

# Строение бактериальной клетки

32.02.01 Медико-профилактическое дело  
Лекция Скворцовой И.Е.  
2020



# Клетка

- - это структурно – функциональная и генетическая единица живого. Вне клетки жизни нет



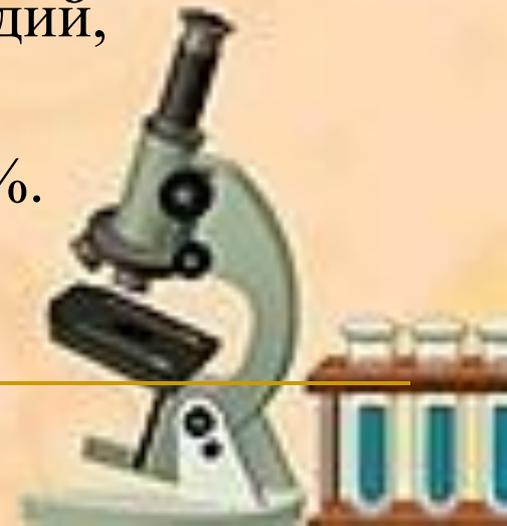
# Протисты – это одноклеточные организмы



# ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛЕТОК.

В соответствии с процентным содержанием в клетке химические элементы делят на три группы:

- 1. Макроэлементы - основные элементы (органогены) – водород, углерод, кислород, азот. Их концентрация: 98 – 99,9 %. Они являются универсальными компонентами органических соединений клетки.
- 2. Микроэлементы – натрий, магний, фосфор, сера, хлор, калий, кальций, железо. Их концентрация 0,1%.
- 3. Ультрамикроэлементы – бор, кремний, ванадий, марганец, кобальт, медь, цинк, молибден, селен, йод, бром, фтор. Их концентрация 0,001%.



**В состав любой клетки входят вода, белки, жиры, углеводы, нуклеиновые кислоты.**



# Вода – важнейшая составная часть клетки, универсальная дисперсионная среда живой материи.

- Свойства воды:
- 1. Вода – диполь, имеющая частичные заряды, обладает полярностью
- 2. Молекулы воды образуют водородные связи
- 3. Вода – естественный растворитель для минеральных ионов и других веществ.
- 4. Вода – дисперсионная фаза коллоидной системы протоплазмы.
- 5. Участвует во многих ферментативных реакциях клетки и образуется в процессе обмена веществ.
- 6. Обладает большой теплоемкостью и теплопроводностью



## Функции воды:

- 1. Большинство биохимических реакций идет только в водном растворе, многие вещества поступают и выводятся из клеток в растворенном виде. Это характеризует транспортную функцию воды.
- 2. Вода обеспечивает реакции гидролиза (расщепление белков, жиров, углеводов под действием воды), гидратации, набухания.
- 3. Большая теплоемкость и теплопроводность воды способствует равномерному распределению тепла в клетке.
- 4. Благодаря силам адгезии (вода – почва) и когезии (вода – вода) вода обладает свойством капиллярности.
- 5. Несжимаемость воды определяет напряженное состояние клеточных стенок (тургор).



# Минеральные вещества

- 1. Соли диссоциируют на анионы и катионы, которые поддерживают а) осмотическое давление, б) кислотно-основное равновесие (баланс) клетки, в) обеспечивают буферность (постоянную слабощелочную реакцию) в клетке – за счет дигидрофосфат - иона  $\text{H}_2\text{PO}_4$  ( $\text{pH} > 7,2$  и гидрофосфат- иона  $\text{HPO}_4$   $\text{pH} < 7.2$ ) – фосфатный буфер. Вне клеток – бикарбонатная система  $\text{H}_2\text{CO}_3$  ( $\text{pH} > 7.2$  и  $\text{HCO}_3$ .  $\text{pH} < 7.2$ ).
- 2. Влияют на активность ферментов. Неорганические ионы являются кофакторами для ферментов, обеспечивая их активацию.
- 3. Из неорганического фосфата в процессе окислительного фосфорилирования образуется АТФ – вещество, в котором запасается энергия, обеспечивающая процессы жизнедеятельности клетки.
- 4. Ионы калия, натрия, кальция участвуют в создании мембранных потенциалов.

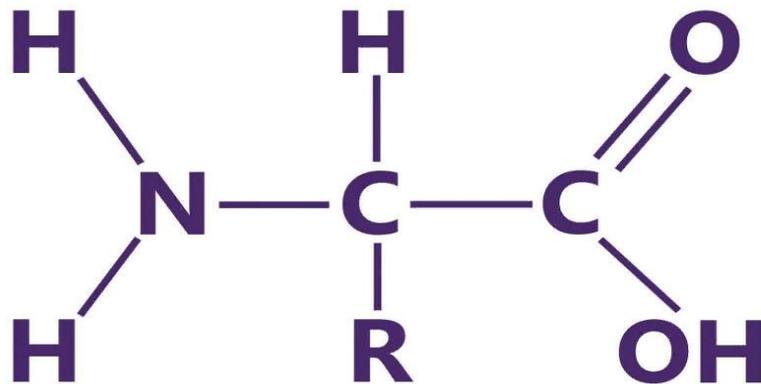


# Органические элементы клетки

- Представлены белками, липидами, углеводами, нуклеиновыми кислотами.

