



Лекция №1. Введение (Биология – Медицина – Человек). Молекулярно-клеточный уровень организации живого.

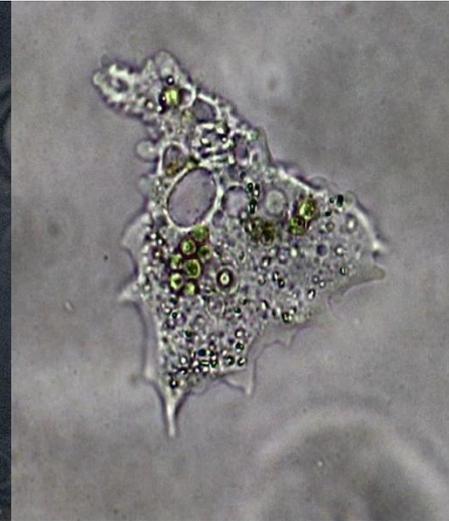
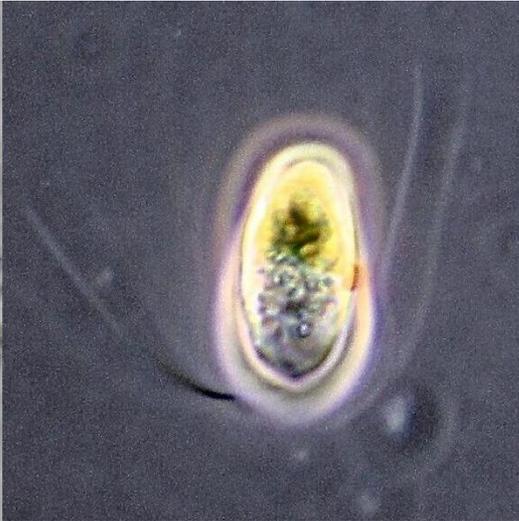


- КАФЕДРА МЕДИЦИНСКОЙ БИОЛОГИИ
- ДОКТОР БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОР,
- ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ БИОЛОГИИ МАГОМЕДОВ АБДУРАХМАН МАЛЛАЕВИЧ.

План лекции

1. Клетка. История открытия. Клеточная теория.
2. Поверхностный аппарат (комплекс) или клеточная оболочка. Строение и функции биологической мембраны.
3. Цитоплазма. Структурные элементы.

КЛЕТКА (*cellula*) – микроскопическое образование, элементарная живая система, основная структурная единица организма, способная к самовоспроизведению, саморегуляции и самовозобновлению.

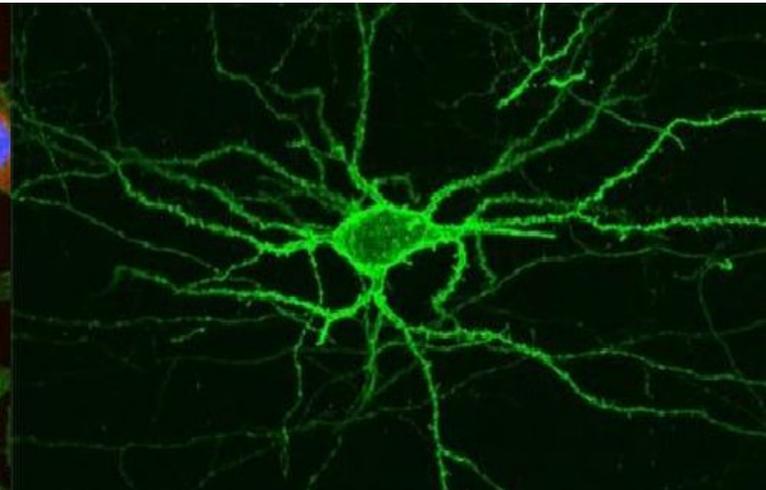
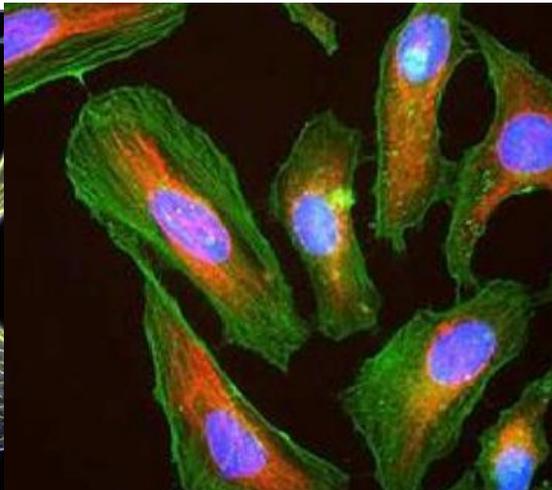
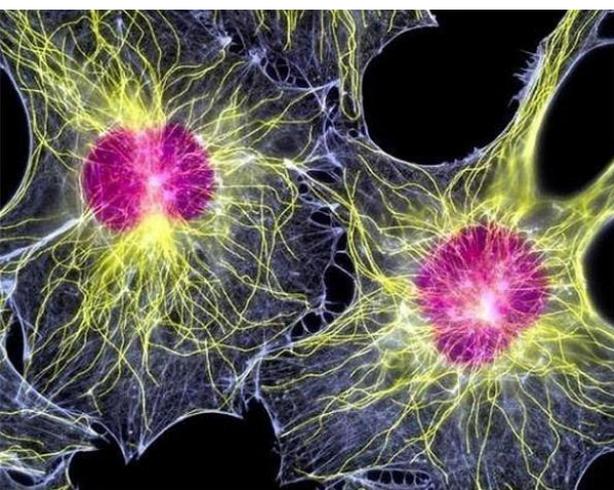


Asteromonas gracilis

Dunaliella salina

Euglena viridis f. viridis

Амoeba proteus



Фибробласты

Клетки культуры

Нейроны головного



■ КЛЕТКА

Возраст термина
"клетка"

насчитывает свыше
300 лет. Впервые
название «клетка» в
середине XVII в.
применил Р. Гук.
Рассматривая тонкий
срез пробки с
помощью
микроскопа, Гук



обнаружил «клетка»
и назвал их «клетки» -

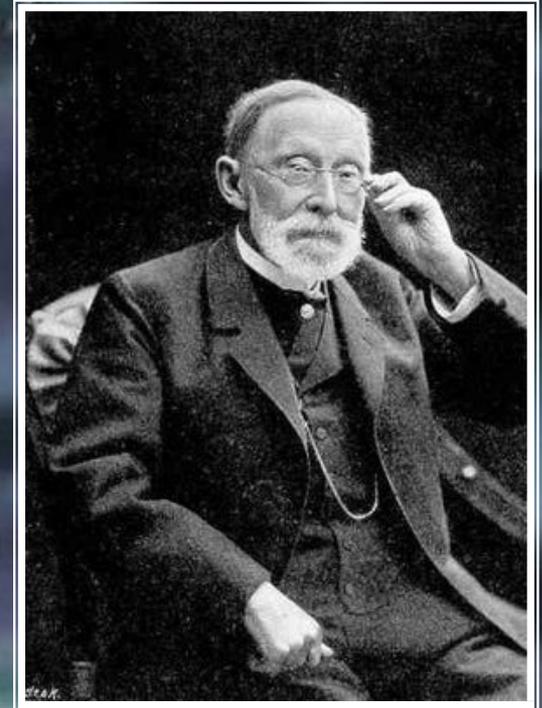
КЛЕТочная ТЕОРИЯ - БАЗА ДЛЯ ПОНИМАНИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ЖИВОГО МИРА



Шлейден (Schleiden)
Маттиас Якоб,
немецкий ботаник



Шванн (Schwann)
Теодор, немецкий
физиолог



Вирхов, Рудольф Людвиг Карл
(Virchow,
патолог, анатом, канцлер, преподаватель
археолог, литический

В 1838—1839 гг. сформулировали основное положение клеточной теории: «клетка — единица строения и жизнедеятельности всех живых организмов: вне клетки нет жизни»; «Клетки животных, растений и бактерий имеют схожее строение»

• В 1855 г. «Всякая клетка происходит из другой клетки» ;
«Всякое болезненное изменение связано с каким-то процессом в патологическим клетках,

• Современная клеточная теория включает следующие положения:

Клетка – элементарная структурно-функциональная единица живого: вне клетки нет жизни;

• Клетка — единая система, включающая множество закономерно

• связанных друг с другом элементов, представляющих собой

• определенное целостное образование, состоящее из сопряженных функциональных единиц — органелл;

• Клетки всех организмов сходны (гомологичны) по строению и по основным свойствам;

• Клетка происходит только путём деления материнской клетки;

• Клетки про- и эукариот являются системами разного уровня

• сложности и не полностью гомологичны (сопоставимы) друг другу;

• Многоклеточный организм представляет собой новую систему, сложный ансамбль из множества клеток, объединенных и интегрированных в системы тканей и органов, связанных друг с другом с помощью химических, гуморальных и нервных факторов (молекулярная регуляция);

• Клетки многоклеточных организмов тотипотентны, т. е. обладают генетическими потенциями всех клеток данного организма, равнозначны по генетической информации, но отличаются друг от друга разной экспрессией (работой) различных генов, что приводит к их морфологическому и функциональному разнообразию – к дифференцировке.

