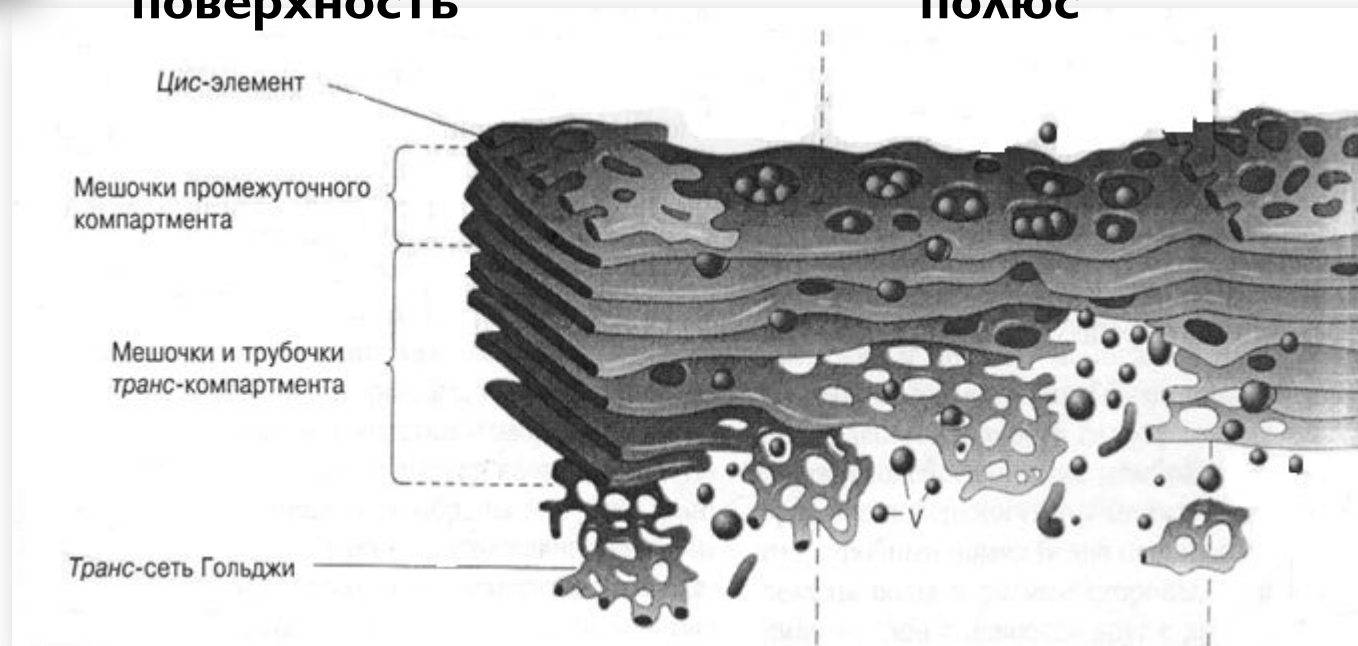




# Структура диктиосомы аппарата Гольджи

**цис-поверхность**

**цис-полюс**

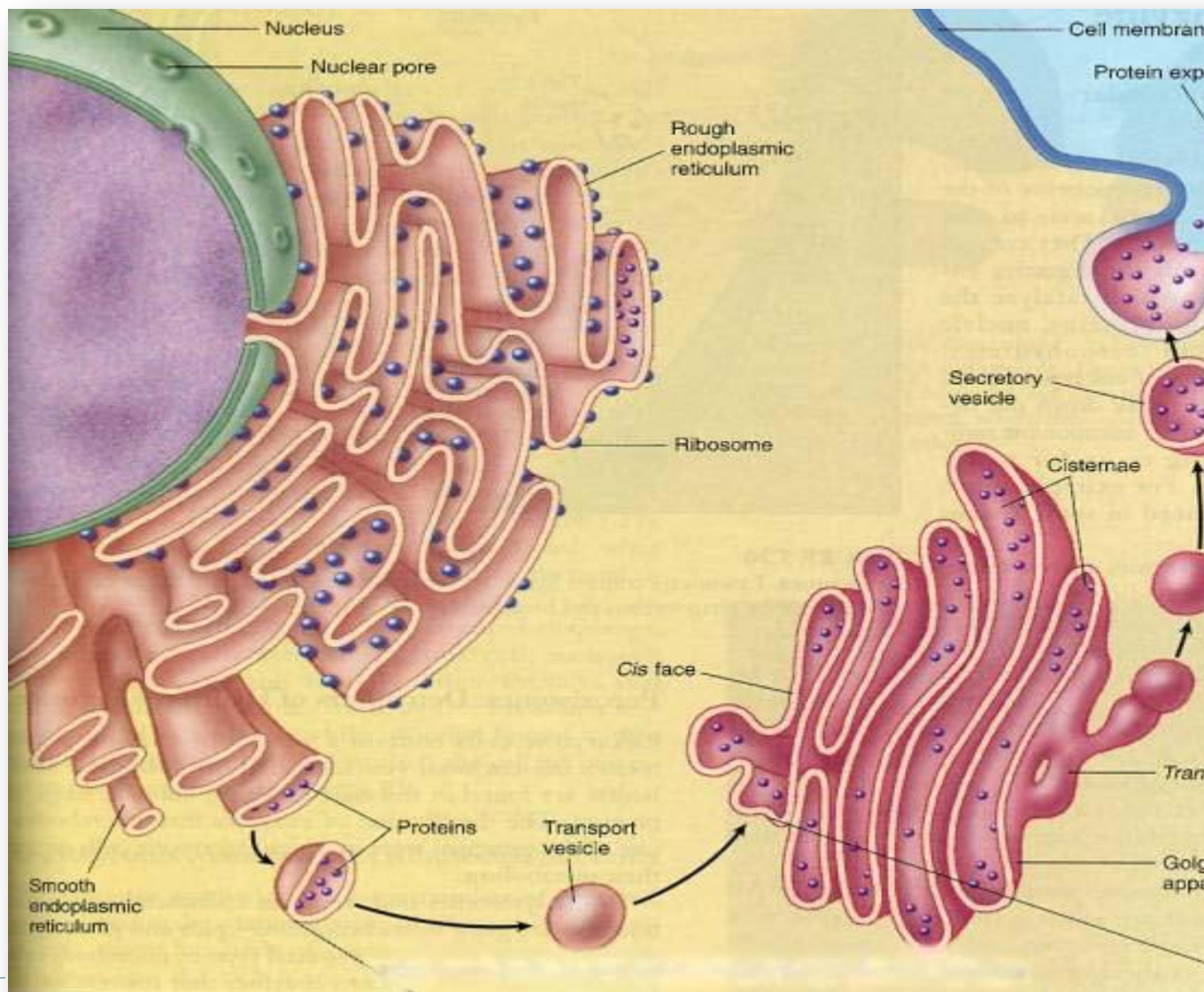


**транс-полюс**

**транс-поверхность**

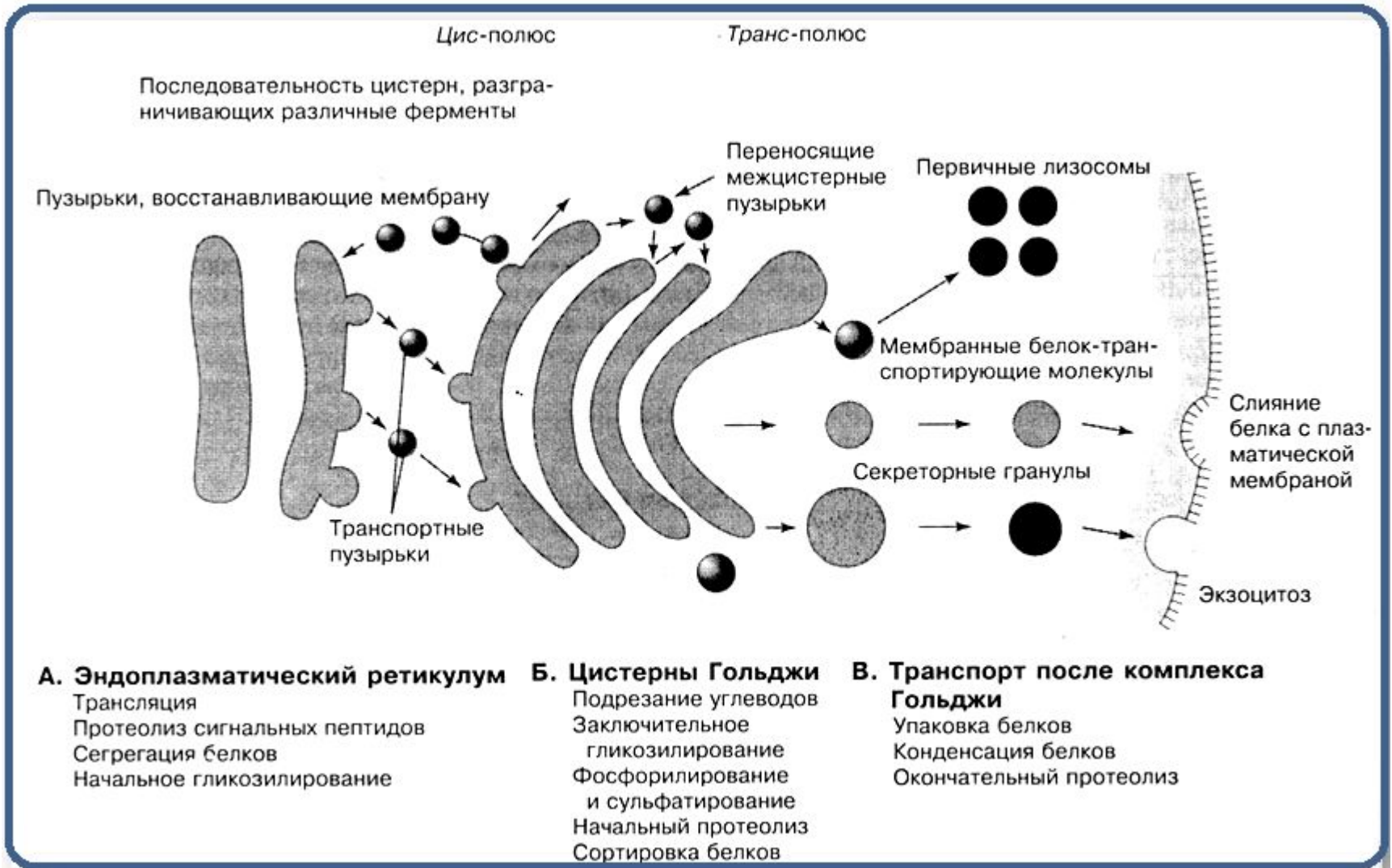


# Сортировка белков в ЭПС и аппарате Гольджи





# Сортировка белков в ЭПС и аппарате Гольджи





Наружная часть аппарата Гольджи постоянно расходуется в результате отщуровывания пузырьков, а внутренняя – постепенно формируется за счет деятельности ЭПР.



# Функции аппарата

## Гольджи

- ❑ **Накопление, созревание и конденсация белка и липидов, синтезированных в гранулярной ЭПС; дальнейшая модификация гликопротеинов и гликолипидов**
- ❑ **Сортировка белков. В комплексе Гольджи происходит сортировка белков, поступивших из ЭПС по наличию адресной метки**
- ❑ **Синтез полисахаридов, входящих в состав гликопротеинов и гликолипидов; углеводов стенок растительных клеток.**
- ❑ **Образование липопротеинов - особых частиц, состоящих из гидрофобного липидного ядра, окруженного полярными липидами и апобелками. Липопротеины образуются для транспортировки липидов и жиров в крови. Различают несколько видов липопротеинов: липопротеины низкой плоскости (ЛНП), очень низкой плотности (ЛОНП), и высокой плотности (ЛВП). Диаметр частиц 10-500нм.**
- ❑ **Образование первичных лизосом.**
- ❑ **Формирование секреторных включений и выделение их из клетки (упаковка и секреция).**
- ❑ **Образование акросомы - структуры сперматозоида, содержащей ферменты лизиса оболочки яйцеклетки.**

# Митохондрия

Суммарная масса всех митохондрий клетки называется **хондриом**.

Двумембранная гранулярная или зернистая органелла толщиной около 0,5 мкм.

Содержат собственные **РНК** и кольцевую ДНК.

Внутренняя мембрана образует складки – **кристы**.

Имеются собственные **рибосомы**.

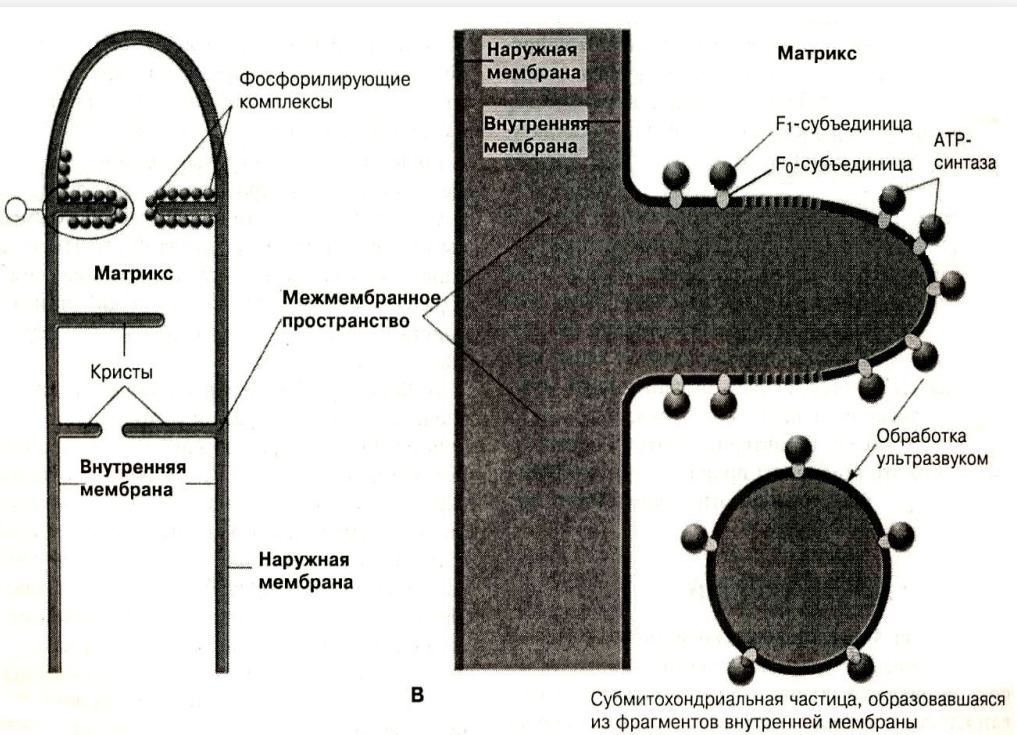
В мембраны встроены ферменты, участвующие в синтезе АТФ – **АТФ-синтазы**.

Способны к самостоятельному делению.

**Митохондрия** - органелла эукариотической клетки, обеспечивающая организм энергией за счет окислительного фосфорилирования. Является **энергетическим центром** клетки.

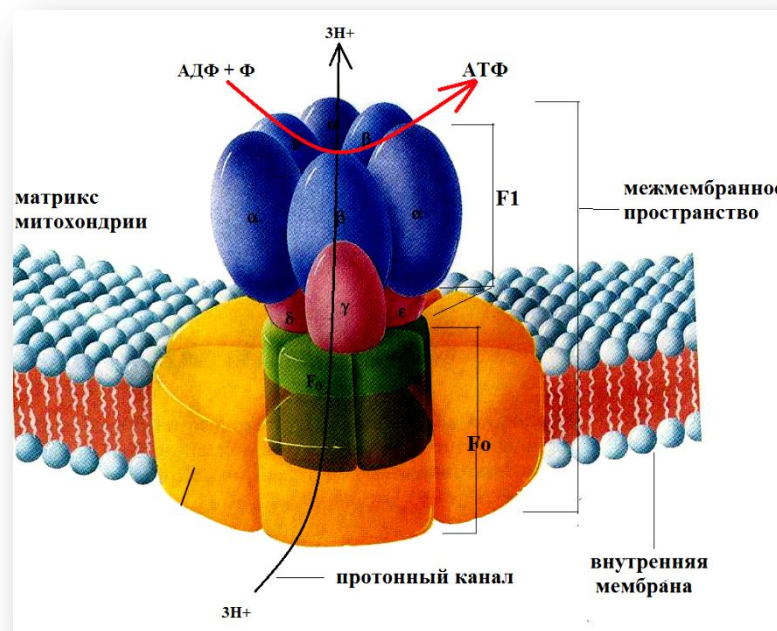






**Схема строение митохондрии:**  
**А - общий вид; В - увеличенная часть участка мембраны с кристой**

**Митохондриальная АТФ-синтаза**





## Функции митохондрий

Электроннограмма  
продольный срез



поперечный срез

**Основная функция** - окисление органических веществ и связывание освобождающейся при их распаде энергии в синтезе **молекул АТФ**.