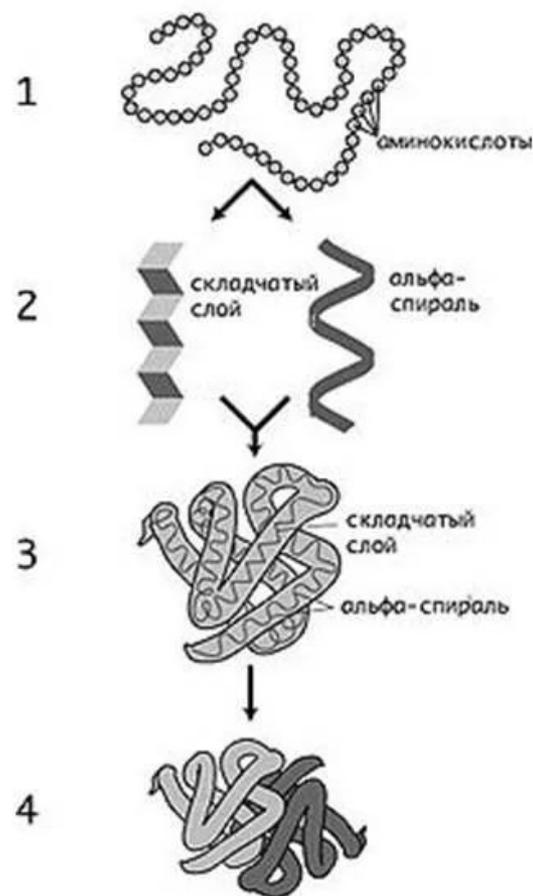


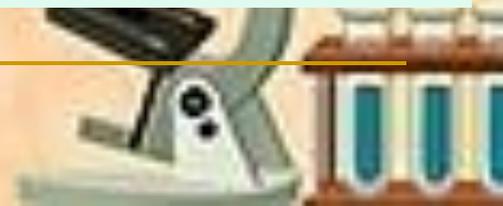
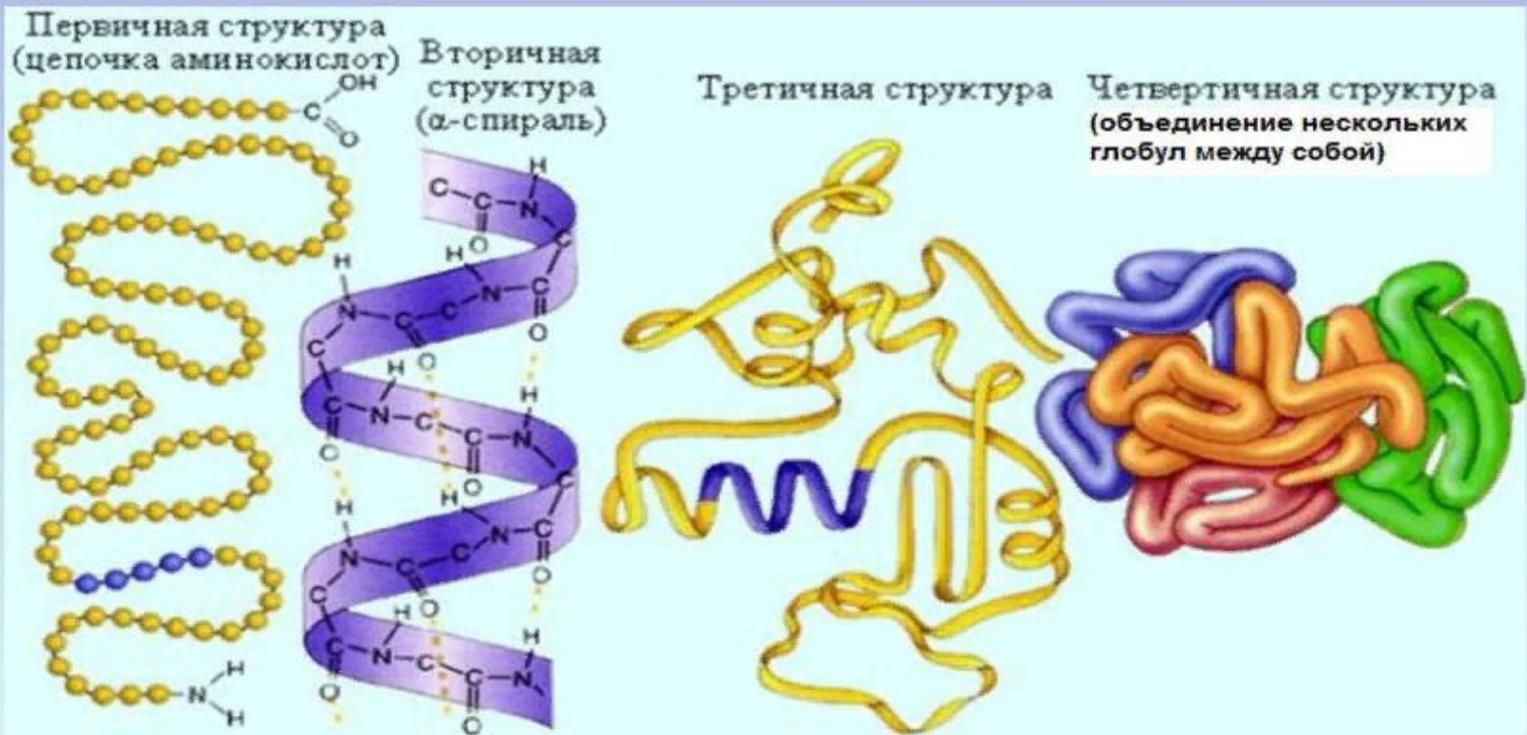
- БЕЛКИ – нерегулярные полимеры, мономерами которых являются аминокислоты. Аминокислоты – амфотерные соединения, т.к. в молекуле присутствует одновременно и аминогруппа (основная) и карбоксильная (кислая) группа.



# Структуры белка

- Первичная структура
- ↓
- Вторичная структура
- ↓
- Третичная структура
- ↓
- Четвертичная структура





# Функции белков

- 1. Строительная – белки входят в состав клеточных мембран.
- 2. Транспортная – некоторые белки способны присоединять к себе различные вещества и переносить (доставлять) их из одного места клетки в другое. В состав клеточных мембран входят особые белки, обеспечивающие активный и строго избирательный перенос некоторых веществ и ионов из клетки и в клетку – осуществляется обмен с внешней средой.
- 3. Регуляторная функция – принимают участие в регуляции обмена веществ.
- 4. Защитная функция для бактерий, например, ферменты, разрушающие антибиотики ( $\beta$ -лактамаза).
- 5. Двигательная функция. Сократительные белки обеспечивают движение клеток и внутриклеточных структур: участвуют в движении жгутиков.
- 6. Сигнальная (рецепторная) функция. В поверхностную мембрану клетки встроены молекулы белков, способных изменять свою третичную структуру в ответ на действие факторов внешней среды. Так происходит прием сигналов из внешней среды и передача команд в клетку.
- 7. Каталитическая функция. Ускорение биохимических реакций под действием белков - ферментов. Конститутивные – ферменты, находящиеся в микробных клетках в постоянной концентрации. Индуцибельные – их концентрация возрастает при наличии субстрата
- 8. Энергетическая функция.
- 9. Запасающая функция.
- 10. Трофическая.