Формы жизни и типы клеточной организации

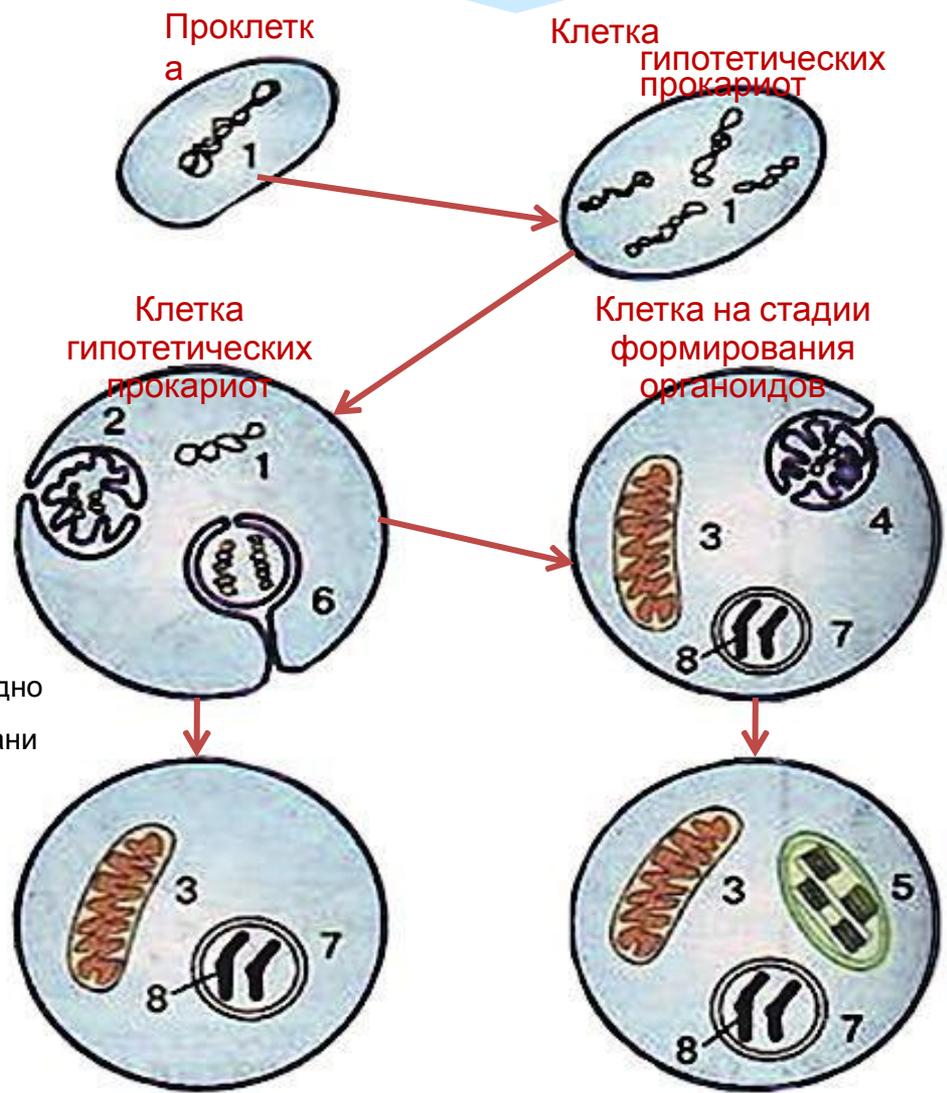
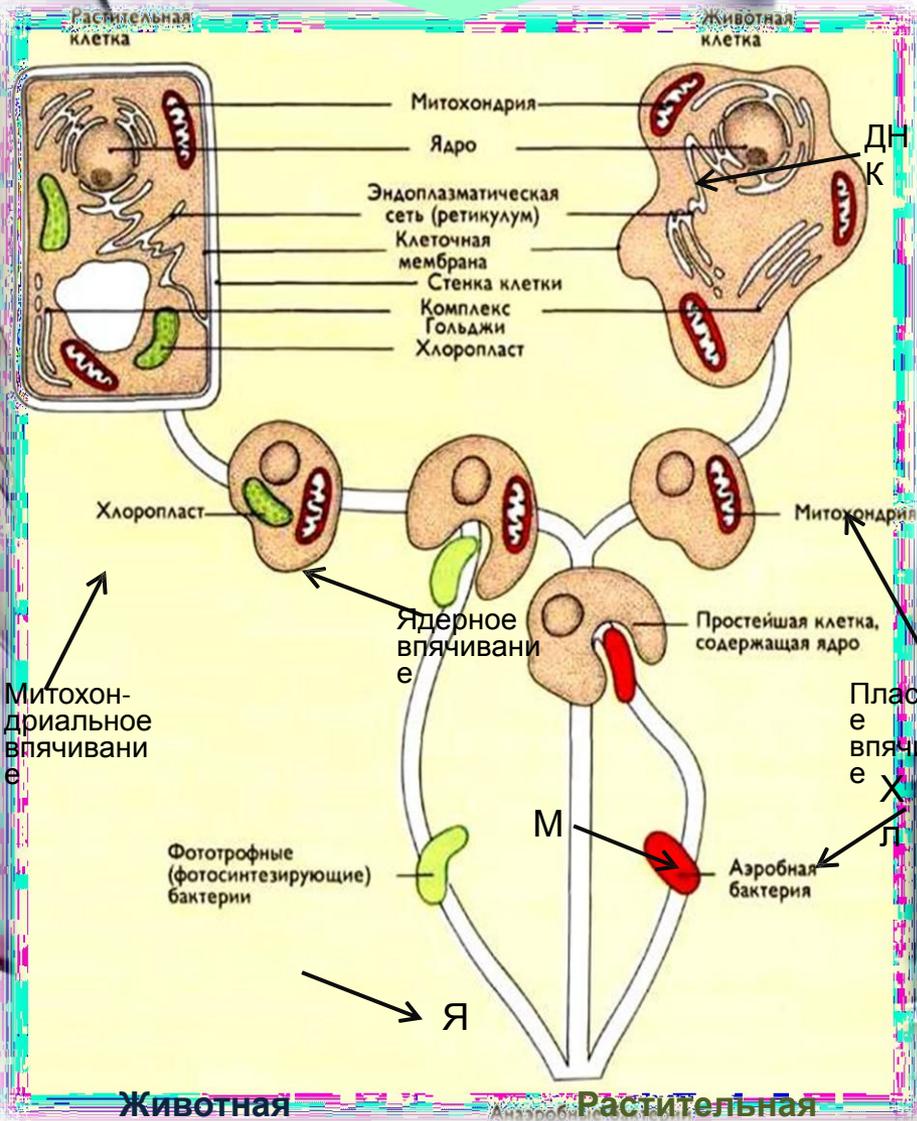


Среди всего многообразия ныне существующих на Земле организмов выделяют две группы: вирусы и бактериофаги, **не имеющие клеточного строения**. Все остальные организмы представлены разнообразными **клеточными формами жизни**.

Гипотезы происхождения эукариотических клеток

Симбиогенетическая

Инвагинационная



ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ КОМПОНЕНТЫ КЛЕТКИ

**ЦИТОПЛАЗМА:
А:**

**ГИАЛОПЛАЗМА ИЛИ ОСНОВНАЯ
ПЛАЗМА
КЛЕТКИ (ЦИТОЗОЛЬ)**

**ОРГАНЕЛ
ЛЫ**

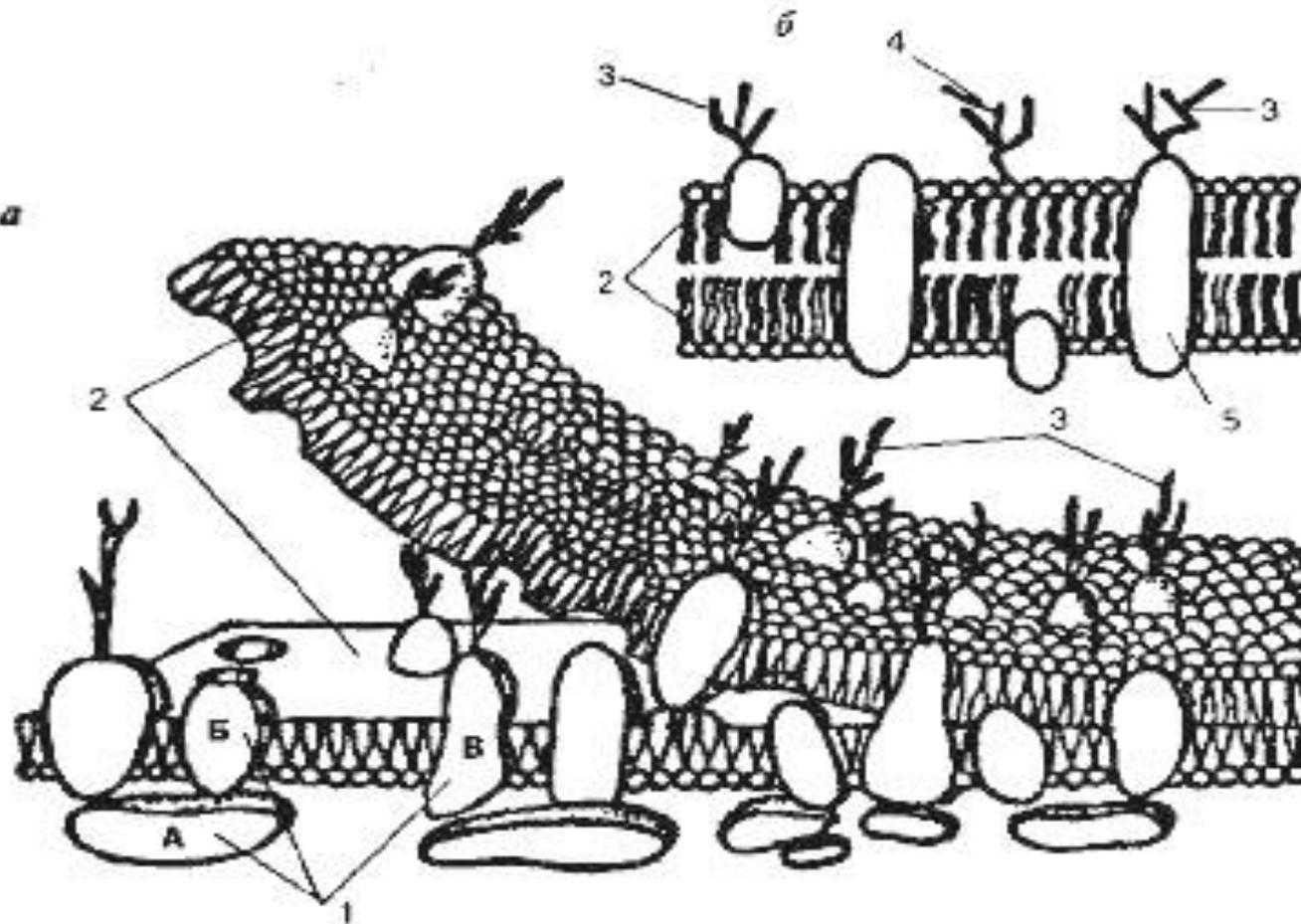
**ВКЛЮЧЕН
ИЯ**

СТРОЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЫ (развитие представлений)

Авторы	Название, основная суть теории
Дж. Даниэлли и Х. Даусон, 1935 г.	Модель «сендвича» или «бутербродная модель»: мембрана представляет собой липидный бислой, по обеим сторонам от которого находятся сплошные слои белков, внутри бислоя ничего нет
Дж. Робертсон, 1960 г.	Теория унитарной биологической мембраны: постулировалось трёхслойное строение всех клеточных мембран.
С. Синджер и Дж. Николсон, 1972 г.	Жидкостно-мозаичная модель: белки в мембране не образуют сплошной слой на поверхности, а делятся на интегральные, полуинтегральные и периферические. Периферические белки связаны с полярными головками мембранных липидов электростатическими взаимодействиями, но никогда не образуют сплошной слой. <i>Модель адекватно описывает свойства клеточной мембраны, которая представляет собой динамическую систему, где белки «как бы плавают в липидном озере»</i>

является жидкостно-мозаичная,
предложенная в 1972 году С. Дж.

