

Цитология

Клеточная теория

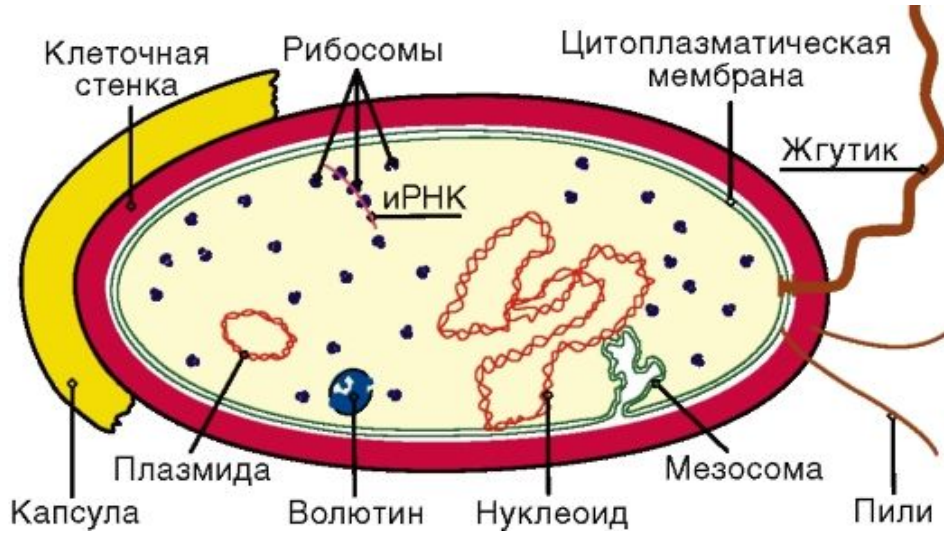
М.Шлейден и Т. Шванн 1838-1839

Вирхов (1858)

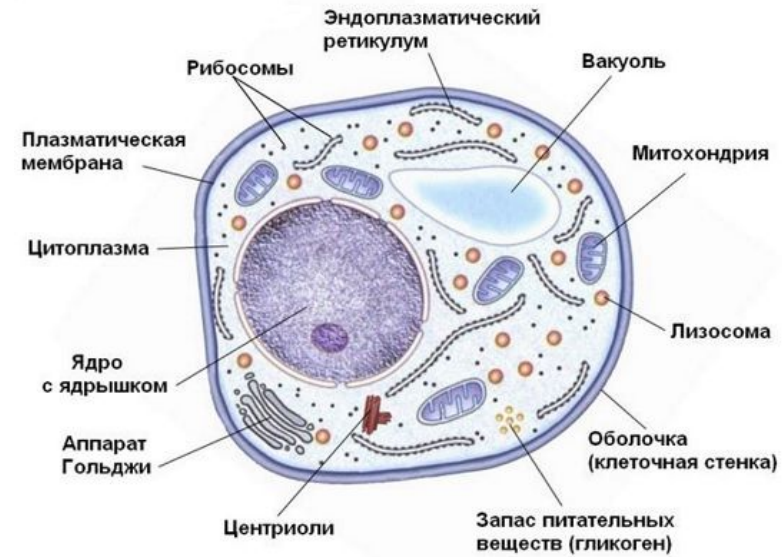
- клетка - основная единица строения, функционирования и развития всех живых организмов, наименьшая единица живого, способная к самовоспроизведению, саморегуляции и самообновлению;
- клетки всех одноклеточных и многоклеточных организмов сходны (гомологины) по своему строению, химическому составу, основным проявлениям жизнедеятельности и обмену веществ;
- размножение клеток происходит путем их деления, каждая новая клетка образуется в результате деления исходной (материнской) клетки;
- в сложных многоклеточных организмах клетки специализированы по выполняемым ими функциям и образуют ткани; из тканей состоят органы, которые тесно взаимосвязаны и подчинены нервной и гуморальной регуляциям.

Разнообразие клеток

Бактерии
(прокариоты)



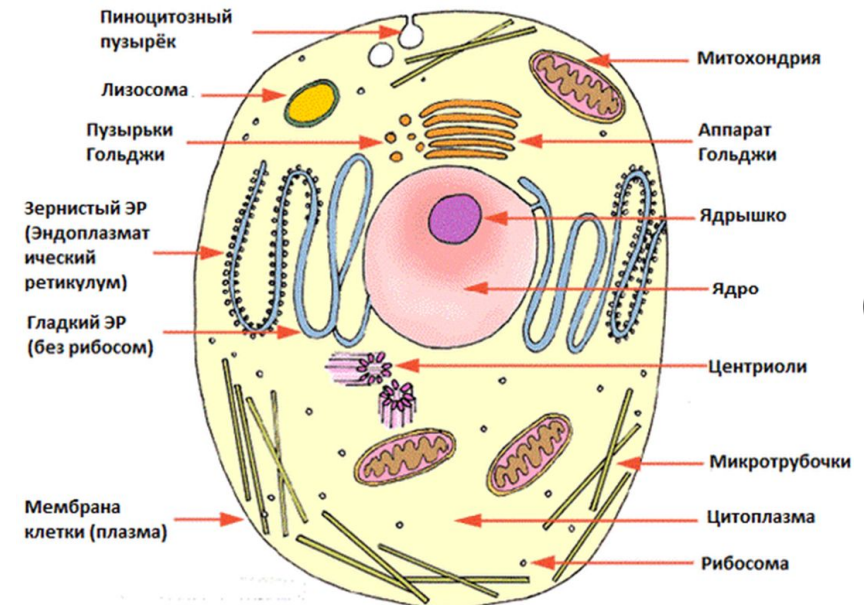
Грибы
(эукариоты)



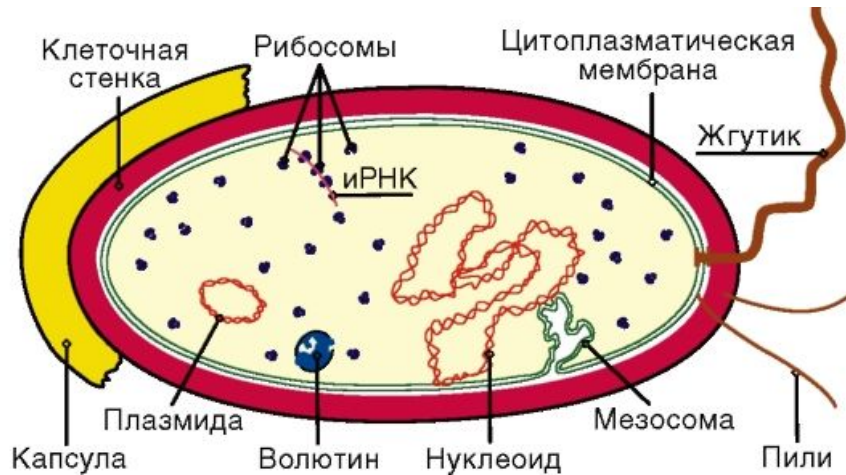
Растения
(эукариоты)



Животные
(эукариоты)



Сравнение прокариот и эукариот



Органоиды прокариот

Обязательные

- Клеточная стенка
- Клеточная мембрана
- Рибосомы
- Нуклеоид с кольцевой ДНК
- Мезосомы

Необязательные

- Жгутики
- Пили
- Капсула
- Плазмиды (малые кольцевые ДНК)

Органоиды эукариот

Обязательные

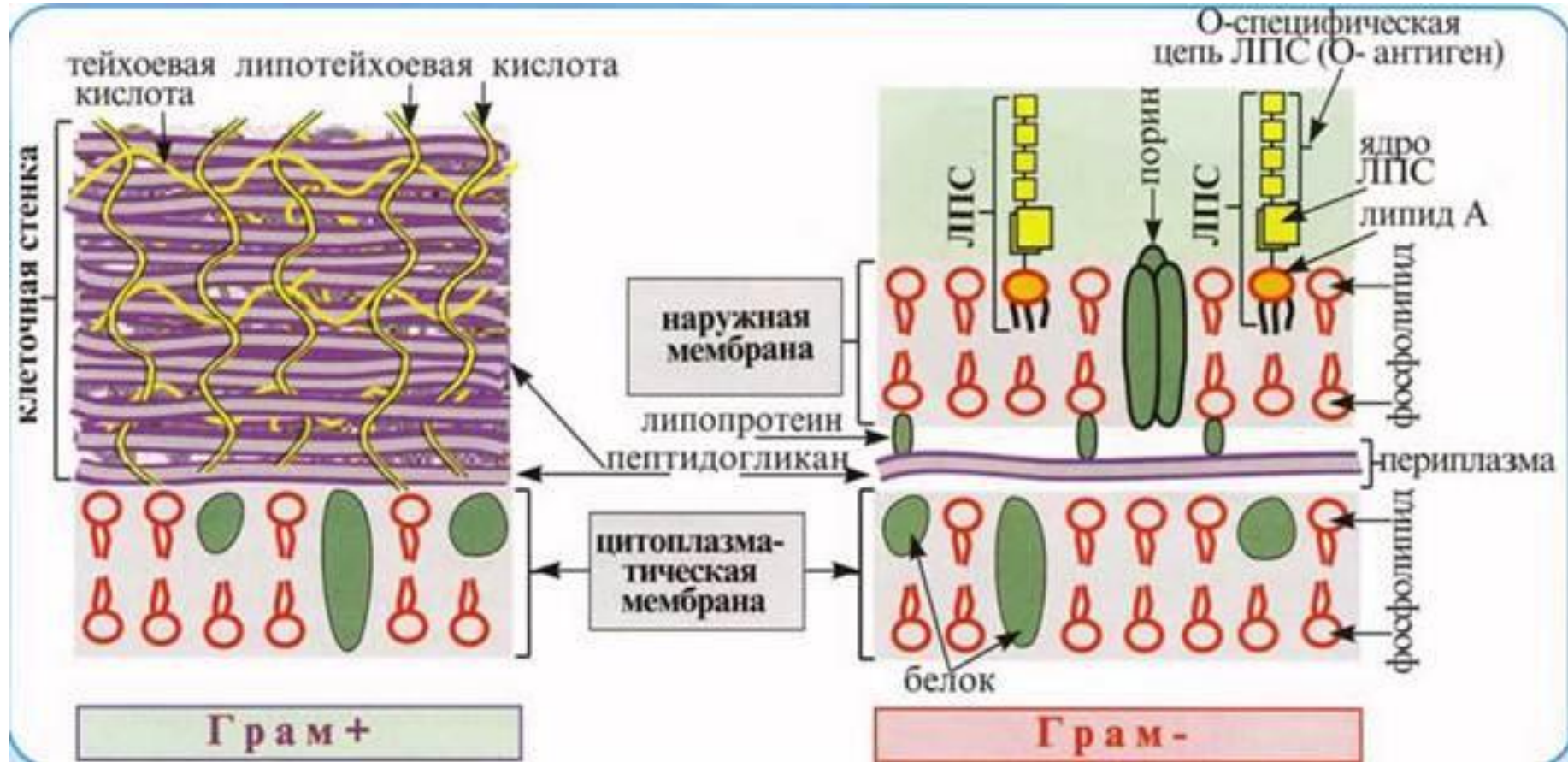
- Клеточная мембрана
- Ядро с линейной ДНК
- Рибосомы
- Митохондрии
- ЭПС
- Аппарат Гольджи
- Лизосомы
- Цитоскелет

Необязательные

- Клеточная стенка
- Хлоропласт
- Жгутики
- Центриоли
- Вакуоль с клеточным соком



Клеточная стенка бактерий



Различные клетки эукариот

Органоиды Животных

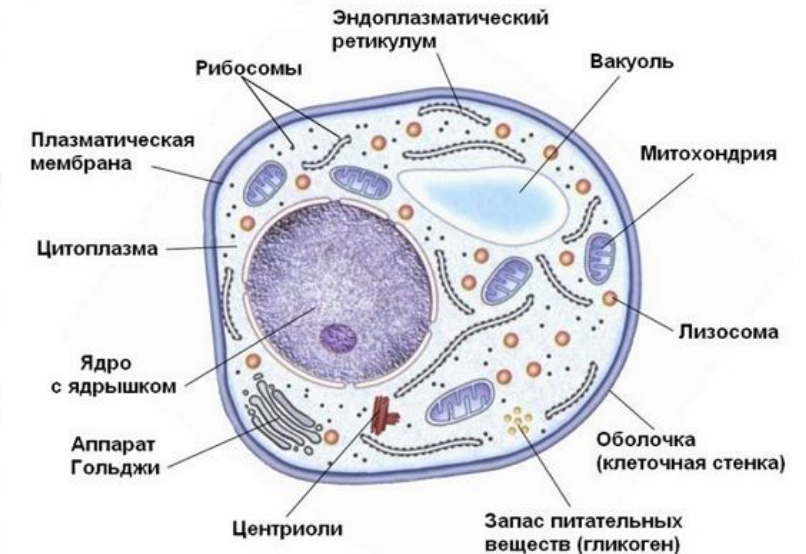
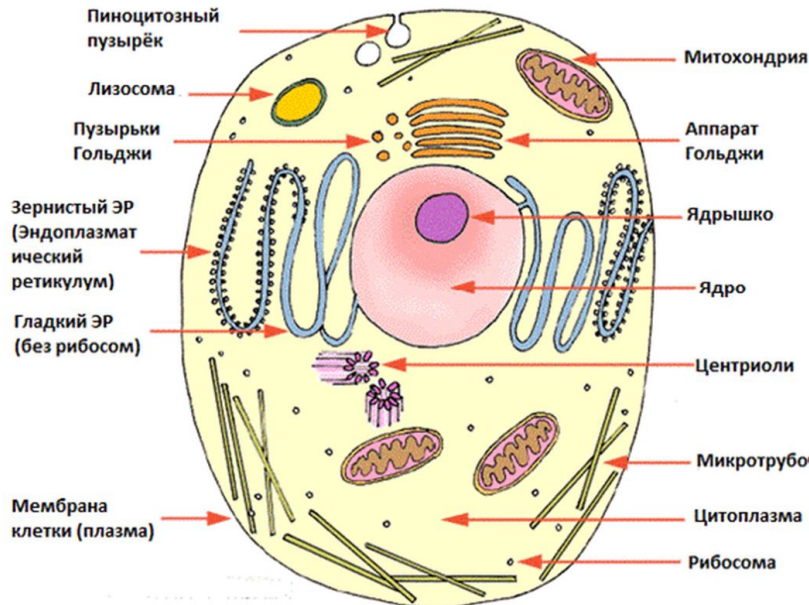
- Клеточная мембрана
- Ядро
- Рибосомы
- Митохондрии
- ЭПС
- Аппарат Гольджи
- Лизосомы
- Цитоскелет
- **Центриоли**
- Жгутики (не всегда)
- **Гликокаликс**

Органоиды Растений

- **Клеточная стенка**
- Клеточная мембрана
- Ядро
- Рибосомы
- Митохондрии
- **Пластиды**
- ЭПС
- Аппарат Гольджи
- Лизосомы
- Цитоскелет
- **Вакуоль с клеточным соком**
- Жгутики (только у половых клеток и водорослей)

Органоиды Грибов

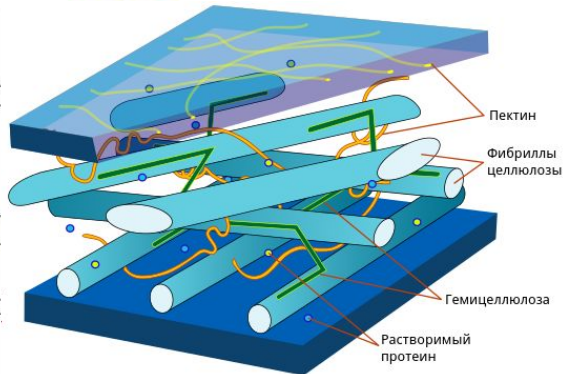
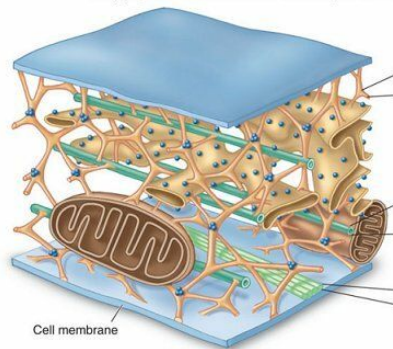
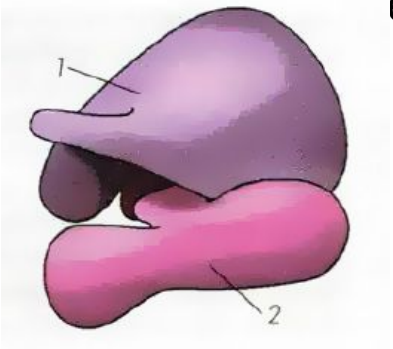
- **Клеточная стенка**
- Клеточная мембрана
- Ядро
- Рибосомы
- Митохондрии
- ЭПС
- Аппарат Гольджи
- Лизосомы
- Цитоскелет
- **Центриоль**
- Жгутики (не у всех)



Количество мембран в органоидах

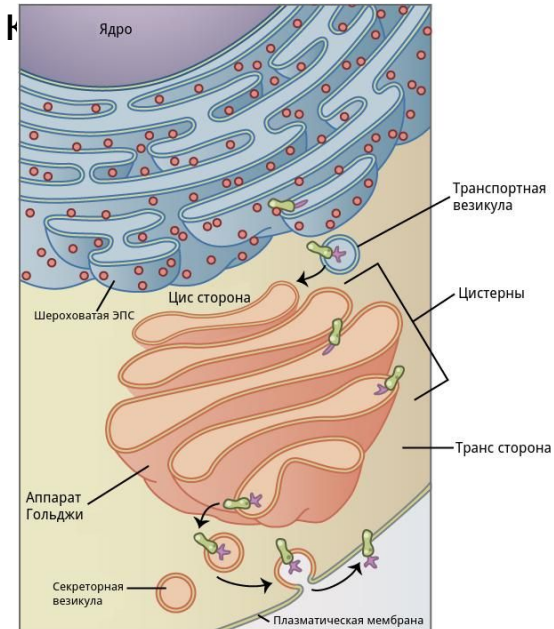
Немембранные

- Рибосомы
- Цитоскелет
- Центриоль
- Клеточная стенка



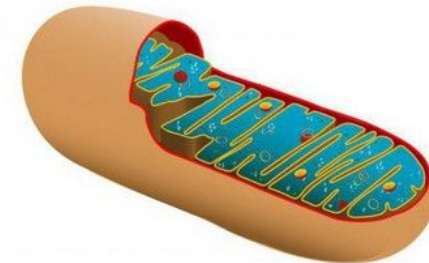
Одномембранные

- Клеточная мембрана
- Эндоплазматическая сеть
- Аппарат Гольджи
- Лизосомы
- Вакуоль с

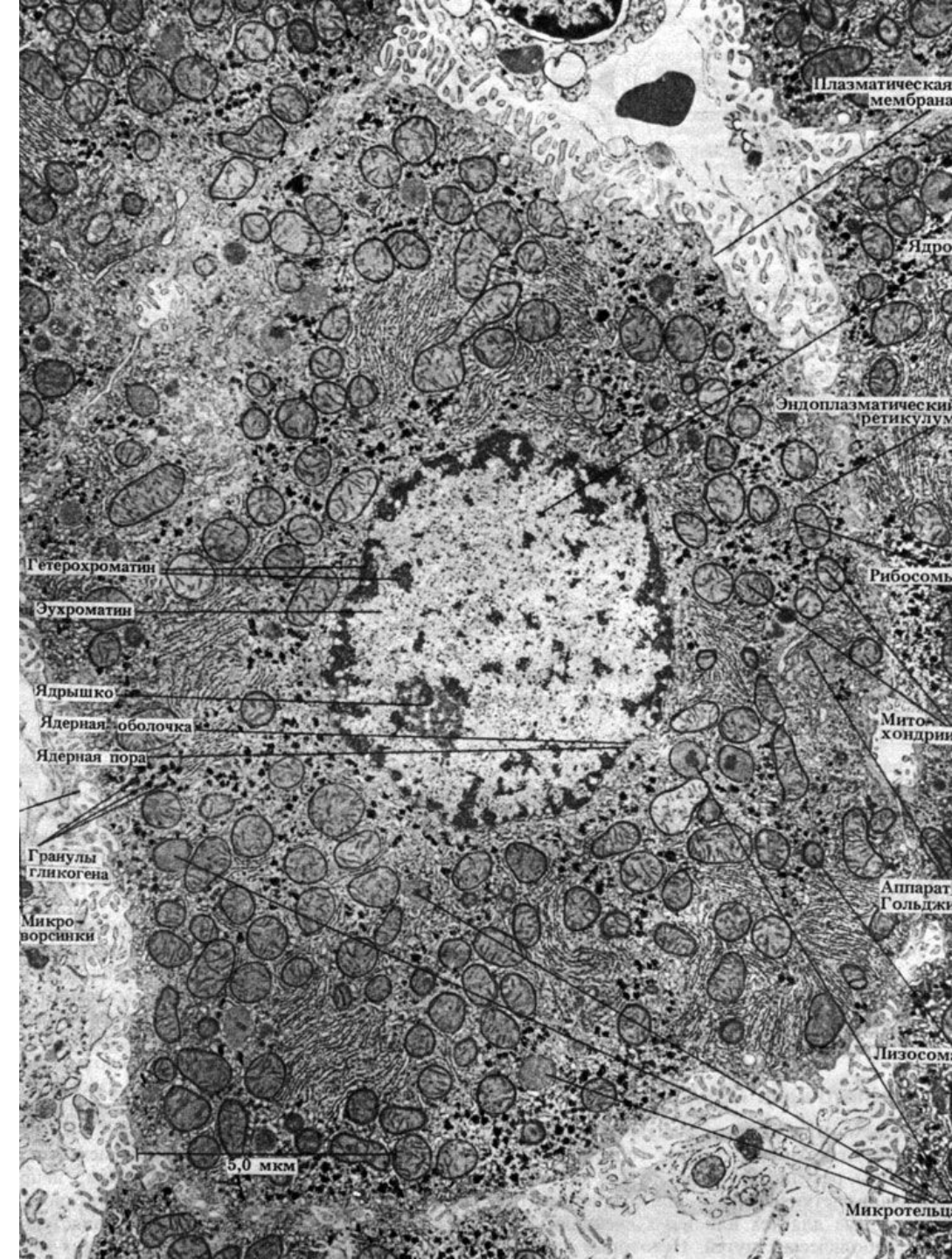
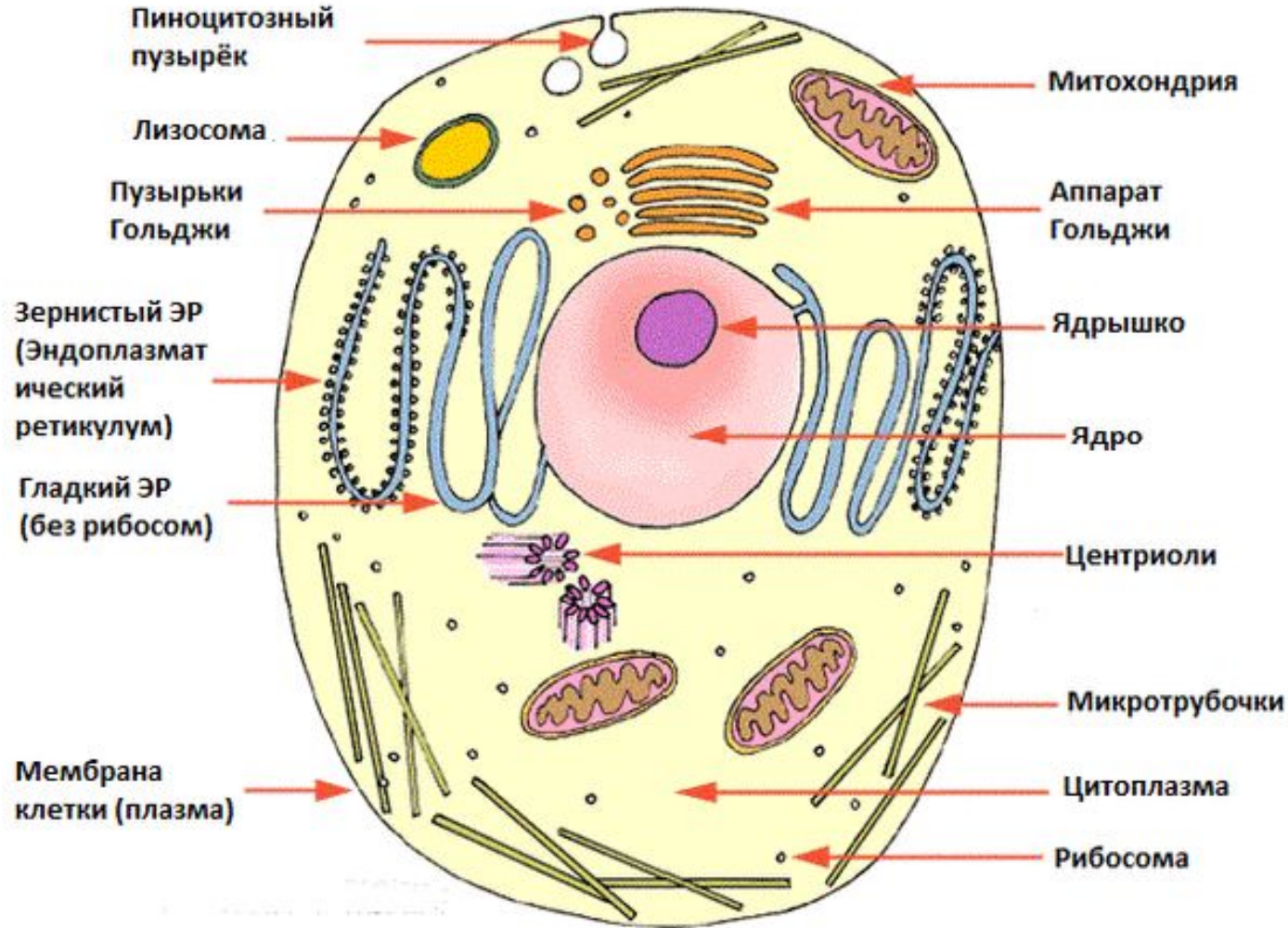