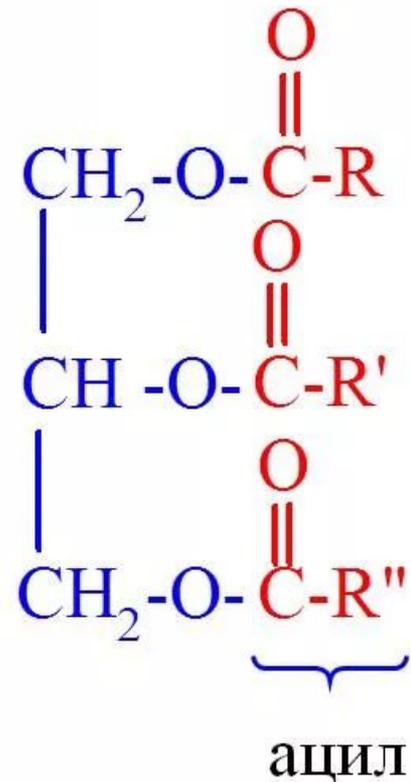


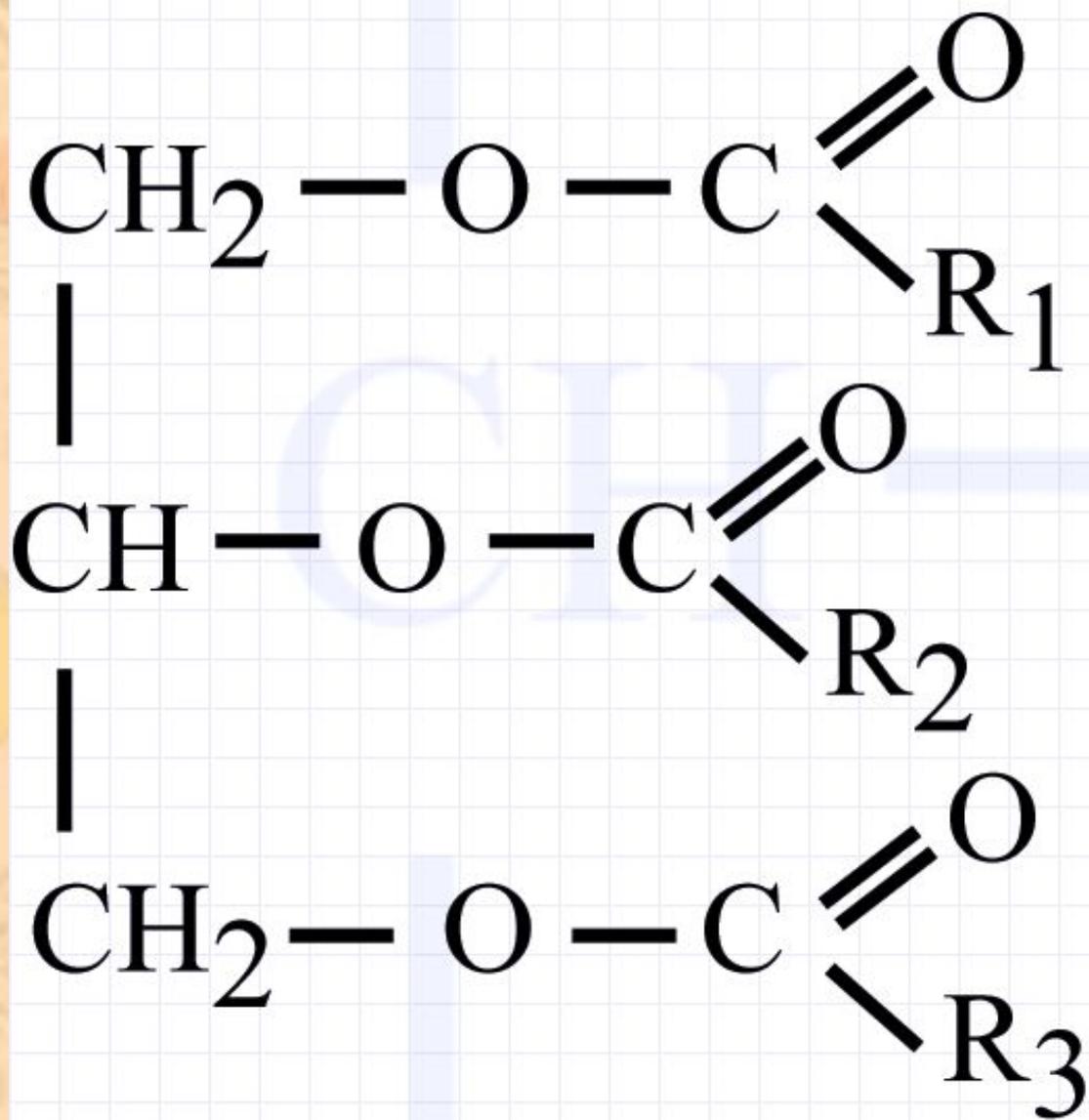
# ЛИПИДЫ (Жиры)

- Большая группа органических соединений, являющихся производными трехатомного спирта глицерина и высших жирных кислот. Поскольку в их молекулах преобладают неполярные и гидрофобные структуры, то они нерастворимы в воде, а растворимы в органических растворителях.



# Общая формула жиров





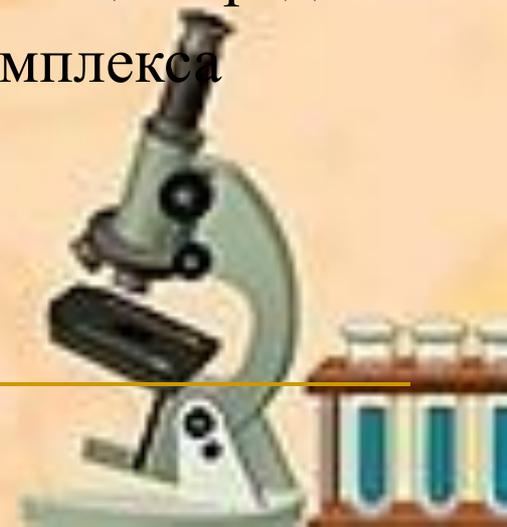
# Классификация липидов:

- 1. Простые липиды представляют собой спиртовые эфиры жирных кислот. Жиры входят в состав микробов, некоторых вирусов. Содержание жиров в биологических объектах может достигать 90%.
- 2. Сложные липиды. При гидролизе этих липидов образуются помимо спирта и кислот также и другие соединения. К ним относятся фосфолипиды (лецитины, кефалины и др.), гликолипиды и сфинголипиды выполняют рецепторную функцию в клеточных мембранах.
- 3. Жироподобные вещества.
- 4. Пигменты. Липохромы окрашивают колонии в желтый, золотистый (золотистый стафилококк).



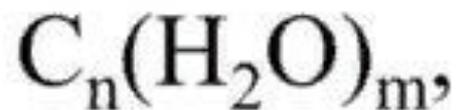
# ФУНКЦИИ ЛИПИДОВ

- 1. Энергетическая функция – основная функция липидов.
- 2. Строительная функция. Жиры принимают участие в образовании клеточных мембран. В составе мембран находятся в виде фосфолипидов, гликолипидов, липопротеидов.
- 3. Запасающая функция.
- 4. Защитно-механическая функция. Обеспечивают устойчивость к воздействию факторов окружающей среды.
- 5. Входят в состав липополисахаридного комплекса (ЛПС), определяющего токсические свойства микроорганизмов.