НТОН Г.Л.



- а — трехмерная модель;
- б — плоскостное изображение;
- 1— белки, примыкающие к липидному слою (А), погруженные в него (Б) или пронизывающие его насквозь (В);
- 2— слои молекул липидов;
- 3— гликопротеины;
- 4— гликолипиды;
- 5— гидрофильный канал, функционирующий как пора

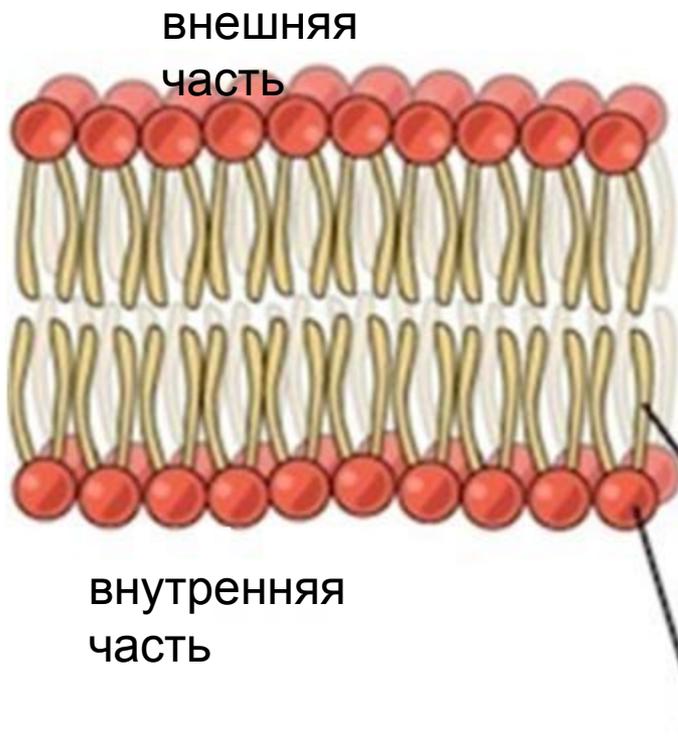
Доказательствами **жидкости** мембраны служат методы FRAP, FLIP и соматической гибридизации клеток, **мозаичности** — метод замораживания и скалывания, при котором на сколе мембраны видны бугорки и ямки, так как белки не расщепляются, а целиком отходят в один из слоёв мембраны.

Структурной единицей мембраны является

Фосфолипиды мембран

фосфолипиды, гликолипиды

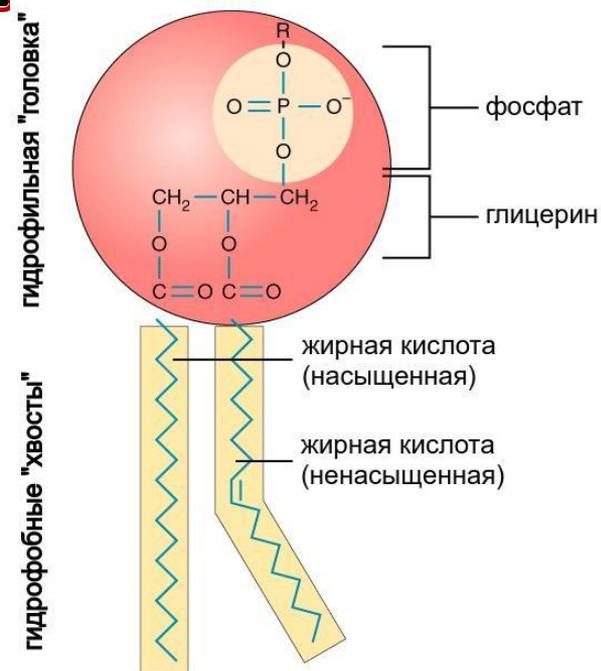
Фосфолипидный бислой



Фосфолипидный бислой

гидрофобная часть («хвосты»)

гидрофильная часть («головки»)



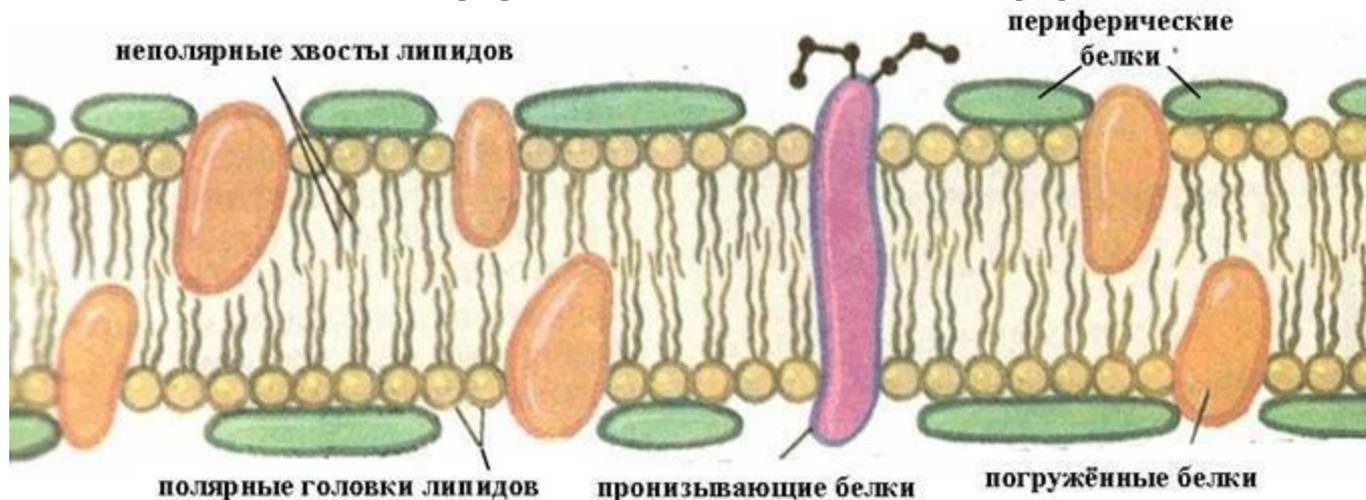
Фосфолипиды - амфифильные молекулы, т.е. в одной молекуле имеются как гидрофильные, так и гидрофобные участки

ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

КЛЕТКИ. ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКАЯ

МЕМБРАНА

По характеру расположения
протеиновых молекул в
билипидном слое выделяют



• Поверхностные (периферические);	• Погруженные;
• Полупогруженные;	• Пронизывающие или сквозные (интегральные).

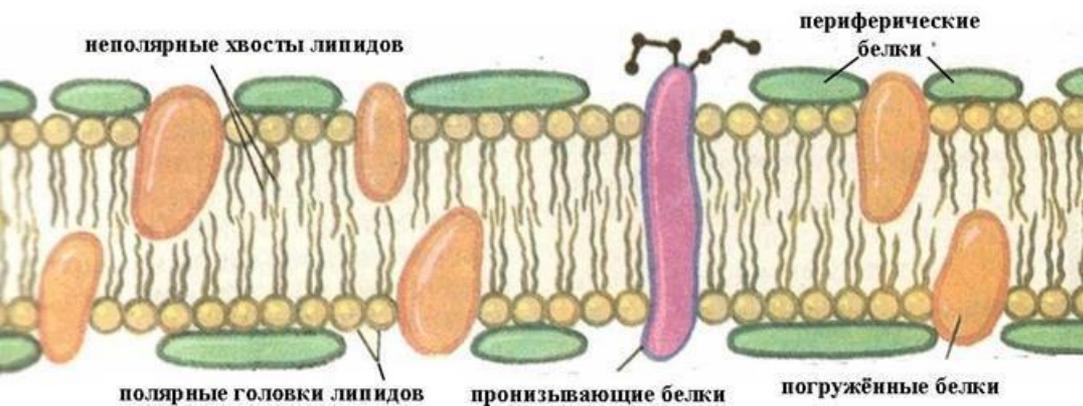
ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ КОМПОНЕНТЫ КЛЕТКИ. ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКАЯ МЕМБРАНА

БЕЛКИ - АКТИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ МЕМБРАН,

Интегральные белки составляют до 50% от массы мембраны Периферические белки

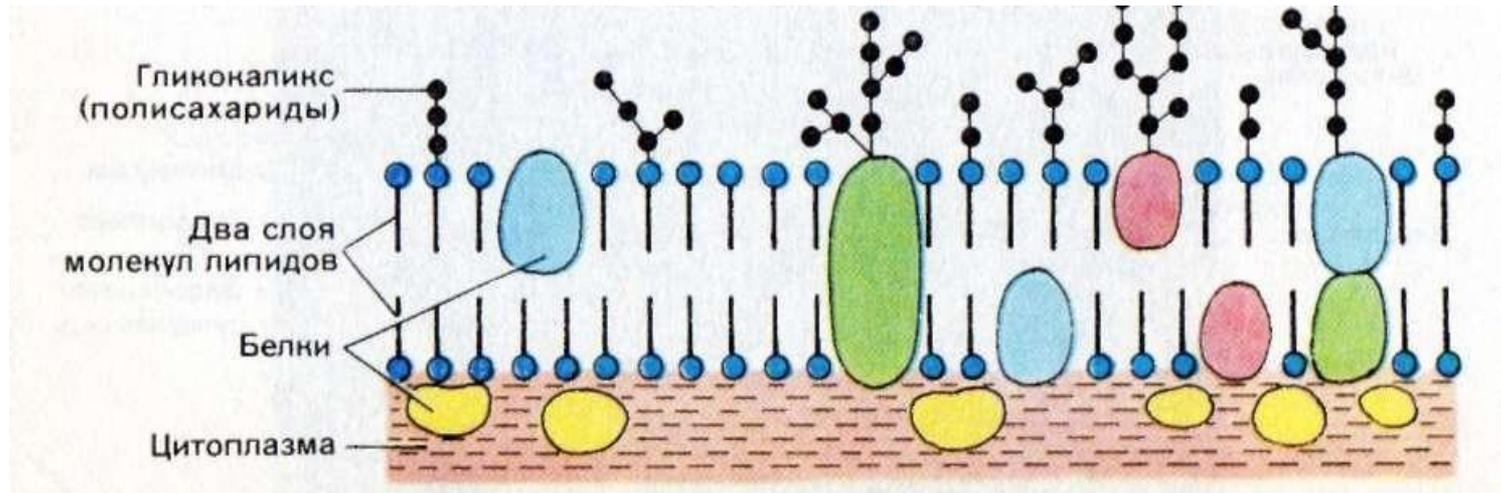
- связаны с липидами мембран *гидрофобными связями;*
- располагаются между липидами монослоя или пронизывают весь бислой, часто возвышаясь над поверхностью мембраны;
- Практически неотделимы от мембран

- связаны с мембранами электростатическими и водородными связями;
- обратимо связаны с бислоем и способны совершать челночные перемещения между мембраной и ее окружением;
- могут быть выделены при обработке мембран буферным раствором с высокой концентрацией солей
- пример – спектрин, фибронектин (клетки крови)



• **Полисахариды** образуют комплексы с белками – **гликопротеиды**

И с липидами – **гликолипиды** и образуют наружный **поверхностный слой гликокаликс**, толщиной 10-20 нм.