Двумембранные

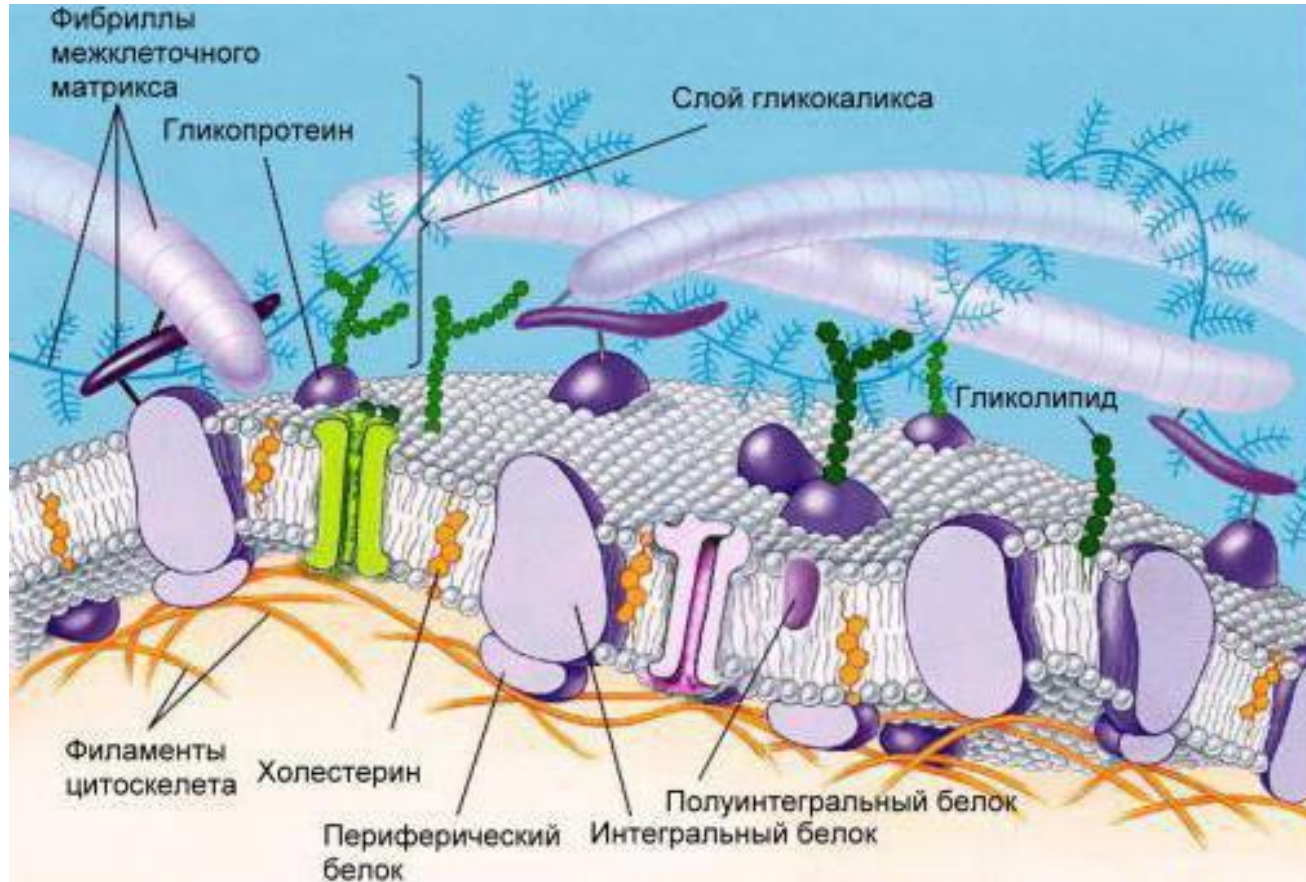
- Ядро
- Митохондрии
- Пластиды



Строение животной клетки



Цитоплазматическая мембрана



Состав

- Фосфолипиды
- Белки
- Олигосахара у животных в гликокаликсе

Функции

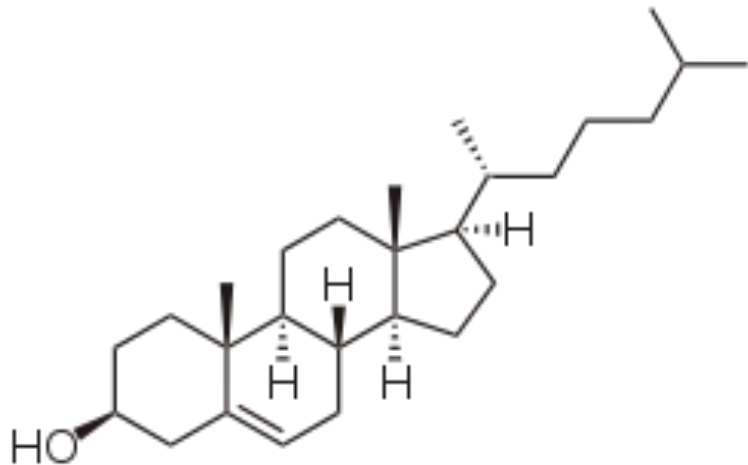
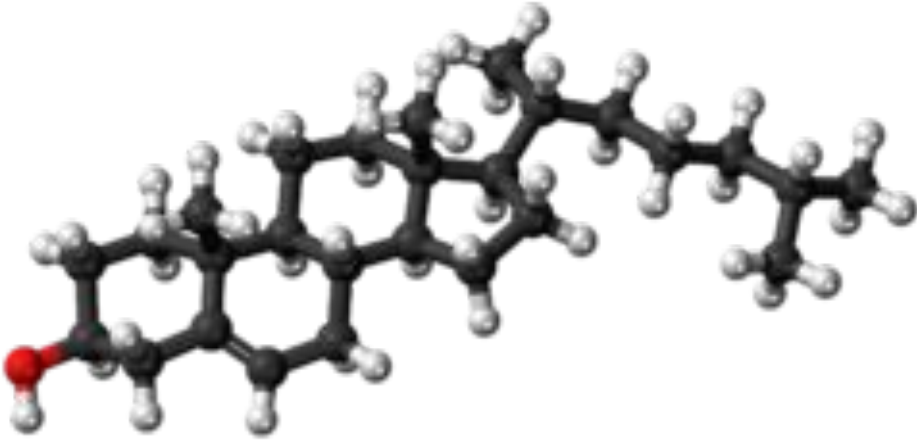
- Барьерная
- Транспортная (в том числе эндо- и экзоцитоз у животных)
- Рецепторная

Гидрофильная часть фосфолипида

Гидрофобные хвосты

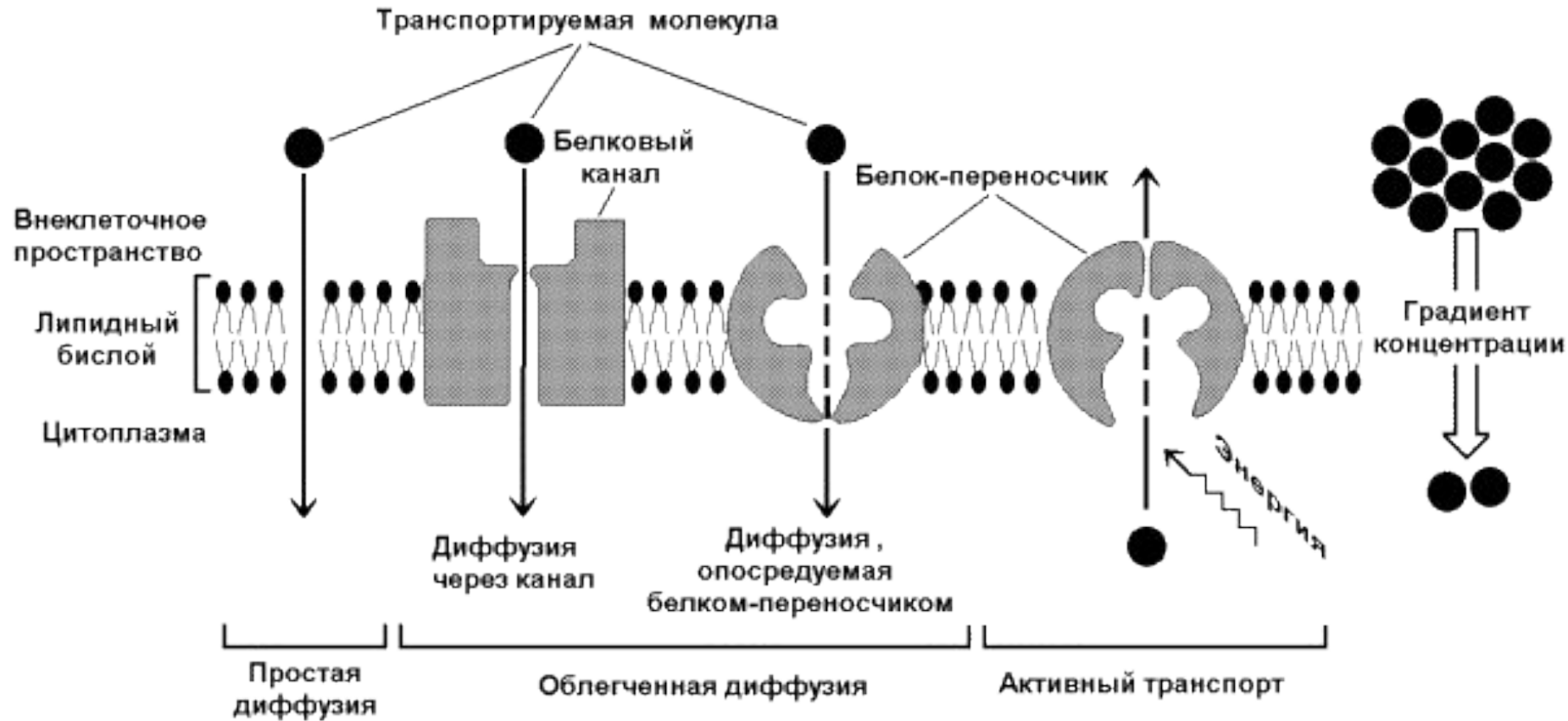
Мембрана отделяет клетку от внешнего окружения, при этом через нее происходят все обменные процессы. Эукариотическую клетку она делит на компартменты.

Холестерол



Холестерол присутствует только в мембранах животных клеток и отсутствует в мембранах растений, грибов и прокариот. Он придает большую гибкость и прочность мембранам, не давая им затвердевать. Наличие холестерина связано с обилием в мембранах животных клеток насыщенных жирных кислот.

Транспорт веществ через мембрану



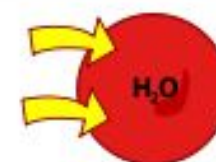
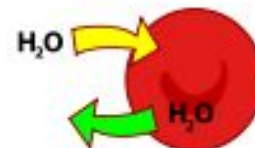
Мембраны обладают избирательной проницаемостью за счет входящих в ее состав белков.

Диффузия веществ через мембрану

Гипертонический

Изотонический

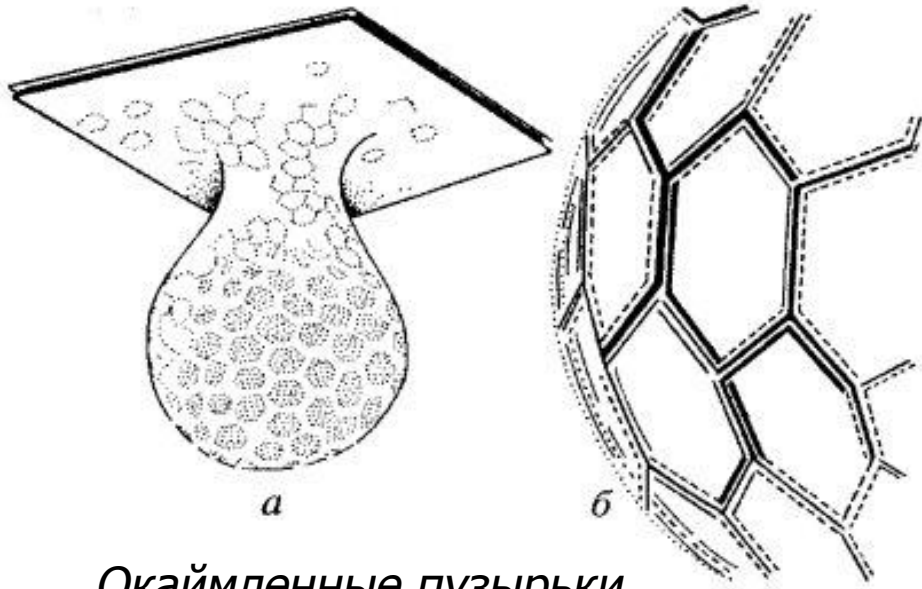
Гипотонический



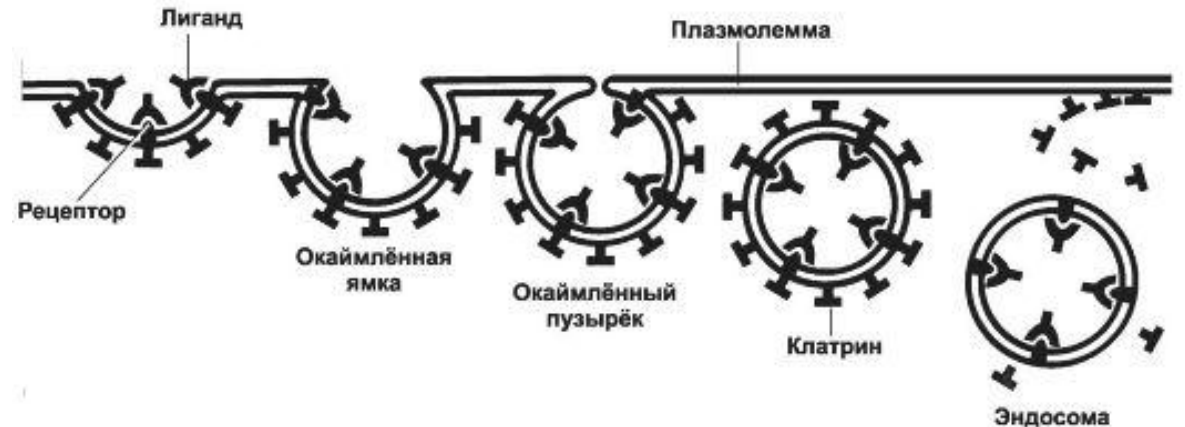
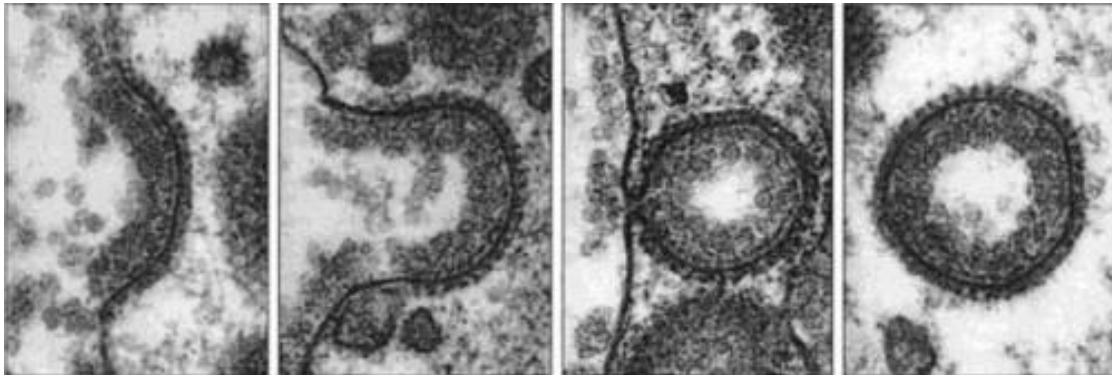
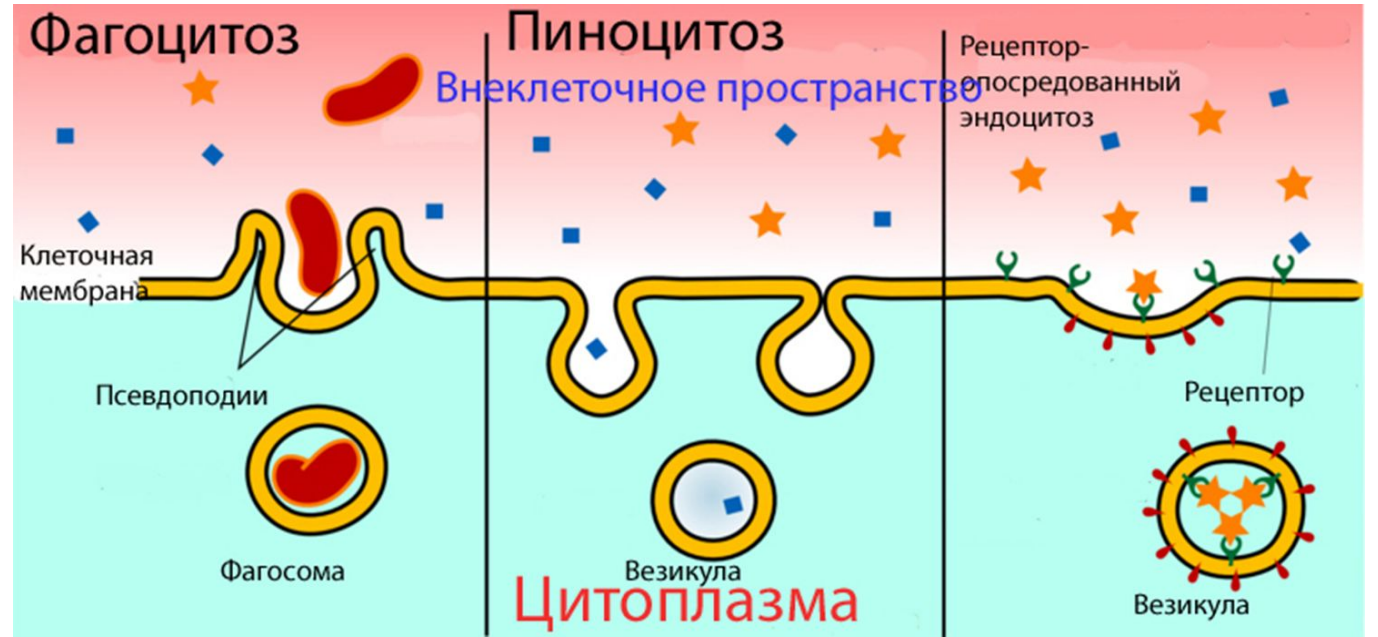
ОСМОС



Транспорт в мембранной упаковке



Окаймленные пузырьки
 а — вид со стороны цитозоля;
 б — трискелеоны на поверхности пузырька

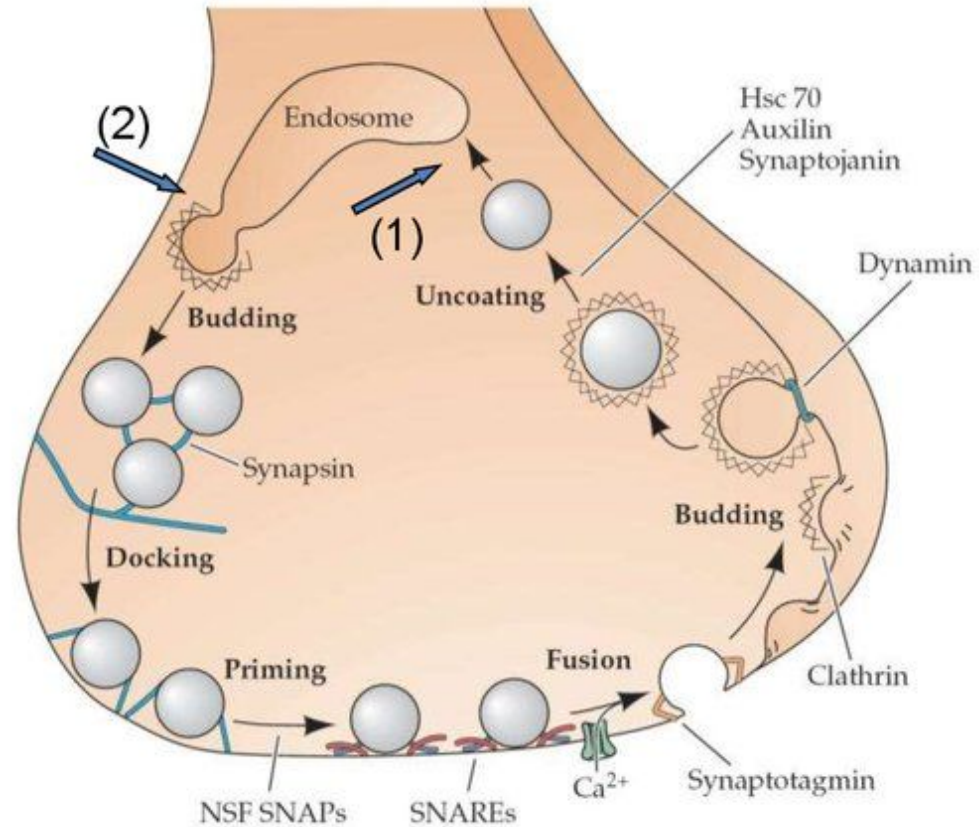


Экзоцитоз

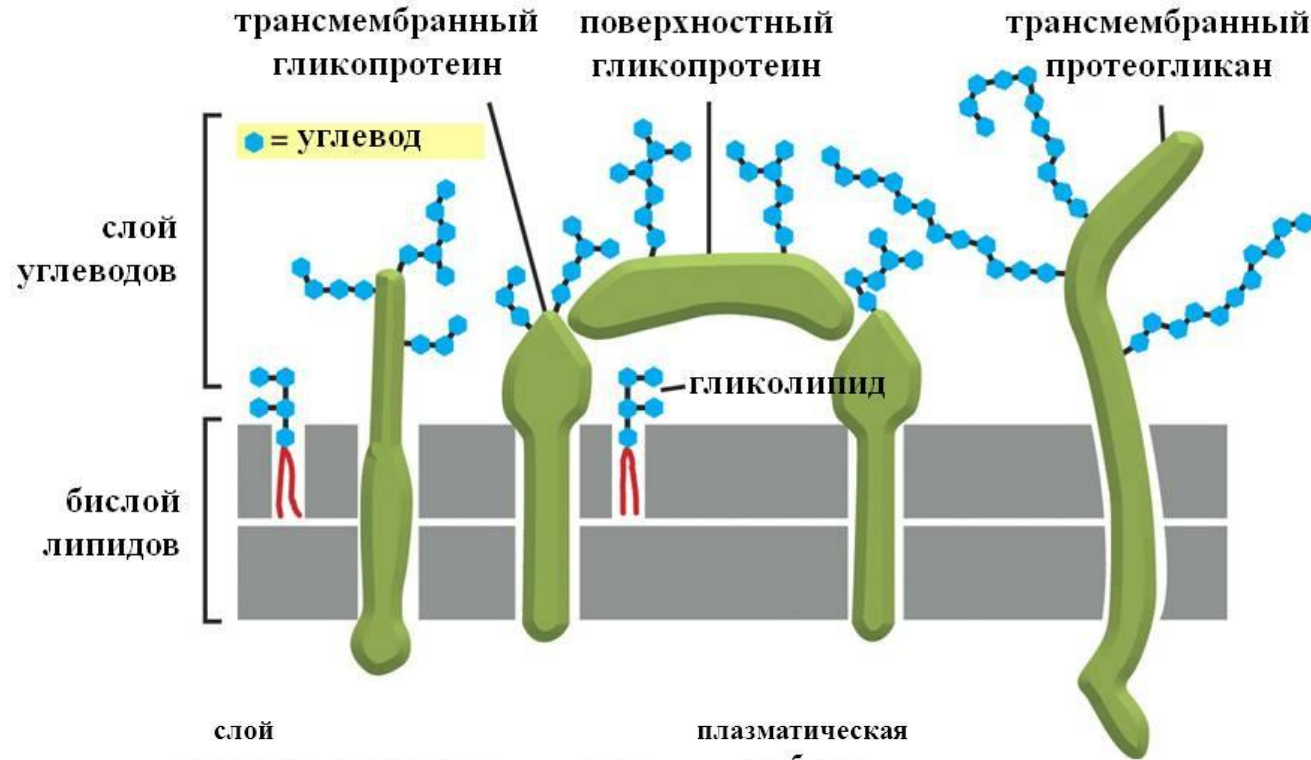
Молекулярный механизм экзоцитоза медиатора

(1) Вновь образованные везикулы могут сливаться с **внутриклеточными эндосомами** по механизму экзоцитоза.