# УГЛЕВОДЫ, ИЛИ САХАРИДЫ.

ОБЩАЯ ФОРМУЛА УГЛЕВОДОВ

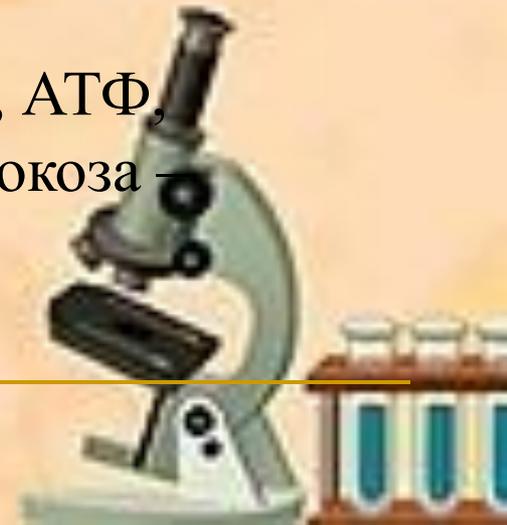


где  $n=m$  – простые сахара, или моносахариды,

$n>m$  – сложные сахара, олиго- и полисахариды

# Классификация углеводов:

- Простые углеводы называют моносахаридами, т.к. они не гидролизуются.
- 1. Моносахариды представляют собой простые сахара с эмпирической формулой  $(\text{C}\text{H}_2\text{O})_n$ . В зависимости от числа углеродных атомов в их молекуле различают триозы, тетрозы, пентозы (рибоза, дезоксирибоза, рибулеза), гексозы (глюкоза, фруктоза). В природе наиболее распространены пентозы и гексозы.
- Наиболее распространены пентозы - рибоза, дезоксирибоза, входящие в состав РНК, ДНК, АТФ, глюкоза, фруктоза и галактоза – из гексоз. Глюкоза – первичный источник энергии для клеток.



- 2. Олигосахариды – сахароподобные сложные углеводы, содержащие от 2 до 10 моносакхаридных остатков. Наиболее распространены дисахариды. Дисахариды – это сахара, образующиеся в результате конденсации двух моносакхаридов (гексоз), с потерей молекулы воды. Их эмпирическая формула имеет вид  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . Наиболее важными из этой группы являются сахароза, мальтоза, лактоза.



- 3. Полисахариды образуются в результате конденсации большого числа молекул моносахаридов (гексоз) с соответствующей потерей молекул воды. Их формула  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . Наибольшее биологическое значение имеют полисахариды крахмал, гликоген и целлюлоза.
- Кроме полисахаридов, состоящих из полимеров гексоз, существуют более длинные молекулы, например, пептидогликан – муреин, являющийся компонентом клеточной стенки бактерий.



# Функции углеводов:

- 1. Энергетическая
- 2. Запасающая функция
- 3. Опорно-строительная функция. Углеводы входят в состав клеточных мембран и клеточных стенок. Олиго - и полисахариды входят в состав клеточной стенки бактерий.
- 4. Продукты промежуточного обмена углеводов используются для синтеза липидов, аминокислот. Углеводы входят в состав гликолипидов, гликопротеинов, нуклеотидов.

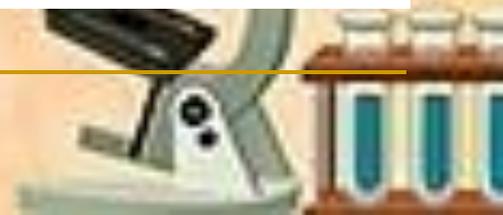
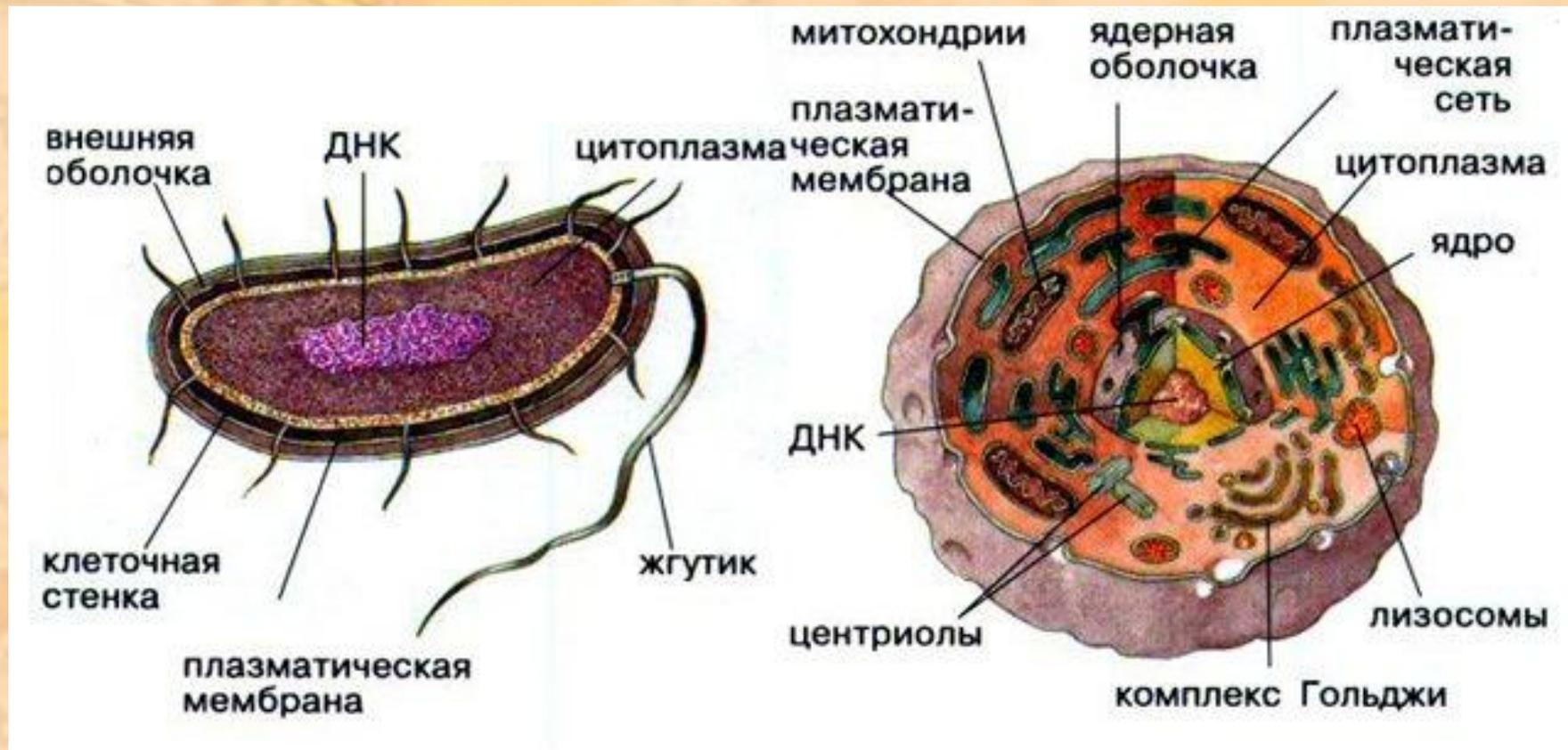