Синтез собственных белков, нуклеиновых кислот, липидов и углеводов.

Образование собственных рибосом.

Подготовка распада жиров и аминокислот.

Цикл преобразования лимонной кислоты (Цикл Кребса).

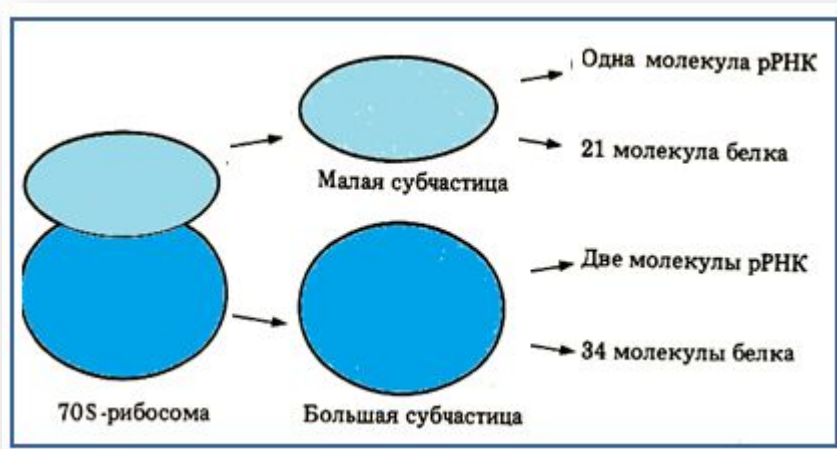
Участие в биосинтезе стероидных гормонов (отдельные звенья синтеза происходят в митохондриях).

Депонирование кальция.

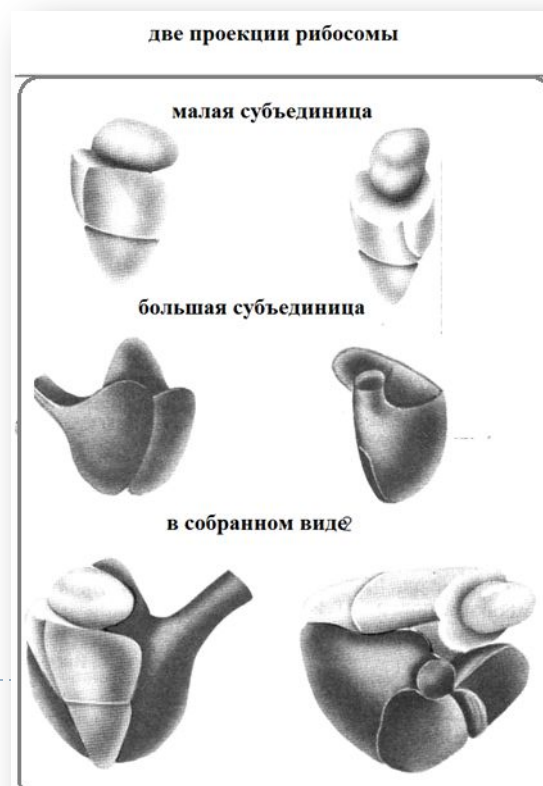
Участие в биосинтезе пуринов.

# РИБОСОМЫ

**Рибосомы** - очень мелкие органоиды, немембранный компонент клетки, сферической или слегка овальной формы

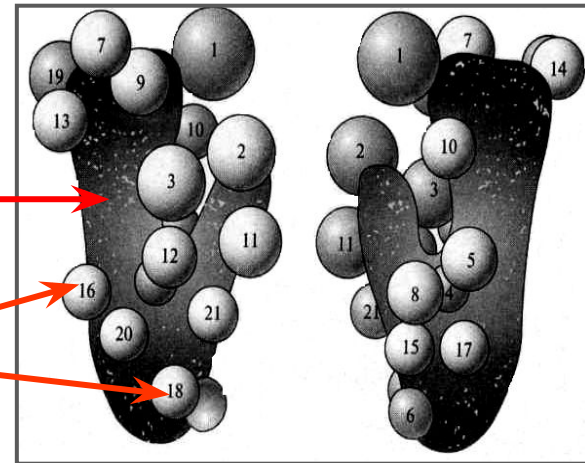


Состоят из двух субчастиц - большой и малой. Субъединицы синтезируются в ядрышке

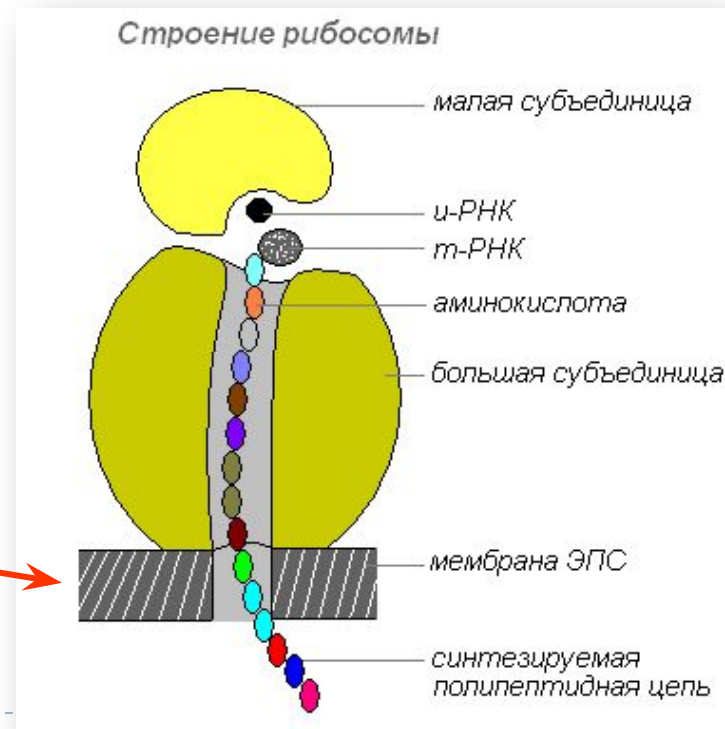


В состав рибосом входят **рРНК** и белок

**рРНК**  
**рибосомальный белок**



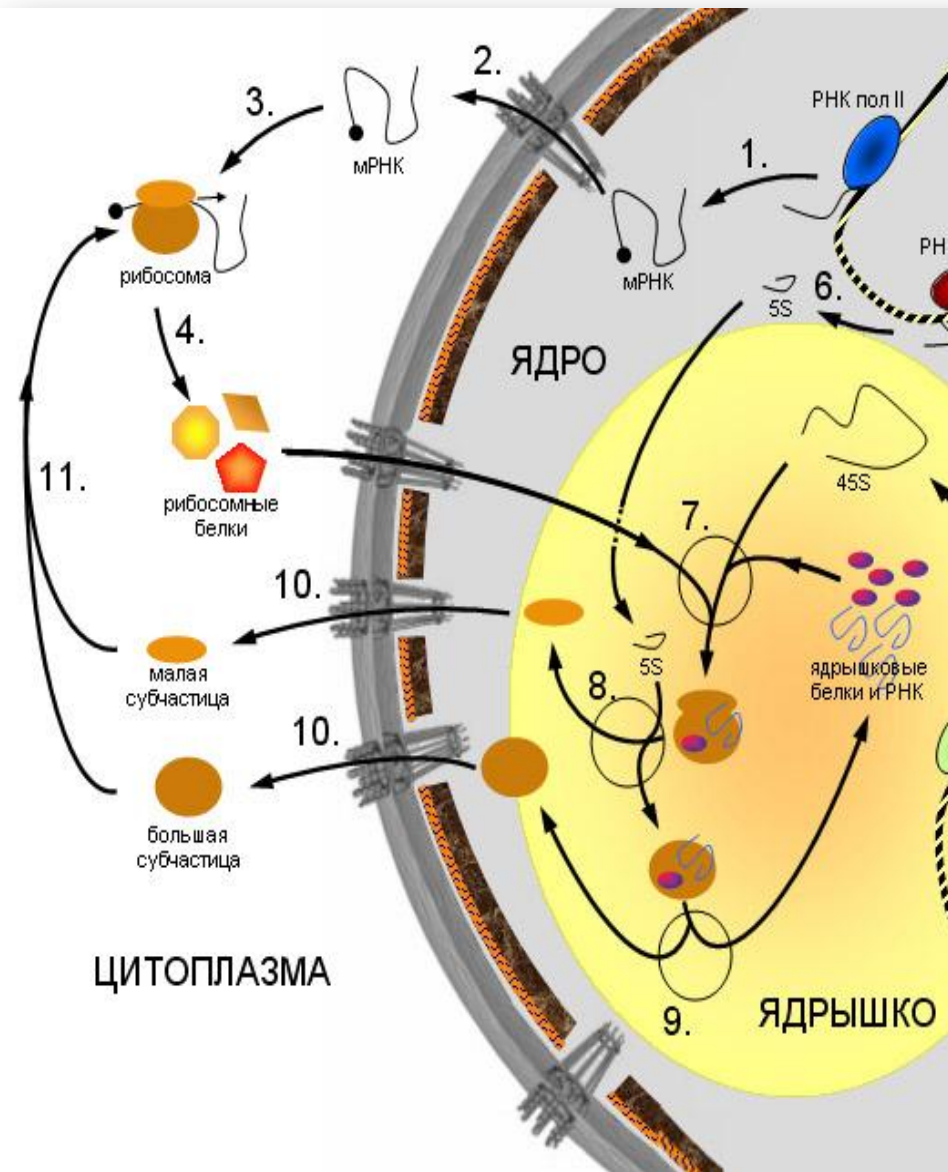
**Рибосомы свободно лежат в цитоплазме (цитоплазматические свободные рибосомы, обеспечивают трансляцию цитоплазматических белков), в матриксе митохондрий и хлоропластов или прикреплены к мембранам ЭПС (мембраносвязанные рибосомы ГЭПС, участвуют в синтезе белка в её полостях)**



## Схема синтеза рибосом в клетках

### эукариот:

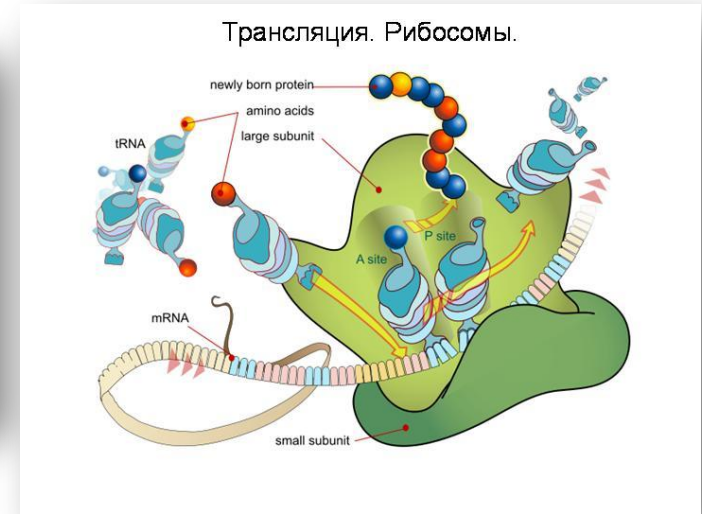
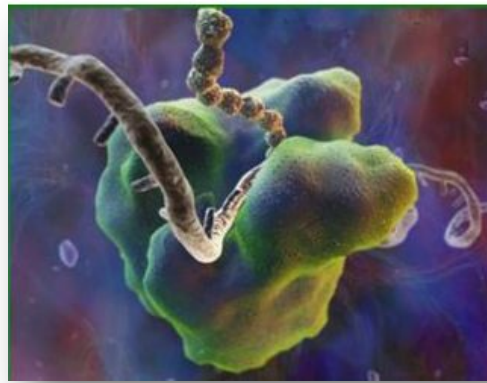
1. Синтез мРНК рибосомных белков РНК
2. Экспорт мРНК из ядра.
3. Узнавание мРНК рибосомой и
4. Синтез рибосомных белков.
5. Синтез предшественника рРНК (45S — предшественник).
6. Синтез 5S рРНК.
7. Сборка большой субъединицы
8. Дозревание большой субъединицы,
10. Выход рибосомных субчастиц из ядра.
11. Вовлечение их в трансляцию.





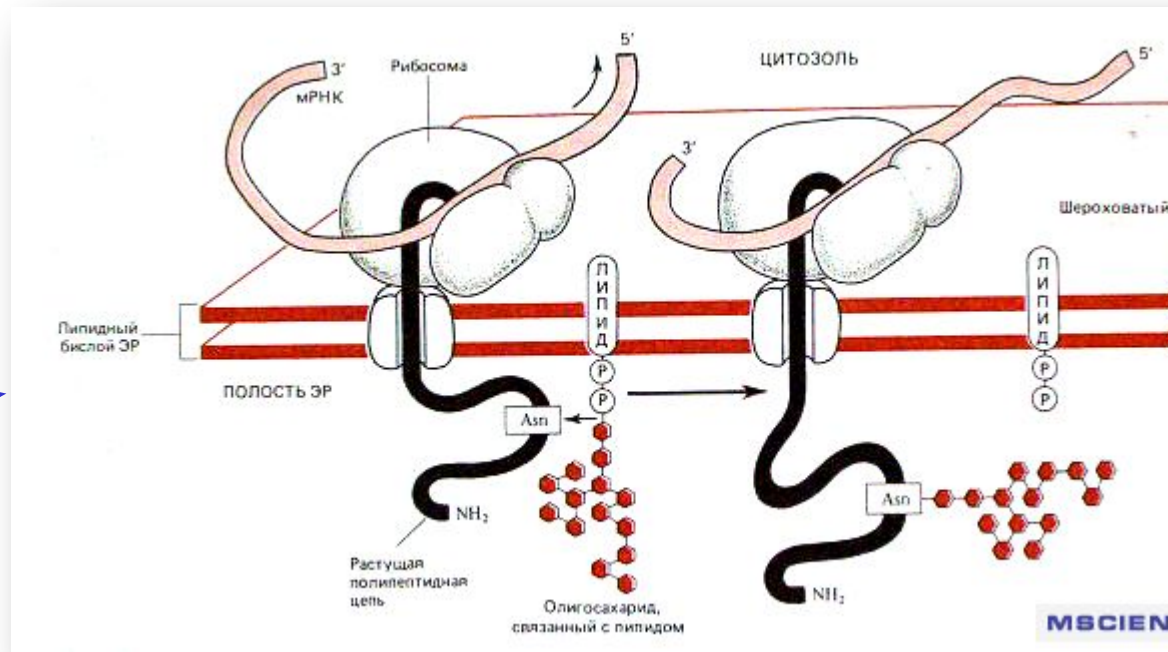
# Функции рибосом

**1. Биосинтез** цитоплазматических белков (сборка белковых молекул из аминокислот **в цитоплазме**).



**2. Биосинтез** белков «на экспорт», лизосомальных и мембранных белков **в полостях ГЭПС**

**3. Биосинтез** белков **в митохондриях и пластидах**.

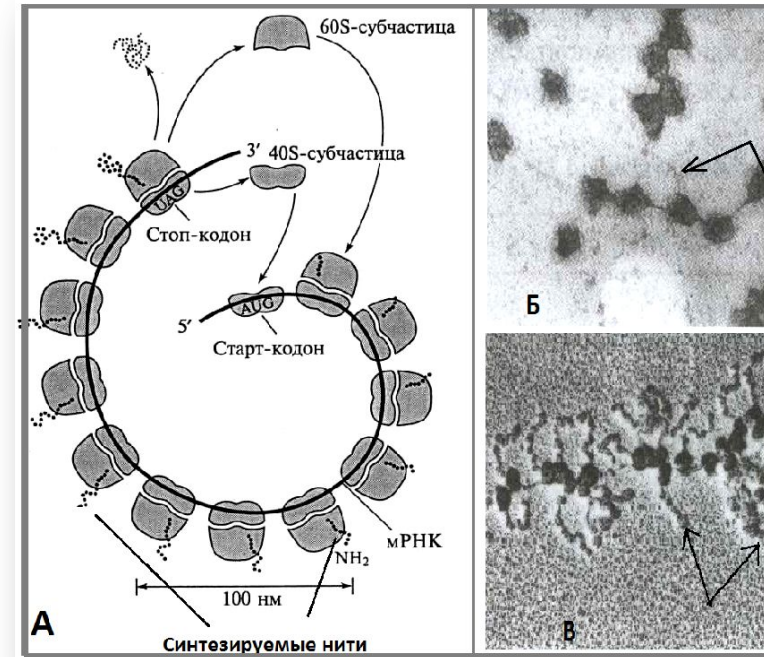
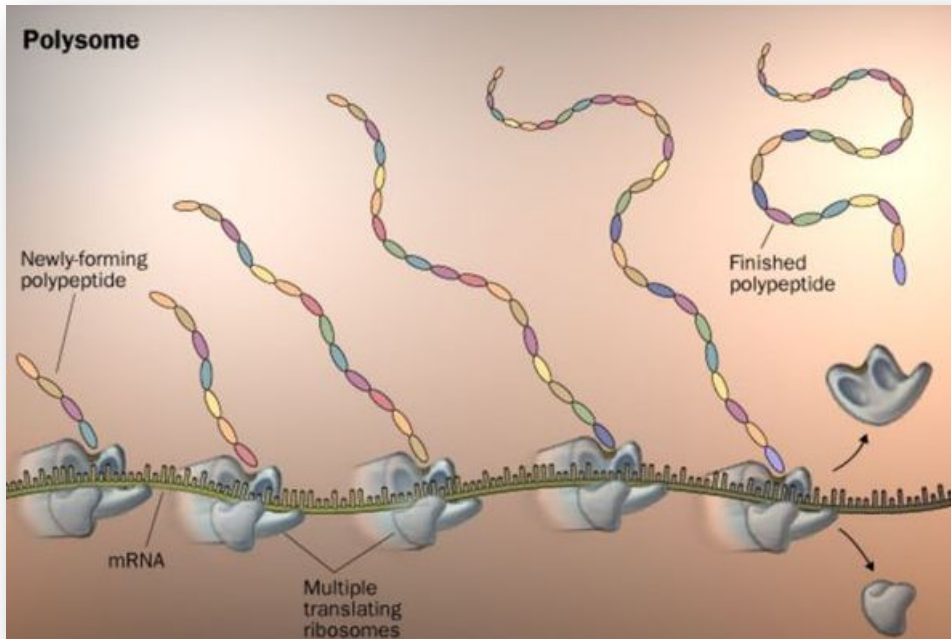


## Полирибосомы (полисомы)–

синтезирующие белок внутриклеточные комплексы, которые состоят из молекулы мРНК несколько рибосом одновременно транслирующих одну молекулу мРНК.