Рецепторы, связанные с каналами клетки

- при взаимодействии с химическими веществами (гормон, нейромедиатор) способствуют образованию в мембране открытого канала;
- изменяют проницаемость

Рецепторы, не связанные с каналами клетки

- обычно взаимодействуют в основном с ферментами;
- достигаемый эффект относительно замедленный, но более длительный;
- активность этих рецепторов лежит в основе обучения и памяти

КЛЕТОЧНЫХ

МЕМБРАН:

Барьерная – отграничивают клетки или их участки, а также ее внутриклеточных структур от окружающей среды. Делят клетки на отсеки (или компартменты), **Транспортная** – обмен веществ между клеткой и окружающей средой.

Рецепторная – воспринимает информацию из окружающей среды.

Ферментативная – осуществляет биохимические реакции.

Участствует в образовании межклеточных контактов.

Участствует в реакциях иммунитета (фагоцитоз, синтез

антител). **Участствует в образовании мембранного**

потенциала. С помощью мембраны в клетке поддерживается постоянная концентрация ионов, это обеспечивает поддержание разности потенциалов на мембране и генерацию нервного импульса.

Участствует в образовании специальных органоидов

(микроворсинки, реснички, жгутики).

Маркировка клетки — на мембране есть антигены, действующие как

маркеры — «ярлыки», позволяющие опознать клетку.

Матричная — обеспечивает определенное взаиморасположение и ориентацию мембранных белков, их оптимальное взаимодействие.

Энергетическая — при фотосинтезе, а также клеточном дыхании на мембранах действуют системы переноса энергии, в которых

ФУНКЦИИ МЕМБРАН. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОТОКОВ ВЕЩЕСТВ

Выполнение многообразных функций клетки невозможно без потока органических и неорганических веществ из внеклеточной среды в клетку и наоборот. Существование этого потока обеспечивается **транспортом веществ через мембрану**

Эти вещества поступают в клетку, транспортируются внутри клетки и выводятся наружу путем:

мембранного транспорта — переноса веществ **сквозь** мембрану с помощью различных механизмов

везикулярного транспорта - переноса высокомолекулярных соединений и мелких частиц.

СПОСОБЫ ТРАНСПОРТА ВЕЩЕСТВ

• **Пассивный транспорт** – поступление веществ по градиенту концентрации. **Без затрат энергии:**

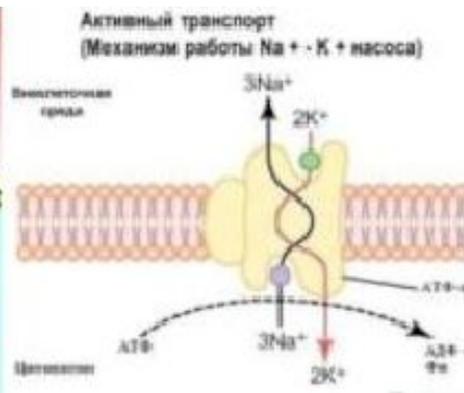
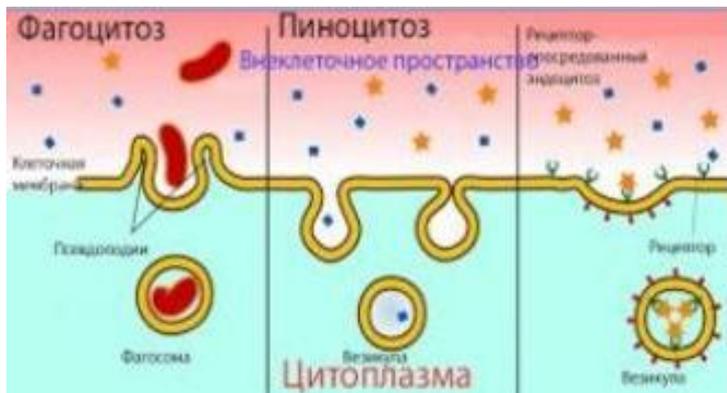
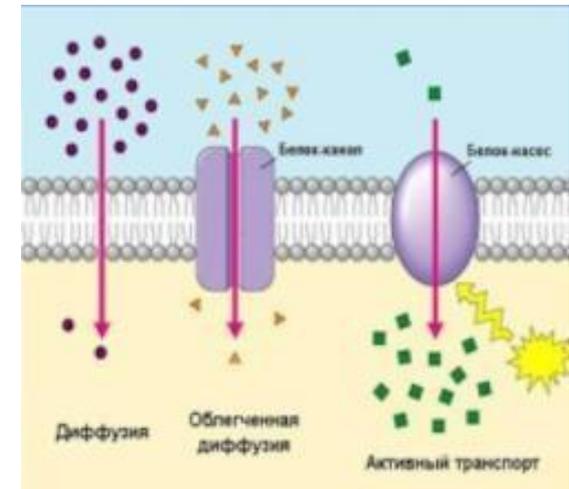
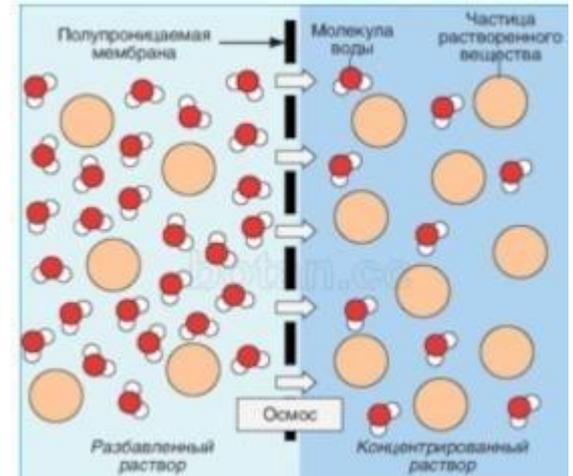
- **осмос** - поступление воды
- **диффузия** – поступление ионов и молекул через плазмолемму

• **Активный транспорт** – перемещение веществ против градиента концентрации с помощью

транспортных белков с затратой энергии (калиево-натриевый насос)

• **Везикулярный транспорт:**

- **фагоцитоз** - захват клеточной мембраной твердых частиц
- **пиноцитоз** - захват клеточной мембраной пузырьков жидкости



• **ЦИТОПЛАЗМА. ГИАЛОПЛАЗМА**

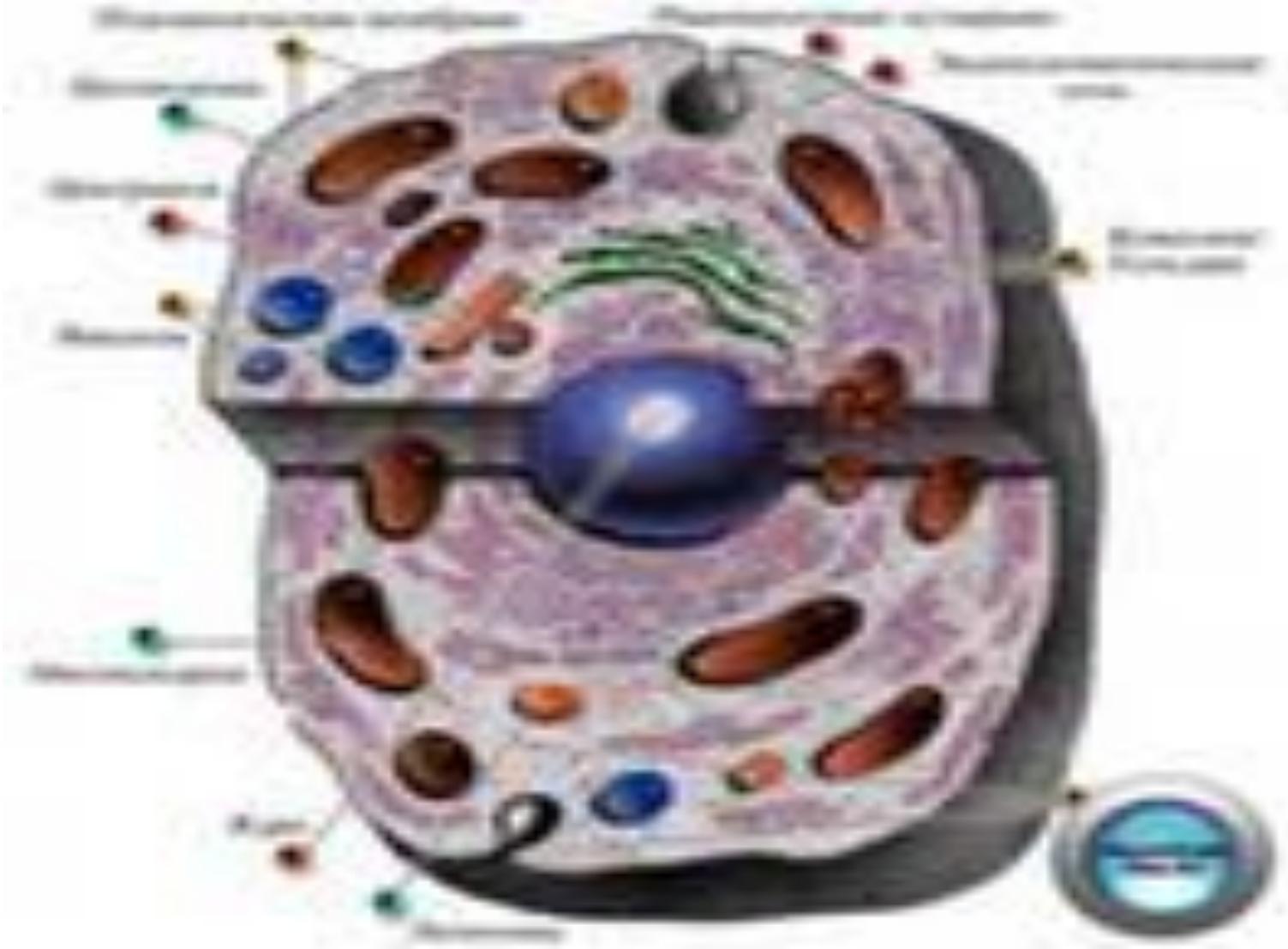
• **Физико-химическое состояние:**

- В зависимости от преобладания в гиалоплазме жидкой части или крупных молекул различают две формы: **золь** — более жидкая гиалоплазма и **гель** — более густая гиалоплазма. Между ними возможны фазовые переходы: *из геля – в золь, наоборот.*

• **Функции гиалоплазмы:**

- объединение всех компонентов клетки в единую среду
- поддержание определенной структуры и формы клетки, создание опоры для внутреннего расположения органелл
- обеспечение внутриклеточного перемещения веществ и структур

строение клетки.