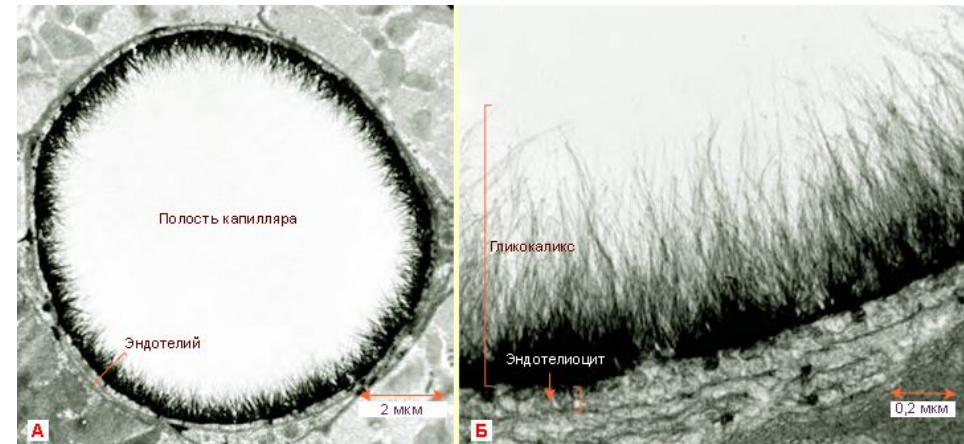
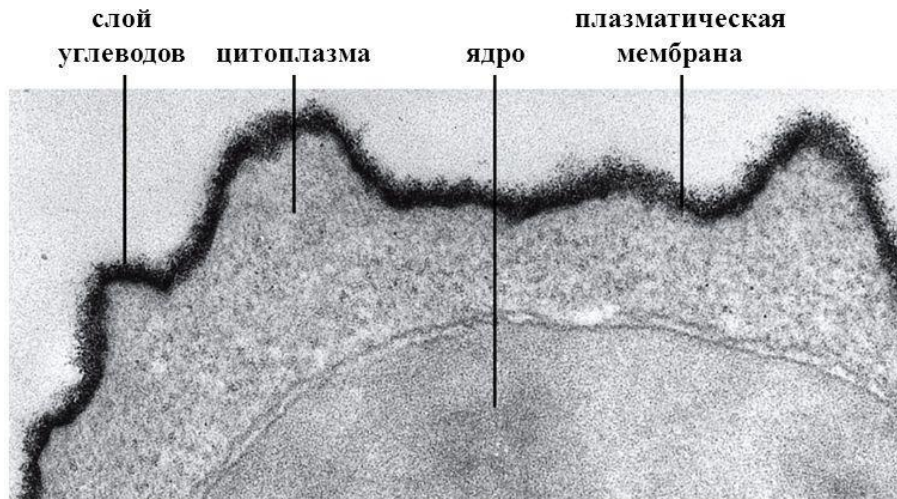
(2) Образование новых везикул из эндосом, пополняющих резервный пул, происходит также как и отщепление везикул от плазматической мембраны после высвобождения медиатора (по механизму клатрин-зависимого эндоцитоза).



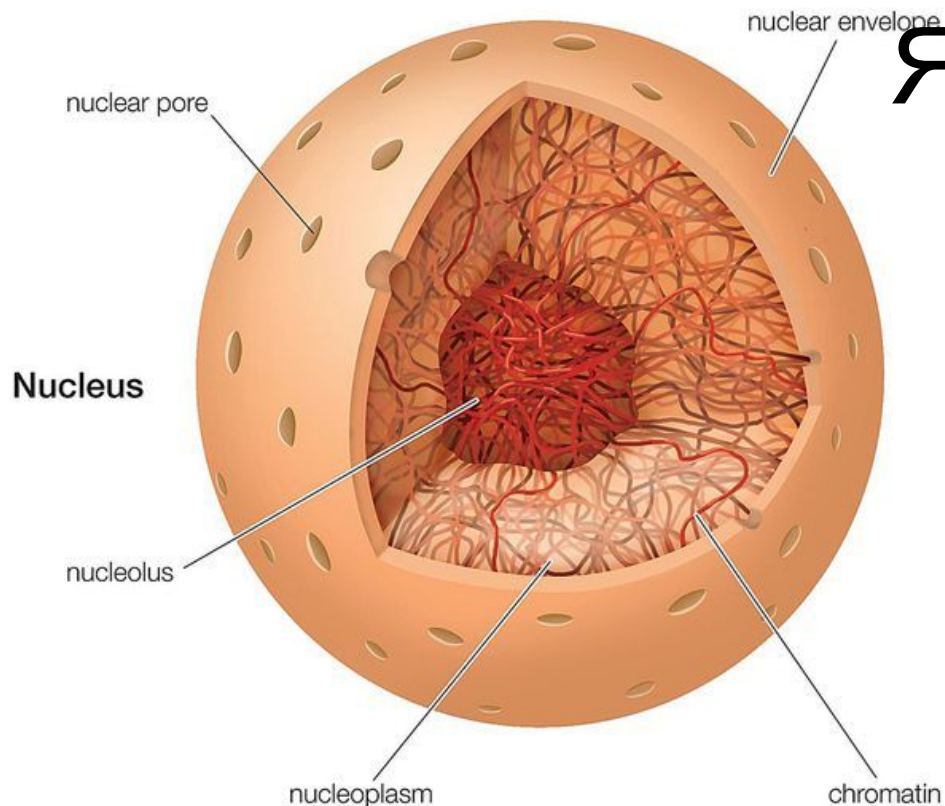
Гликокаликс



Гликокаликс — «заякоренные» в плазмалемме молекулы олигосахаридов, полисахаридов, гликопротеинов и гликолипидов. Гликокаликс выполняет рецепторную и маркерную функции, а также участвует в обеспечении избирательности транспорта веществ и пристеночном (примембранном) пищеварении.



Ядро клетки

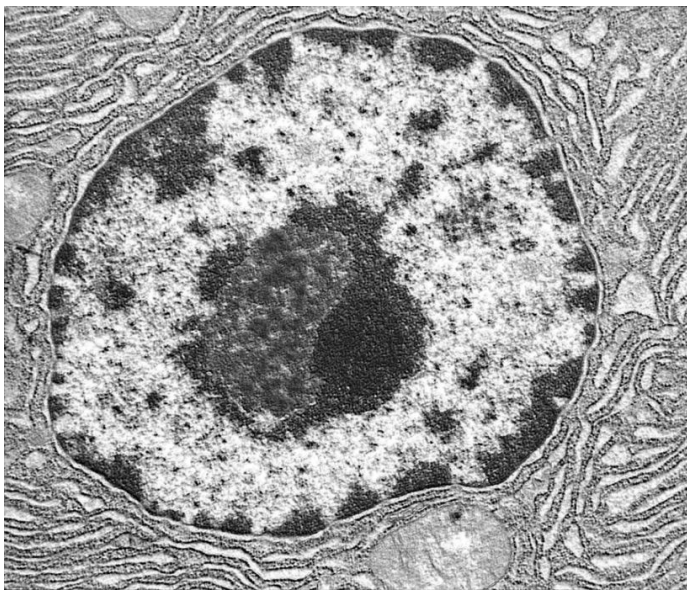


Состав:

ДНК
РНК
Белки
Карио(нуклео)плазма
Карио(нуклео)лемма (ядерная мембрана)

Функции:

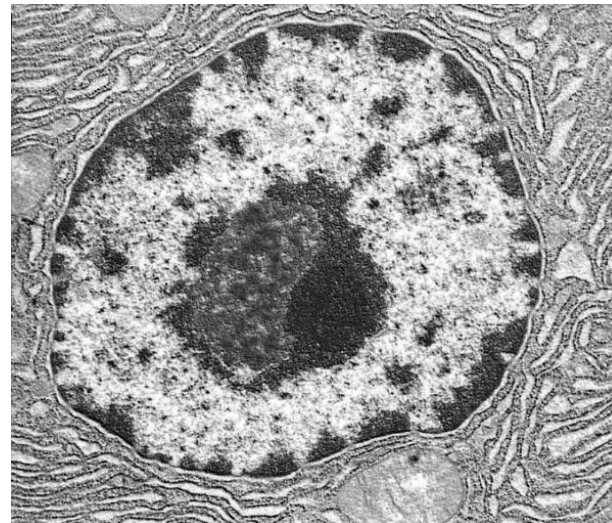
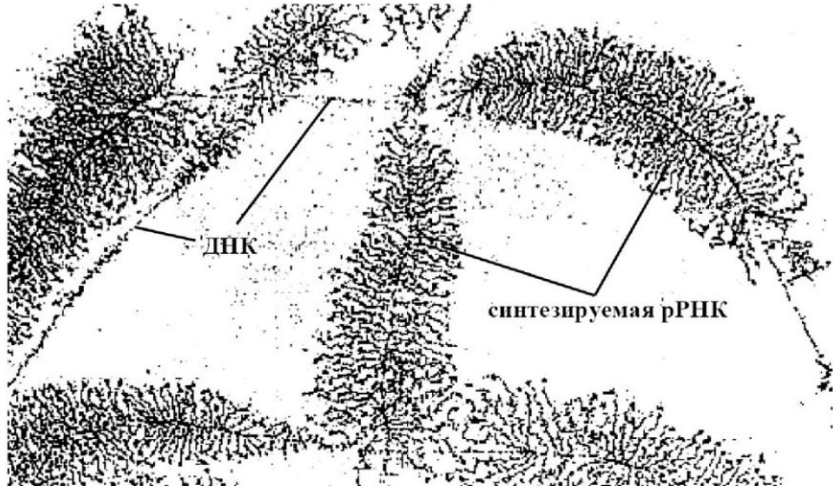
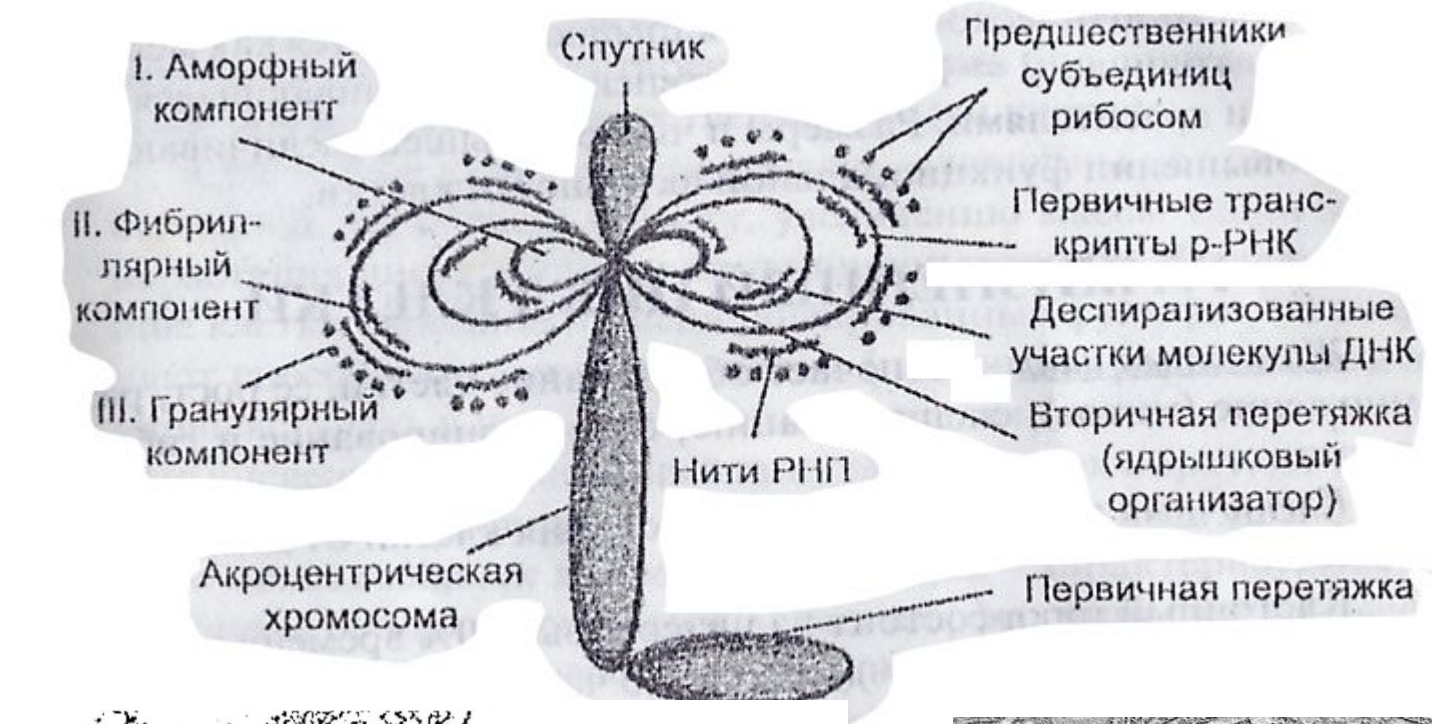
Хранение генетической информации
Передача генетической информации
Реализация генетической информации
Производство рибосом (в ядрышке)



Эухроматин, активный хроматин — участки хроматина, сохраняющие деспирализованное состояние элементарных дезоксирибонуклеопротеидных нитей (ДНП) в интерфазе.

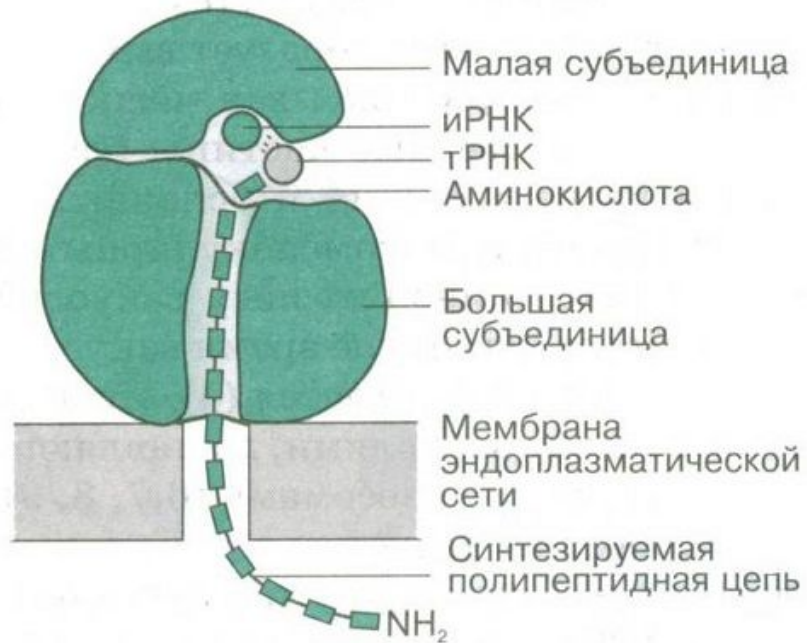
Гетерохроматин — участки хроматина, находящиеся в течение клеточного цикла в конденсированном

Ядрышки



Ядрышко — немембранный внутриядерный субкомпаратмент, присущий всем без исключения эукариотическим организмам. Представляет собой комплекс белков и рибонуклеопротеидов, формирующийся вокруг участков ДНК, которые содержат гены рРНК — ядрышковых организаторов. Основная функция ядрышка — образование рибосомных субъединиц.

Рибосомы



Состав

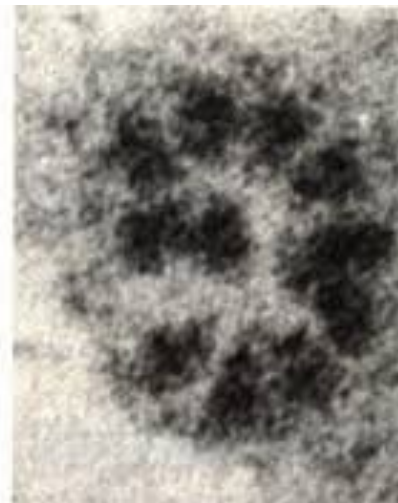
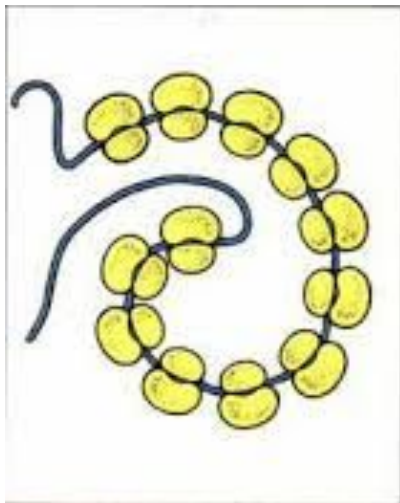
- рРНК
- Белки

Функции

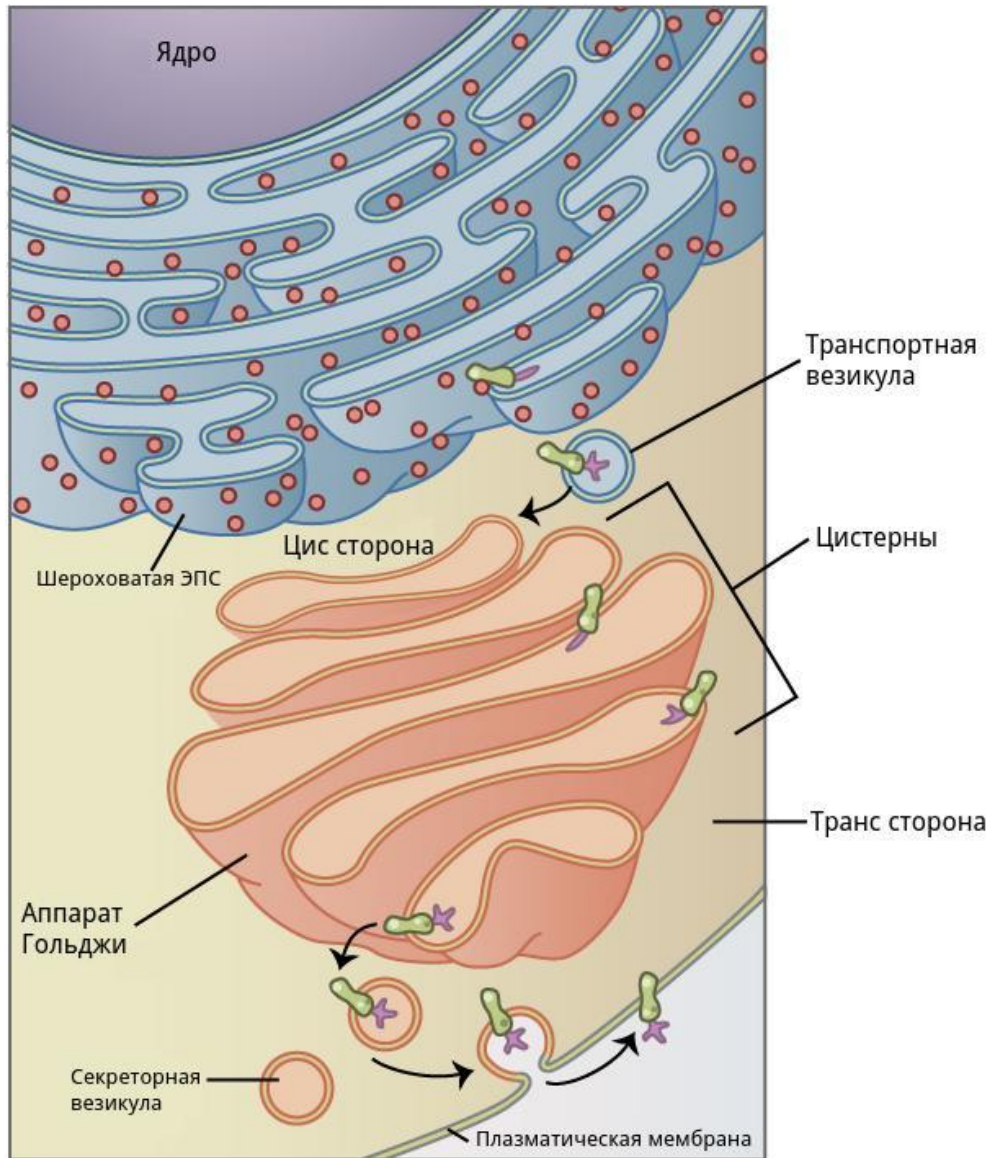
- Трансляция (синтез белков на матрице иРНК)

Образуются в ядрышке

Полисомы (полирибосомы)- образуются в результате последовательной посадки рибосом на одну нить иРНК. Биологический смысл- ускорение синтеза белка



Мембранные органоиды



Состав

- Фосфолипиды
- Белки

Функции

Гранулярный ЭПС – ЭПС, на котором сидят рибосомы

- Синтез мембранных и рецепторных белков
- Синтез секреторных белков
- Синтез протеолитических ферментов лизосом
- Укладка и модификация белков

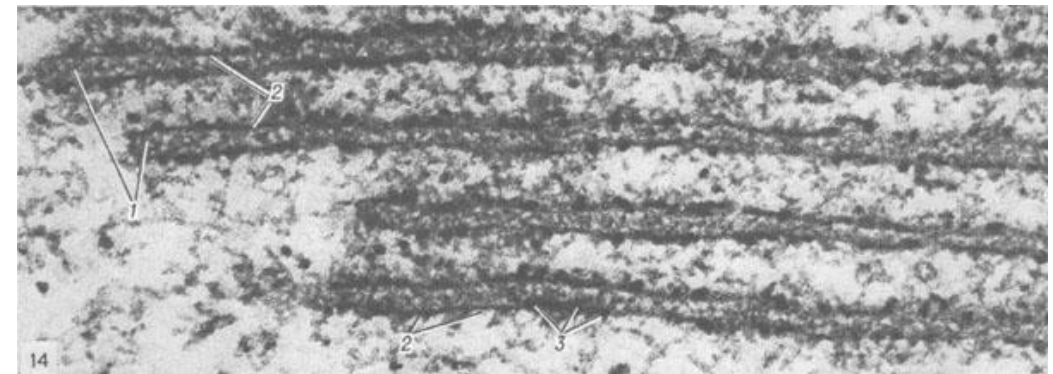
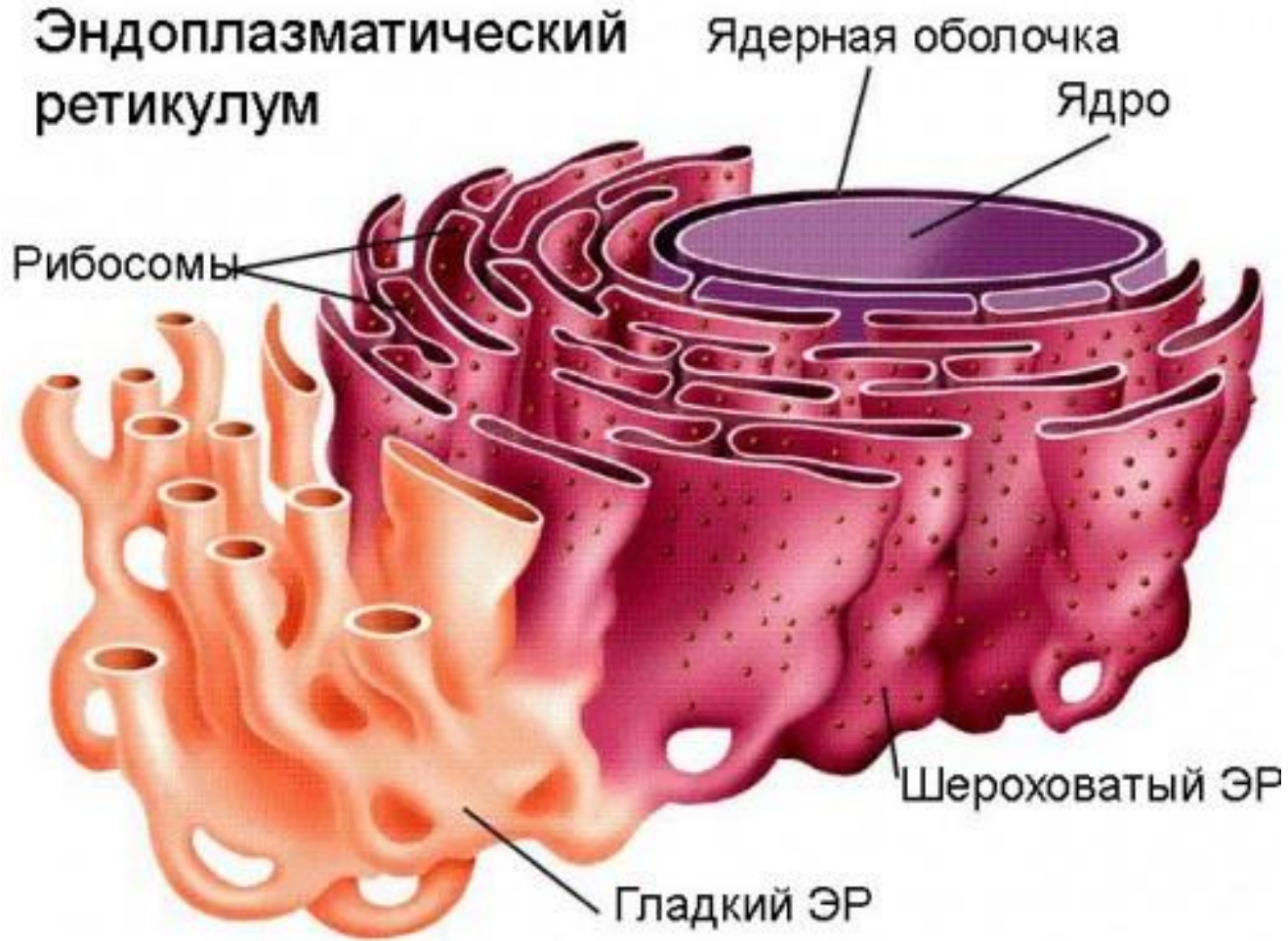
Агранулярный ЭПС