Количество рибосом в полисоме зависит от скорости инициации, elongации и терминации на данной мРНК.

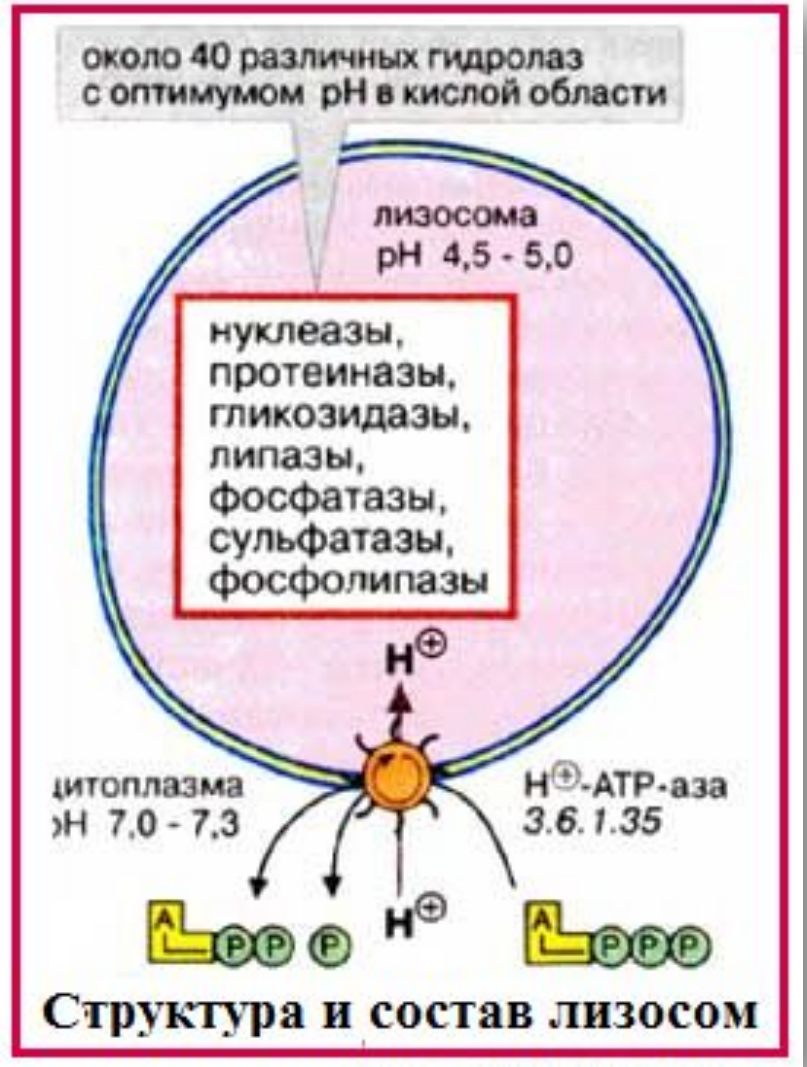
Полисомы образуются путем последовательного присоединения рибосом к мРНК. Каждая рибосома полисома синтезирует одну белковую цепочку считывая генетическую информацию одной и той же мРНК.



# Лизосомы

Это главные пищеварительные органеллы клетки. Самые мелкие клетки, представляющие собой пузырьки диаметром 0,2-0,8 мкм, содержащие около 60 гидролитических одномембранные органеллы ферментов (протеазы, липазы, нуклеазы, фосфатазы), активных в слабокислой среде.

Расщепление веществ с помощью ферментов называют лизисом, отсюда и название органоида.





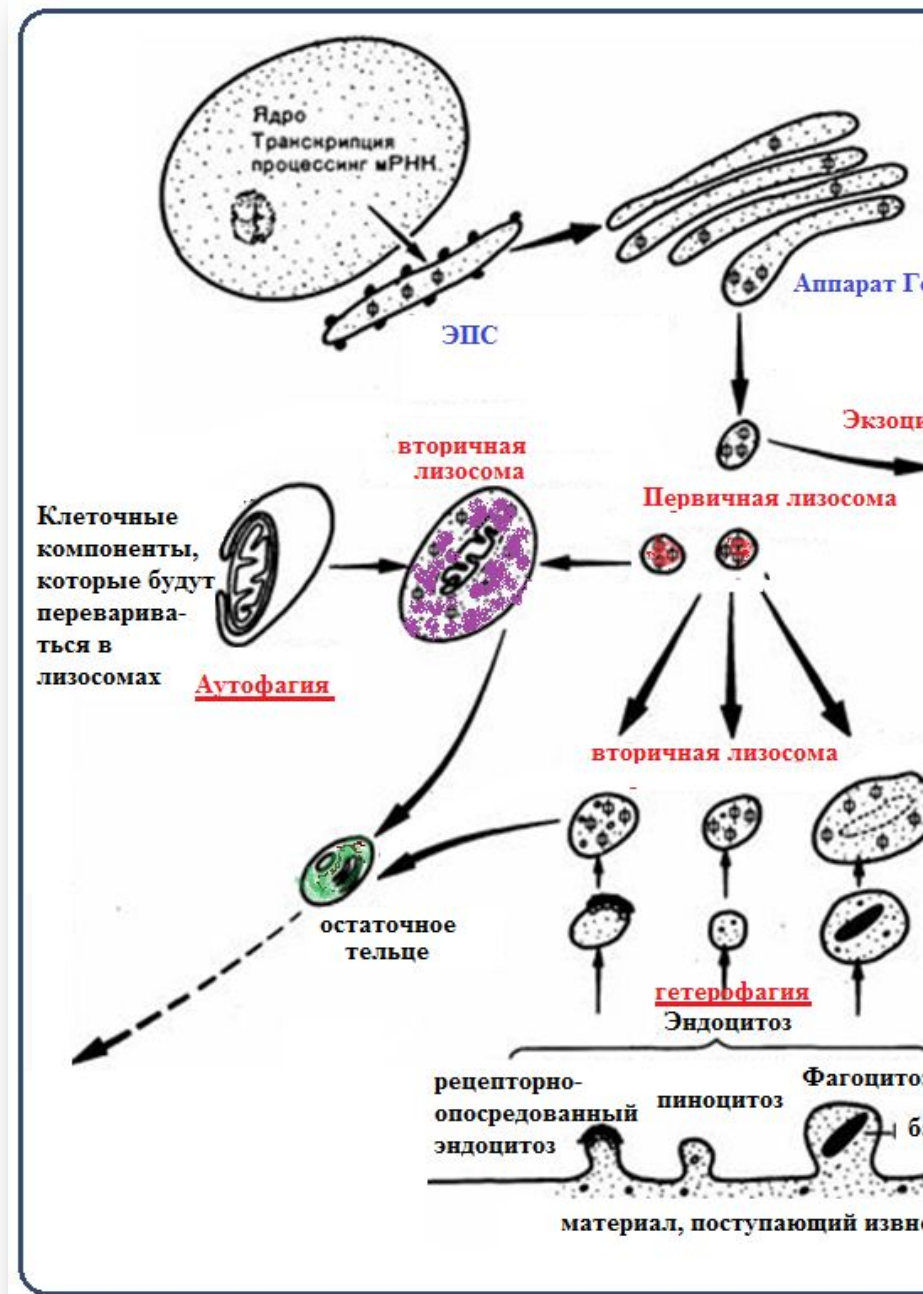
# ЦЕЛЛУЛАЗА И ЛИЗОСОМ

**Первичные лизосомы** – это везикулы (диаметром около 100 нм), только что отделившиеся от транс-мембранной поверхности комплекса Гольджи и содержащие кислые гидролазы;

**Вторичные лизосомы** – образуются путем слияния первичных лизосом с ранними эндосомами (фагосомами). Различают **гетеролизосомы (фаголизосомы)** и **аутолизосомы (аутолизосомы)**.

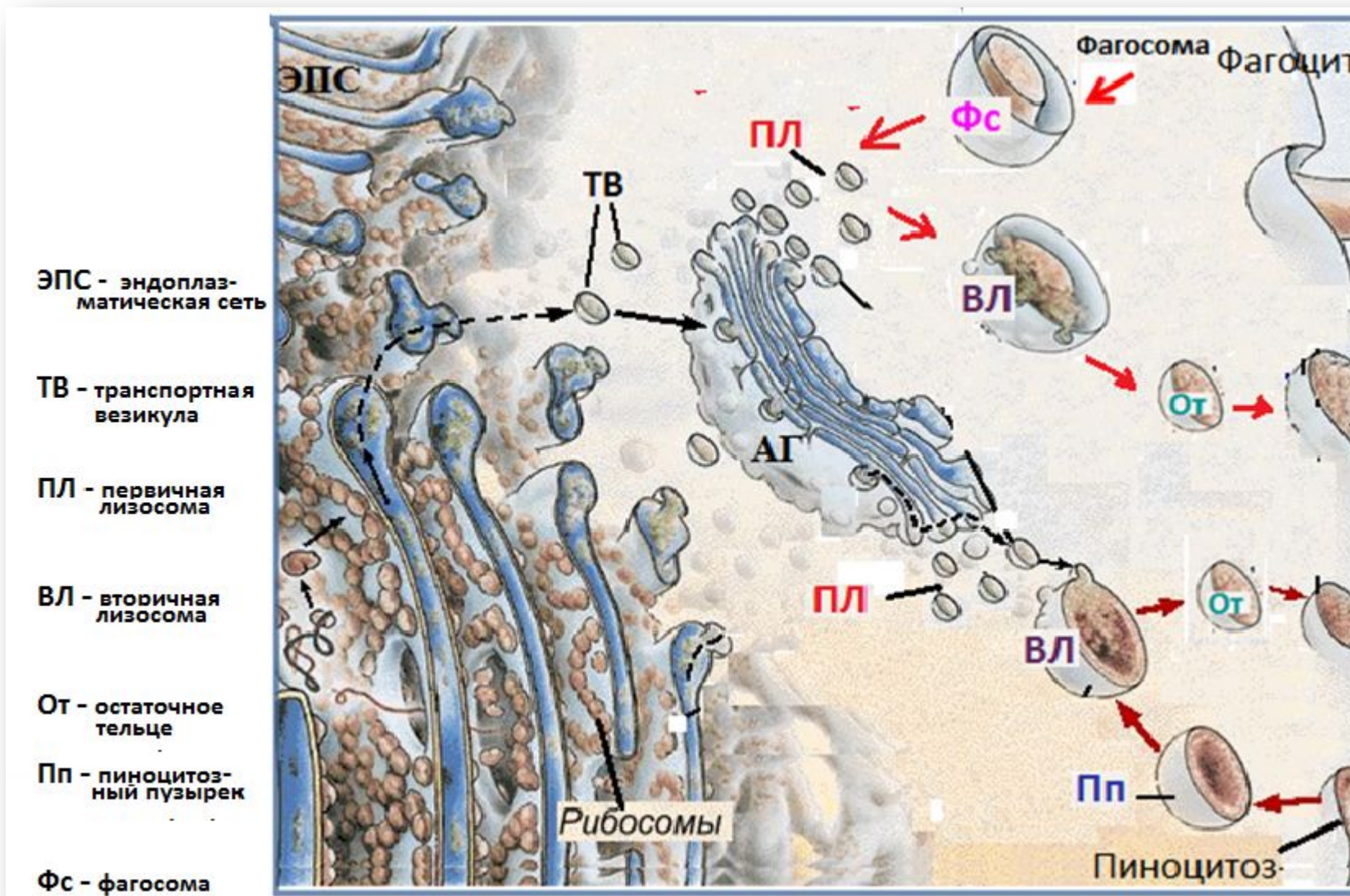
**Гетеролизосомы** переваривают материал, поступивший из внеклеточного пространства. **Аутолизосомы** переваривают собственные структуры клетки, устаревшие, поврежденные или выполнившие свою функцию.

3. **Остаточные тельца или резидуальные лизосомы** – это вторичные лизосомы, в которых процесс переваривания завершен. В них отсутствуют гидролазы и содержатся непереваренные остатки.





# Лизосомы образуются в комплексе Гольджи.



**В лизосомах происходит:**

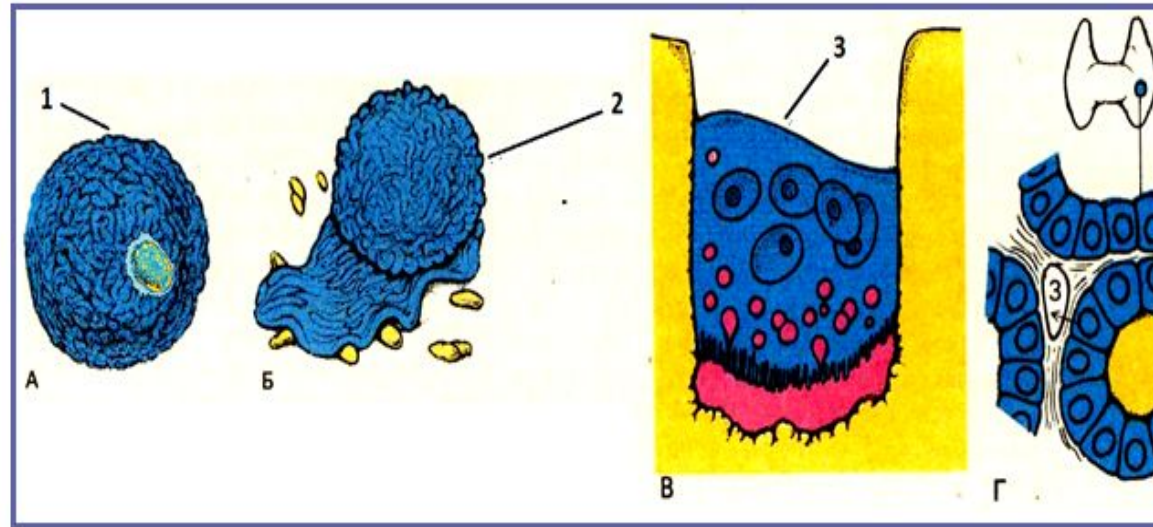
**1. Гетерофагия:**

переваривание питательных веществ, поступающих извне клетки - (внутриклеточное пищеварение);

постразрушение гормонов и др. специфических молекул, выполнивших свою функцию или существующих в высоких концентрациях;

этап обеспечения иммунитета, в процессе которого чужеродные вещества разрушаются лизосомами лейкоцитов и макрофагов;

обновление и перестройка нерастворимых клеточных структур: лизосомы костных клеток - остеокластов способны использовать лизосомальные ферменты для растворения минералов кости



**Примеры гетерофагии:**

А-лейкоцит(1) захватывает и уничтожает бактерию;

Б-макрофаг(2) в легочной артерии поглощает микробы, пыль, вирусы и др.;

В-реконструкция кости: остеокласт(3) (клетка костной ткани) разрушает костный матрикс гидролазами, обеспечивая обновление и перестройку нерастворимых внеклеточных структур;