КЛАССИФИКАЦИЯ ОРГАНЕЛЛ

Классификация органелл по строению

мембранные

немембранные

одномембранные

ЭПС
Лизосомы
Аппарат Гольджи
пероксисомы

двумембранные

Митохондрии
Пластиды

Рибосомы
Клеточный центр
Микротрубочки
Микрофиламенты
микрофибрилы

III

классификация органелл по выполняемым функциям

Функции	Органеллы
1. Органеллы, образующие цитоскелет клетки	Микротрубочки, микрофиламенты, микрофибриллы
2. Органеллы, участвующие в движении клетки и внутриклеточных структур	Реснички, жгутики
3. Органеллы, участвующие в биосинтезе веществ	Рибосомы, ЭПС
4. Органеллы, участвующие в энергопроизводстве	Митохондрии, пластиды (растительные клетки)
5. Органеллы, участвующие в пищеварении, защитных и в обезвреживающих реакциях	Лизосомы, пероксисомы
6. Органеллы, участвующие в накоплении и транспорте веществ	Аппарат Гольджи, ЭПС

II

Классификация органелл по значению в жизнедеятельности

Общего значения

Специального значения

Митохондрии
ЭПС
Аппарат Гольджи
Клеточный центр
Рибосомы
Цитоскелет (микротрубочки, микрофиламенты, промежуточные филаменты)

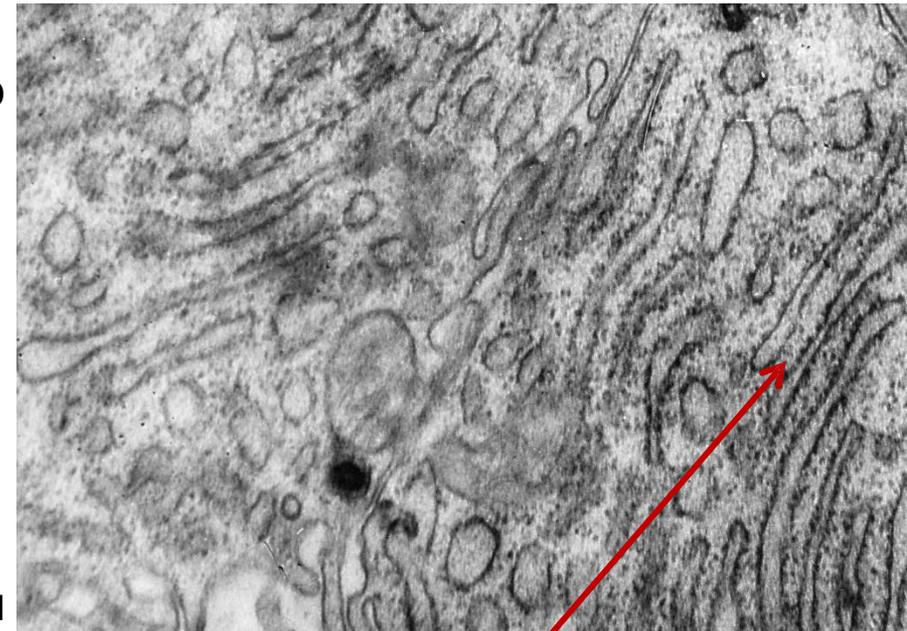
Реснички
Жгутики
Микрофибриллы
Базальные складки
Тонкофибриллы
Нейрофибриллы

ЦИТОПЛАЗМА. ОРГАНОИДЫ. ЭНДОПЛАЗМАТИЧЕСКИЙ РЕТИКУЛУМ

Строение ЭПС: полости, каналцы, трубочки из мембран, заполненные бесструктурной жидкостью – матриксом.

Рибосомы «сидят» только на одной стороне мембран, которая обращена к цитозолю.

На поверхности мембраны со стороны гиалоплазмы есть интегральные рецепторные белки (мол. массой 72000 Да), которые получили название «**причальных белков**». Они соединяются с **распознающими сигнал частицами** (SRP-частицами), вступающими во взаимодействие с рецептором рибосом и и-



Рибосомы на гранулярной ЭПС (электроннограмма из коллекции проф. А.А. Стадника)

ЦИТОПЛАЗМА. ОРГАНОИДЫ. ЭНДОПЛАЗМАТИЧЕСКИЙ РЕТИКУЛУМ

Функции ЭПС

• В области шероховатой сети :

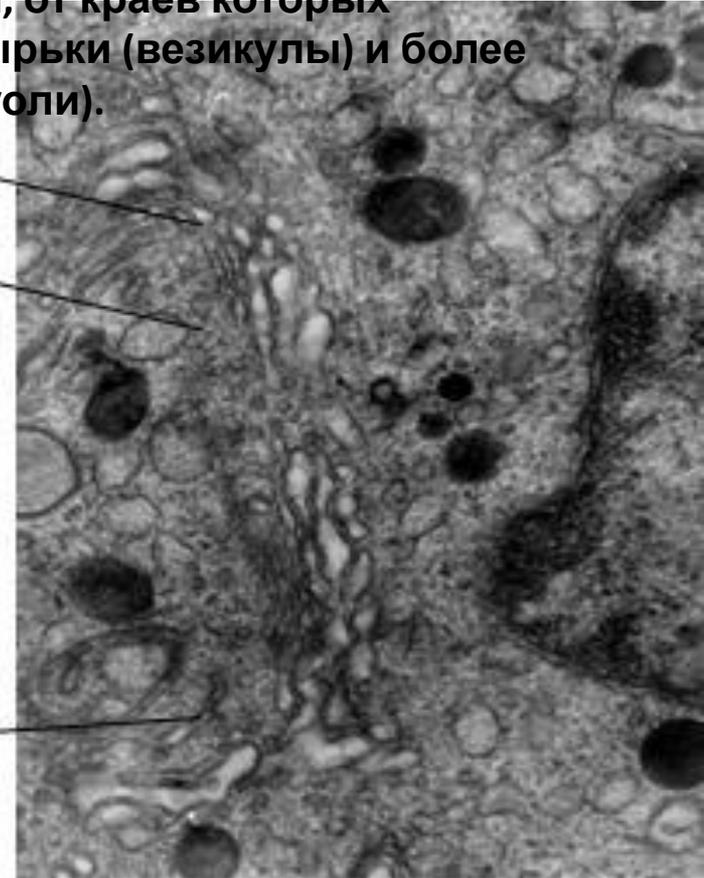
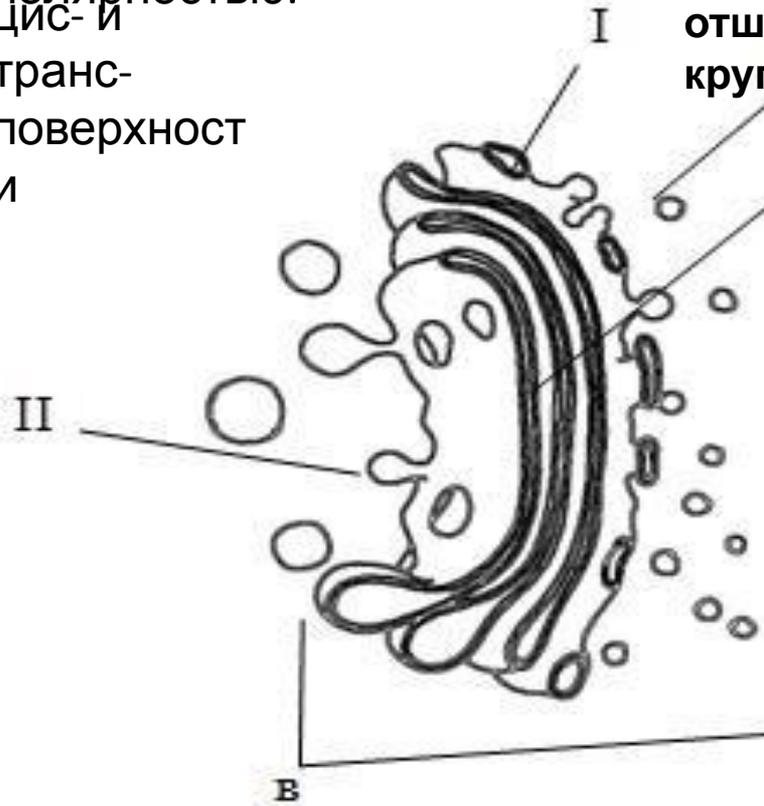
- Главная функция:
- отделение (сегрегация) белков, не предназначенных для нахождения в цитоплазме
- Дополнительные функции
:
- начальное гликозилирование гликопротеидов,
- синтез фосфолипидов,
- сборка многоцепочечных белков

В области гладкой сети :

- обмен углеводов, жиров и других веществ небелковой природы
- синтез стероидных гормонов (в половых железах, корковом слое надпочечников)
- транспорт веществ.
- обезвреживание веществ в цистернах ЭПС
- депонирование ионов кальция