- Синтез липидов и липидных гормонов
- Метаболизм углеводов
- Депо кальция

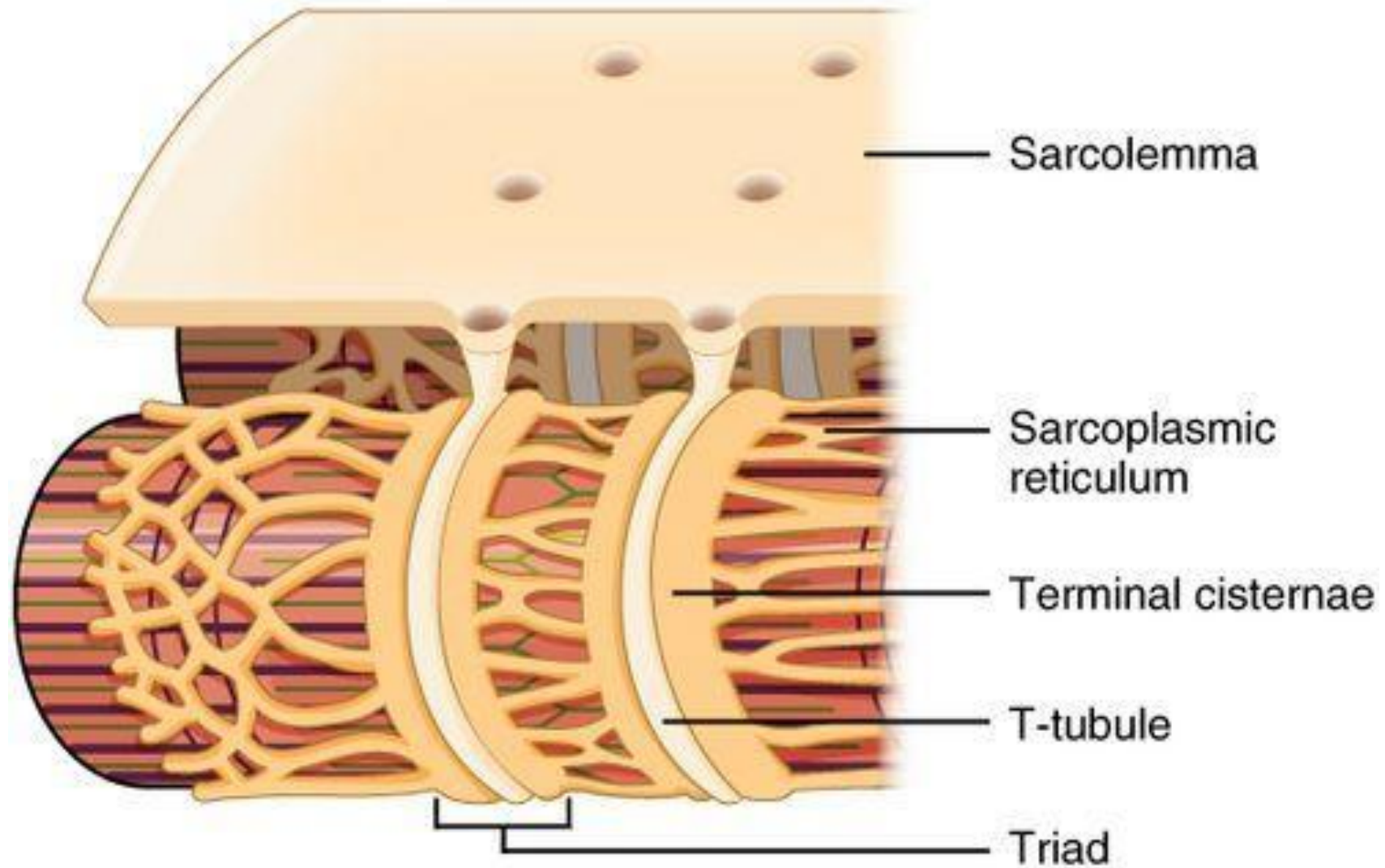
Аппарат Гольджи

- Формирование гликокаликса
- Рост клеточной мембраны
- Формирование других одномембранных органоидов (лизосом, вакуолей с клеточным соком и т.д.)

Эндоплазматический ретикулум (ЭПР, ЭПС)



Саркоплазматический ретикулум



Лизосома



Лизосома Состав

- Фосфолипиды
- Белки
- Протеолитические ферменты (да, тоже белки)

Функции

- Переваривание поврежденных органелл
- Переваривание фагоцитированных частиц

Митохондрия



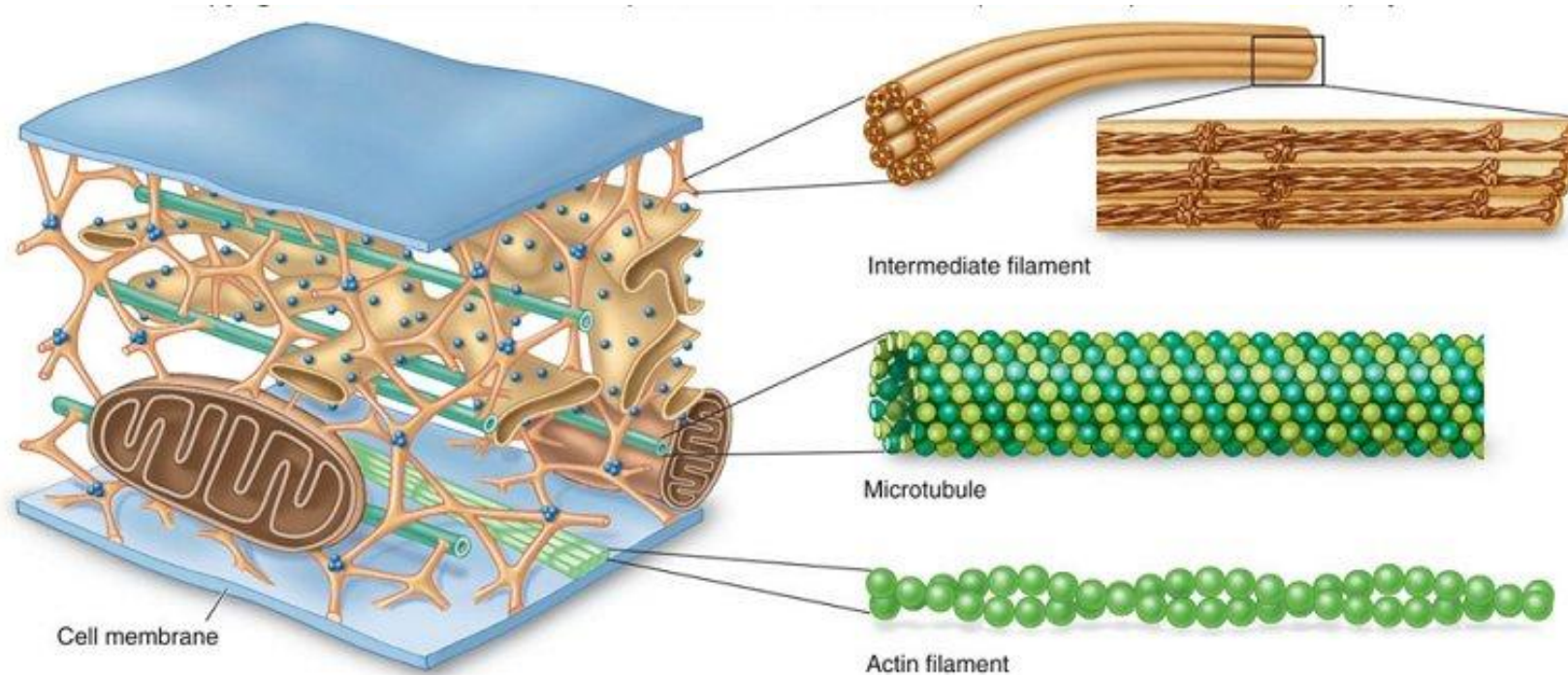
Состав

- Внешняя мембрана
- Внутренняя мембрана с кристами (на которых есть ЭТЦ митохондрий и АТФ-синтаза)
- Матрикс с ферментами цикла Кребса
- ДНК
- Митохондриальные рибосомы

Функции

- Кислородный этап окисления глюкозы
- В матриксе – окисление пирувата до углекислого газа
- На кристах – окислительное фосфорилирование с переносом электронов на кислород и образованием воды, а также производство АТФ с помощью АТФ-синтазы
- Бета-окисление жиров

Цитоскелет



Микротрубочки

Состав

- Белки

Функции

- Перемещение органоидов в цитоплазме
- Веретено деления
- Поддержание формы клетки

Промежуточные филаменты

Состав

- Белки

Функции

- Механическая прочность клеток
- Создание межклеточных контактов

Микрофиламенты

Состав

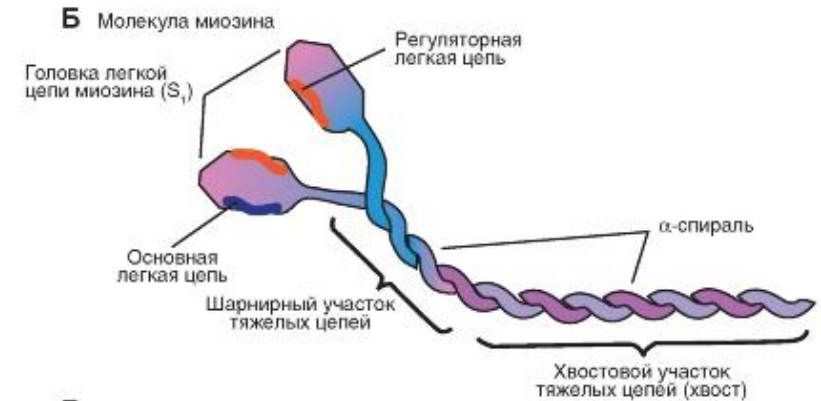
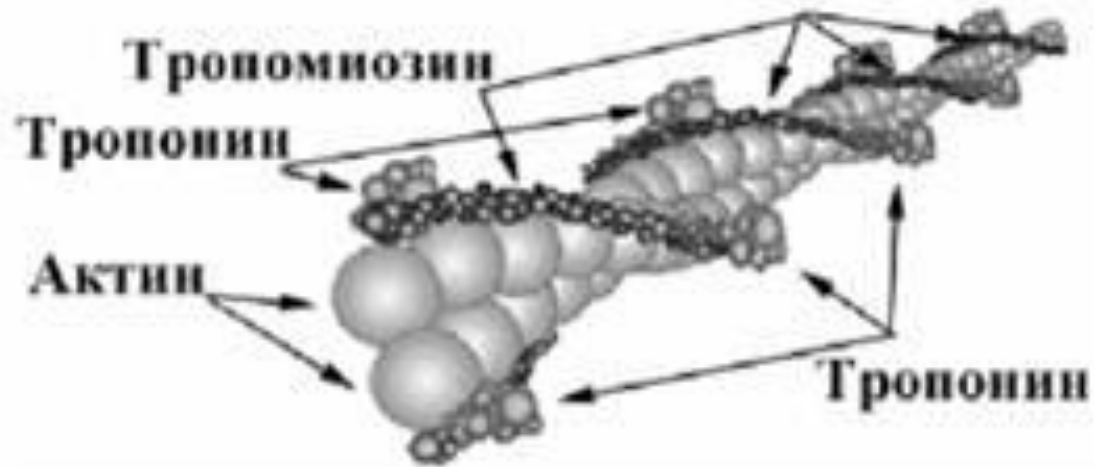
- Белки

Функции

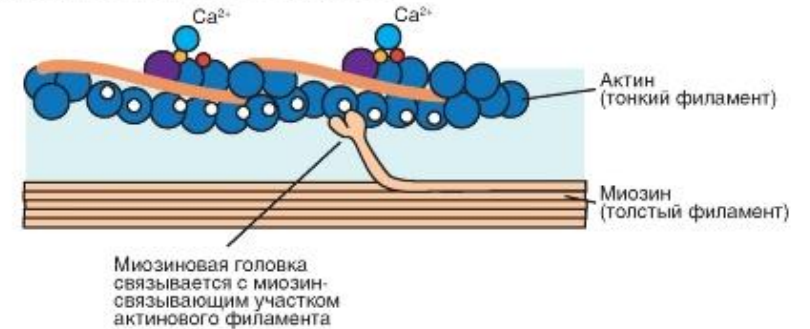
- Изменение формы клеток
- Перемещение клеток и организмов в пространстве

Микрофиламенты

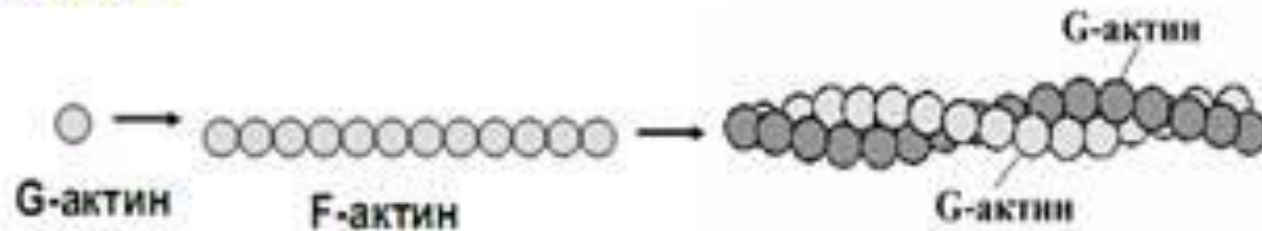
Тонкие нити состоят из **актина**, **тропомиозина**, **тропонина**.



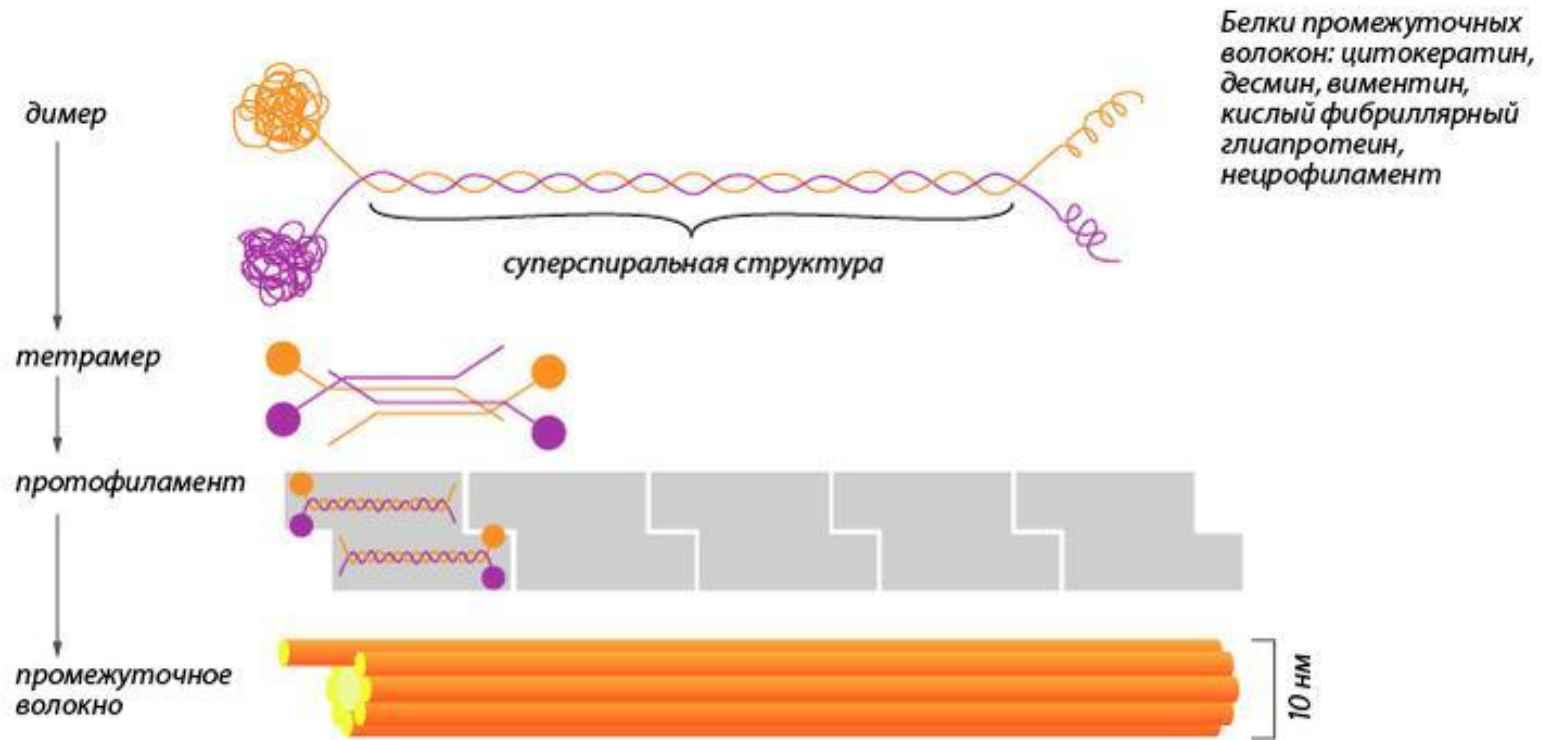
В Взаимодействие тонких и толстых филаментов



АКТИН



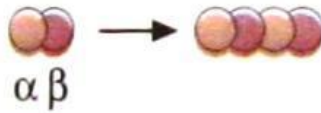
Промежуточные филаменты



ПФ есть у нематод, моллюсков и позвоночных. но не найдены у членистоногих и иглокожих. В растительных клетках ПФ не обнаружены.

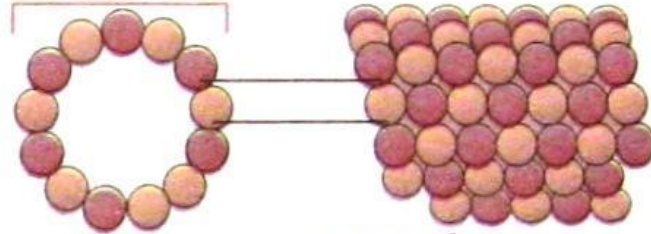
Микротрубочки

связывание GTP
и медленный
гидролиз



протофиламент

25 нм



микротрубочки,
цилиндрический
полимер

тубулин
гетеродимер,
53 и 55 кДа



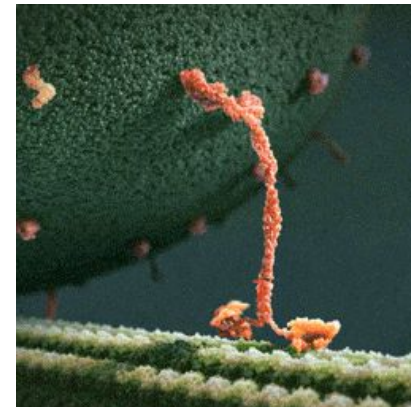
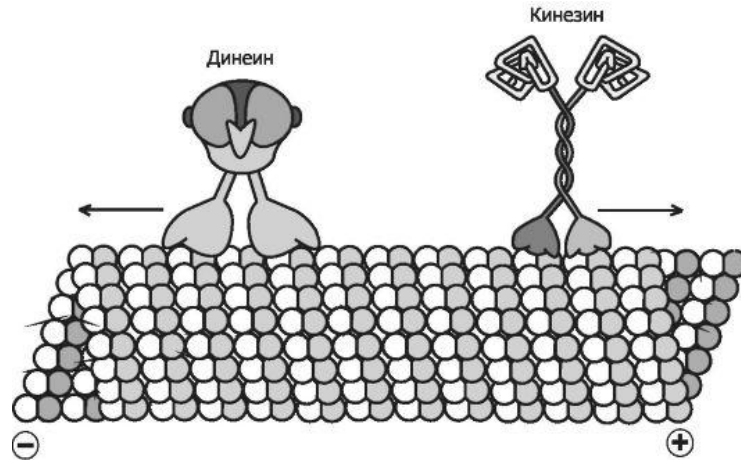
растительные
алкалоиды:

винбластин,
винкристин,
колхицин,
таксол

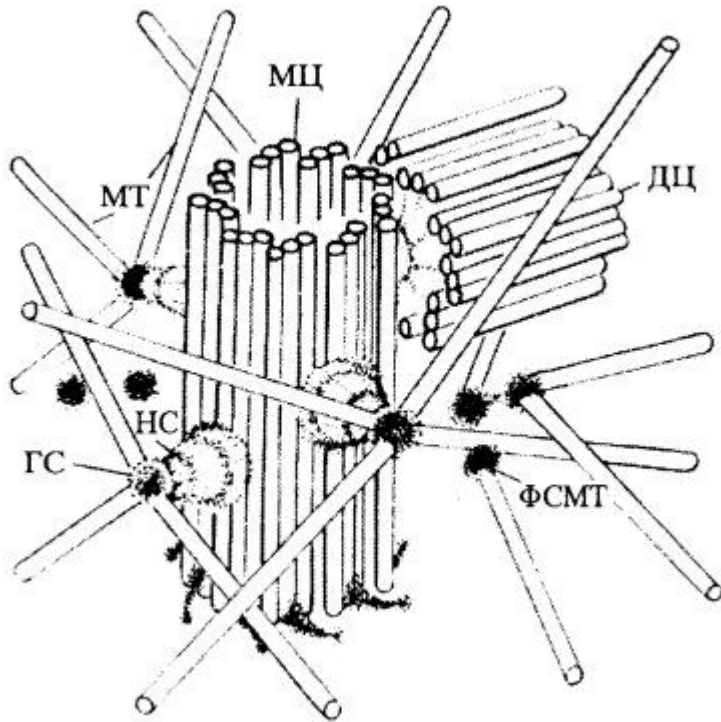
В. Тубулин

⊖-конец: стабилизация путем
связывания с центросомой

⊕-конец: рост
или укорачивание



Центриоль



МЦ — материнская центриоль;
ДЦ — дочерние центриоли;
НС — ножка сателлита;
ГС — головка сателлита;
ФСМТ — фокусы схождения
микротрубочек;
МТ — микротрубочки