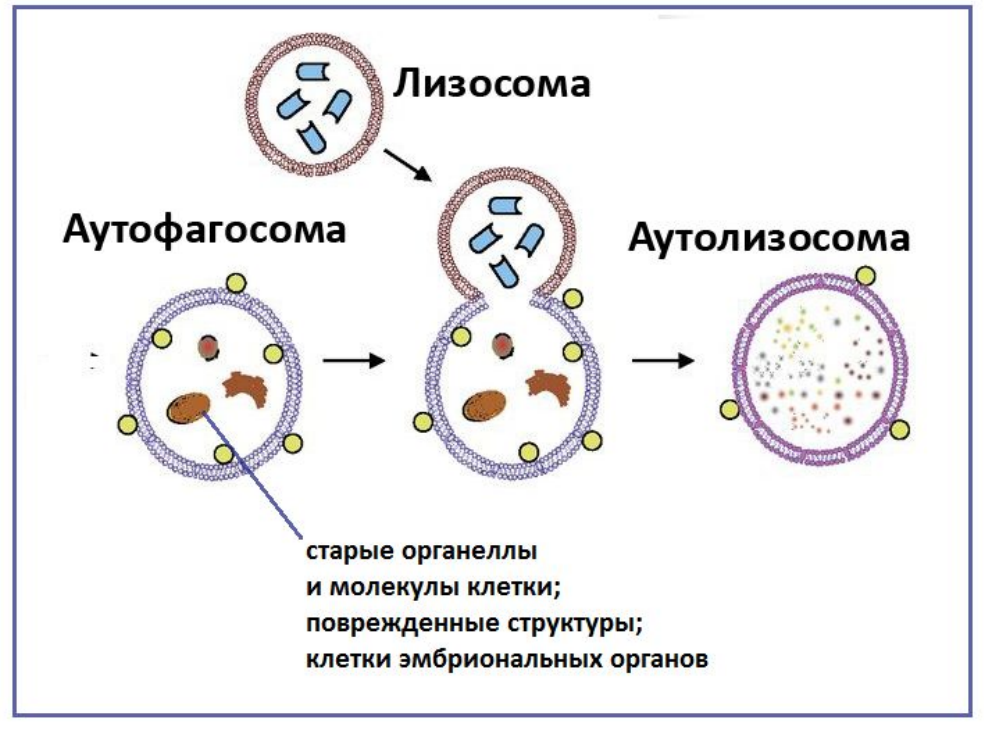
Г - белок тироглобулин, поступает в просвет фолликулярных клеток (1), путем эндоцитоза попадает в них (2) и разрушается при участии лизосомальных гидролаз. Одним из продуктов переработки является гормон тироксин(3), поступающий в кровь и лимфу



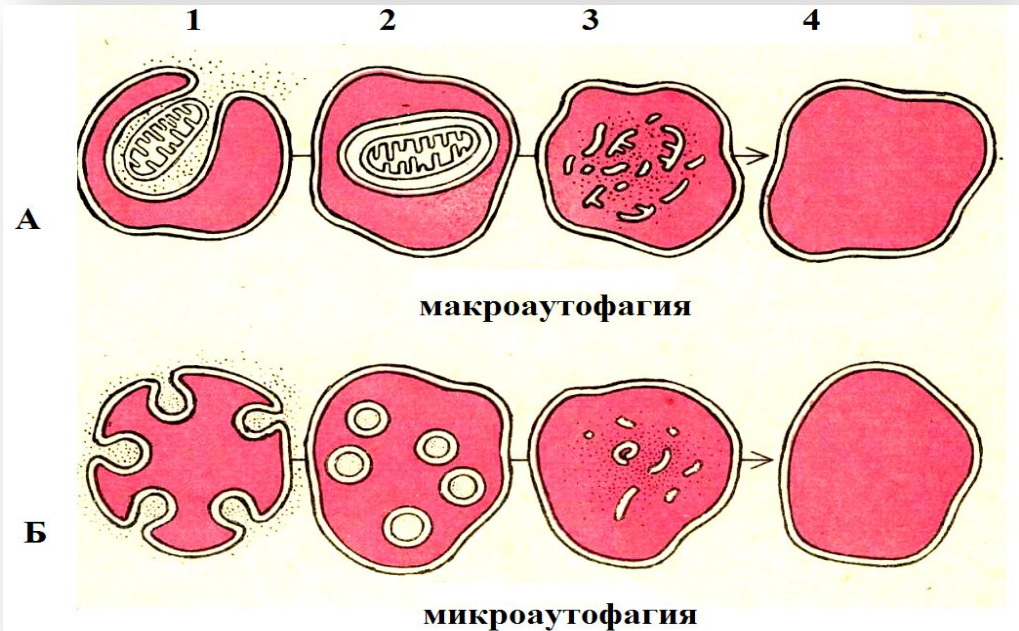
2 . Аутофагия - процесс утилизации различных разрушенных или отмирающих клеточных структур:

патологических, стареющих клеток, клеток временных эмбриональных органов и др.;

3. Процесс очищения лизосом.



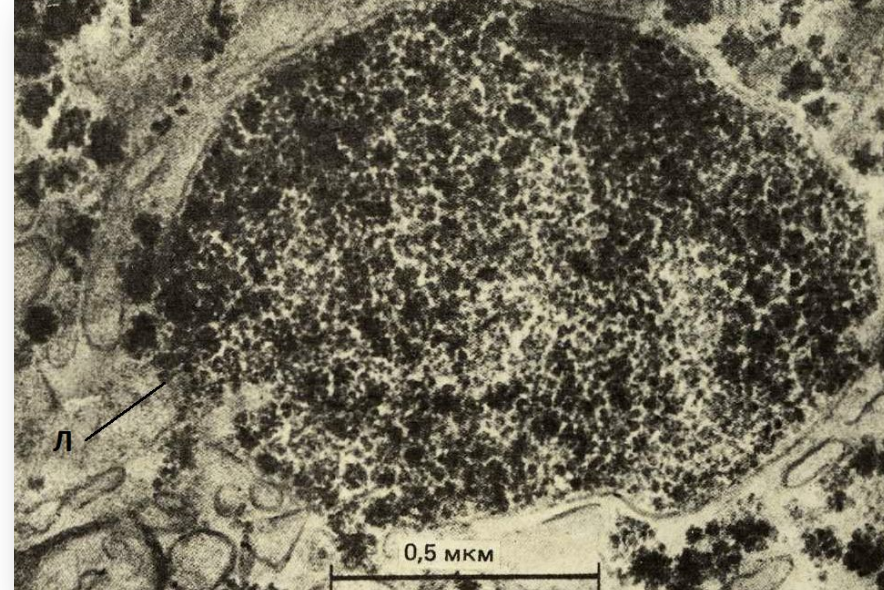
В зависимости от размеров перевариваемых структур различают **макро** и **микроаутофагию**.



## Болезни человека связанные с функционированием лизосом

**1 - болезни накопления** мукополисахаридов или генетические болезни накопления, обусловленные мутациями некоторых генов. Эти болезни связаны с дефицитом определенных лизосомных ферментов, вызванным мутацией их генов. Вещества, которые должны перевариваться этими ферментами не расщепляются и накапливаются в лизосоме; она постепенно набухает, достигает огромных размеров, что и приводит к гибели клетки.

Известно более 10 лизосомных ферментов, дефицит которых способен вызвать мукополисахаридоз.



Лизосома полностью заполненная гликогеном у ребенка с болезнью Помпе. Избыток гликогена вызван дефицитом гидролазы, расщепляющей гликоген





**Болезни, связанные с нарушениям сортировки и транспорта лизосомных ферментов - гидролаз.**

Так развивается болезнь I-клеток (от inclusion - включения). Ее развитие связано с отсутствием в лизосомах не менее 8 ферментов, которые обнаруживаются в неправильном месте: в крови и моче больных. гидролазы не поступают в лизосомы и процесс переваривания глюкозамингликанов (мукополисахаридов) не происходит; лизосомы оказываются переполненными этими веществами, а их обмен в клетках нарушается. У больного наблюдается задержка развития и деформация скелета.

Различают 2 типа болезни I-клеток; муколипидоз II и муколипидоз III. Кроме болезни I-клеток, нарушения транспортировки гидролаз приводит к развитию атеросклероза и ожирения.

**Болезни, связанные с повреждением лизосомных мембран.**

Мембрана лизосом устойчива к действию своих лизосомальных ферментов, так как, ее компоненты подвергаются сильной степени гликозилированию, но по ряду причин она может быть разрушена и содержимое лизосом попадает в цитоплазму. Это явление называется **внутриклеточный выброс**.

В результате развиваются выраженные повреждения клетки вплоть до ее гибели. При этом возникают патологические состояния, приводящие к развитию таких болезней как подагра, асбестоз и силикоз (болезнь легких у шахтеров).

Нарушение целостности мембран происходит при голодании, гипоксии, изменении гормонального статуса, шоке и т.д.

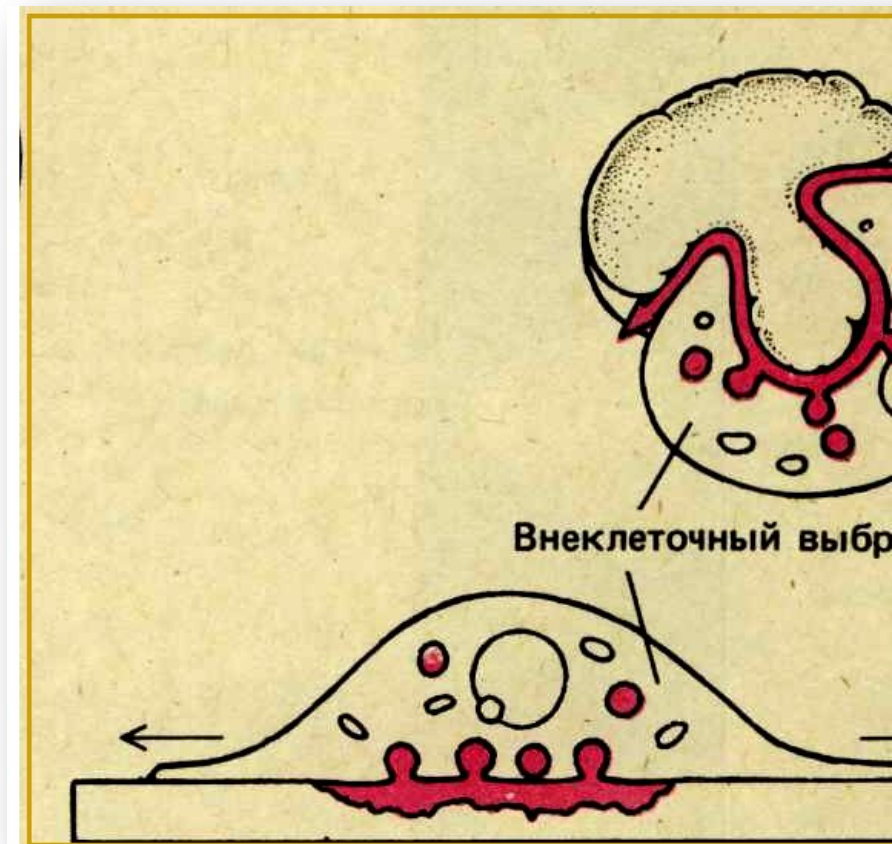
**внутриклеточный выброс**



**Патология пищеварительных ферментов**

**Болезни, связанные с внеклеточным выбросом.**

При некоторых состояниях происходит выброс содержимого лизосомы во внеклеточное пространство. В результате развивается тяжелейшая эрозия внеклеточных структур, приводящая к развитию ревматоидного артрита и некоторых других аутоиммунных болезней.



# Функции лизосом



1 - обеспечивают внутриклеточное пищеварение;

2 - участвуют в фагоцитозе и, следовательно, в иммунной защите организма;

3 - участвуют в мейозе, обеспечивая разрушению ядерной мембраны в профазе;

4 - участвуют в процессах регенерации клеток, тканей и органов.

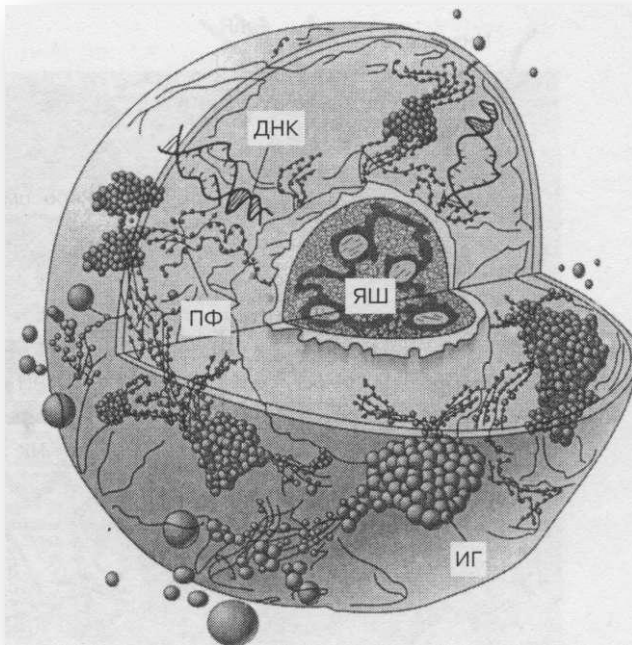
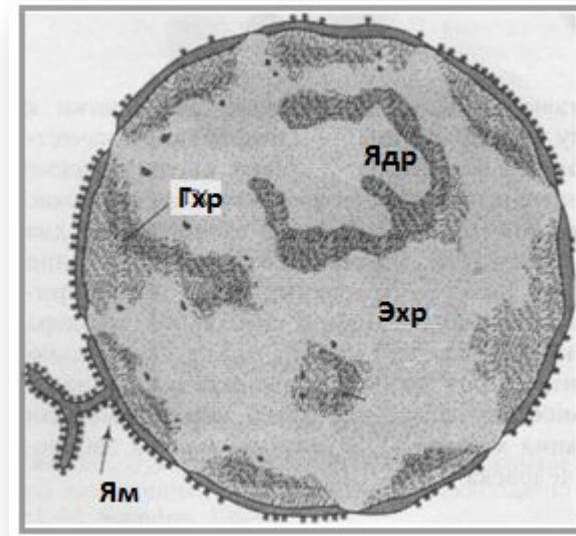
5 - участвуют в процессе **автолиза** - саморазрушении и самопереваривания клетки после ее гибели. Этот процесс не является патологическим. Он сопровождает развитие организма или дифференцировку некоторых специализированных клеток (при превращении головастика в лягушку, лизосомы, находящиеся в клетках хвоста, переваривают его. При голодании могут участвовать в растворении органоидов, клеток и частей организма)

Автолиз происходит при одновременном разрушении всех лизосом клетки.

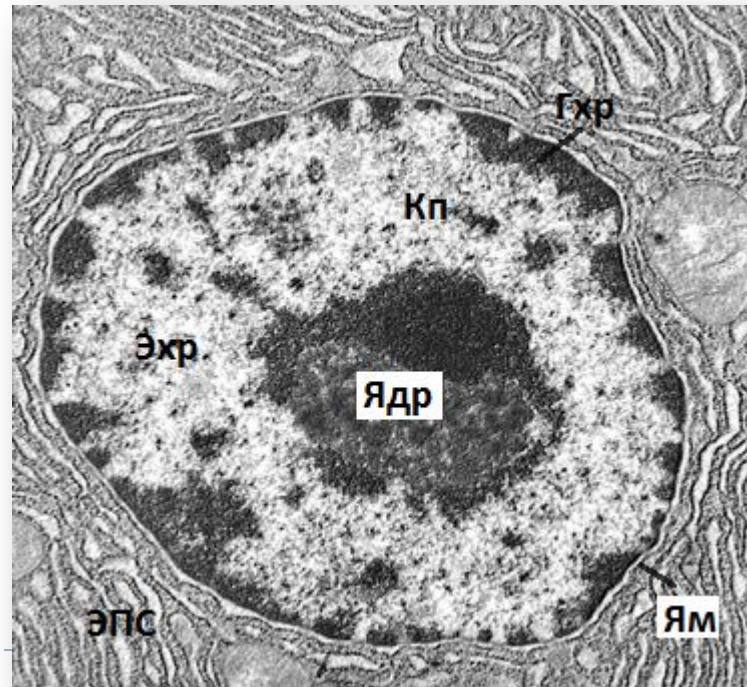


Ядро является обязательным компонентом активно функционирующей клетки.