ЦИТОПЛАЗМА. ОРГАНОИДЫ. АППАРАТ ГОЛЬДЖИ

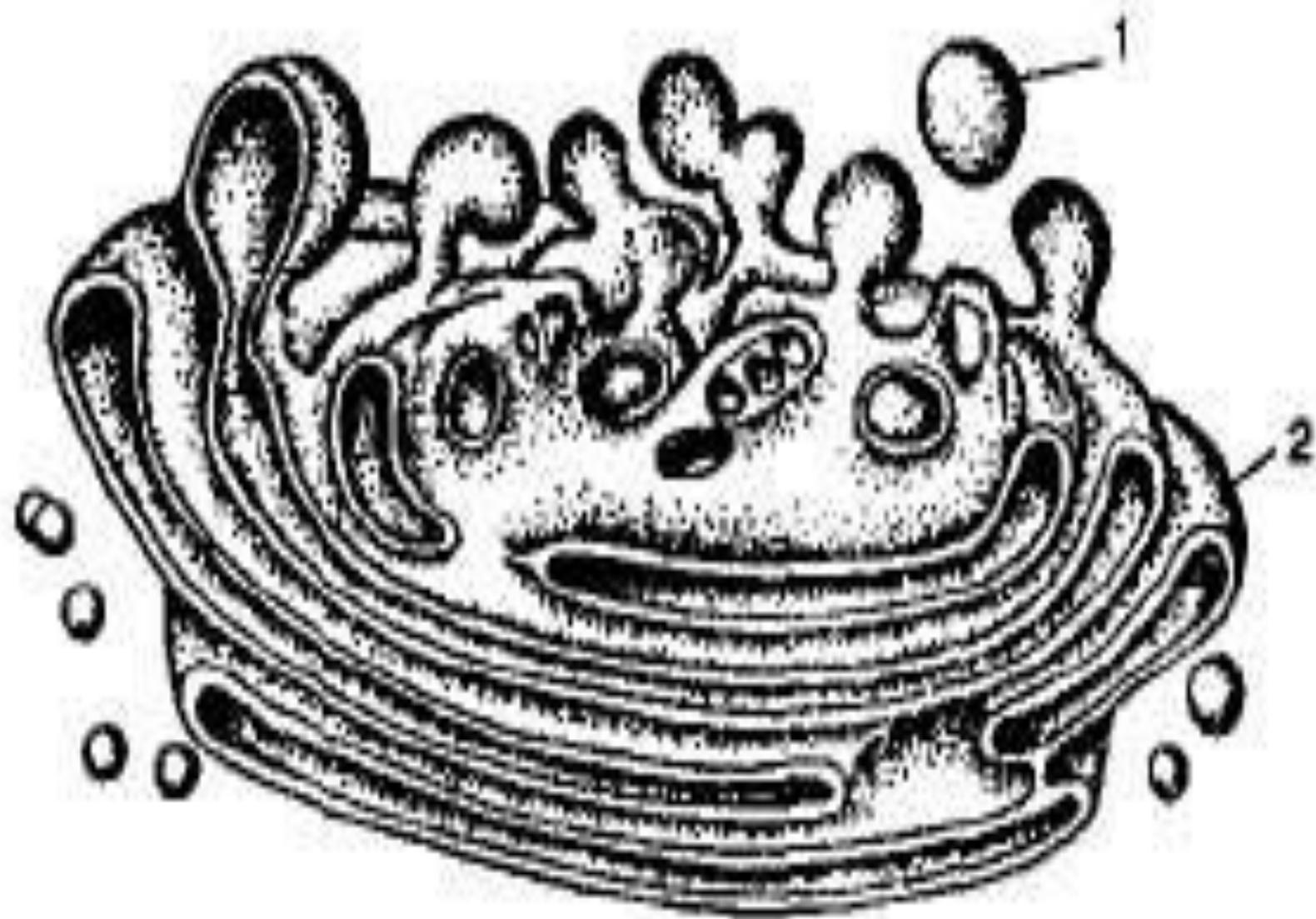
Диктиосома представлена стопкой из 3—12 уплощенных дискообразных цистерн, от краев которых отшнуровываются пузырьки (везикулы) и более крупные пузырьки (вакуоли).



электронограмма комплекса Гольджи (из коллекции проф. А.А. Стадникова).

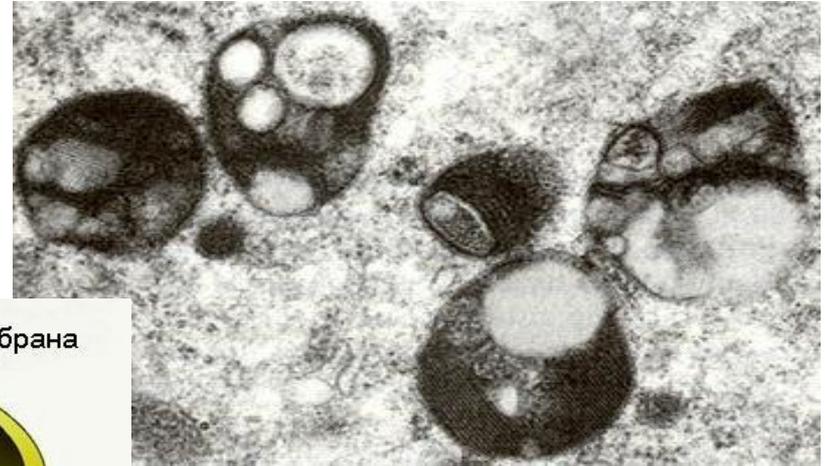
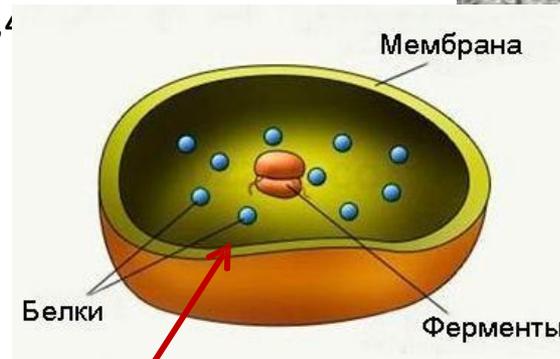
I – цис-поверхность (формирующаяся) - ближайшая к гранулярной ЭПС, переносщая

вновь синтезированные белки; **II – транс-поверхность**; **а – везикулы**; **б –**



ЦИТОПЛАЗМА. ОРГАНОИДЫ. ЛИЗОСОМЫ

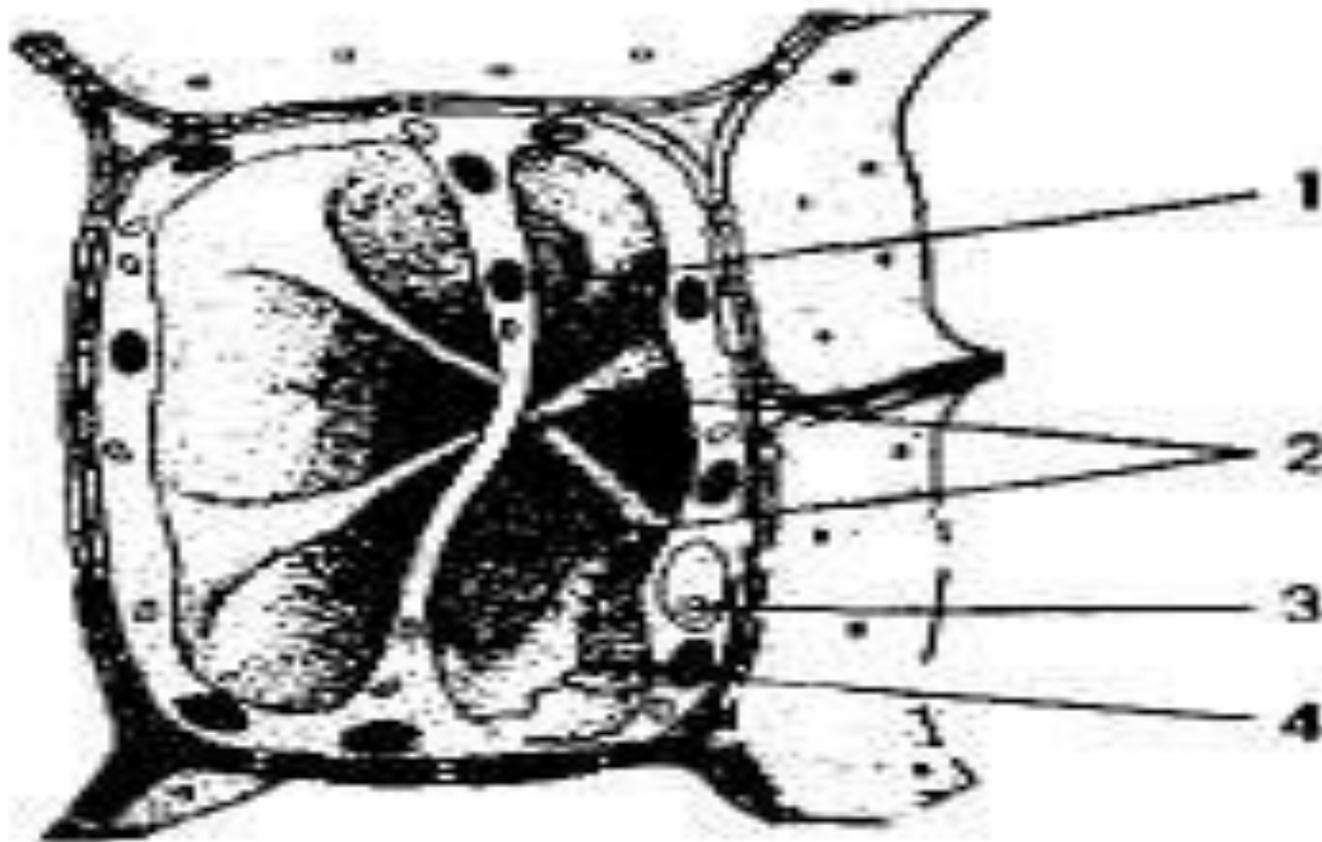
Мембранные
пузырьки
диаметром 0,4
мкм,



оболочка образована одинарной мембраной, покрытой иногда снаружи волокнистым белковым слоем, устойчивой к действию содержащихся ферментов

Содержат широкий спектр (около 40 видов) гидролитических ферментов: кислая фосфатаза, рибонуклеаза, дезоксирибонуклеаза, протеазы, сульфатазы, липазы и β -глюкоронидаза и др.