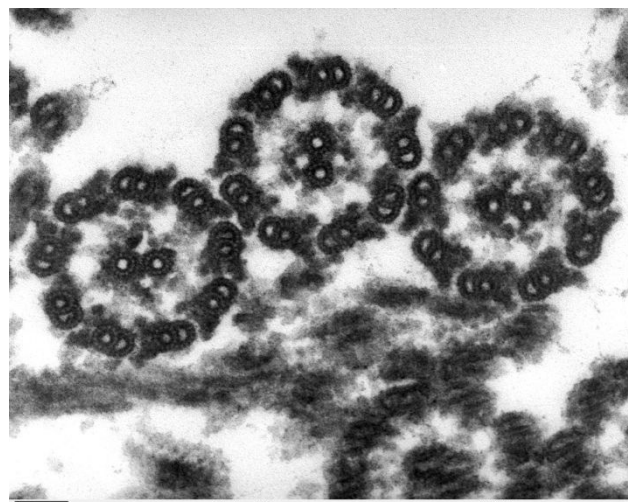
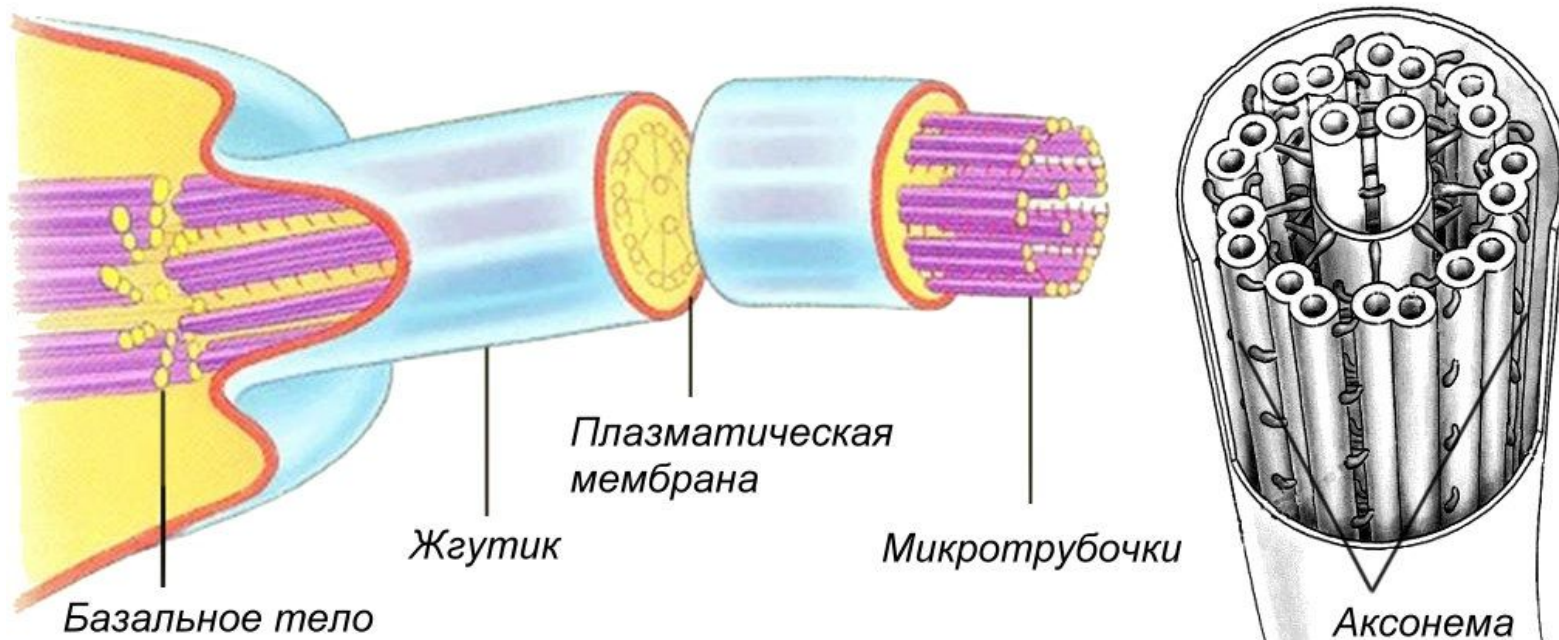
Состав

- Микротрубочки (формула $9 \cdot 3 + 0$)

Функции

- Рост микротрубочек
- Образование веретена деления
- Образование жгутиков и ресничек

Жгутики/реснички



Состав

- Микротрубочки
- Базальное тело (формула $9 \cdot 3 + 0$)
- Аксонема (формула $9 \cdot 2 + 2$)

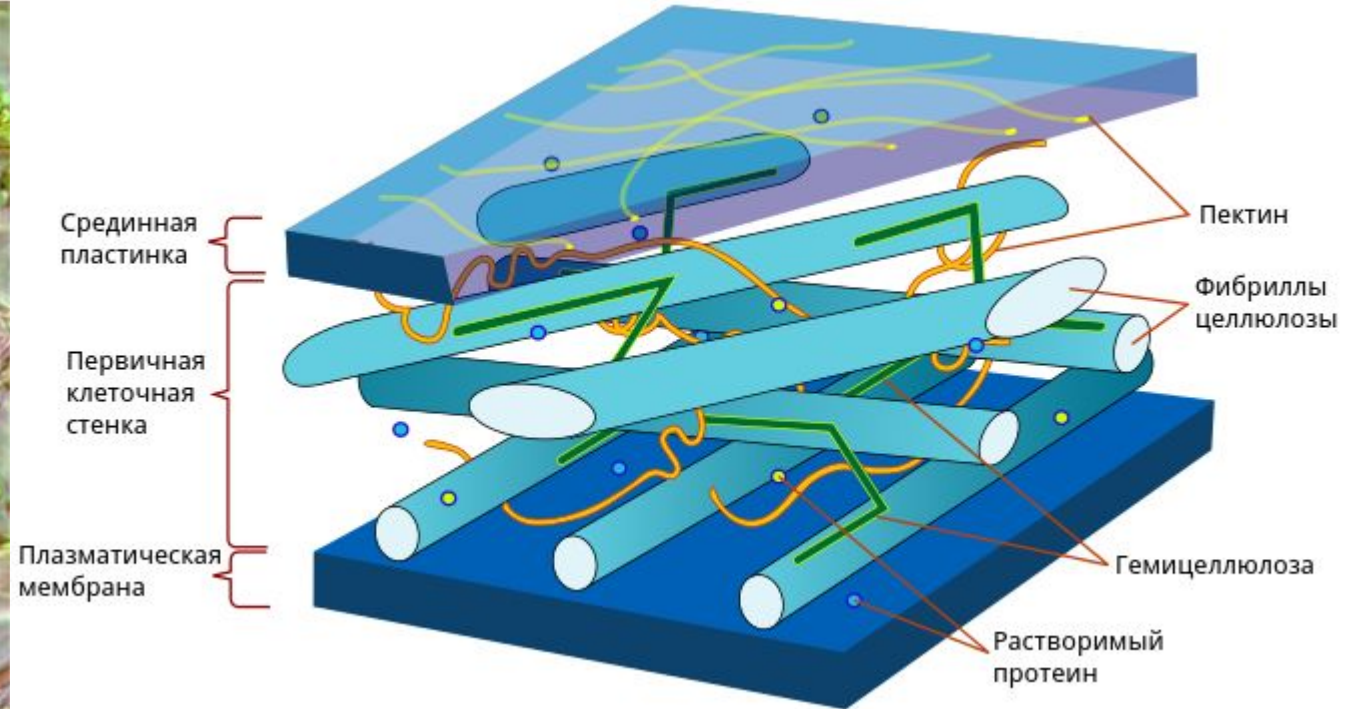
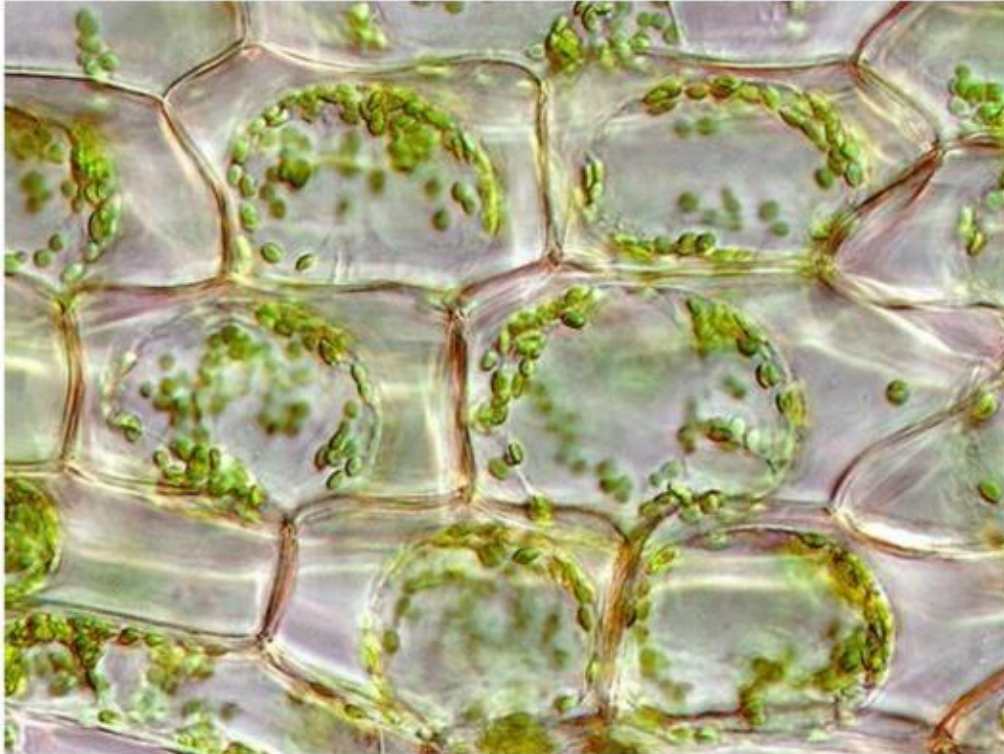
Функции

- Перемещение клетки в пространстве
- Перемещение жидкости/слизи

Строение растительной клетки

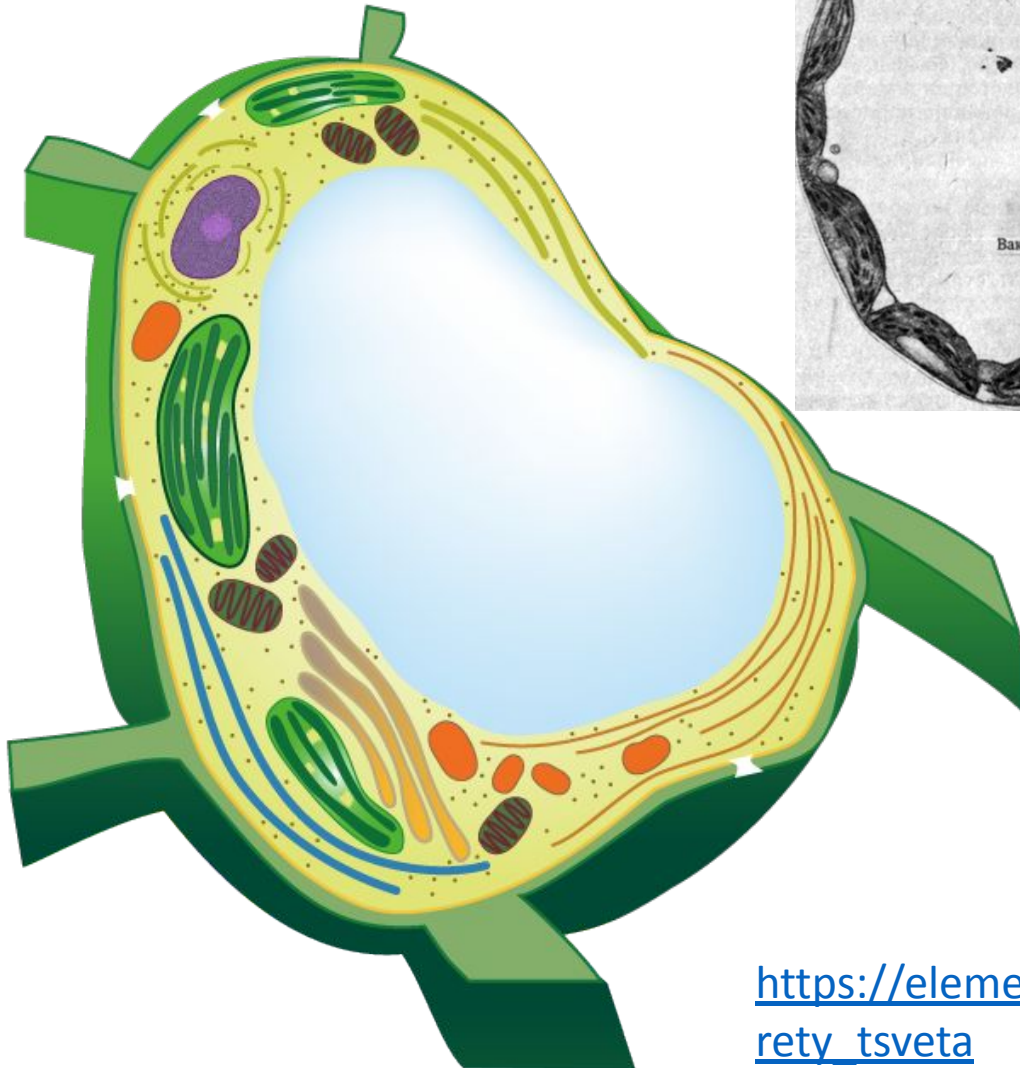
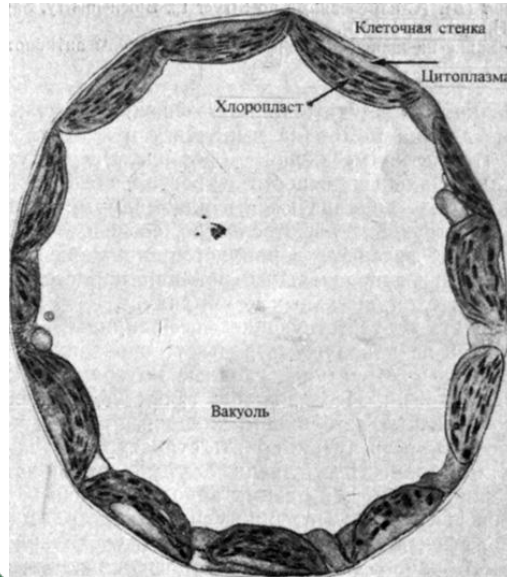


Клеточная стенка



Первичная клеточная стенка высших растений состоит из трёх взаимодействующих, но структурно независимых трехмерных сетей полимеров. Основная сеть состоит из фибрилл целлюлозы и связывающих их гемицеллюлоз (или сшивочных гликанов). Вторая сеть состоит из пектиновых веществ. Третья сеть представлена, как правило, структурными белками клеточной стенки.

Вакуоль с клеточным соком



Вакуоли поддерживают тургорное давление, в них сосредоточен клеточный сок, молекулы которого определяют его осмотическую концентрацию. В молодых клетках клеточного сока мало и вакуоли имеют вид очень маленьких пузырьков вязкого коллоидного характера, но по мере роста клетки они разжижаются, увеличиваются, сливаются друг с другом. В конце концов в клетке образуется одна крупная вакуоль, а цитоплазма облегает ее тонким слоем и располагается постенно. Вакуоль отделена от цитоплазмы тонопластом.

Продукты первичного обмена: углеводы (моно- и дисахариды - глюкоза, фруктоза, сахароза), белки простые растворимые, жиры в виде глицерина и жирных кислот.

Продукты вторичного обмена: гликозиды (придают аромат), дубильные вещества (танины, вяжущие окрашивающие вещества), алкалоиды, пигменты и т.д.

https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/431905/Antotsiany_sek_rety_tsveta

Пластиды

Пластиды



Виды пластид

- Проплатида – недифференцированная пластида
- Этиопласт – хлоропласт без света
- **Хлоропласт** – фотосинтезирующая пластида
- **Хромопласт** – окрашивает орган в красный цвет
- **Лейкопласт** – запасаящая пластида
- Амилопласт – лейкопласт, запасаящий крахмал
- Статолит – позволяет определить направление гравитации
- Элайопласт - лейкопласт, запасаящий липиды
- Протеинопласт - лейкопласт, запасаящий белки

Хлоропласт



Состав

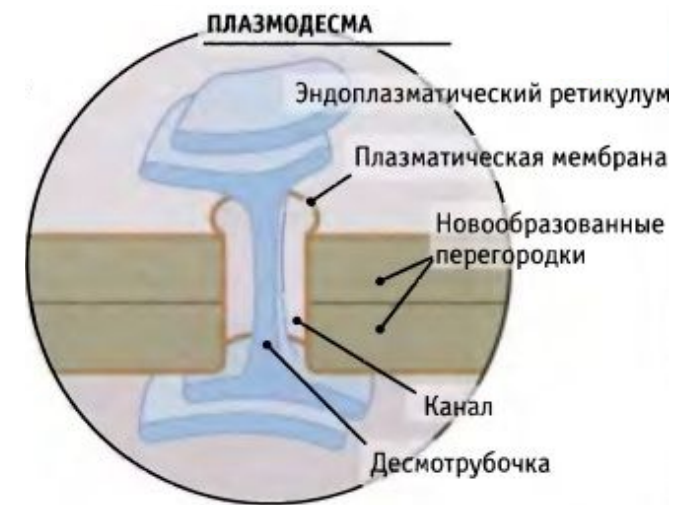
- Внешняя мембрана
- Внутренняя мембрана образует тилакоиды, собранные в граны. На них – хлорофилл и АТФ-синтаза
- Строма с ферментами цикла Кальвина
- ДНК
- Хлоропластные рибосомы

Функции

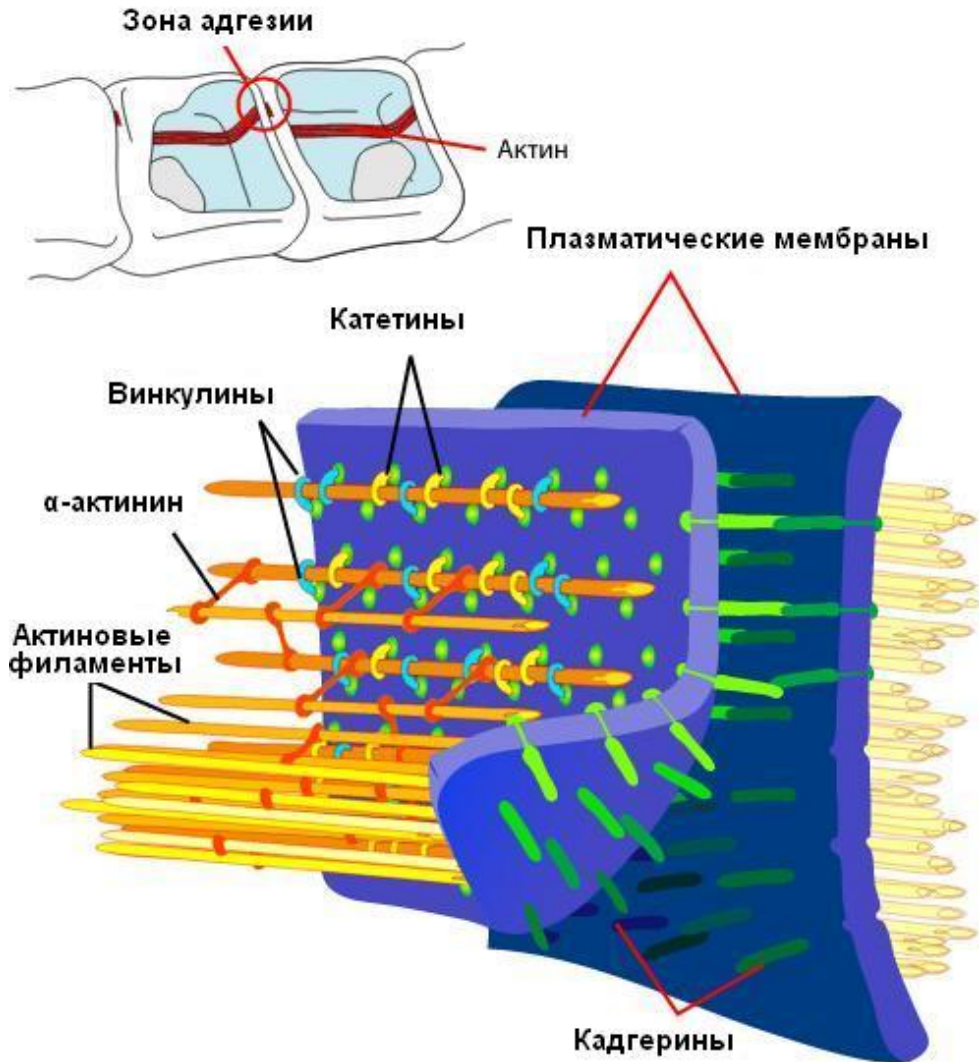
- Фотосинтез
- На мембране тилакоидов – световая фаза фотосинтеза.
- В строме – темновая фаза фотосинтеза

Межклеточные контакты

Плазмодесмы



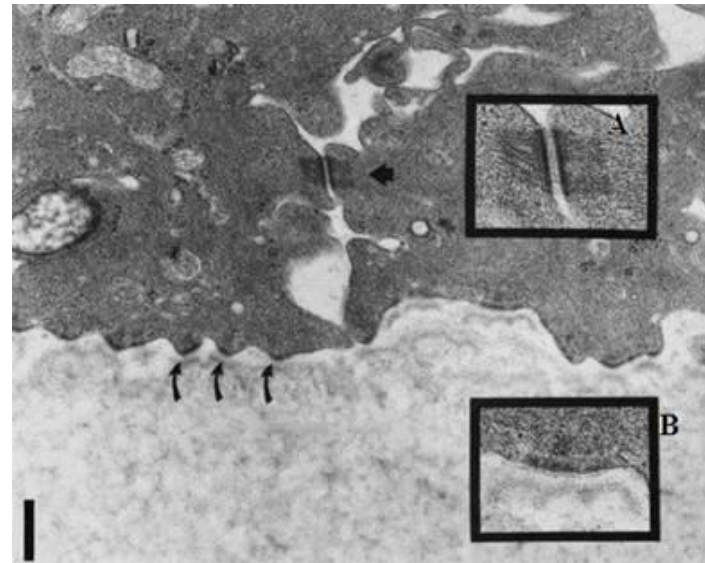
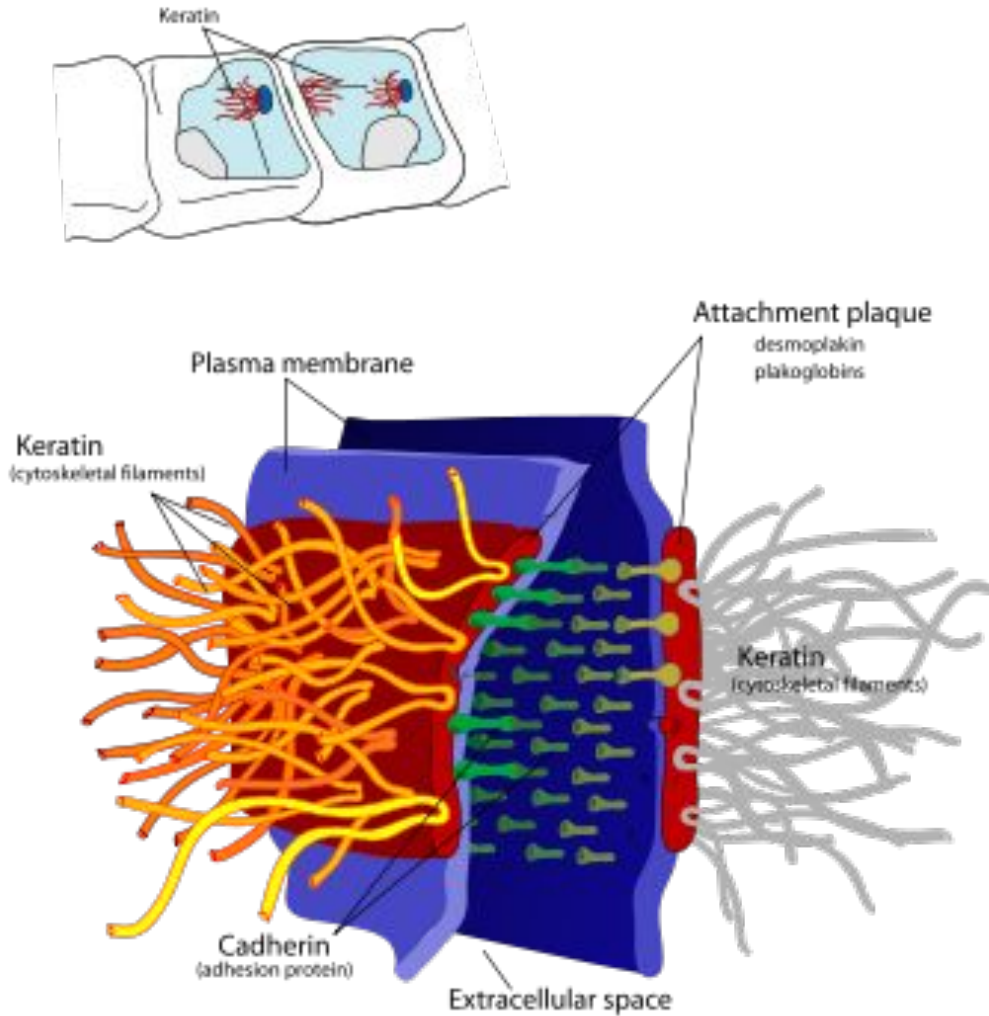
Адгезионные контакты



якорные межклеточные контакты, ассоциированные с микрофиламентами, обеспечивающие целостность и механическую прочность ткани. Они противостоят растяжению, придают клеткам возможность координированно использовать актиновый цитоскелет. Адгезивные контакты относятся к гомофильным, то есть соединяют клетки одинакового типа. В их формировании принимают участие белки кадгерин и катенины