Ядро состоит из 4 компонентов: генетического аппарата - хроматина, поверхностного аппарата ядра – кариотеки, ядерного сока - кариоплазмы и ядрышка



Трехмерная модель ядра клетки



## **Функции ядра**

```
graph TD; A[Функции ядра] --> B[Хранение генетической информации]; A --> C[Репликация (передача информации дочерним клеткам)]; A --> D[Транскрипция (передача информации в цитоплазму через мРНК)]; A --> E[Регуляция обмена веществ в клетке];
```

**Хранение  
генетической  
информации**

**Репликация  
(передача инфор-  
мации дочерним  
клеткам)**

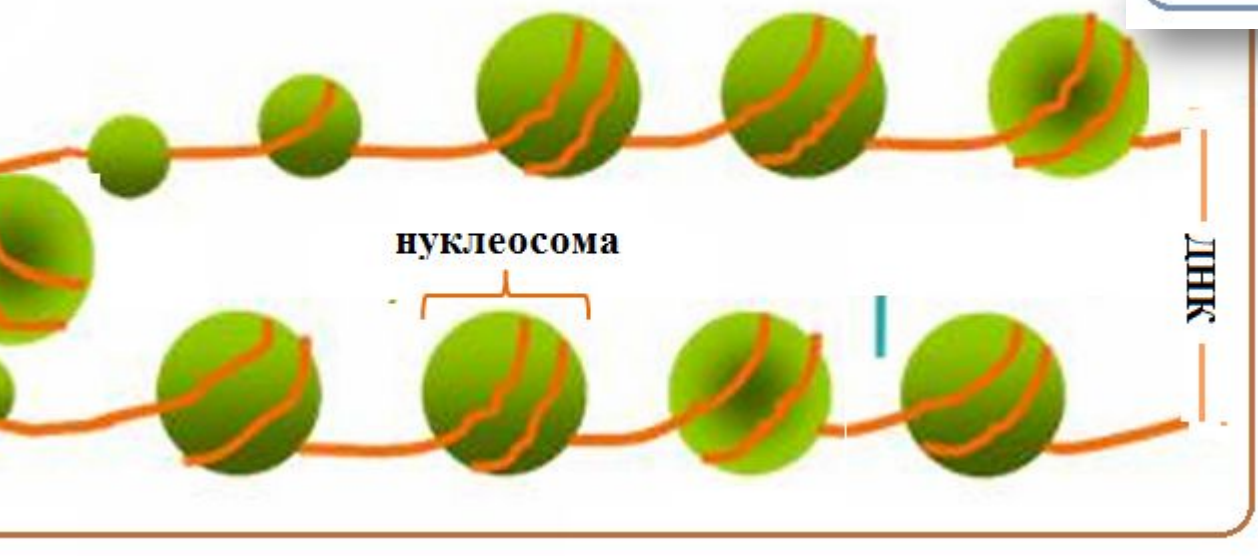
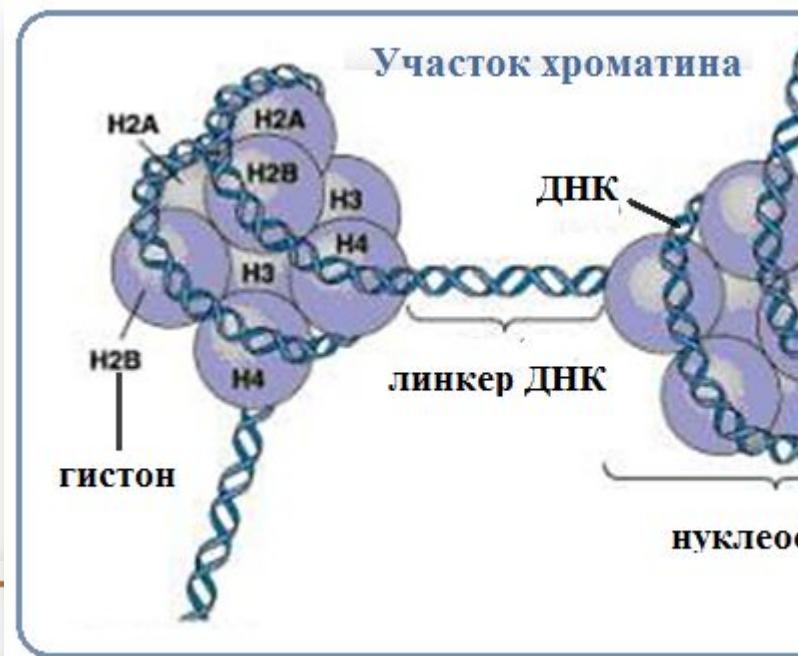
**Транскрипция  
(передача информации в  
цитоплазму через мРНК)**

**Регуляция обмена  
веществ в клетке**

# Генетический аппарат

Генетический аппарат эукариот представлен *хроматином*

*Хроматин* – это комплекс молекул ДНК с белками гистонами



# Хроматин

молекула ДНК  
(40%),

РНК (10% от  
количества ДНК).

Белки (60%),

Липиды, углеводы,  
ионы металлов

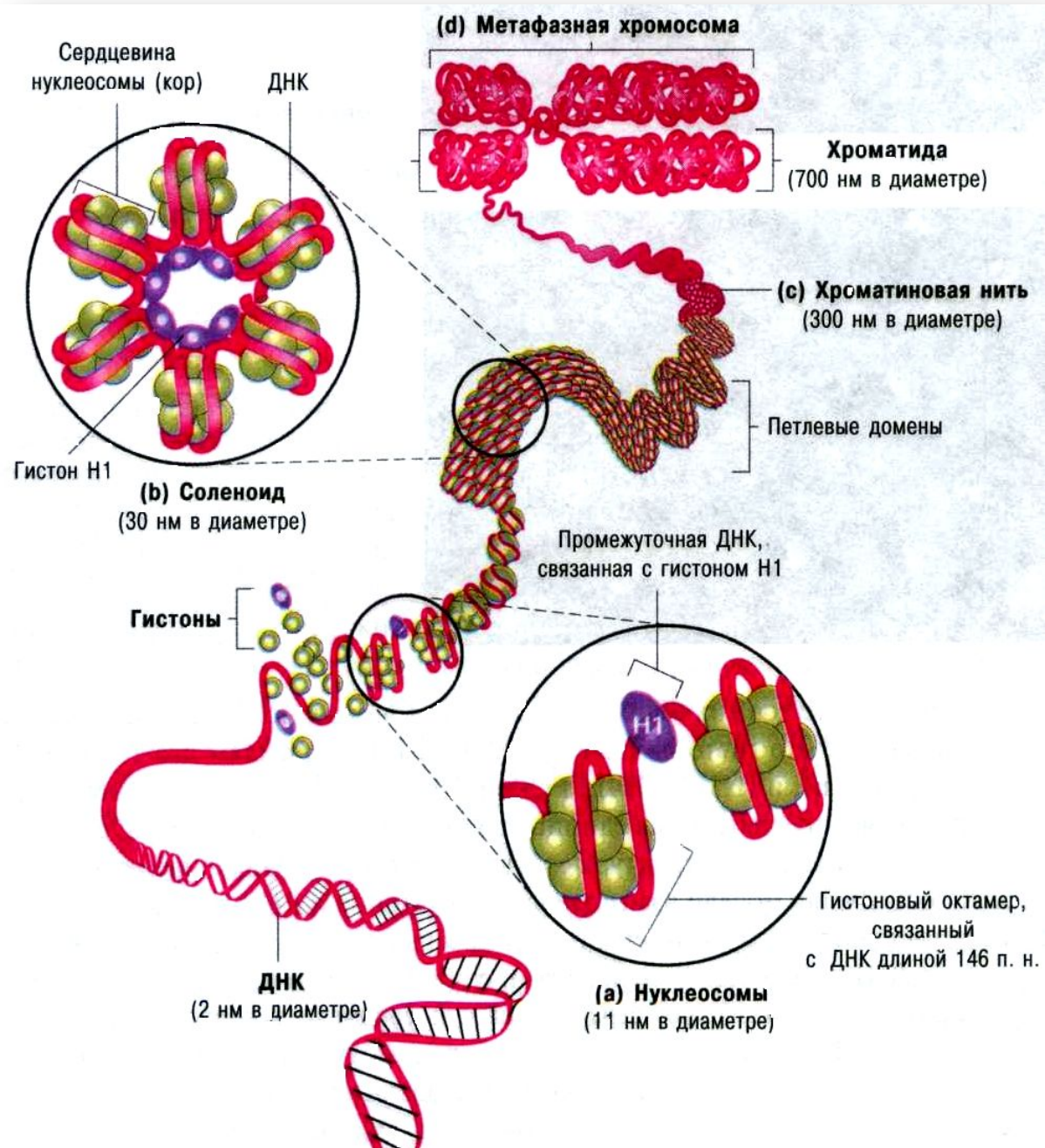
Гистоны (основные белки) (до 80%)  
выполняют две функции:  
**регуляторную** (препятствуют считыванию информации с молекулы ДНК)  
**структурную** (обеспечивают пространственную организацию ДНК в хромосомах).

Не гистоновые (кислые) белки  
выполняют функции:  
ферменты синтеза и процессинга РНК,  
репликации и репарации ДНК  
регуляторная функция.

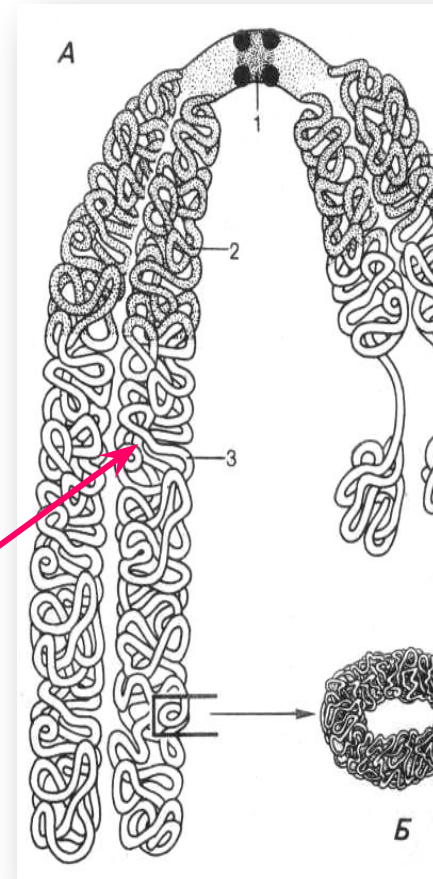
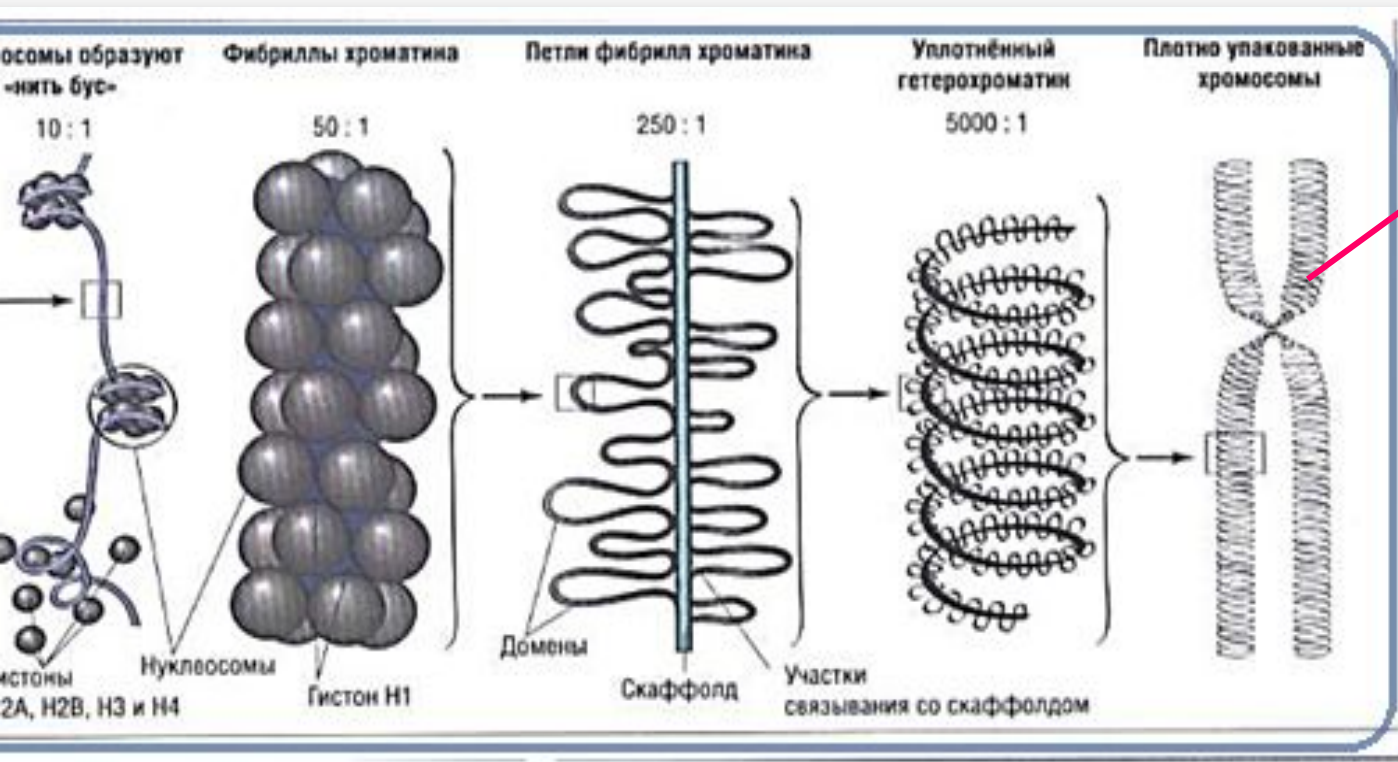
Хроматин образует компактные структуры – **хромосомы**,  
поэтому его называют интерфазной хромосомой, а в фазе  
деления ядра – метафазной хромосомой



# Уровни компактизации молекулы ДНК в процессе клеточного цикла

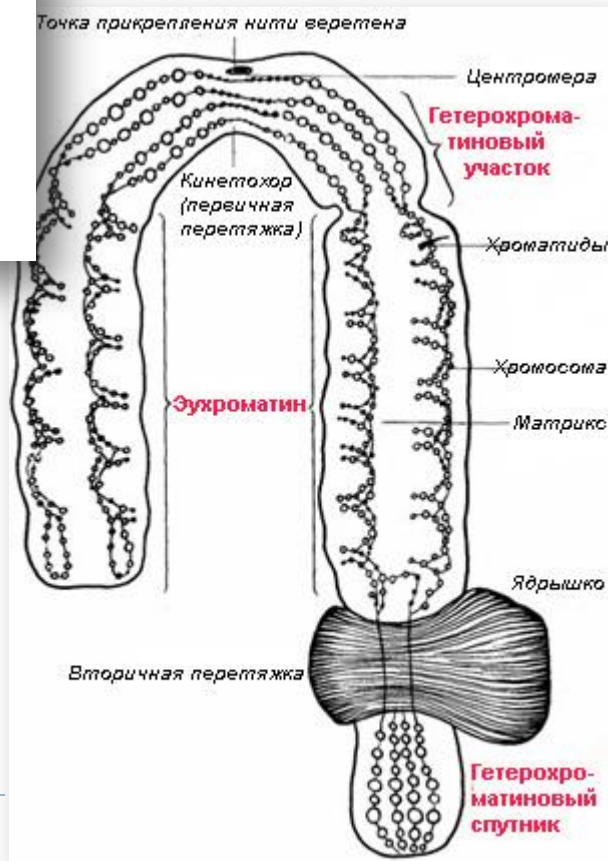
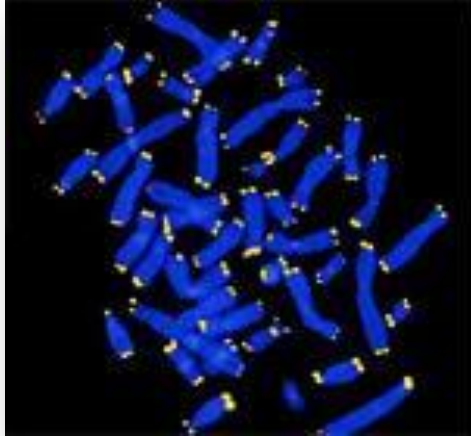


В процессе клеточного цикла хроматин претерпевает несколько уровней спирализации (компактизации):  
 нуклеосомная нить, хроматиновая фибрилла, петлевой уровень, хроматиды.



Б

МОСОМА



**Метафазная хромосома** состоит из двух продолжительных нитей **хроматид**;

хроматиды соединяются друг с другом в области первичной перетяжки – **центромер** (отвечает за расхождение сестринских хроматид в дочерние клетки при делении);

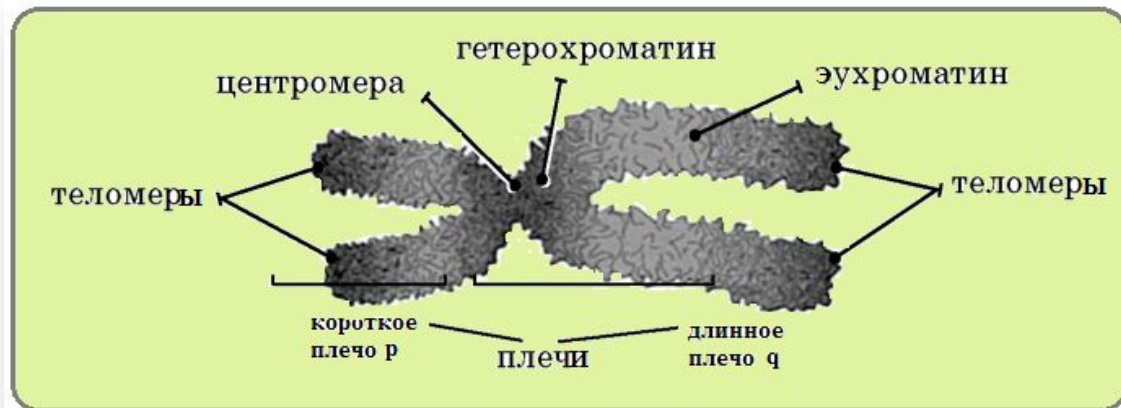
на центромере образуется **кинетохор** — сложная белковая структура, определяющая прикрепление хромосомы к микротрубочкам **веретена деления**.