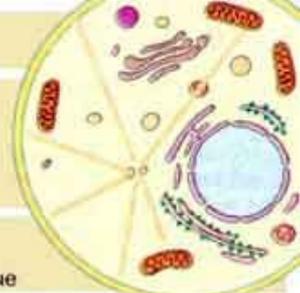
# Нуклеиновые кислоты

- являются нерегулярными биополимерами, мономерами которых являются нуклеотиды. Нуклеотид состоит из: азотистого основания, сахара (пентозы) и остатка фосфорной кислоты. Различаются они азотистым основанием: аденин и гуанин – относят к пуринами; тимин, цитозин, урацил – к пиримидинам. Количество пуринов всегда равно количеству пиримидинов. (правило Чаргаффа).

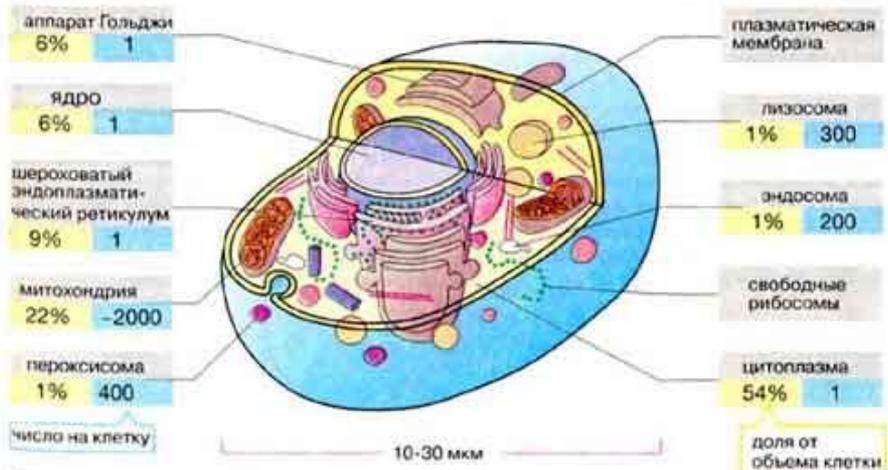


# Сравнение прокариотической и эукариотической клеток



Прокариоты	Эукариоты
 1-10 мкм организмы зубактерии архебактерии	 грибы растения животные
Форма организма одноклеточные	одно- или многоклеточные
Органеллы, цитоскелет, аппарат клеточного деления отсутствует	10-100 мкм присутствует, сложный, специализированный
маленькая, кольцевая, нет интронов, плазмиды	<b>DNA</b> большая, в клеточных ядрах, много интронов
<b>RNA:</b> синтез и созревание простой, в цитоплазме	сложный, в ядрах
<b>Белки:</b> синтез и процессинг простой, связанный с синтезом RNA	сложный, в цитоплазме и полости rER
<b>Обмен веществ</b> анаэробный или аэробный, легко перестраивающийся	преимущественно аэробный
<b>Эндоцитоз и экзоцитоз</b> нет	различные формы