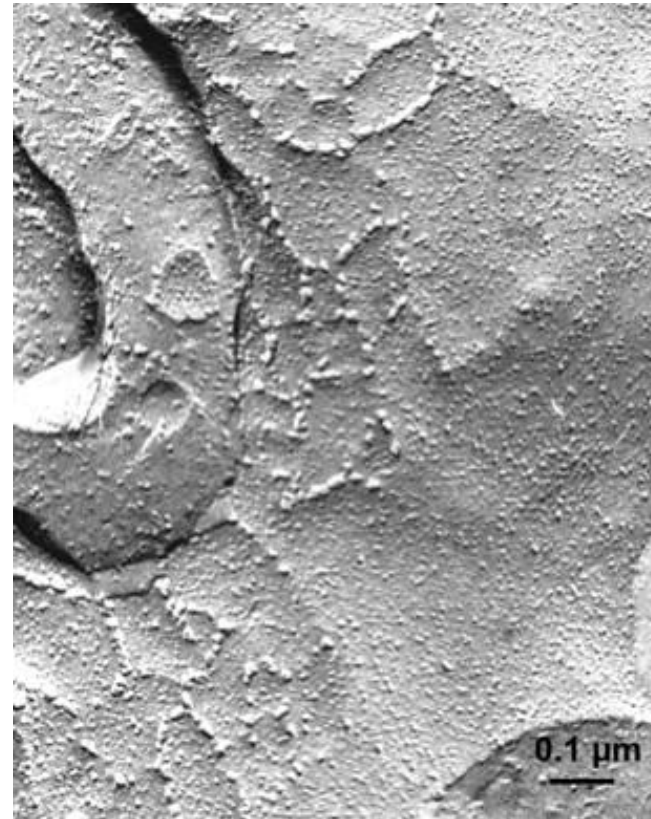
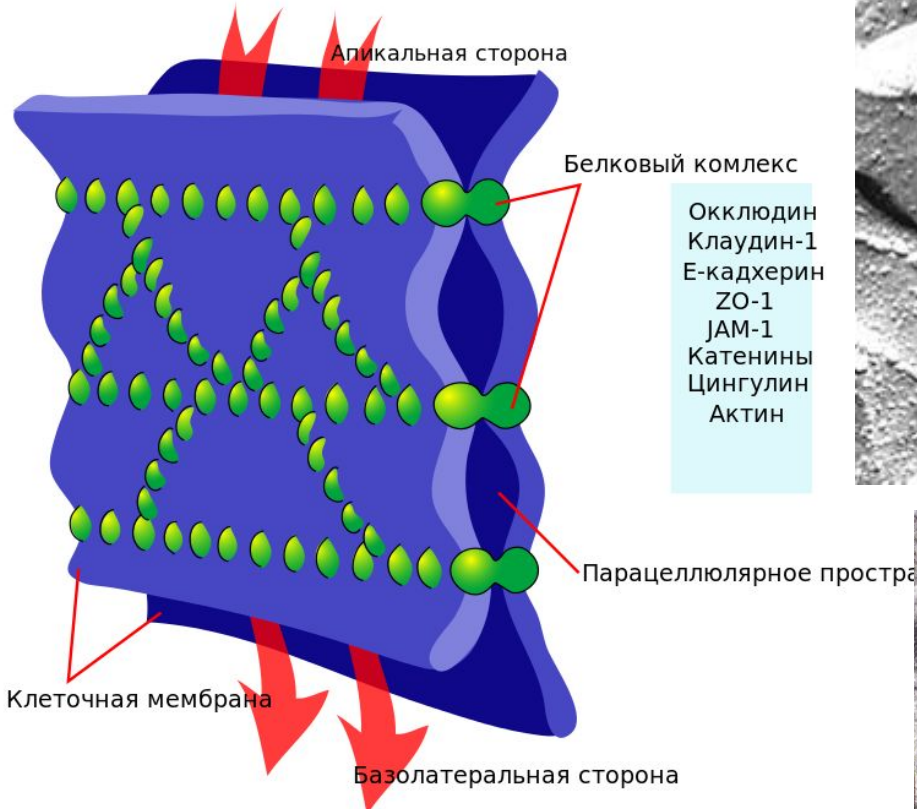
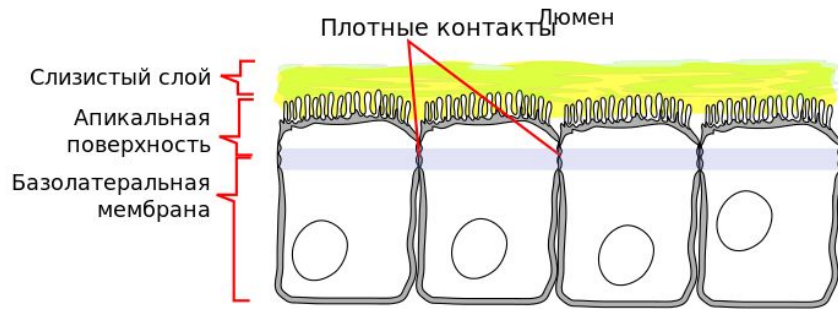


Десмосомы и полудесмосомы



Десмосомы — межклеточные контакты, обеспечивающие структурную целостность слоёв клеток за счёт связывания воедино их сетей промежуточных филаментов. Белковый состав десмосом немного различается в клетках разных типов и тканей. Десмосомы связывают клетки эпителиев, миокарда, печени, селезёнки и некоторые клетки нервной системы. Полудесмосомы связывают сеть промежуточных филаментов эпителиальных клеток с внеклеточным матриксом

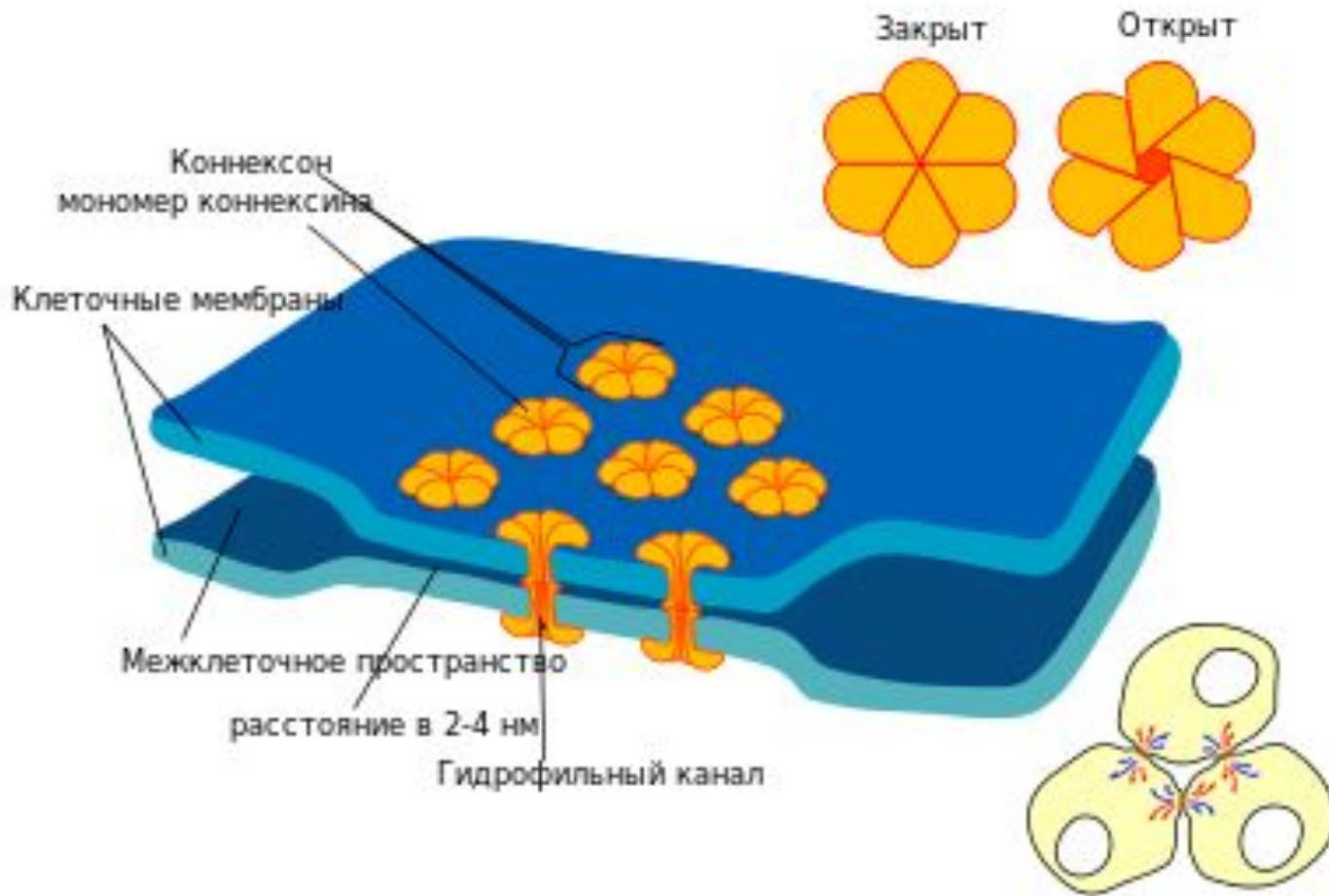
Плотные контакты



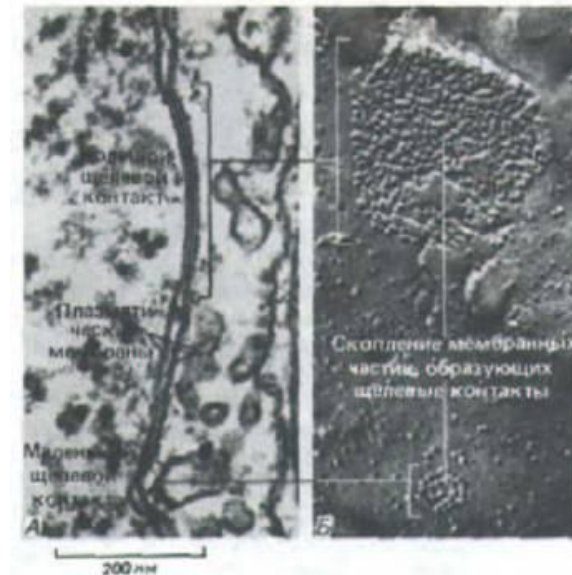
Плотные контакты — запирающие межклеточные контакты, присущие клеткам позвоночных животных, в составе которых мембраны соседних клеток максимально сближены и «сшиты» специализированными белками клаудинами и окклюдинами. Распространены в эпителиальных тканях, где составляют наиболее апикальную часть комплекса контактов между клетками, в который входят адгезионные контакты и десмосомы.



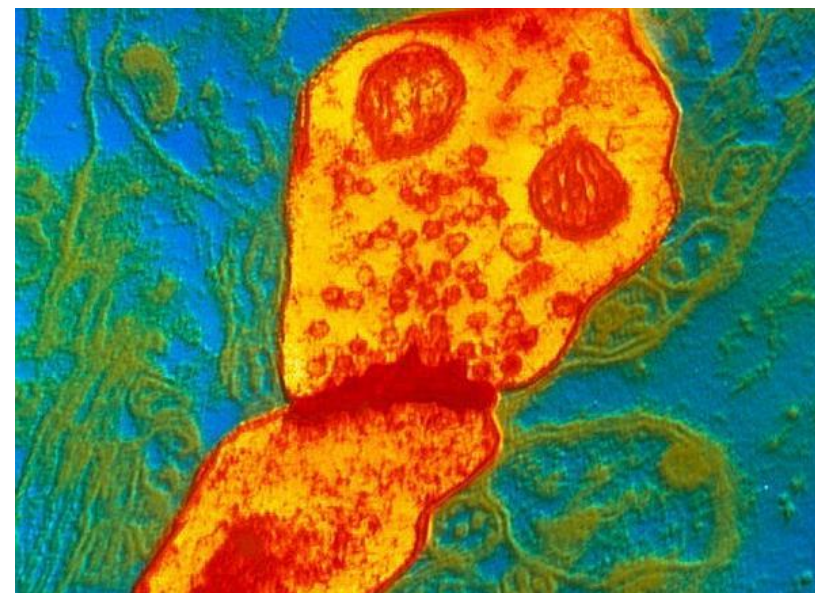
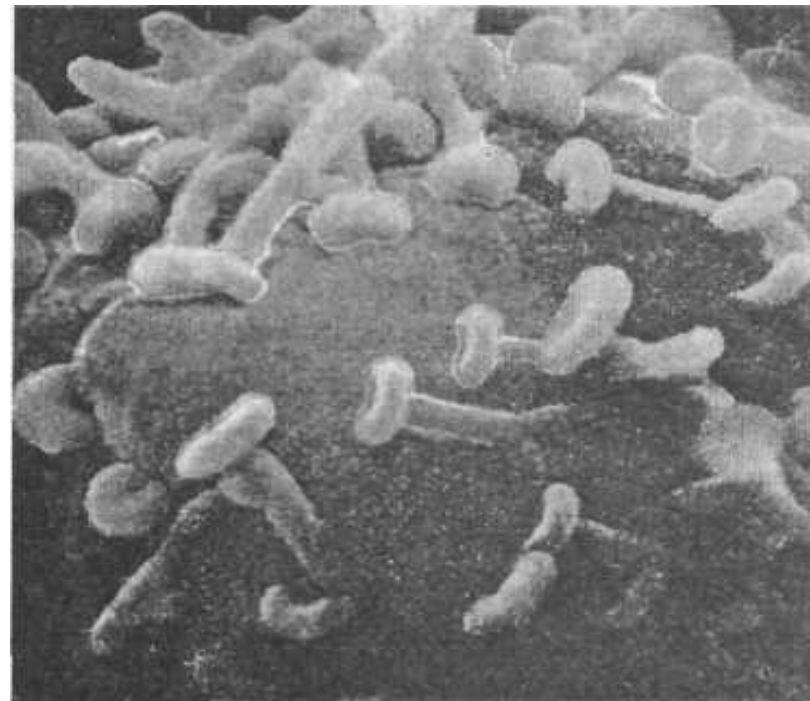
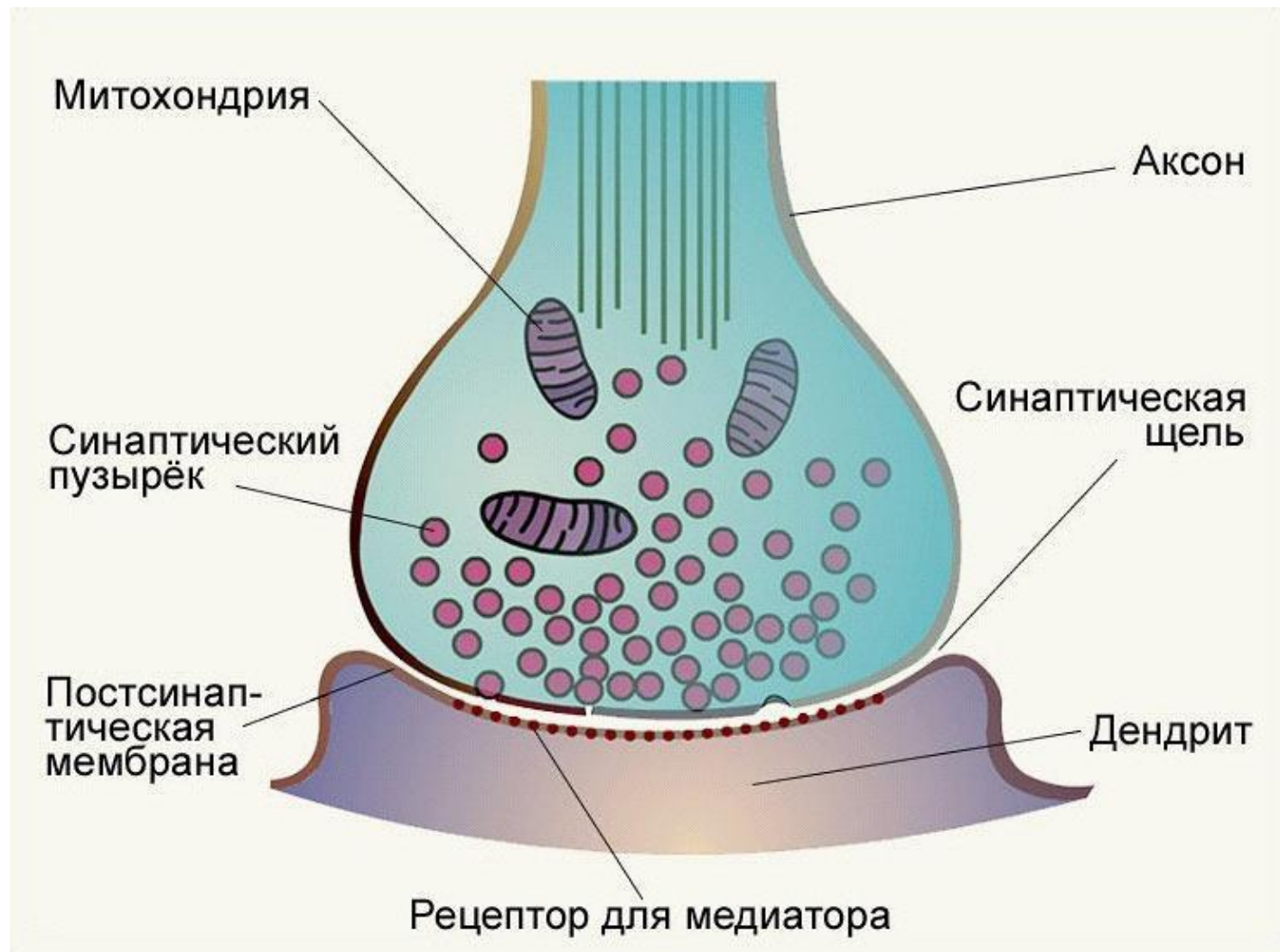
Щелевые контакты



Щелевые контакты — межклеточные контакты, обеспечивающие прямой перенос ионов и небольших молекул между соседними клетками. Щелевые контакты способны образовывать почти все клетки животных. Каналы щелевых контактов имеют цилиндрическую форму и состоят из двух половин — коннексонов, или полуканалов. Каждый коннексон состоит из шести белковых субъединиц — коннексинов

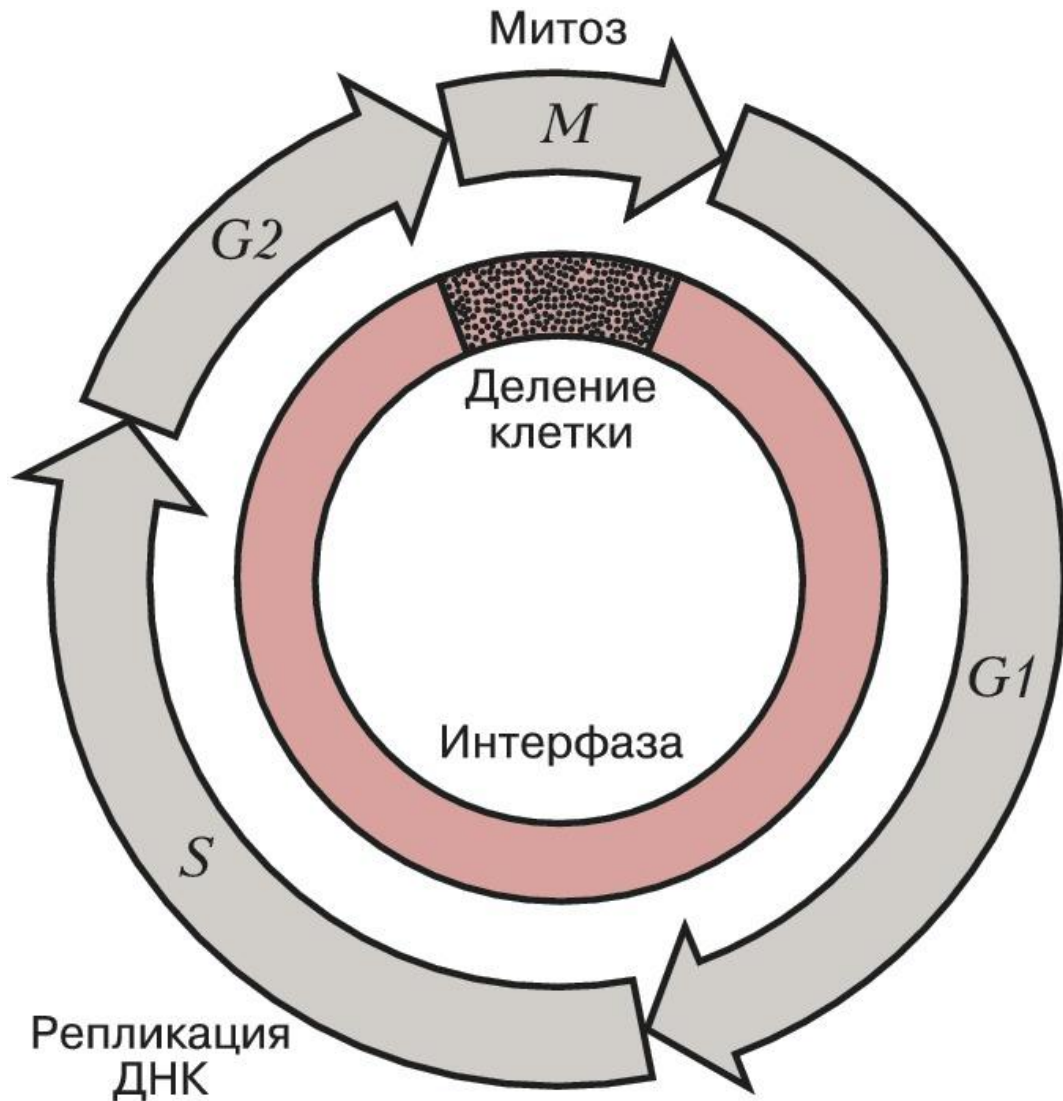


Синапс



Жизненный цикл клетки

Жизненный цикл эукариот



Интерфаза

Пресинтетический период (G1) ($2n2c$)

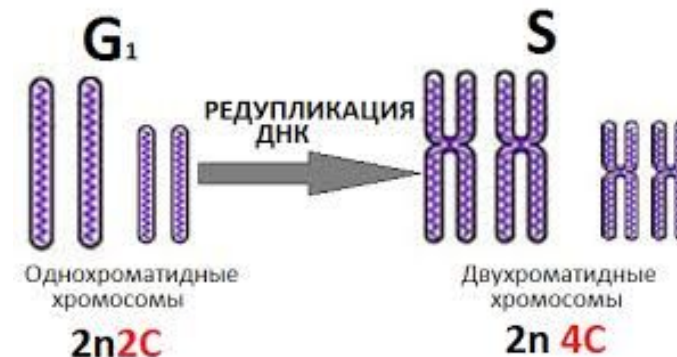
- Накопление питательных веществ
- Рост
- Синтез белков

Синтетический период (S)

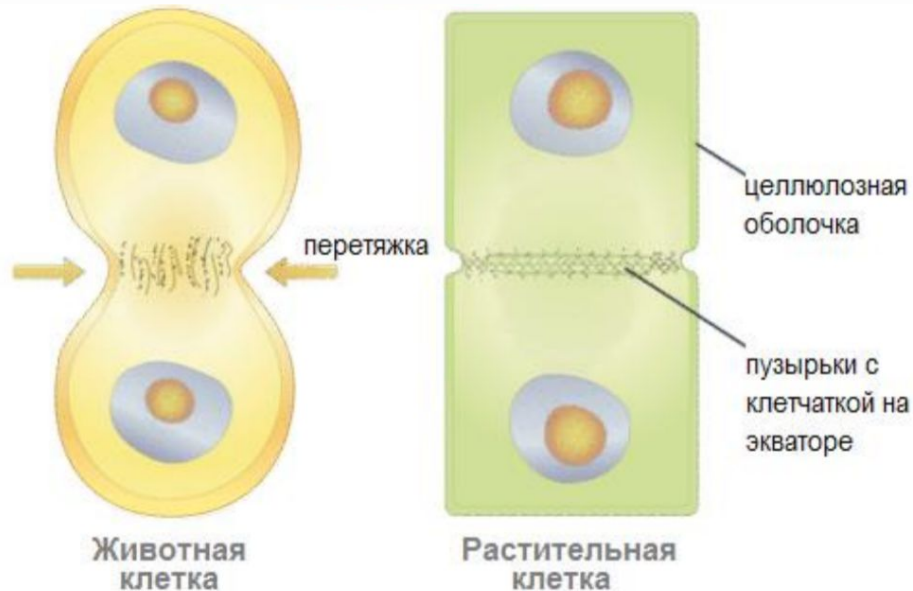
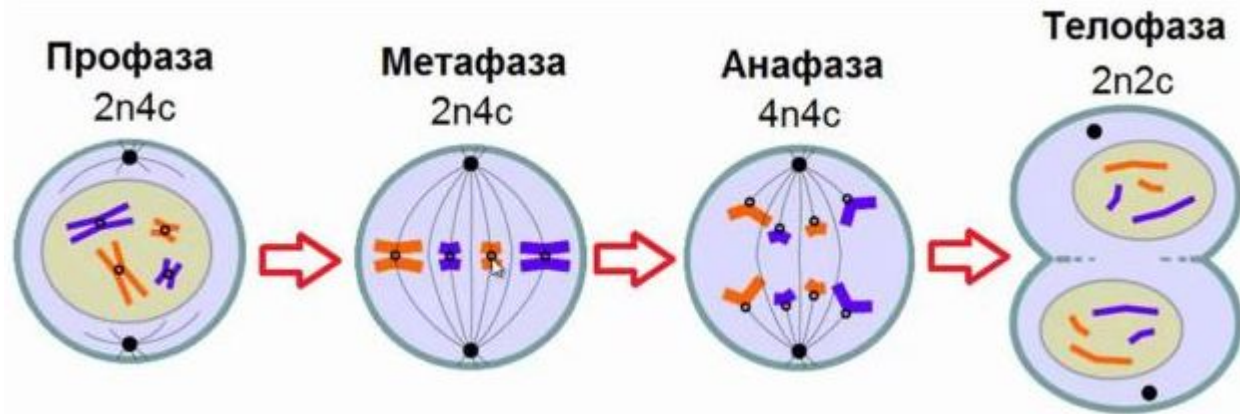
- Удвоение молекул ДНК
- $2n2c$ превращается в $2n4c$