некоторые хромосомы имеют вторичные перетяжки, отделяющие от хроматиды участок, называемый **спутником**. Во вторичных перетяжках находятся **ядрышковые организаторы**, содержащие многократные повторы генов, кодирующих рибосомные РНК. Они отделяют от основного тела хромосомы небольшие хромосомные сегменты, называемые **спутниками**;

**теломэры** — концевые участки хромосом, обеспечивающие способность к соединению с другими хромосомами или их фрагментами и выполняющие защитную функцию.



**Центромера делит каждую хромосому на два плеча.**



**В зависимости от расположения центромеры различают следующие типы хромосом:**

**метацентрические ( равноплечие),  
субметацентрические (неравноплечие),**

**акроцентрические (палочковидные),**

**телоцентрические (точковые) хромосомы, у них одно плечо отсутствует, но в кариотипе (хромосомном наборе) человека их нет.**



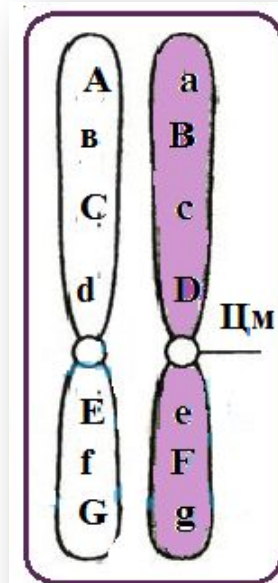


Хромосомы ядра диплоидной клетки почти всегда парные.

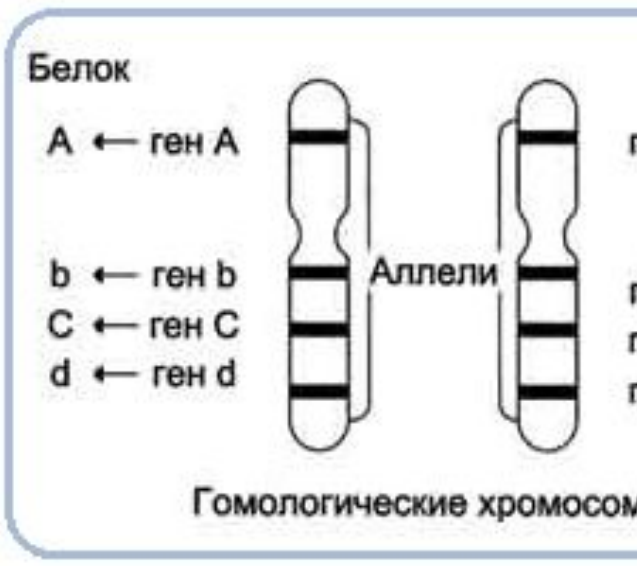
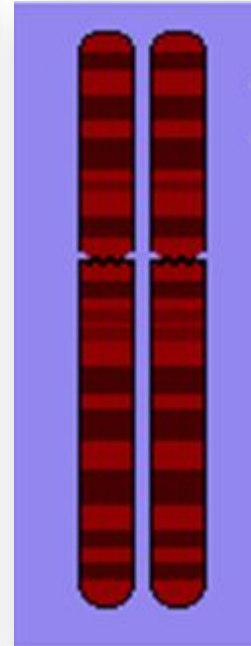
Каждая пара образована *гомо-логичными* хромосомами.

**Гомологичные хромосомы** - пара хромосом приблизительно равной длины, с одинаковым положением центromеры и дающие одинаковую картину при окрашивании. Их гены в соответствующих (идентичных) локусах представляют собой аллельные гены — аллели, то есть кодируют одни и те же белки или РНК. При двуполом размножении одна гомологичная хромосома наследуется организмом от матери, а другая — от отца.

Гомологичные хромосомы не идентичны друг другу. Они имеют один и тот же набор генов, однако они могут быть представлены как различными (у гетерозигот), так и одинаковыми (у гомозигот) аллелями. то есть формами одного и того же гена, ответственными за проявление различных вариантов одного и того же признака. Кроме того, в результате некоторых мутаций (дупликаций, инверсий, делеций и транслокаций) могут возникать гомологичные хромосомы, различающиеся наборами или расположением генов.



Гомологичные хромосомы



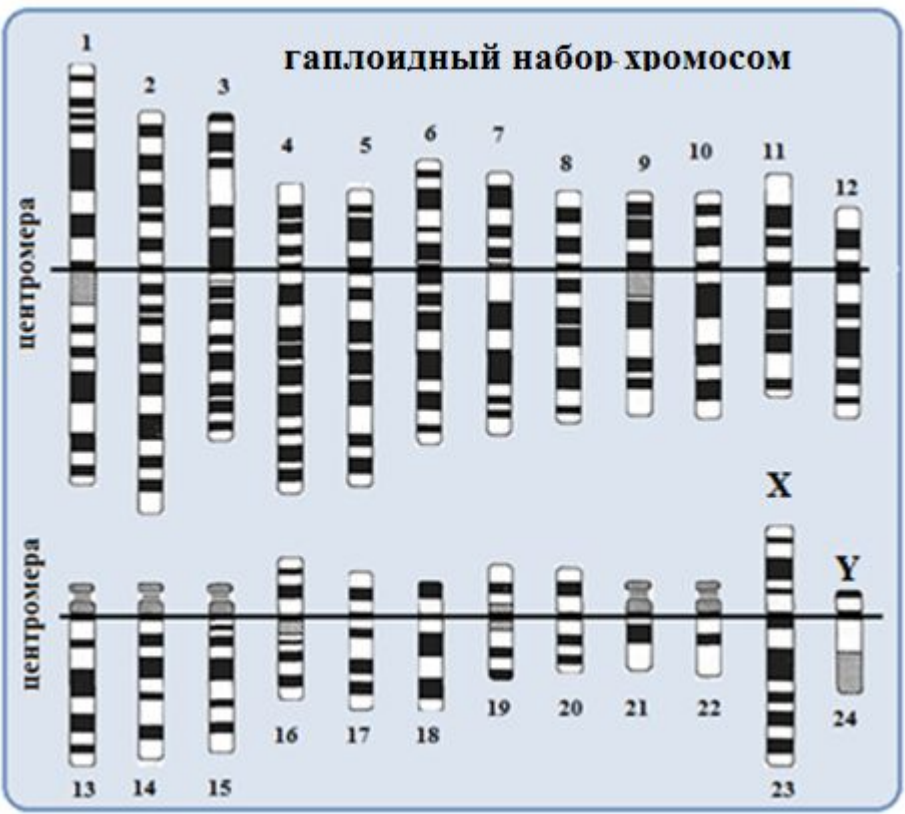
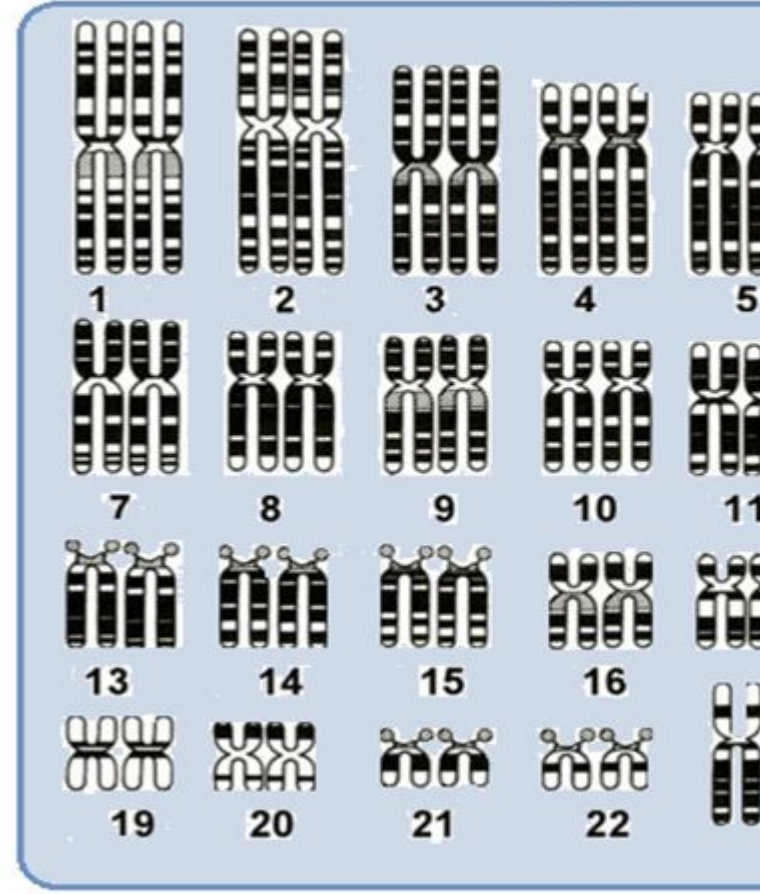
Гомологические хромосомы

В ядрах клеток хромосомы образуют гомологичные пары. Такой набор хромосом называют **диплоидным** (двойным) и обозначают — **2n**.

Диплоидный набор хромосом характерен для соматических клеток.

В ядрах половых клеток каждая хромосома представлена в единственном числе. Такой набор хромосом называют **гаплоидным** (одинарным) и обозначают — **n**.

### Диплоидный набор хромосом

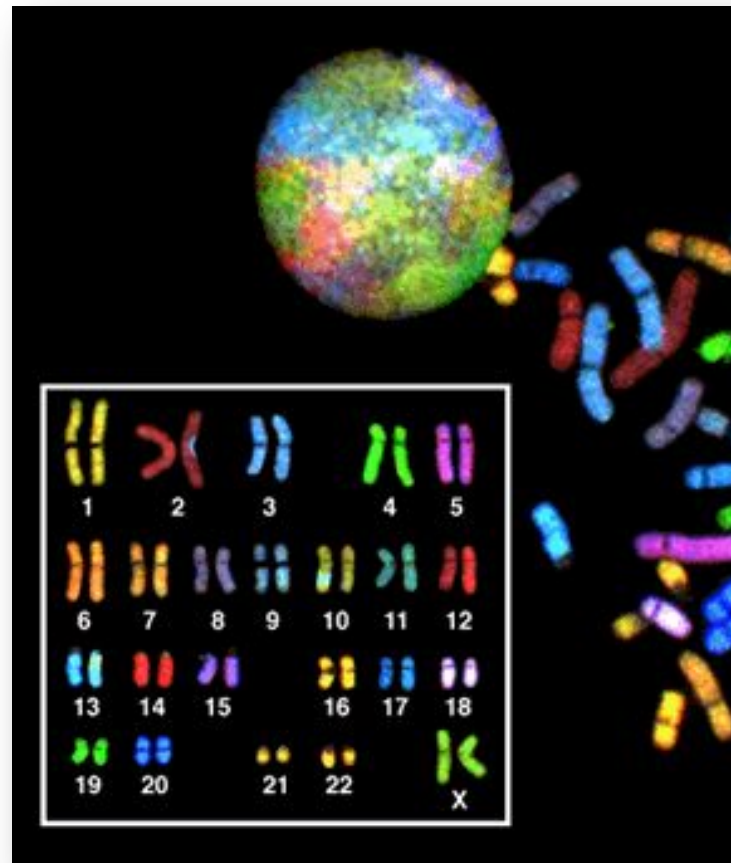


# Кариотип

Диплоидный набор хромосом соматических клеток организма определённого вида называется **кариотип**.

Для определения человеческого кариотипа используется одна ядерная делящаяся лейкоциты, либо культуры клеток, интенсивно делящихся в норме (фибробласты кожи, клетки костного мозга). Остановка деления клеток проводится на стадии метафазы митоза добавлением колхицина — алкалоида, блокирующего образование микротрубочек и «растягивание» хромосом к полюсам митоза. Это приводит к остановке деления клетки и препятствующего тем самым завершению митоза.

Полученные клетки в стадии метафазы фиксируются, окрашиваются и фотографируются под микроскопом (на фазной пластинке); из набора получившихся фотографий формируются идиограммы, систематизированный кариотип, в котором пары гомологичных хромосом (гомозигот) располагаются по мере убывания их величины. Половые хромосомы помещаются в конец набора. Хромосомы при этом ориентируются вертикально короткими концами вверх, и нумеруются.



## Денверовская классификация кариотипа

Точно расположить хромосомы по величине удается далеко не всегда, так как некоторые пары хромосом имеют близкие размеры. Поэтому в 1960 г. была предложена Денверовская классификация хромосом, которая помимо размеров хромосом учитывает их форму, положение центромеры и наличие вторичных перетяжек и спутников.

Согласно Денверовской классификации все хромосомы человека разделены на 7 групп, расположенных в порядке уменьшения их длины.

Группы обозначаются буквами английского алфавита от А до G. Все пары хромосом принято нумеровать арабскими цифрами.

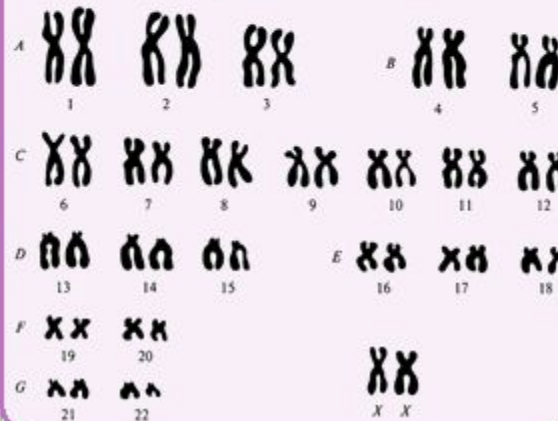
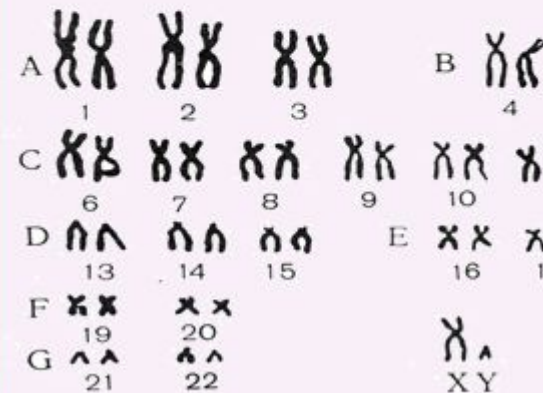
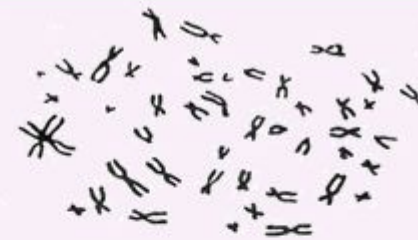
Предложенная классификация позволяла четко различать хромосомы, принадлежащие к различным группам.

Группа	№ хромосомы	Расположение центромеры
A	1	Самая большая метацентрическая
	2	Самая большая субметацентрическая
	3	Большая метацентрическая
B	4,5	Большая субметацентрическая
C	6-12 и X-хромосома	Средние субметацентрические
D	13-15	Средние акроцентрические
E	16	Маленькая метацентрическая
	17	Маленькая субметацентрическая
	18	Маленькая субметацентрическая
F	19-20	Самые маленькие метацентрические
G	21-22 и Y-хромосома	Самые маленькие акроцентрические



С 1960 года начинается бурное развитие клинической цитогенетики: в 1959 году Дж. Лежен открыл хромосомную природу синдрома Дауна; К. Форд, П. Джекобс и Дж. Стронг описали особенности кариотипа при синдромах Клайнфельтера и Тернера; в начале 70-х гг. была открыта хромосомная природа синдромов Эдвардса, Патау, синдрома «кошачьего крика»; описана хромосомная нестабильность при ряде наследственных синдромов и злокачественных заболеваниях.

Применение метода получения равномерно окрашенных хромосом и денверской классификации оказалось недостаточно эффективным для идентификации хромосом. Недостатком является то, что разграничение гомологичных пар внутри группы хромосом встречает зачастую непреодолимые трудности.