#### А. Сравнение прокариот и эукариот



#### Б. Структура животной клетки

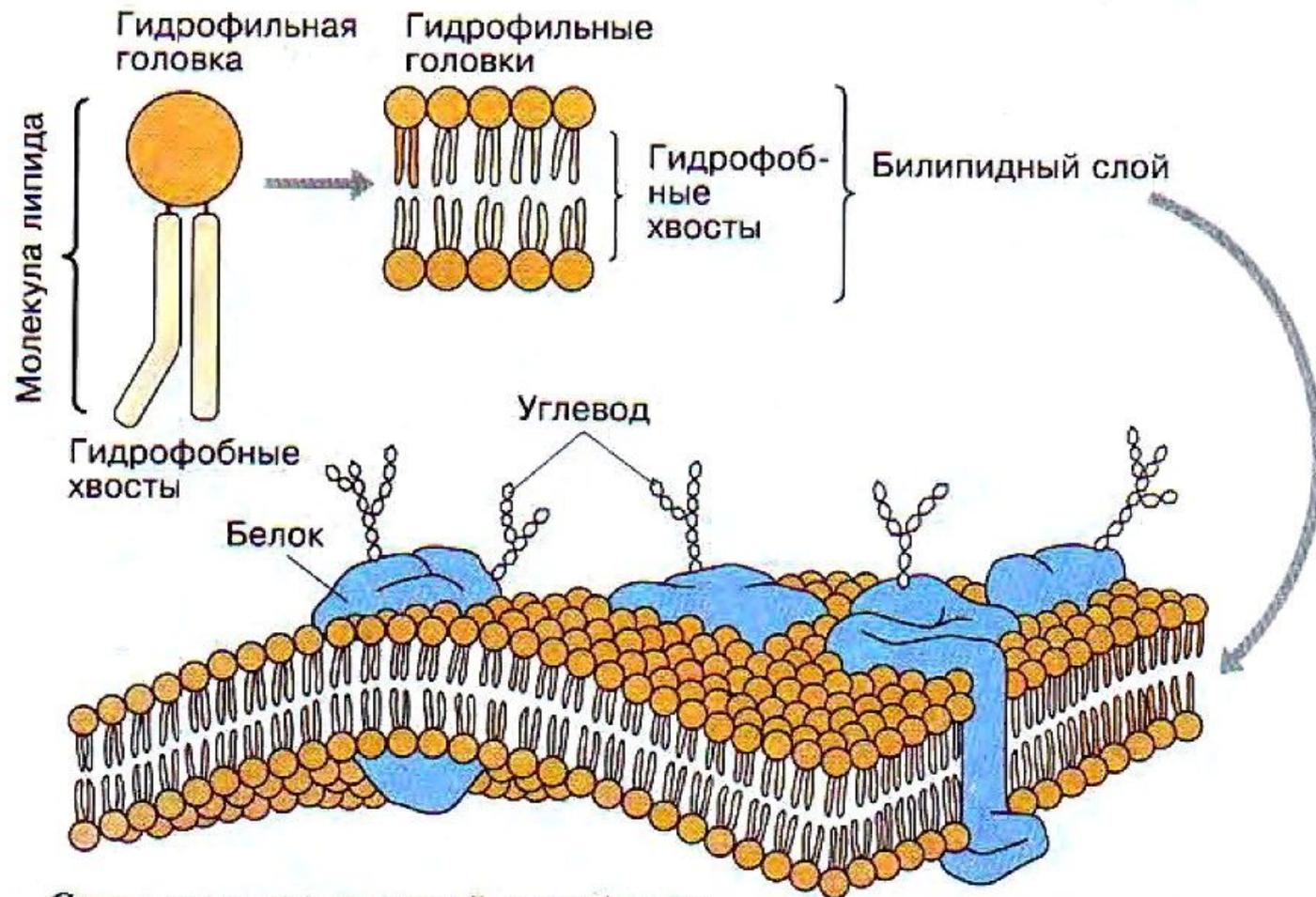


# В бактериальной клетке выделяют три основных компонента:

- - оболочку, состоящую из 1) плазматической мембраны, отграничивающую клетку от окружающей среды, 2) клеточную стенку, 3) капсулу, выполняющую роль защитную, ассоциативную, патогенную.
- - цитоплазму;
- - генетический материал клетки.



# Строение мембраны



Строение клеточной мембраны

- Жидкостно-мозаичная модель мембраны, принятая в настоящее время, была предложена в 1972 году Г.Николсоном и С. Сингером. Она состоит из двух слоев фосфолипидов, расположенных так, что гидрофобные хвосты находятся в центре, а их гидрофильные головки образуют поверхности билипидного слоя – внешнюю и внутреннюю. Белковые молекулы, погруженные в липидный слой, называются мембранными белками.



# Их дифференцируют на:

- - периферические (поверхностные) белки располагаются на поверхности липидного слоя и связаны с полярными головками липидных молекул электростатическими силами;
- -интегральные, или трансмембранные белки пронизывают всю толщу мембраны так, что их гидрофобная часть погружена в гидрофобную зону билипидного слоя;
- -полуинтегральные белки наполовину погружены в липидный слой, выступая наружу с одной какой – то поверхности мембраны. Они, как правило, выполняют рецепторные функции.



# функции мембранных белков:

- - транспортная (отдельных молекул);
- - каталитическая (ускорение реакций, происходящих на мембранах);
- - опорная (поддержание структуры мембран);
- - рецепторная (получение и преобразование сигналов из окружающей среды).