Постсинтетический период (G2) ($2n4c$)

- Подготовка к делению



Митоз эукариот



Цитокине

Митоз – не прямое деление клетки

- Воспроизводит копии
- Образуется 2 клетки
- Бесполое размножение
- Деление соматических клеток многоклеточных организмов

Фазы митоза

Профаза (2n4c)

- Спирализация хромосом
- Расхождение центриол к полюсам
- Рост веретена деления
- Распад ядерной мембраны
- Хромосомы оказываются в цитоплазме
- Начало движения хромосом

Метафаза (2n4c)

- Хромосомы выстраиваются по экватору
- Образуется метафазная пластинка


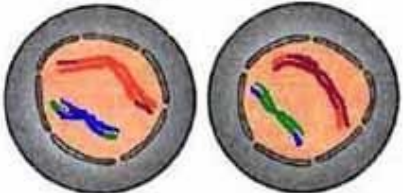

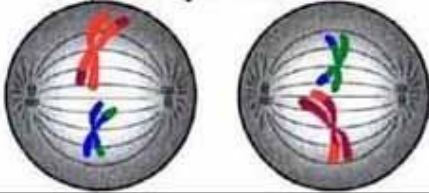
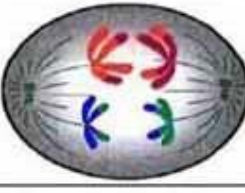
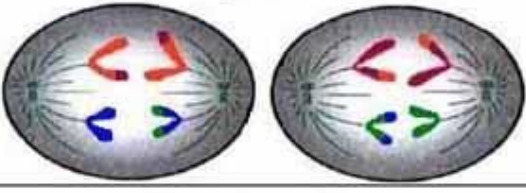


Анафаза (4n4c)

- Расхождение хроматид к полюсам
- Хроматиды становятся самостоятельными хромосомами

Телофаза (2n2c)

- Образование ядерной оболочки
- Начало деспирализации хромосом
- Цитокинез

Мейоз эукариот

М е й о з	
<i>Первое деление</i>	<i>Второе деление</i>
Профаза I $2n4c$ 	Профаза II , $1n2c$ 
Метафаза I $2n4c$ 	Метафаза II $1n2c$ 
Анафаза I $2n4c$ 	Анафаза II $2n2c$ 
Телофаза I $1n2c$ 	Телофаза II $1n1c$ 

Мейоз – редукционное деление клетки

- Превращает диплоидные клетки в гаплоидные
- Образуется 4 клетки при сперматогенезе и 1 клетка при овогенезе
- Образуются половые клетки животных и споры растений
- Обеспечивает комбинативную изменчивость

Фазы мейоза

Профаза I (2n4c)

- Спирализация хромосом
- Сближение гомологичных хромосом (**конъюгация**) с образованием бивалентов
- Обмен участками гомологичных хромосом (**кроссинговер**)
- Расхождение центриолей к полюсам
- Рост веретена деления
- Распад ядерной мембраны
- Биваленты оказываются в цитоплазме
- Начало движения бивалентов

Метафаза I (2n4c)

- Биваленты выстраиваются по экватору
- Образуется метафазная пластинка

Анафаза I (2n4c)

- Расхождение гомологичных хромосом к полюсам

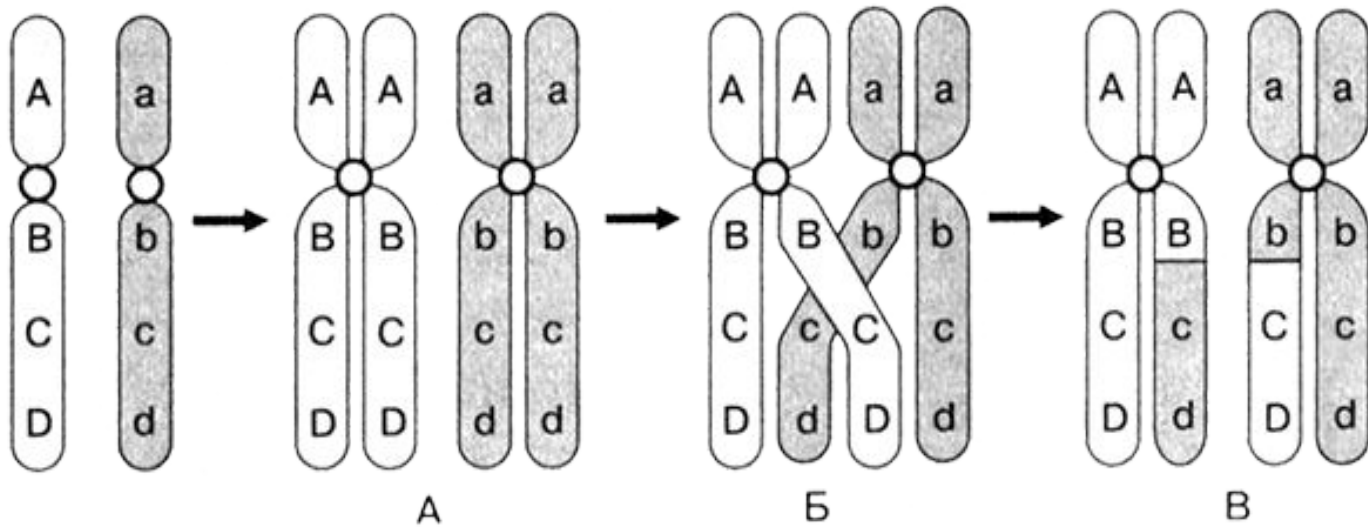
Телофаза I (1n2c)

- Образование ядерной оболочки (не всегда)
- Цитокинез

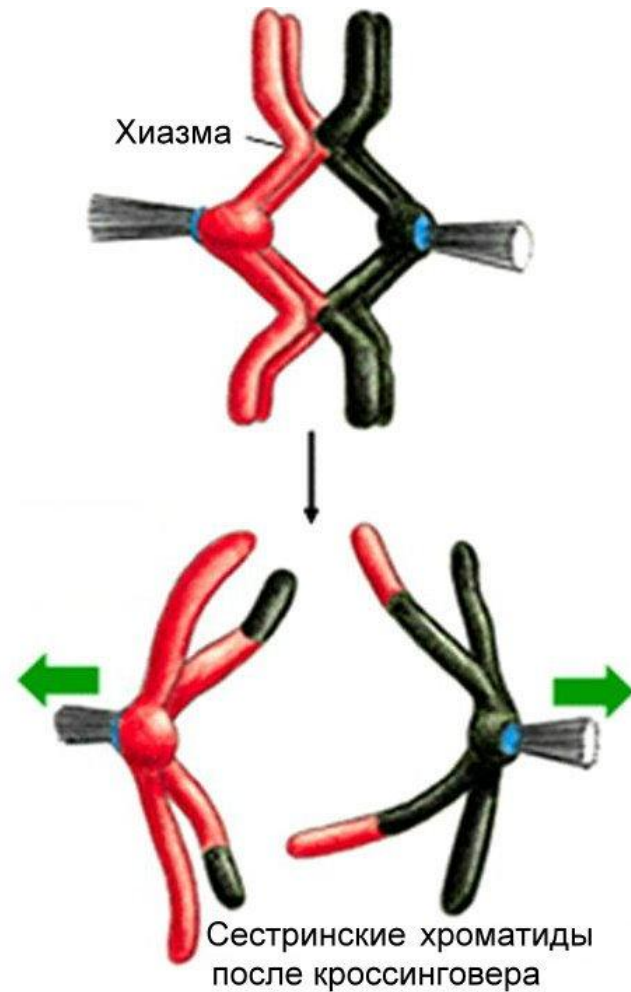
Все фазы мейоза 2 проходят как митоз для гаплоидной клетки.

Конечный результат: 1n1c

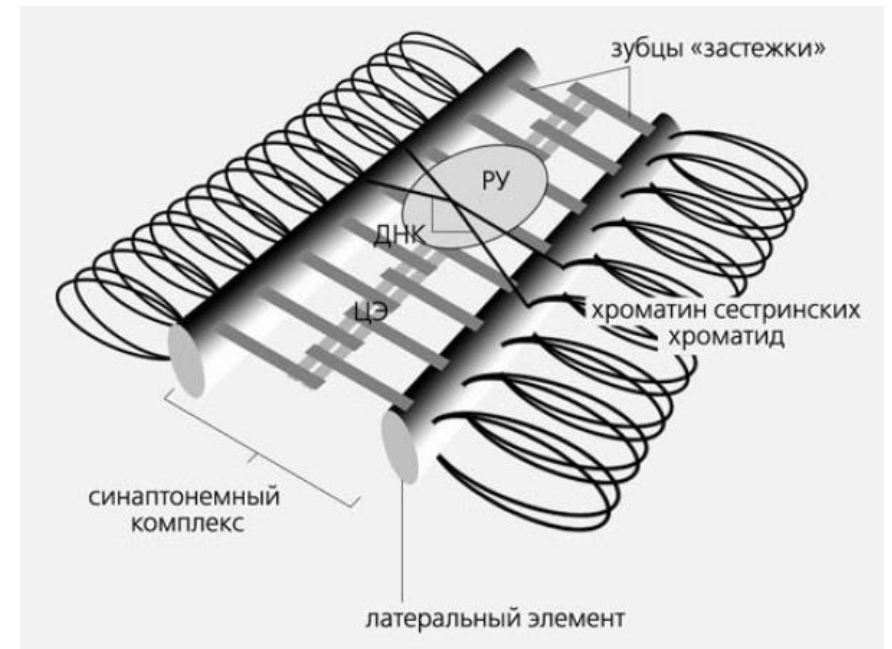
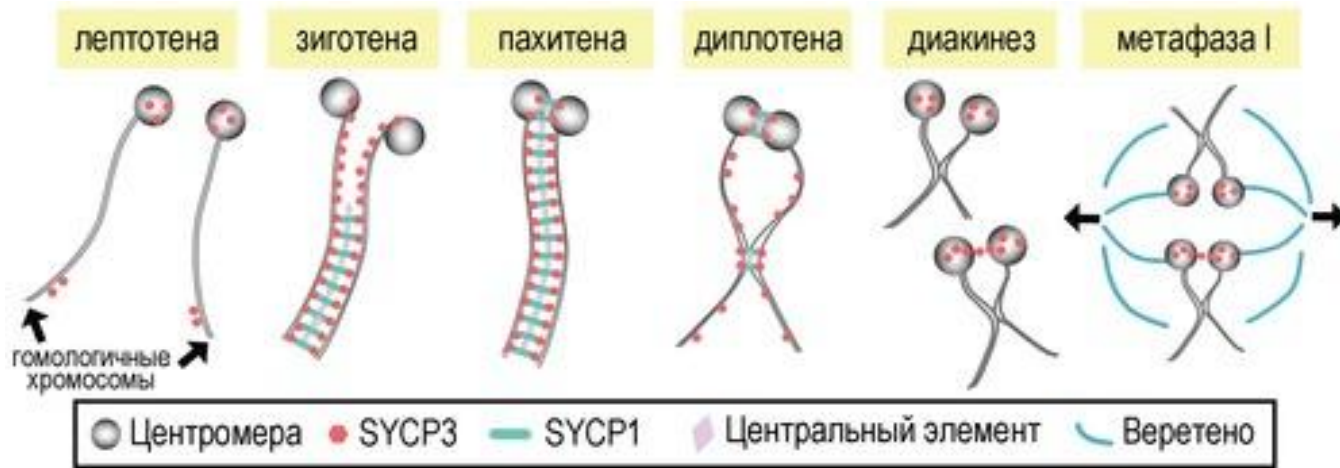
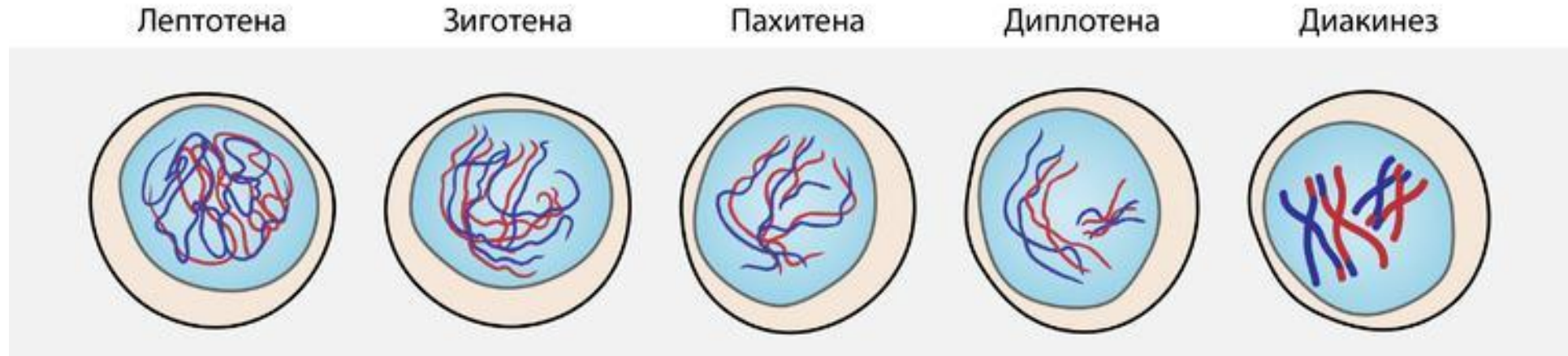
В профазе I происходит конъюгация и кроссинговер!!!



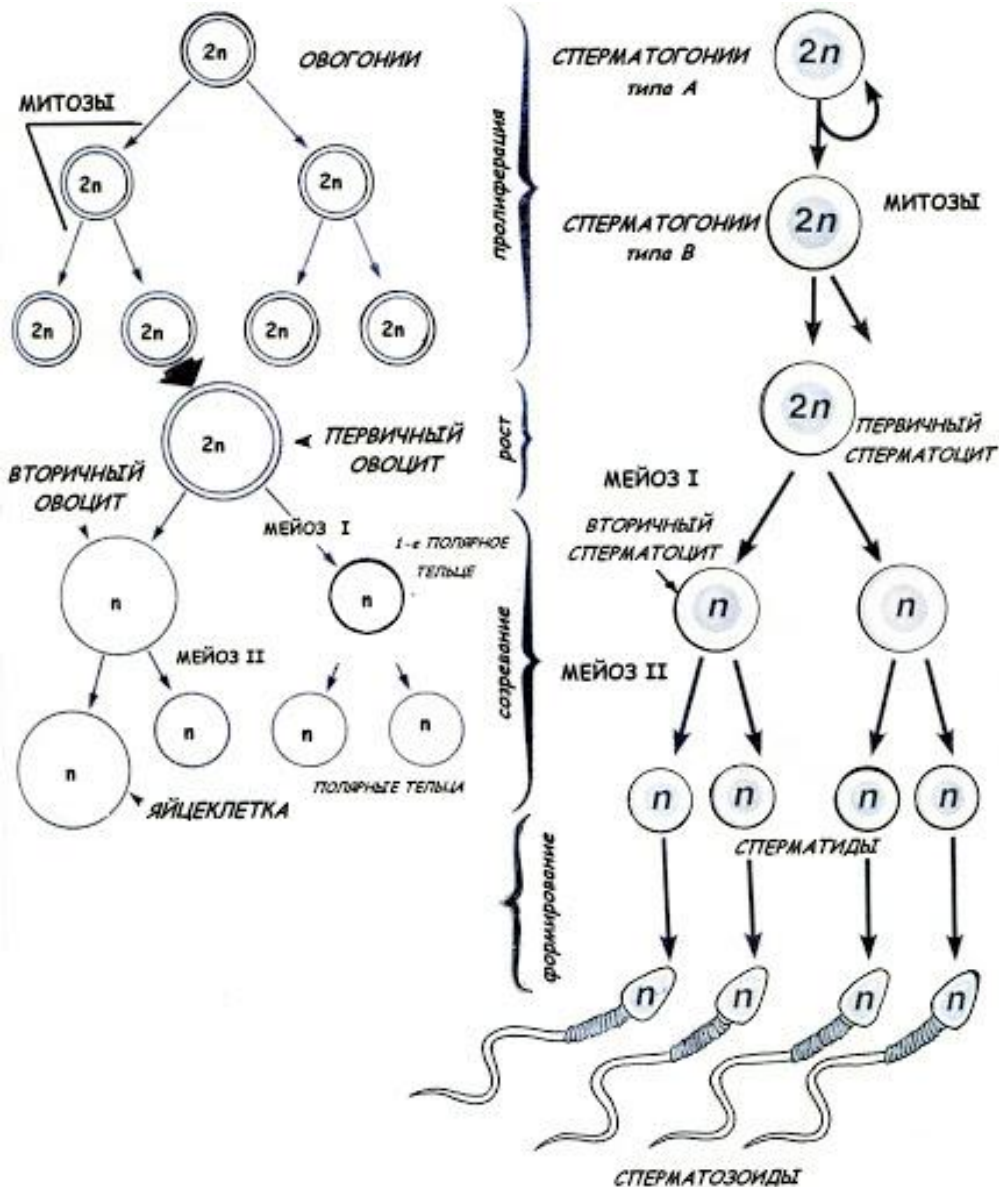
В анафазе I к полюсам расходятся гомологичные хромосомы, уменьшая число n в 2 раза



Стадии профазы I мейоза



Овогенез и сперматогенез



Овогенез – развитие женских половых клеток, осуществляется внутриутробно

Сперматогенез – развитие мужских половых клеток, в течении жизни, после полового созревания. В семенниках есть специальные зоны для разделения процессов

Стадии развития половых клеток Размножения (пролиферации)

Размножение предшественников стволовых клеток митозом

Роста

Увеличение клетки в размерах. Более выражена при овогенезе

Созревания

Мейоз

В овогенезе образуется 1 яйцеклетка

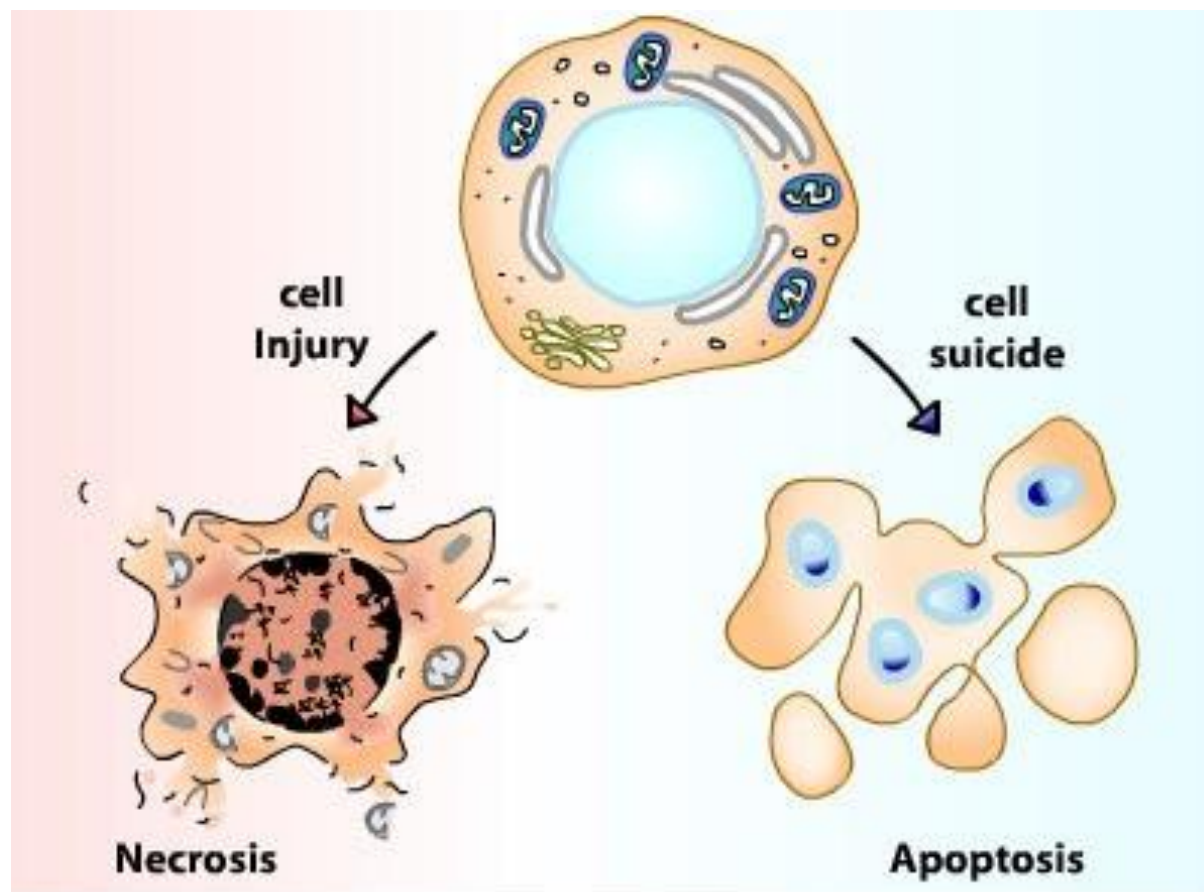
В сперматогенезе образуется 4 сперматиды

Формирования

Приобретение формы сперматозоидов у гаплоидных сперматид

Нет в овогенезе

Смерть клетки

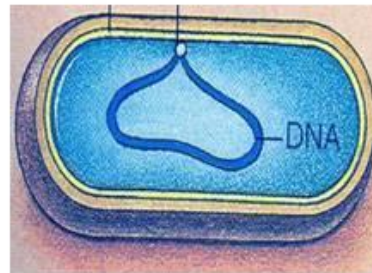


CELL DEATH:
NECROSIS VS. APOPTOSIS

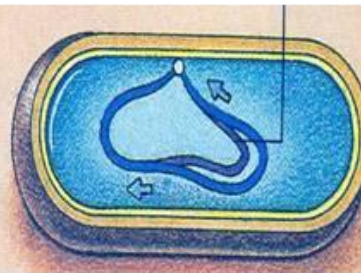
Бинарное деление бактерий



Место прикрепления ДНК к мембране



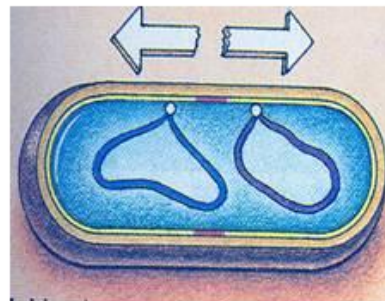
Частично реплицированная ДНК



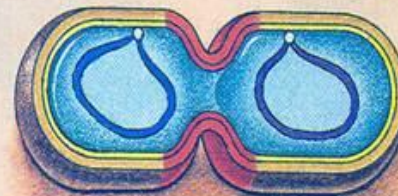
Две ДНК (хромосомы)