Различают: **первичные лизосомы** (диаметр 100 нм), содержащие не активные ферменты, **вторичные — лизосомы**, в которых происходит процесс переваривания (гетеро (фаго)лизосомы и аутолизосомы). **Третичные лизосомы (остаточные тельца)**, в которых процесс переваривания



*Вакуоль в растительной клетке: 1 — вакуоль;
2 — цитоплазматические тяжи; 3 — ядро; 4 — хлоропласты.*

- **Функции вакуолей** следующие:
- Вакуоли играют главную роль в поглощении воды растительными клетками. Вода путем осмоса через ее мембрану поступает в вакуоль, клеточный сок которой является более концентрированным, чем цитоплазма, и оказывает давление на цитоплазму, а следовательно, и на оболочку клетки. В результате в клетке развивается тургорное давление,
- В запасающих тканях растений вместо одной центральной часто бывает несколько вакуолей, в которых скапливаются запасные питательные вещества (жиры, белки). *Сократительные (пульсирующие) вакуоли* служат для осмотической регуляции, прежде всего, у пресноводных простейших, Сократительные вакуоли поглощают избыток воды и затем выводят ее наружу путем сокращений.

ЦИТОПЛАЗМА. ОРГАНОИДЫ.

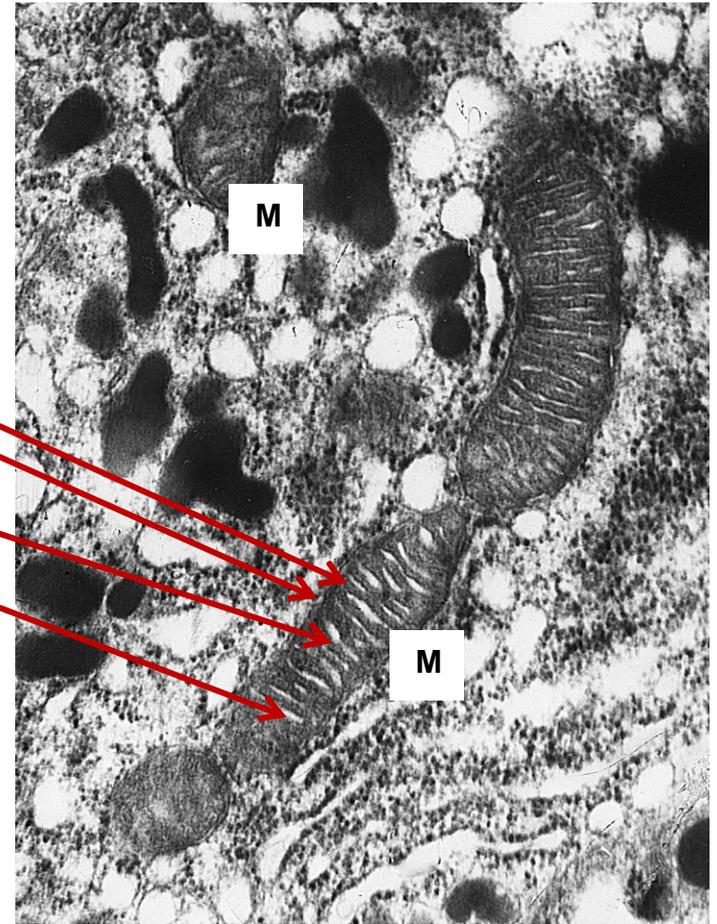
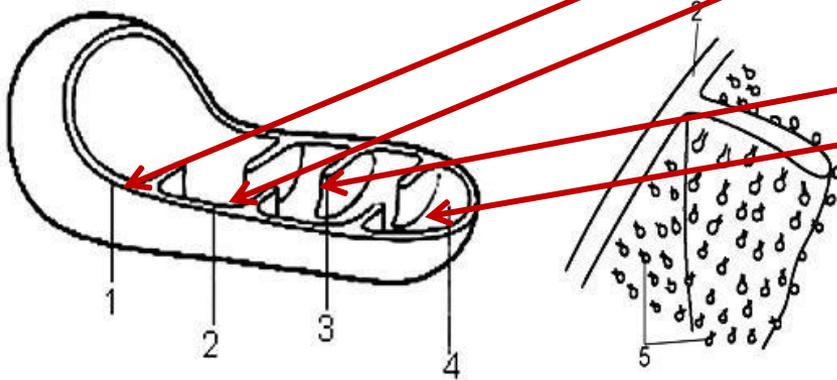
МИТОХОНДРИИ

двумембранные структуры округлой или палочковидной формы (0,5 мкм x 5–10 мкм).

Участвуют в процессах клеточного

дыхания и

образования энергии.



Схематическое изображение митохондрии в поперечном разрезе: 1 – внешняя мембрана; 2 – межмембранное пространство; 3 – внутренняя мембрана; 4 – матрикс; 5 – глобулярные структуры, участвующие в преобразовании энергии.

Митохондрии. Виден участок цитоплазмы клетки, который содержит митохондрии в поперечном и продольном разрезе (М).

Электроннограмма (из коллекции проф. А.А. Стадникова).

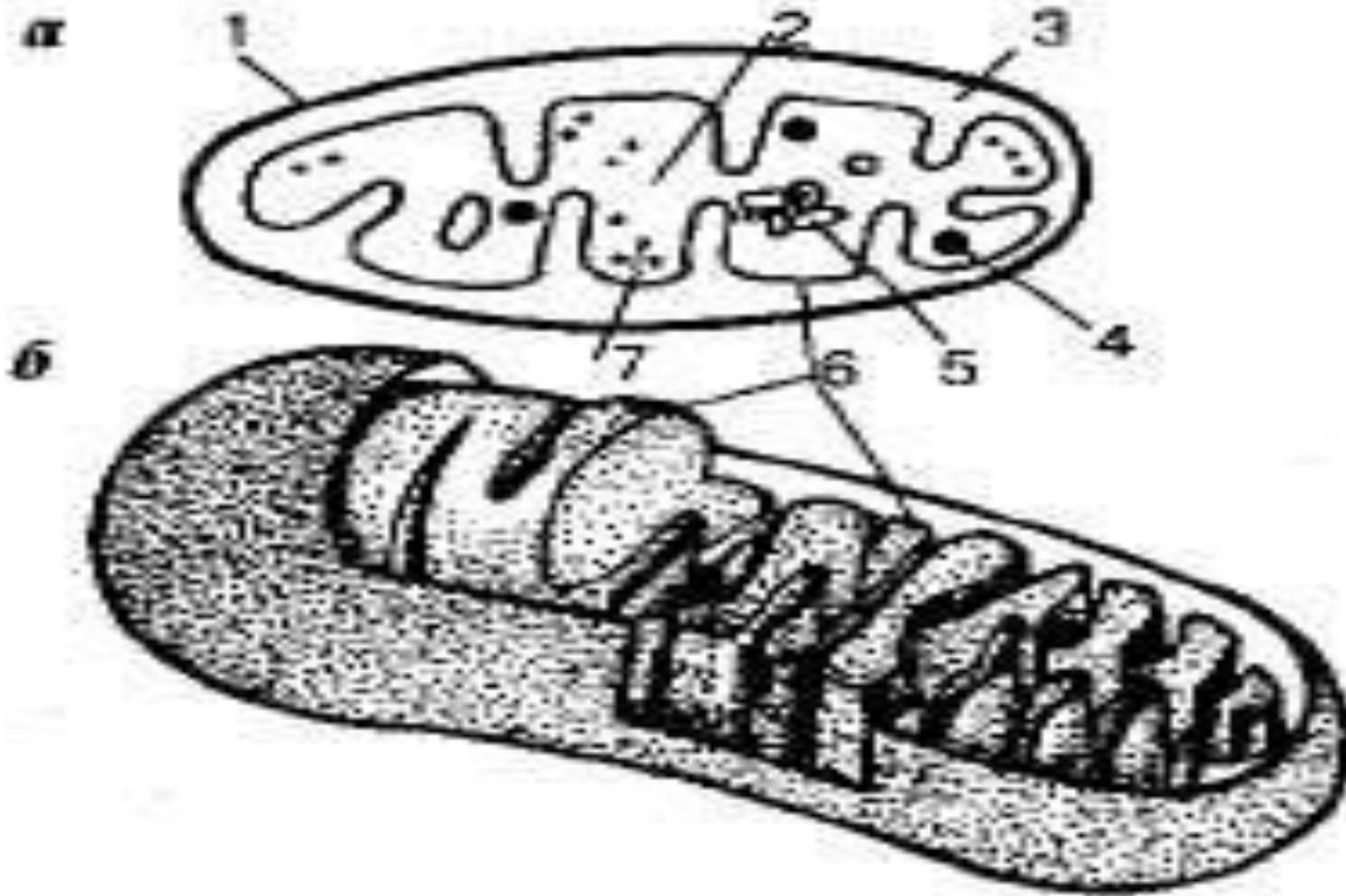


Схема строения митохондрии: а — продольный разрез; б — схема трехмерного строения; 1 — внешняя мембрана; 2 — матрикс; 3 — межмембранное пространство; 4 — гранула; 5 — ДНК; 6 — внутренняя мембрана; 7 — рибосомы.

ЦИТОПЛАЗМА. ОРГАНОИДЫ.

МИТОХОНДРИИ

ФУНКЦИЯ МИТОХОНДРИЙ

- участвуют в процессах клеточного дыхания;
- преобразуют энергию, которая при этом выделяется в доступной для других клеточных структур форме.

ПАТОЛОГИЯ МИТОХОНДРИЙ СВЯЗАНА:

- либо с дефектами митохондриальной ДНК;
- либо с дефектами генов ядерного генома, кодирующих полипептиды митохондрий, в результате чего могут возникать митохондриальные болезни:
 - анемия, обусловленная хлорамфениколом (левомицетином);
 - кардиомиопатии (обычно в сочетании с мышечной слабостью);
 - леберовская атрофия зрительного нерва;
 - митохондриальные миопатии, энцефаломиопатии.
 - оокицитома (опухоли паренхиматозных органов, преимущественно почки и щитовидной железы, содержащие эозинофильные крупные клетки с многочисленными изменёнными митохондриями) и

ЦИТОПЛАЗМА. ОРГАНОИДЫ. НЕМЕМБРАННЫЕ ОРГАНЕЛЛЫ.
РИБОСОМЫ

РИБОСОМЫ

Большая субъединица
– состоит из трех различных молекул рРНК, связанных с 40 молекулами белков

Малая субъединица
содержит одну молекулу рРНК и 32 молекулы белков



Когда формируется вся рибосома, рРНК сворачивается компактно (компактизуется), формируя «ядро» субчастицы, по периферии которого располагаются рибосомные белки, различные по природе и функции.