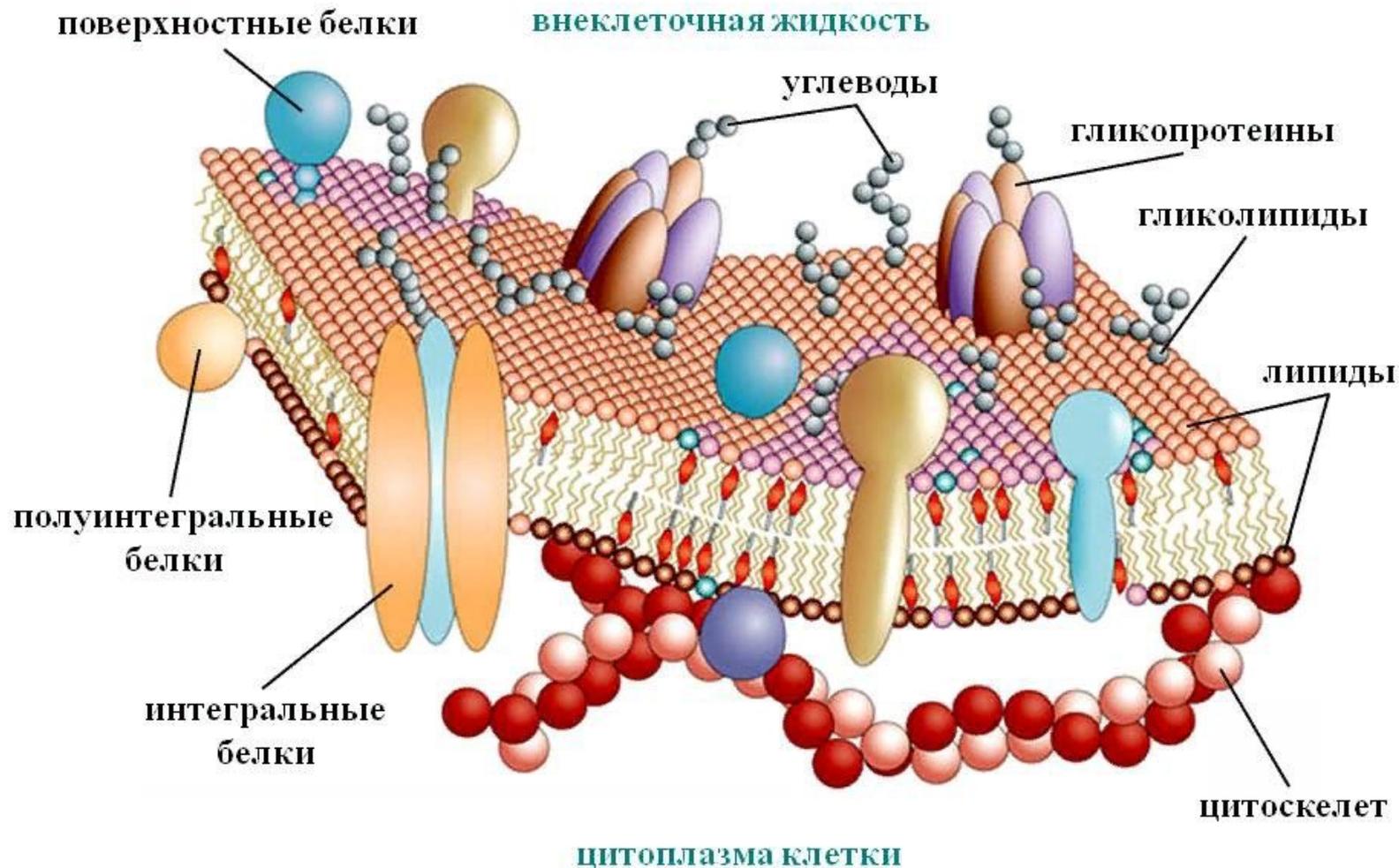


# Основные функции мембран:

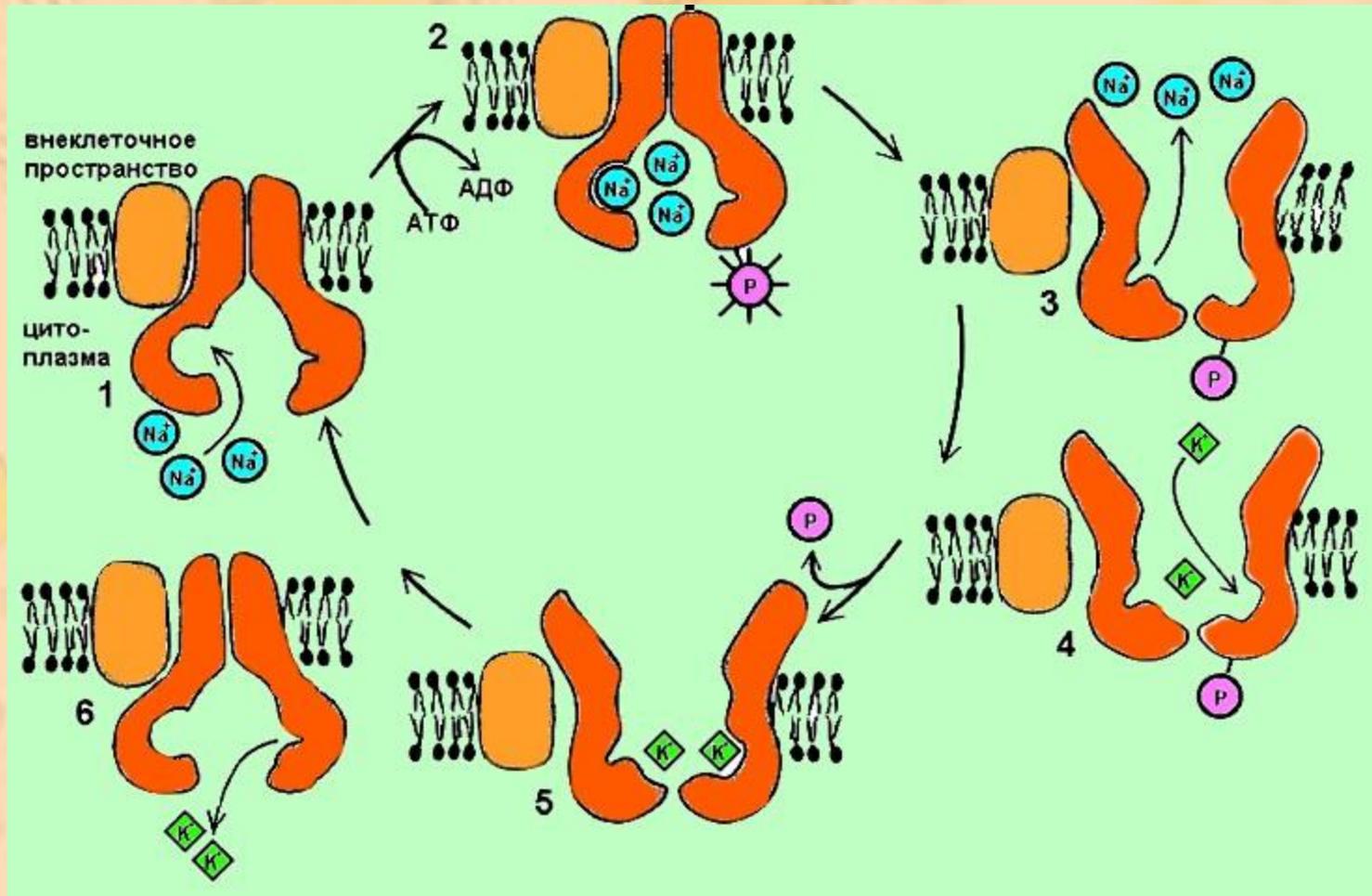
- 1 Отграничительная (барьерная)- отделяют клеточное содержимое от внешней среды;
- 2 Регулируют обмен между клеткой и средой;
- 3 Делят клетки на отсеки, или компартменты, предназначенные для тех или иных специализированных метаболических путей (разделительная);
- 4 Является местом протекания некоторых химических реакций (световые реакции фотосинтеза в хлоропластах, окислительное фосфорилирование при дыхании в митохондриях);
- 5 Обеспечивают связь между клетками в тканях многоклеточных организмов;
- 6 Транспортная - осуществляет трансмембранный транспорт.
- 7 Рецепторная - являются местом локализации рецепторных участков, распознающих внешние стимулы.