Расхождение хромосом



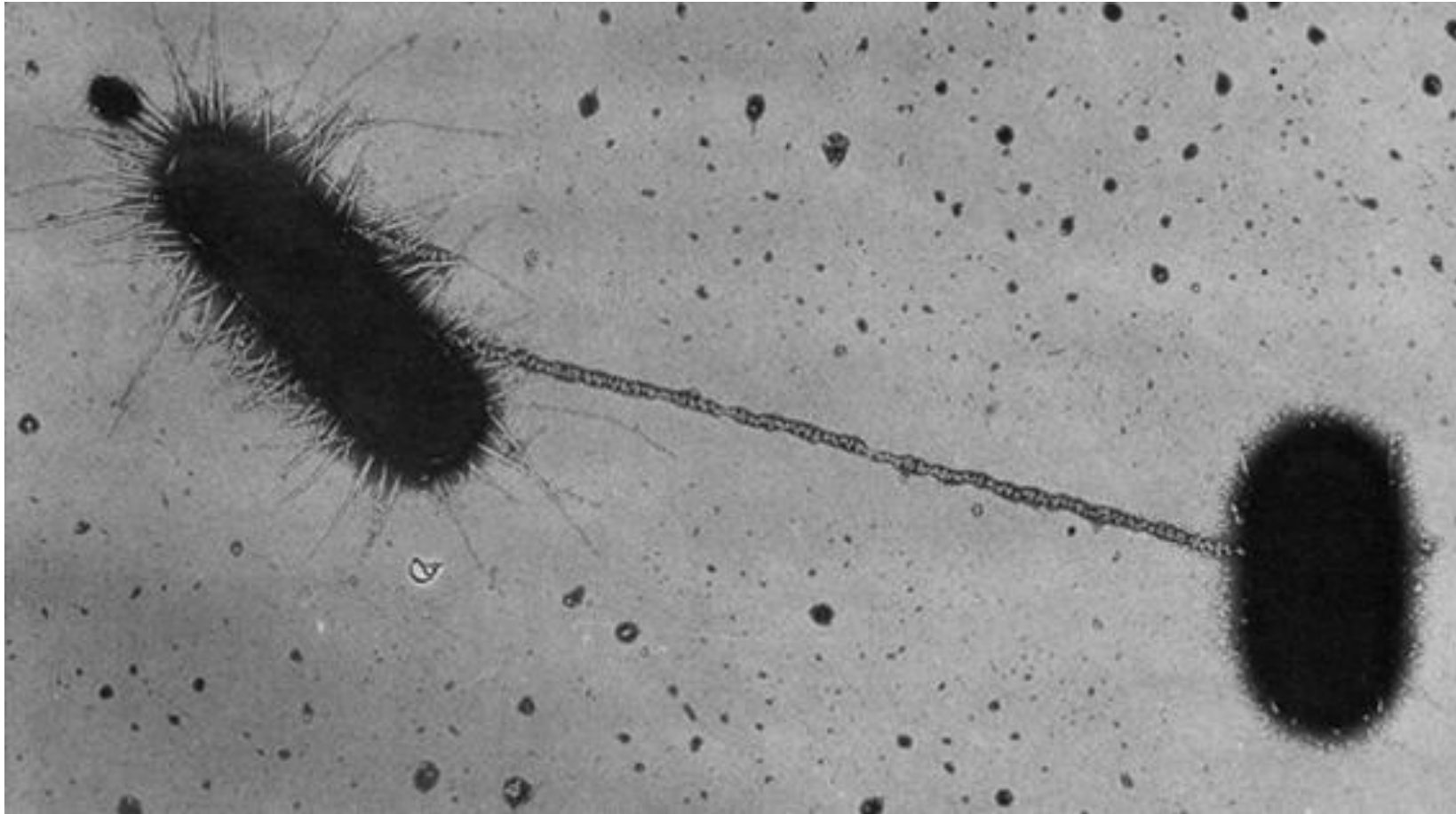
Формирование мембран дочерних клеток



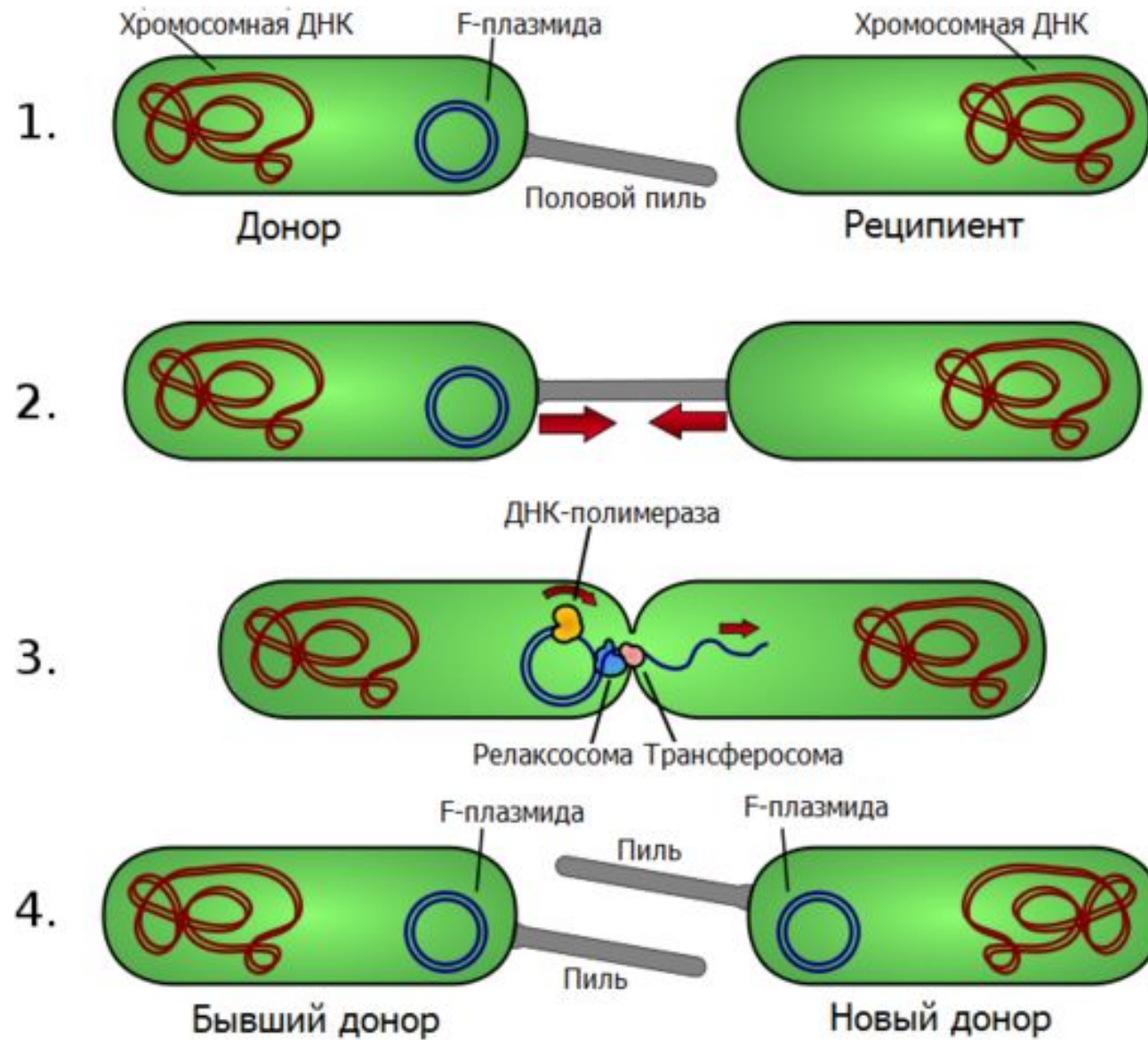
Дочерние клетки



F-пили служат для обмена
генетическим материалом между
бактериями



Конъюгация бактерий



Вирусы –
неклеточная форма
ЖИЗНИ

Открытие вируса Д.И. Ивановским



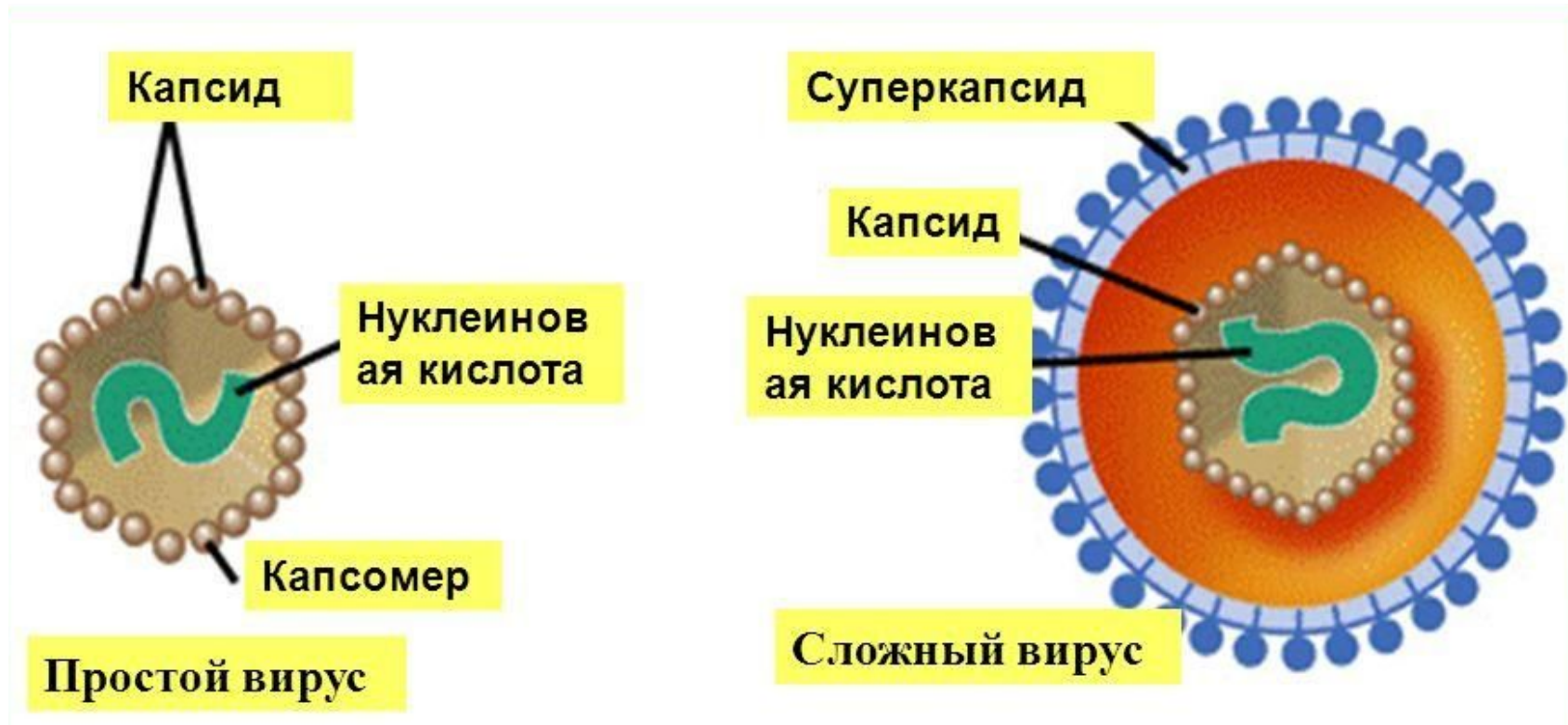
Вирус табачной
мозаики
(Вирус растений)



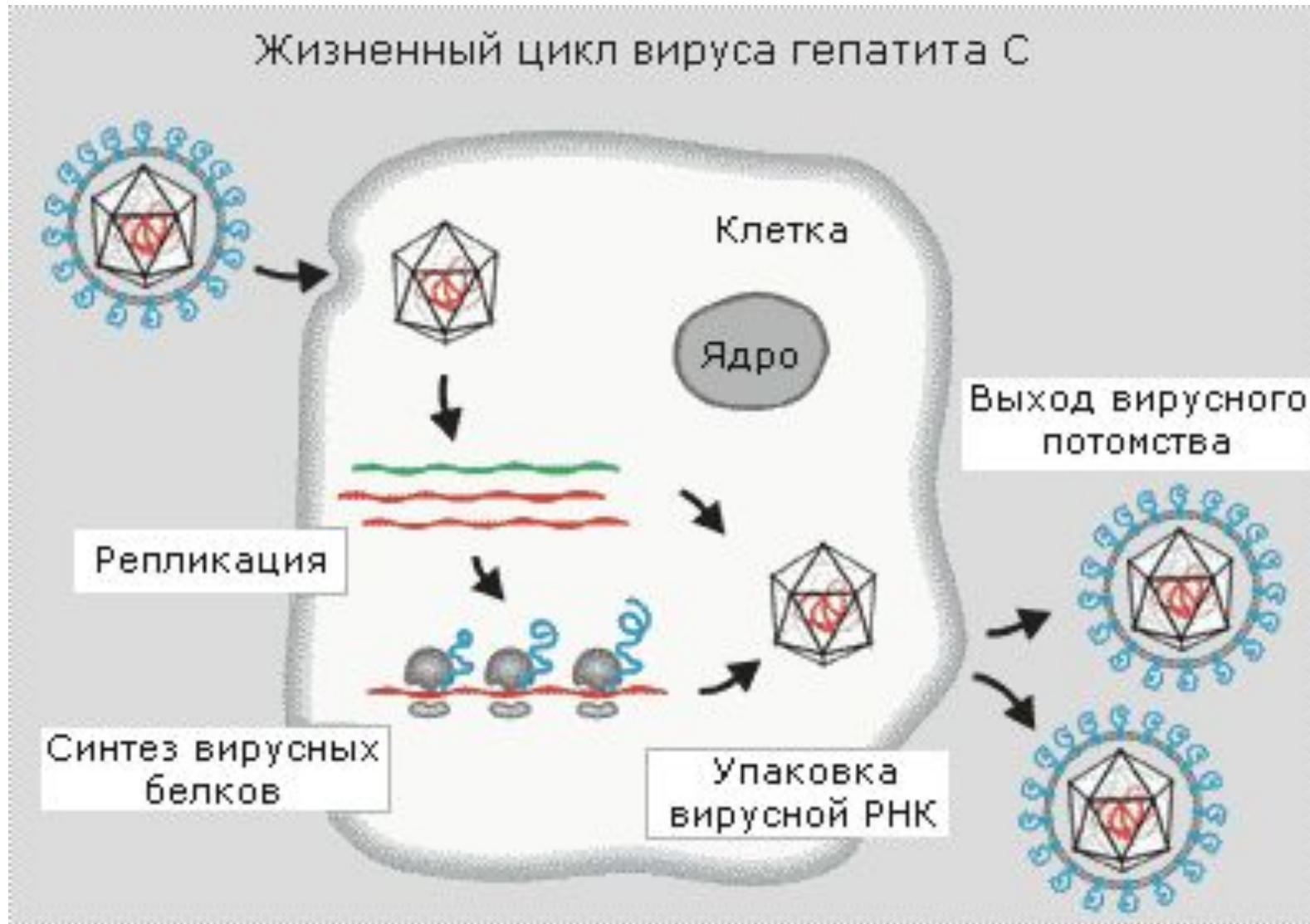
Д.И.
Ивановский



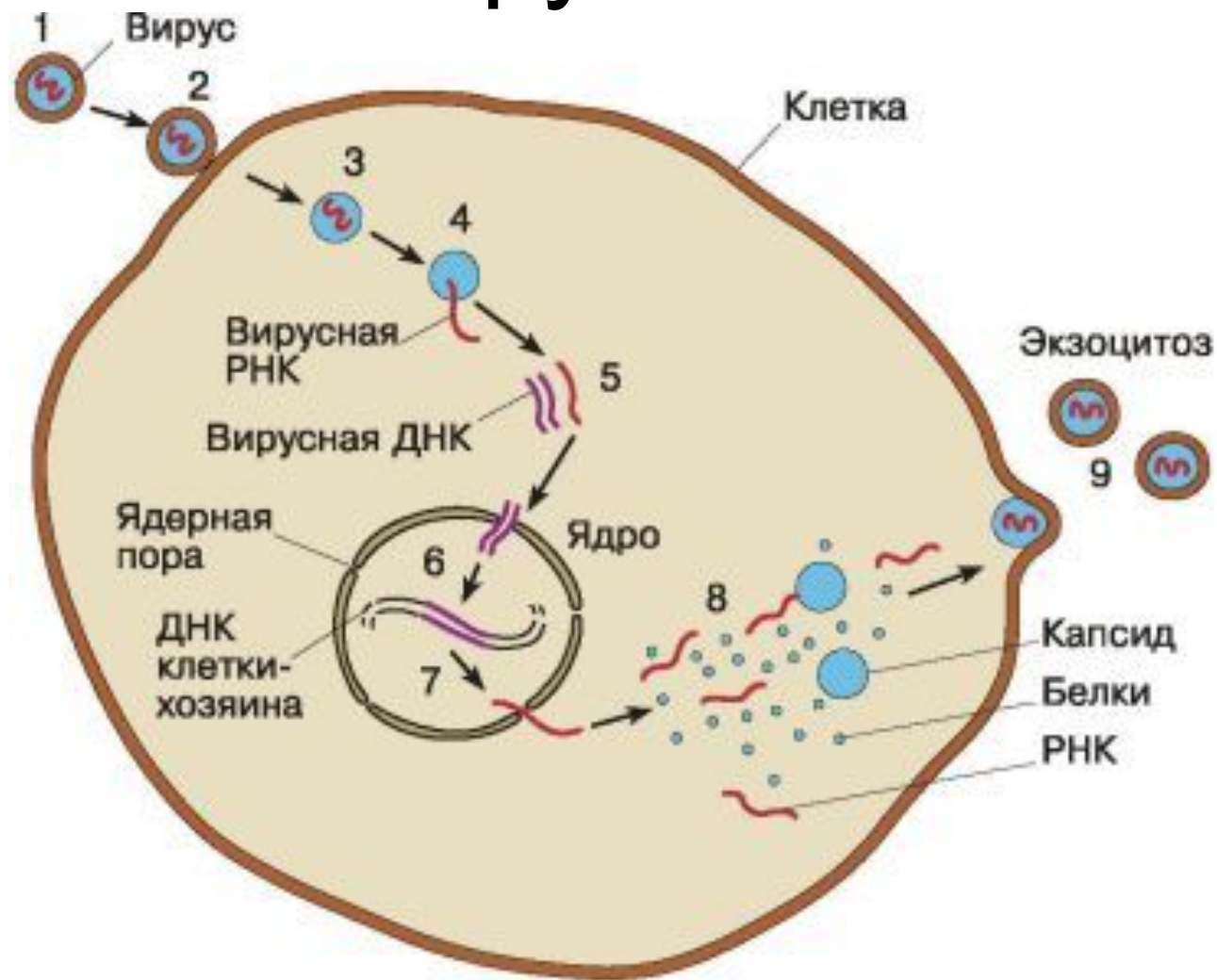
Строение капсида



Жизненный цикл вируса

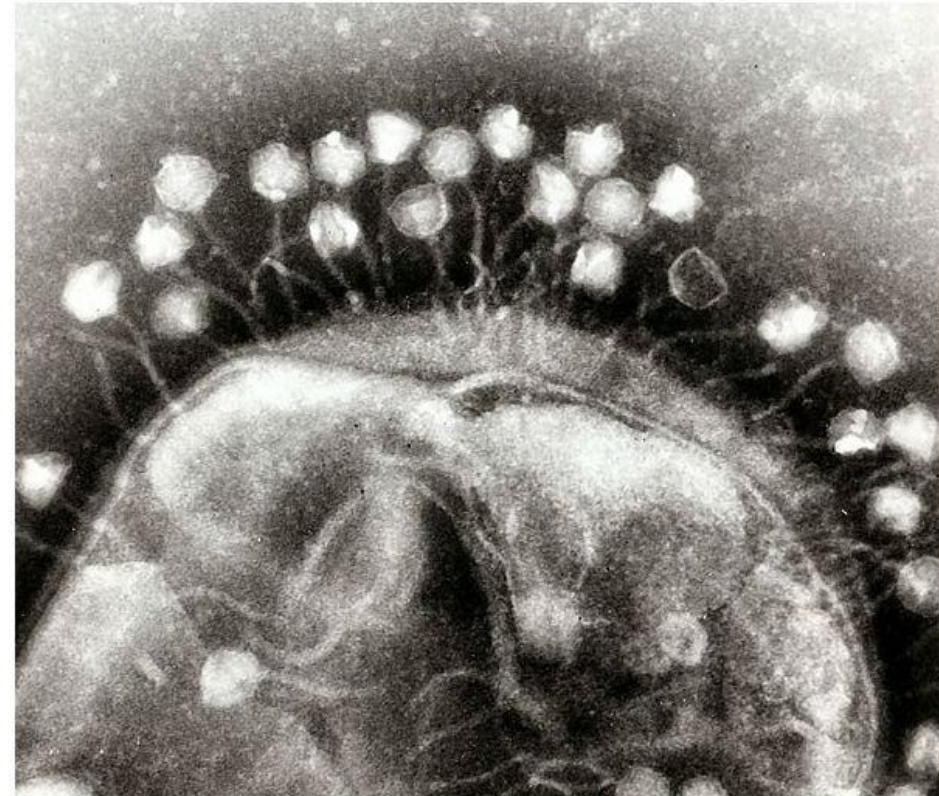
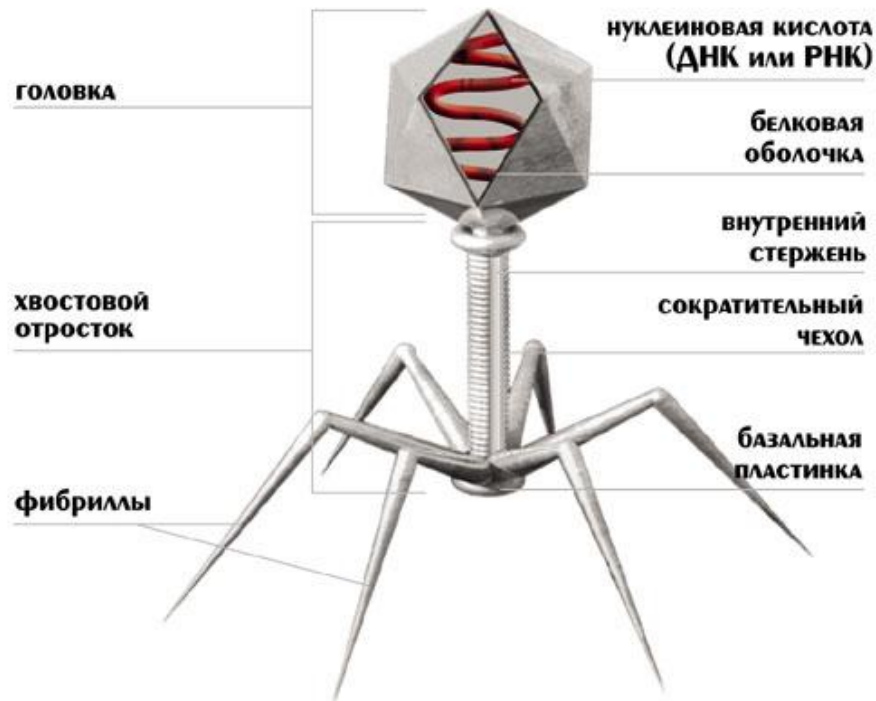


Жизненный цикл ретровируса



Вирусы бактерий - бактериофаги

АНАТОМИЯ БАКТЕРИОФАГА



Жизненный цикл бактериофага

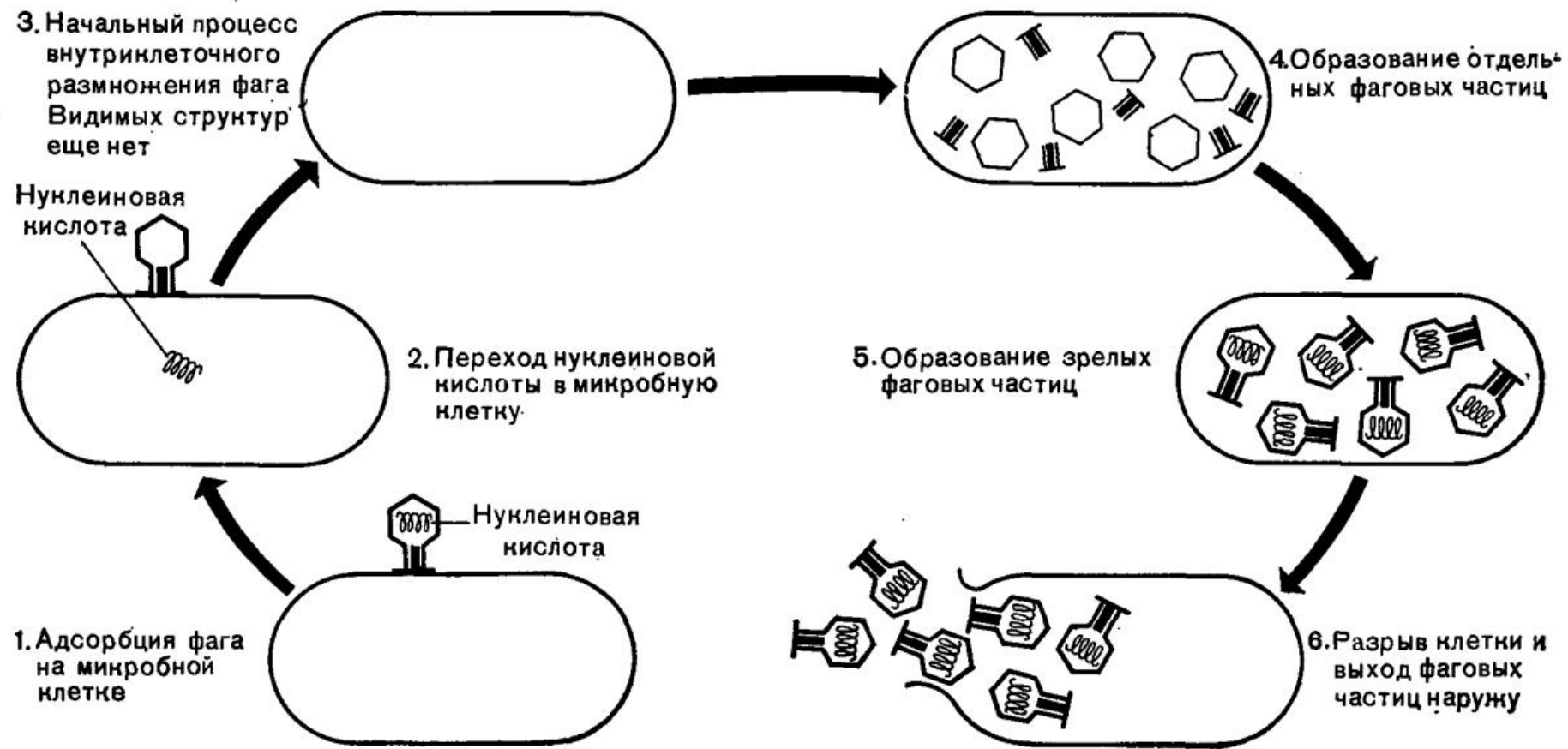


Рис. 212. Схема размножения фага.