**В настоящее время используются дифференциальные методы окрашивания метафазных хромосом с избирательным выявлением их отдельных фрагментов. Топография окрашиваемых участков по длине хромосомы зависит от локализации определенных фракций ДНК, например сателлитной, распределения участков структурного гетерохроматина и ряда других факторов.**

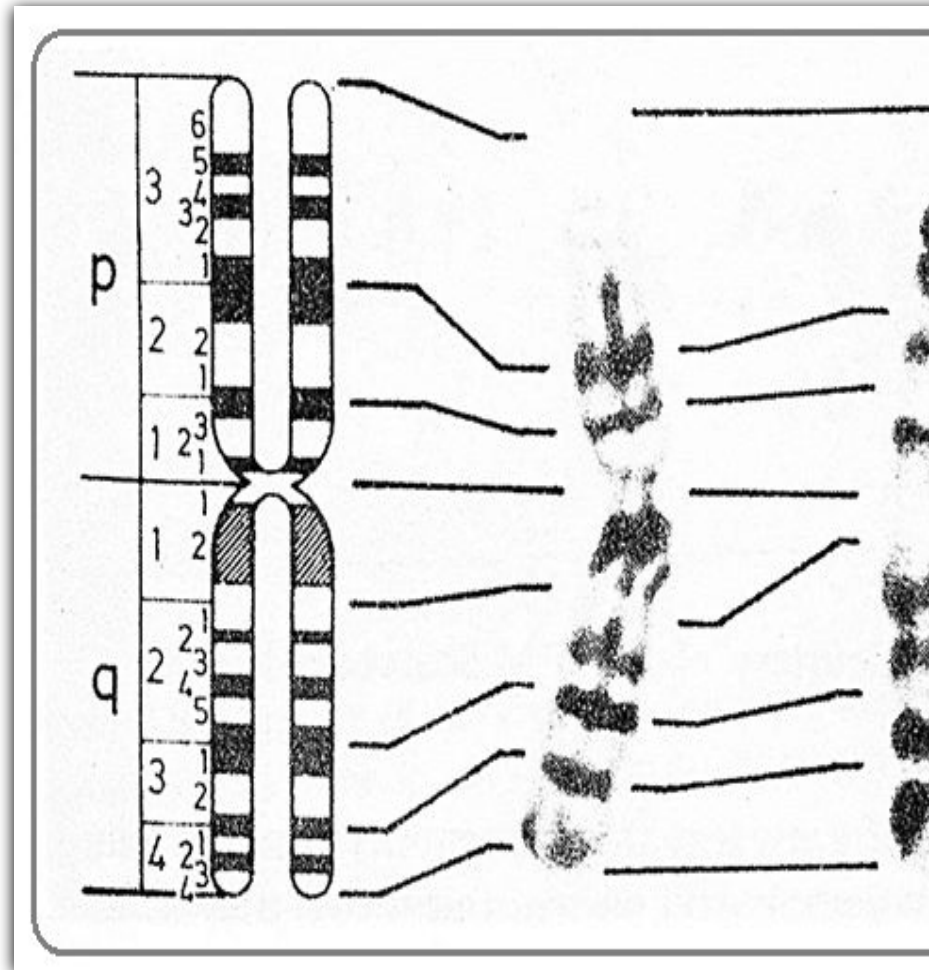
**Применяют 4 основных метода дифференциальной окраски: Q, G, R и C. Все они выявляют закономерную линейную неоднородность фрагментов по длине метафазных хромосом. Характер окрашивания специфичен для каждой негомологичной хромосомы, что дает их точную идентификацию. Постоянство локализации окрашиваемых фрагментов позволяет составить «химические» карты хромосом. Сопоставление этих карт с генетическими используется для расшифровки функционально-генетических особенностей различных районов хромосом.**

**Методы специальной дифференциальной окраски хромосом, при которой в каждой хромосоме выявляется характерный только для нее порядок чередования поперечных светлых и темных сегментов легли в основу Парижской классификации хромосом человека (1971 г.).**

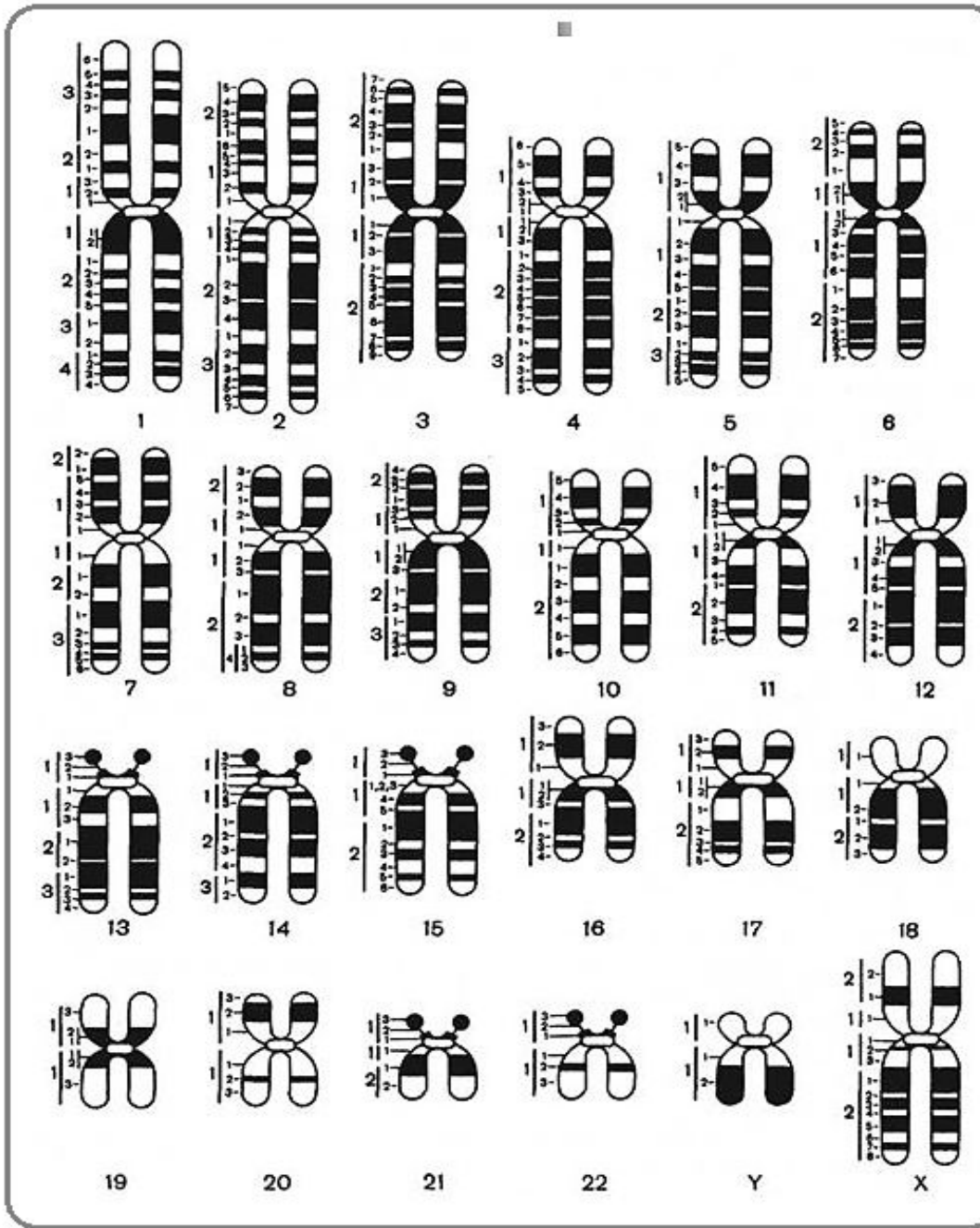


## Карта линейной дифференцированности хромосом человека.

Латинскими буквами *p* и *q* обозначаются соответственно короткое и длинное плечо хромосомы. От центromеры к теломере по мере уменьшения отчетливым морфологическим показателям (маркерам) в каждом плече выделяют районы, обозначаемые арабскими цифрами. В пределах районов идентифицируют сегменты — регулярные участки, отличающиеся по интенсивности окраски. Они также обозначаются арабскими цифрами. Так, символ  $1p22$  означает 2-й сегмент 2-го района короткого плеча хромосомы 1.



**Парижская классификация  
хромосом ядра клетки человека**



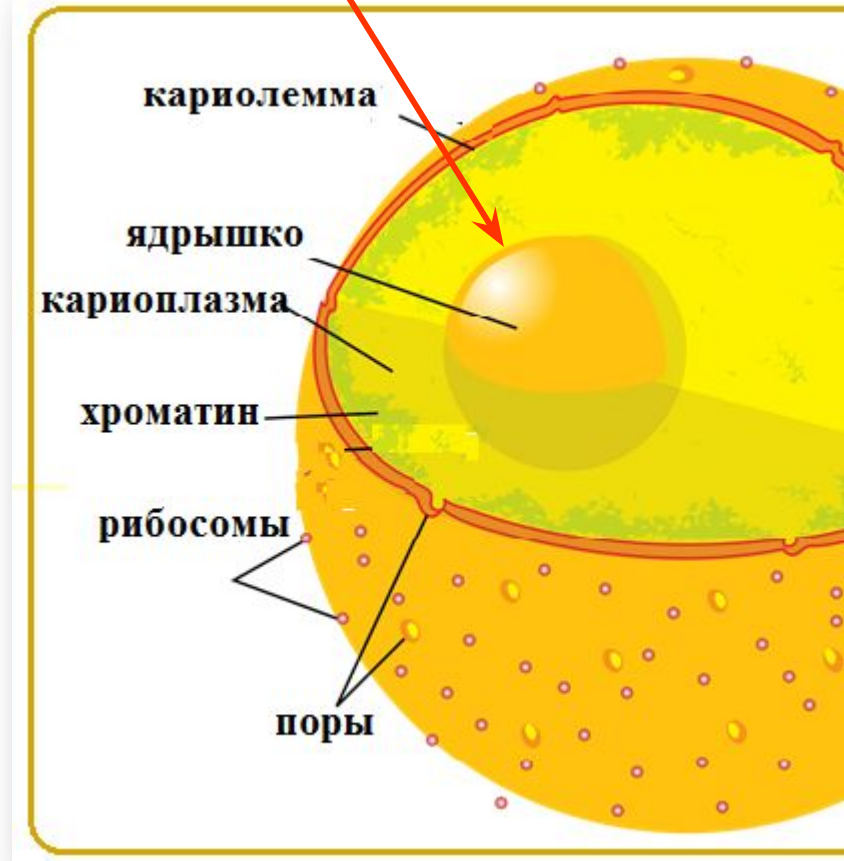


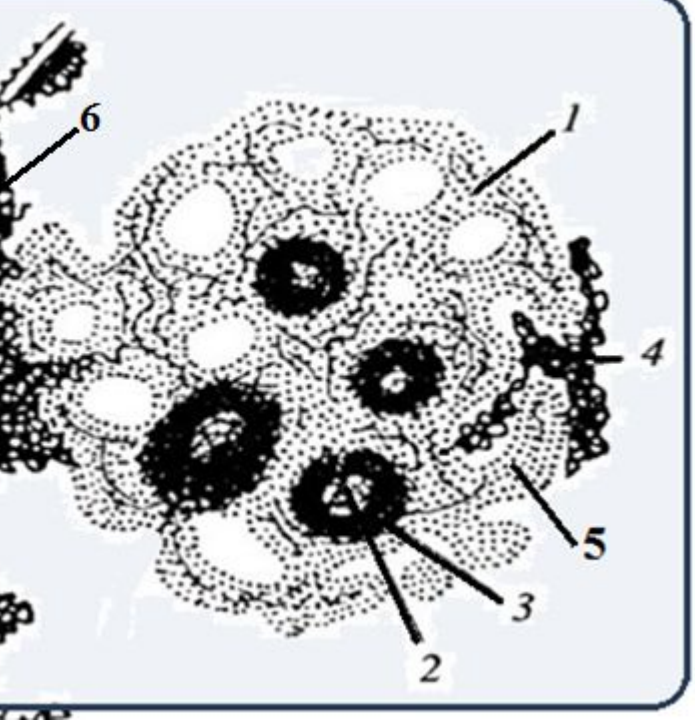
## Ядрышко

Это плотный структурный компонент ядра, представляющий глобулу размером от 1 до 3 мкм, не имеющий оболочки и сильно преломляющий свет

Первые ядрышки были обнаружены Фонтана в 1774 году. Они обнаруживаются практически во всех ядрах эукариотических клеток за редким исключением. Это говорит об обязательном присутствии этого компонента в функциональном ядре.

В клеточном цикле ядрышко присутствует в течение интерфазы, в профазе по мере компактизации хроматина. В конце митоза оно постепенно исчезает и появляется вновь в мета- и анафазе, а в телефазе, чтобы сохраниться вплоть до следующего митоза, или до гибели клетки.





1 — гранулярный компонент (нуклеолонема); 2 — фибриллярные центры; 3 — плотный фибриллярный компонент; 4 — околядрышковый хроматин, 5 - белковый сетчатый матрикс, 6 — гетерохроматин, 7 — ядерная мембрана.

Количество ядрышек обычно соответствует количеству хромосомных наборов. Поэтому в диплоидных клетках их бывает два в ядре.

Ядрышко - это не самостоятельная структура, а производное хромосом, содержащих так называемые ядрышковые организаторы, расположенные в зонах вторичных перетяжек. Последние представляют собой локусы хромосом с высокой концентрацией и активностью синтеза РНК в интерфазе.

Основным компонентом ядрышка является белок (70—80%). Такое большое содержание белка и определяет высокую плотность ядрышка. Кроме белка в составе ядрышка присутствуют нуклеиновые кислоты: РНК (10-20%) и ДНК (2-12%).

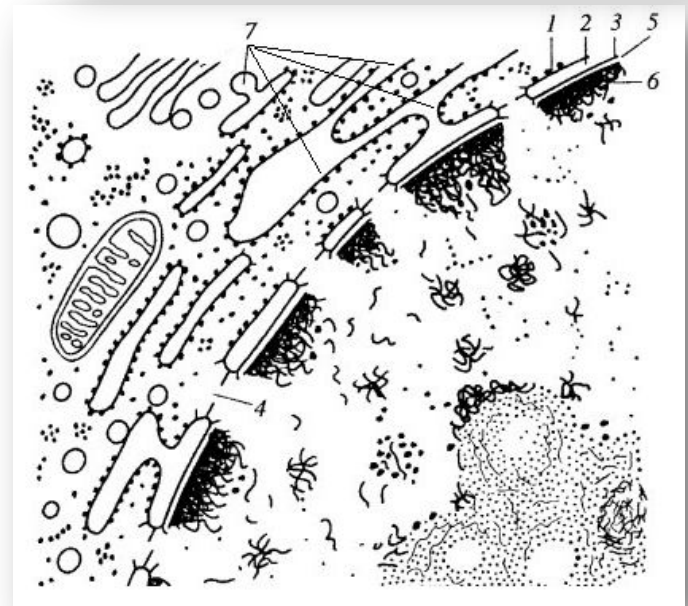
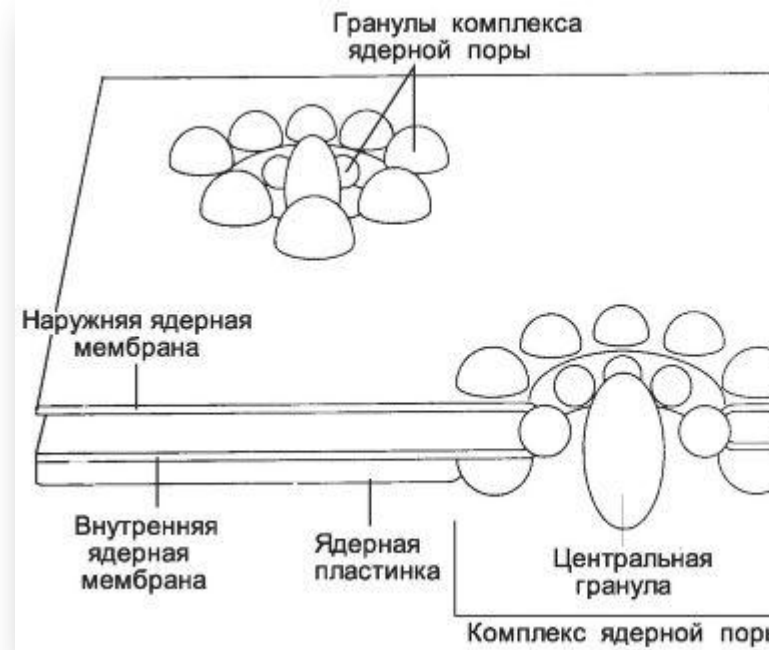
Ядрышко - это место образования рибосомных рРНК и субъединиц рибосом. ДНК ядрышковых организаторов состоит из множественных копий генов рРНК: на каждом из них синтезируется предшественник рРНК, который в зоне ядрышка связывается с белком; так образуются субъединицы рибосом.