Строение рибосом (Wenberly et al. // Nature Reviews Molecular Cell Biology)

Большая и малая субъединицы лабильны по отношению друг другу, и каждая содержит р-РНК, которая составляет ≈ 2/3 всей субчастицы.

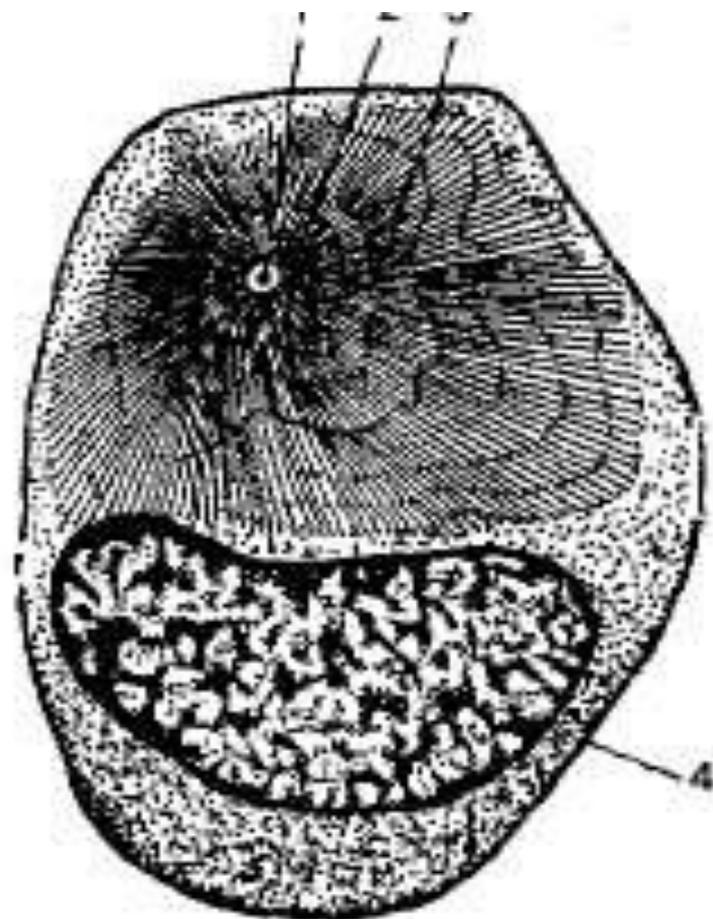


Рис. 1.13. Клеточный центр в сперматогонии саламандры: 1 — центриоль; 2 — окружающий центриоль участок светлой цитоплазмы; 3 — центросфера (астросфера); 4 — ядро.

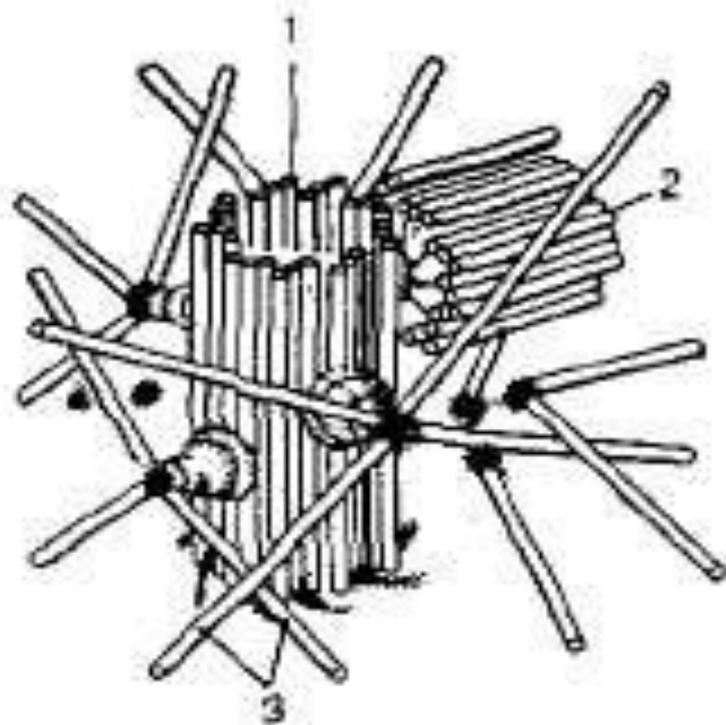
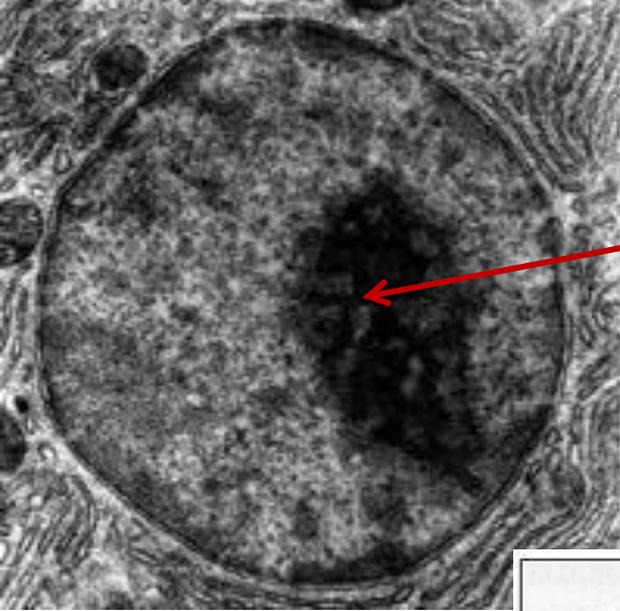
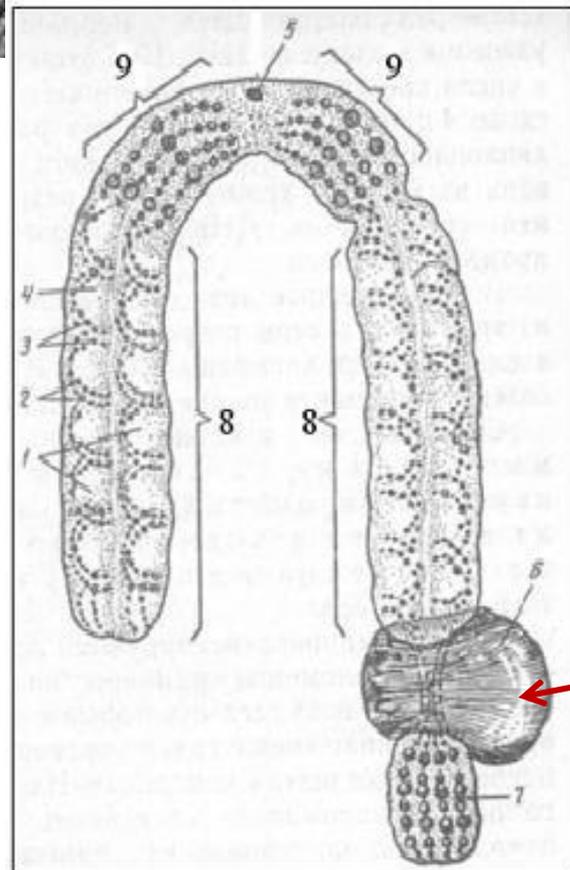


Рис. 1.14. Схема строения центриолей: 1 — материнская центриоль; 2 — дочерняя центриоль; 3 — микротрубочки.



ядрышк

○

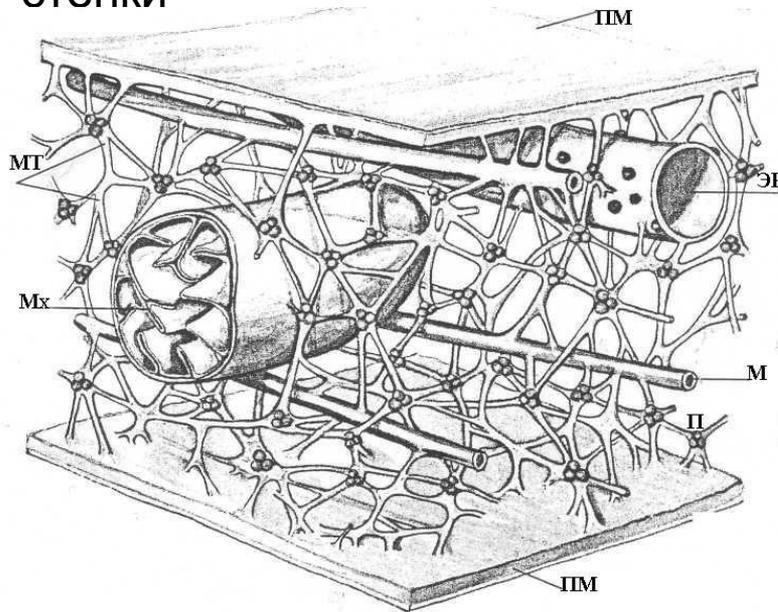


Рибосомы эукариот образуются в ядрышке. Сначала на ядрышковой ДНК синтезируются рРНК, которые затем покрываются поступающими из цитоплазмы рибосомальными белками, расщепляются до нужных размеров и формируют субъединицы рибосом. Полностью сформированных рибосом в ядре нет. Объединение субъединиц в целую рибосому происходит в цитоплазме, как правило, во время биосинтеза белков.

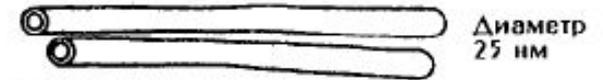
ядрышковый
организатор

Цитоскелет клетки – опорно-двигательная система, включающая немембранные белковые нитчатые образования, выполняющие как каркасную, так и двигательную функции в клетке.

Микротрубочки присутствуют практически во всех эукариотических клетках. Они представляют собой длинные нитевидные полые структуры (внешний диаметр составляет около 25 нм, внутренний просвет имеет 13 стенки



Микротрубочки.



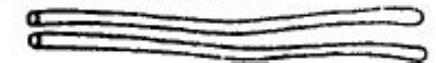
Диаметр
25 нм

Актиновые нити



Диаметр
7 нм

Промежуточные филаменты



Диаметр
10 нм

Стенка микротрубочек построена из плотно уложенных округлых 13 субъединиц диаметром около 5 нм, расположенных в виде однослойного кольца.

Трабекулярная сеть гиалоплазмы. МТ – микротрабекулярные нити, М – микротрубочка,