## Поверхностный аппарат ядра

Поверхностный аппарат ядра или *кариотека* ( греч. Тесе - футляр, коробка) представлен *ядерной оболочкой, поровыми комплексами и ламиной*.

Его функция - изоляция кариоплазмы от цитоплазмы.

Ядерная оболочка или кариолемма - мембранная структура, имеющая такой же план строения, как и все биологические мембраны, но состоящая из двух мембран. Она отделяет цитоплазму от ядра.



Ядерная оболочка состоит из двух мембран - наружной и внутренней, между ними располагается перинуклеарное пространство.

Наружная мембрана участвует в синтезе белков и липидов мембран, подобно ЭПС.

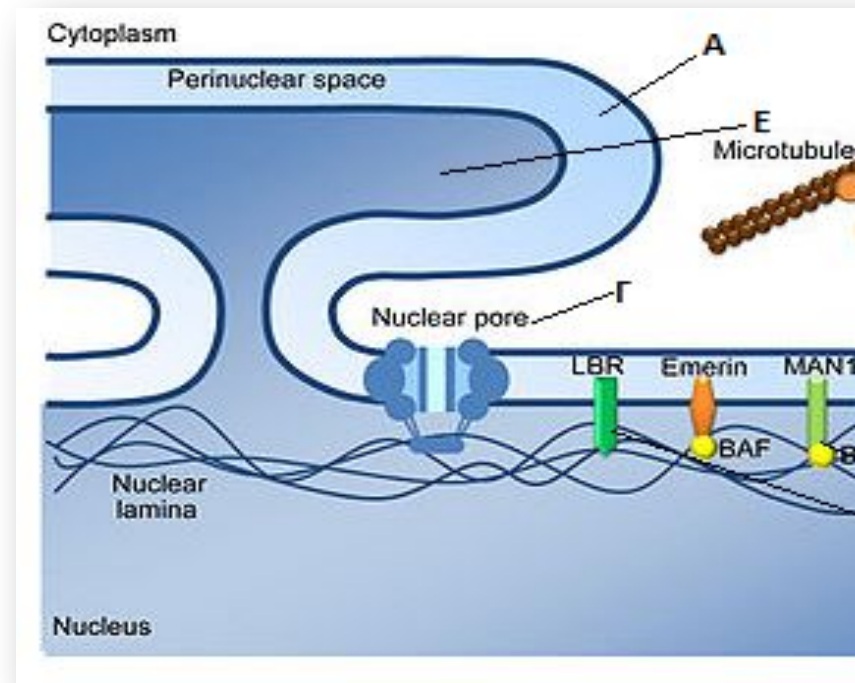
От наружной ядерной мембраны отщепляются мембранные вакуоли, которые транспортируются к цис-полюсу аппарата Гольджи.

Состав липидов и белков наружной ядерной мембраны подобен белкам и липидам ЭПС.

Рибосомы на поверхности наружной мембраны синтезируют мембранные и секретлируемые белки, транспортируемые затем в перинуклеарное пространство, а оттуда в полости цистерн ЭПС.

Наружная мембрана ядерной оболочки может образовывать различной величины выпячивания или выросты в сторону цитоплазмы.

Наружная мембрана ядерной контактирует с цитоплазмой клетки, поэтому на ее поверхности имеется большое количество рибосом, поэтому наружную мембрану можно считать продолжением мембранной эндоплазматической сети (ЭПС).



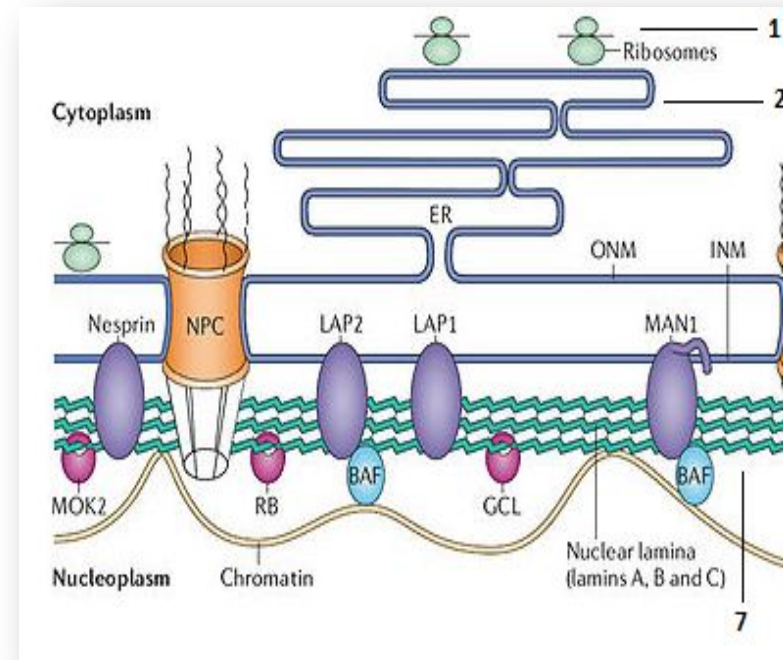


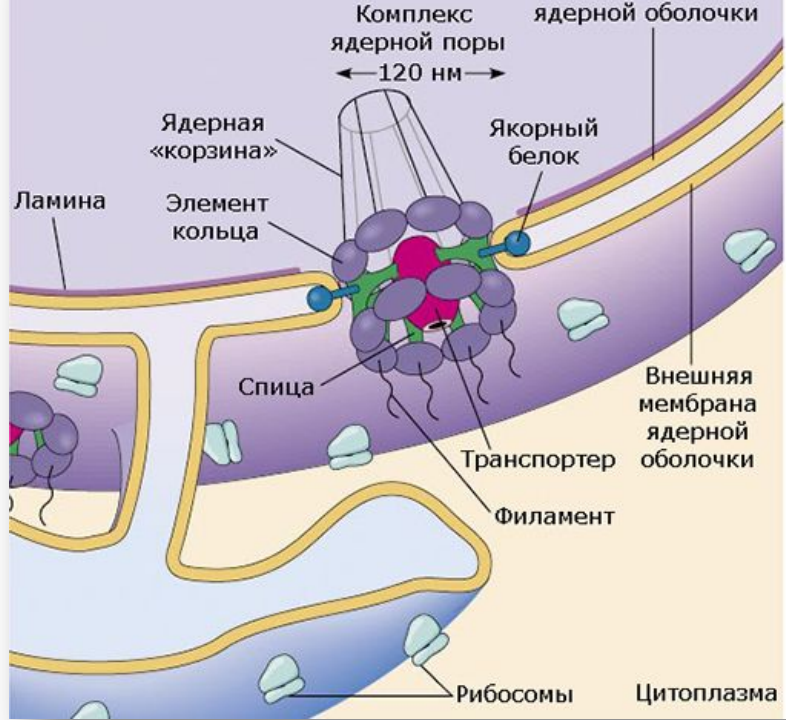
Внутренняя мембрана кариолеммы гладкая, рибосом на своей поверхности не имеет. Структурные белки ядерного матрикса связывают её с плотно прилегающей к ней ядерной ламиной.

С ламиной контактируют промежуточные филаменты, формирующие в ядре фибриллярную сеть и образующие кариоскелет.

**Ядерная ламина** представляет собой тонкий фиброзный слой, подстилающий внутреннюю мембрану ядерной оболочки.

Структурная функция ламины: она образует сплошной волокнистый белковый слой по периферии ядра, поддерживающий морфологическую целостность ядра.



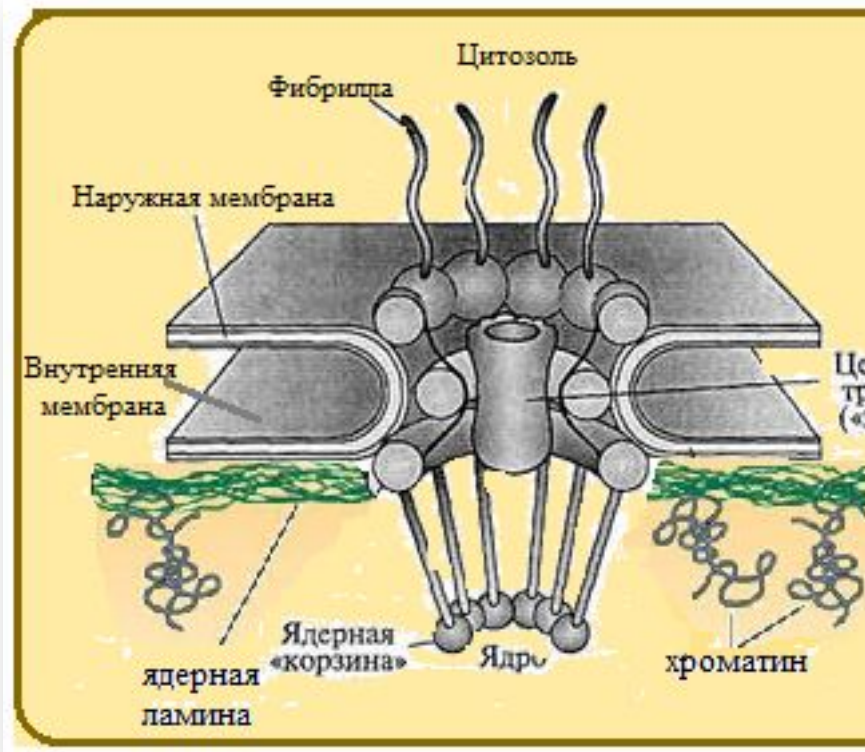


Две ядерные мембраны в отдельных участках переходят одна в другую.

Эти места являются **порами кардио-леммы** или **ядерными порами**.

**Ядерные поры** - это гигантские макромолекулярные комплексы (ядерные поровые комплексы), которые обеспечивают обмен белков и рибонуклеопротеидов между ядром и цитоплазмой.

Ядерный поровый комплекс (ЯПК) состоит из более 200 белков, организованных в 16 субъединиц. Белки ЯПК называются **нукле-опорины**.



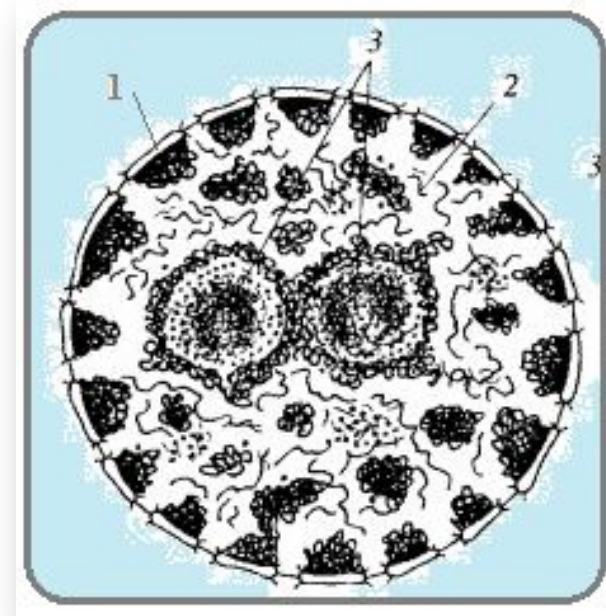
**Кариолемма выполняет следующие функции:**

- 1 - защита ядра;
- 2 - разграничение содержимого ядра от цитоплазмы;
- 3 - регуляция транспорта веществ, в том числе рибосом, из ядра в клетку и наоборот.

**Ядерный матрикс или ядерный скелет - это трехмерная сеть фибриллярных белков, опорная структура ядра клетки, которая обеспечивает:**

- упорядочение процессов репликации и транскрипции хроматина;
- обособление хромосом при митозе;
- правильное расположение хромосом в интерфазном ядре.

**Структурная целостность мембры поддерживается слоем белков, называемым ядерным скелетом или матриксом.**



1 — примембранный белковый слой (ламина);  
2 - внутриядерный остов;  
3 - белковый матрикс ядрышка – «остаточное» ядрышко



**Кариоплазма или ядерный сок** является жидкой частью ядра, его матриксом.

По химическому составу соответствует коллоидному раствору белков, углеводов и липидов. В ней растворены малые органические соединения, продукты обмена веществ, необходимые для функционирования ядра. В кариоплазме располагаются ядерный генетический материал.

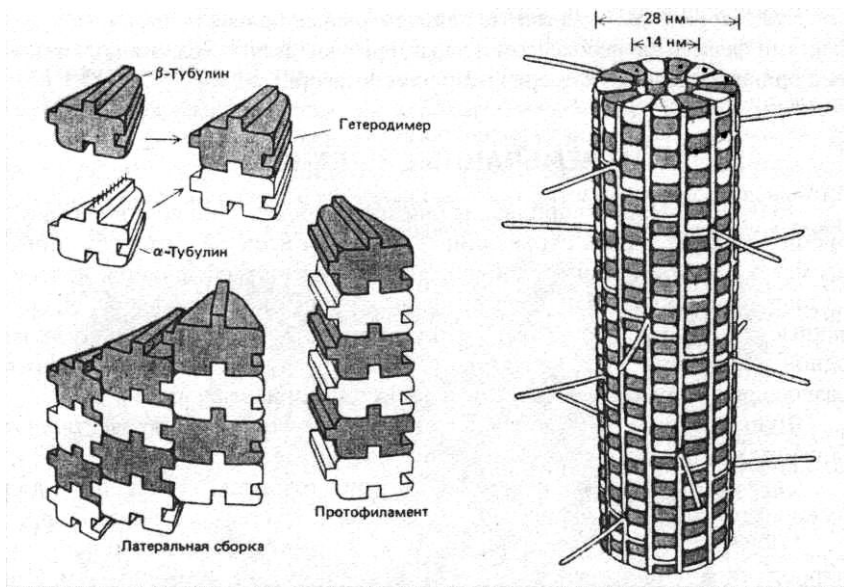
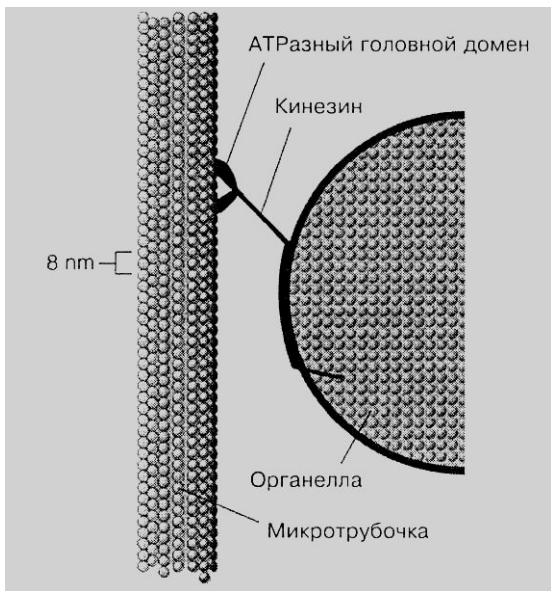
### **Функции кариоплазмы:**

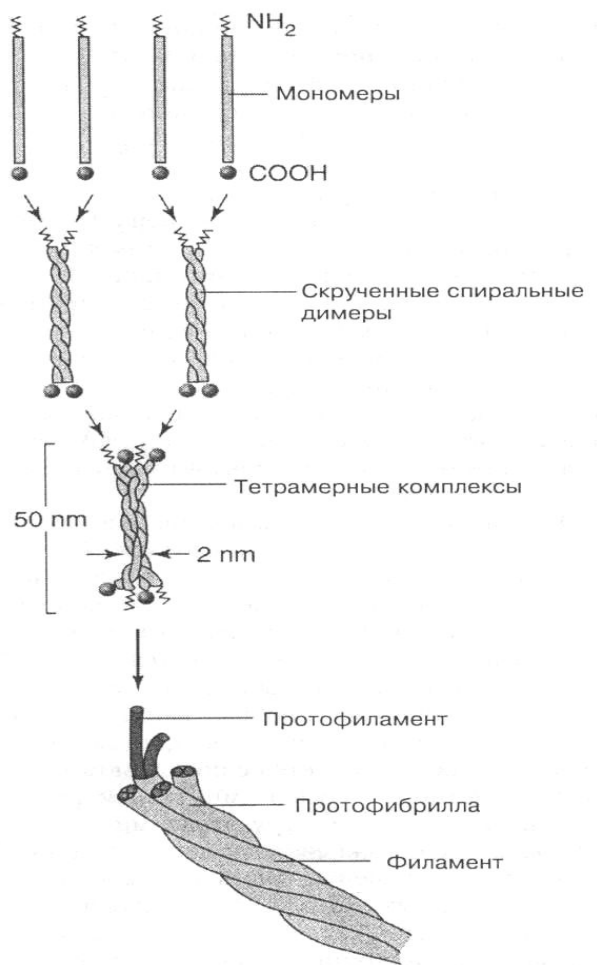
1 - микросреда для функционирования всех компонентов ядра, обеспечивающая обменные процессы и транспорт веществ в ядро и из ядра;

2 – обеспечивает перемещение структур ядра (рибосом, мРНК, тРНК) к ядерным порам.









1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100