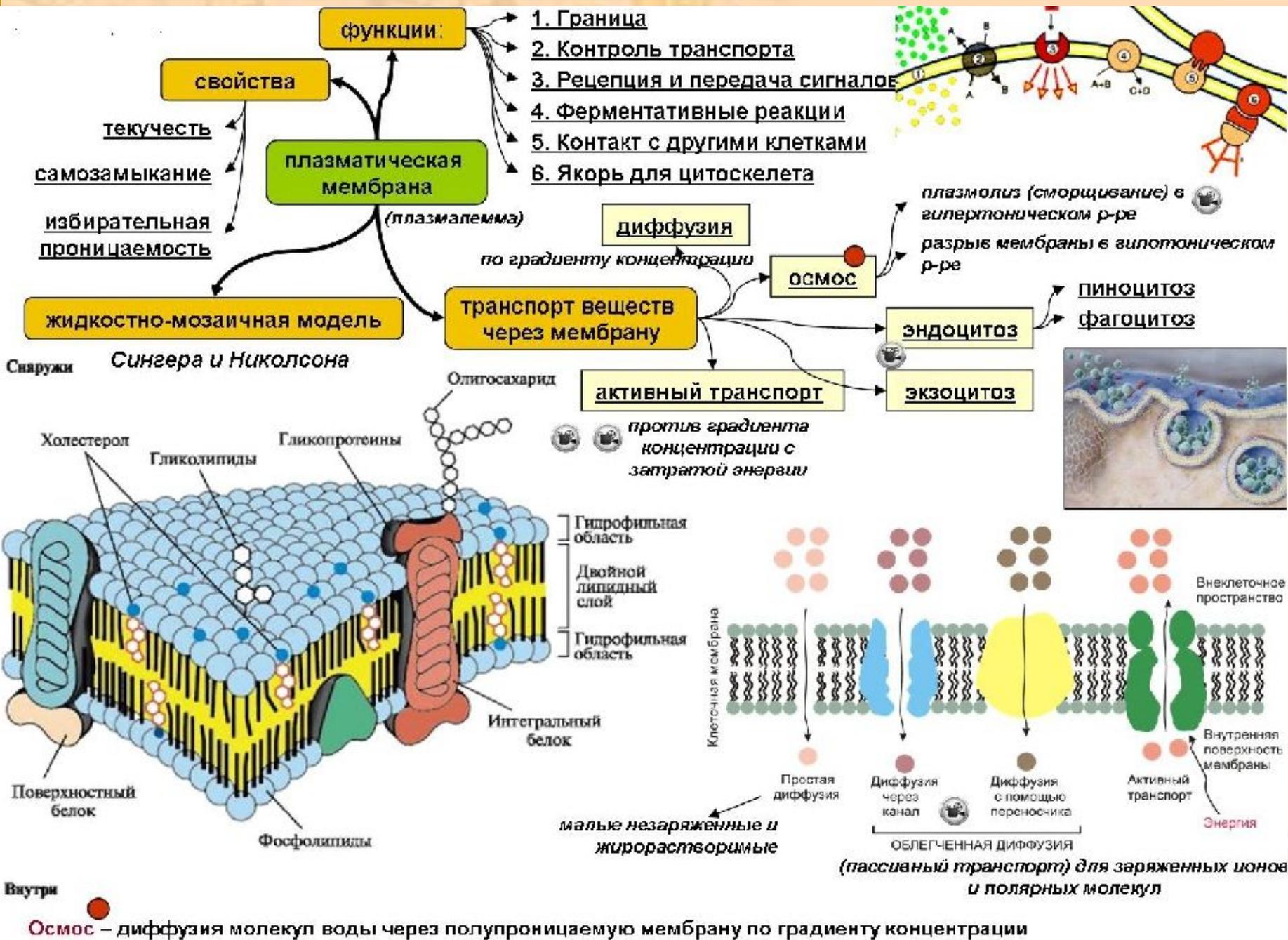


# ЖИДКО-МОЗАИЧНАЯ МОДЕЛЬ ПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЫ



# Мембранный транспорт



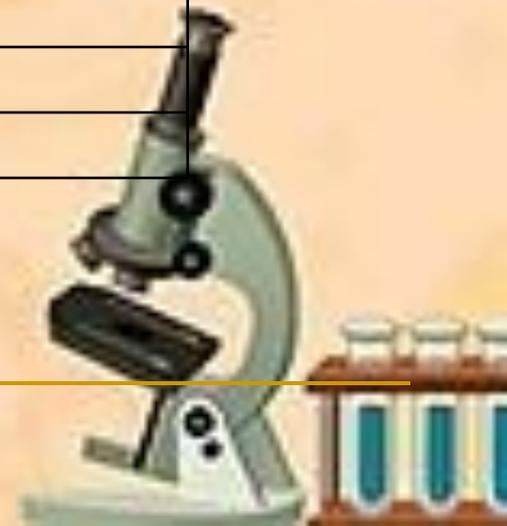


многочисленные инвагинации  
цитоплазматической мембраны,  
которые называются **мезосомы**,  
они связаны с нуклеоидом и  
участвуют в делении клетки,  
спорообразовании, и дыхании  
бактериальной клетки;

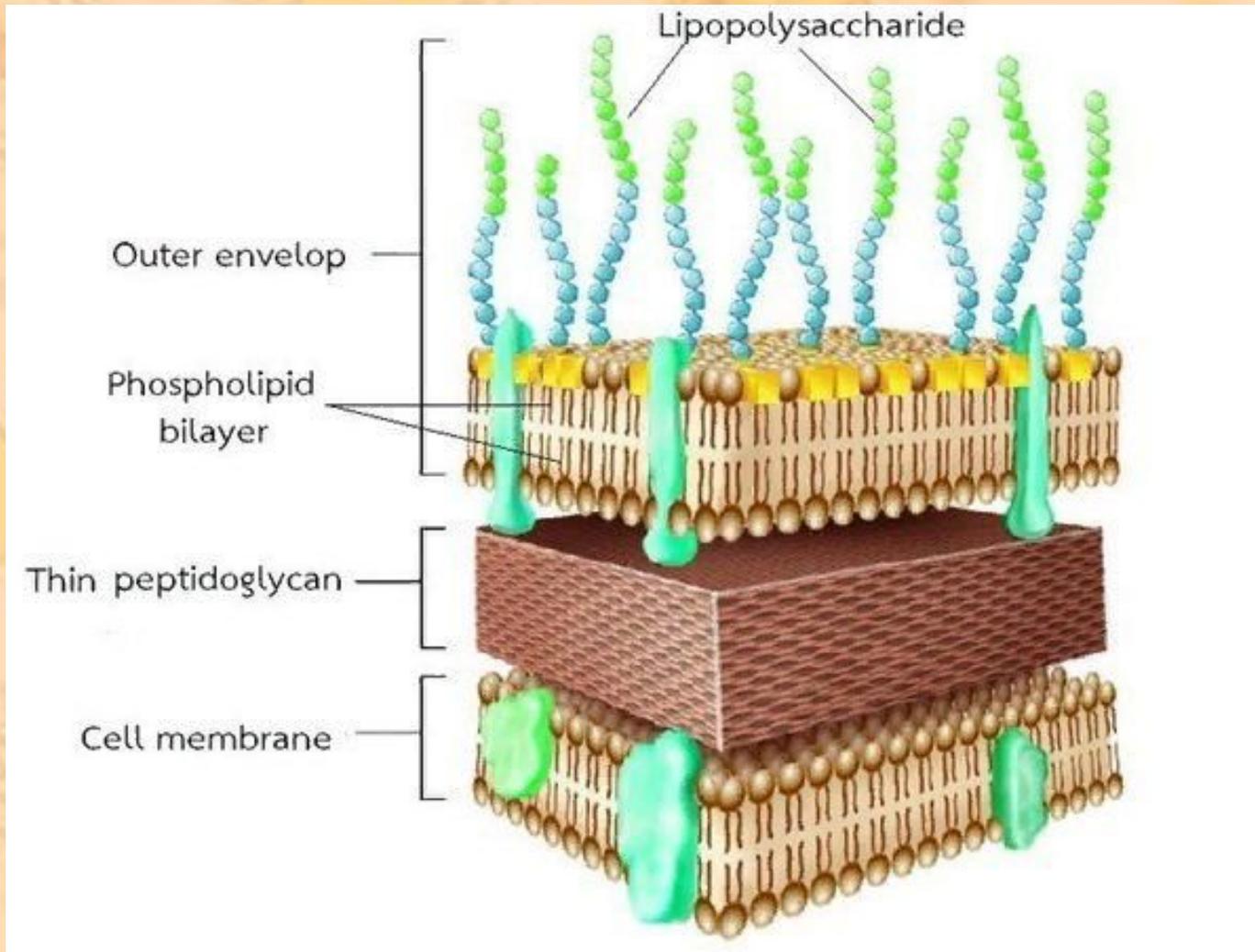


Клеточная стенка содержит пептидогликан муреин, тейхоевые кислоты и определяет тинкториальные свойства микроорганизмов (способность к окрашиванию). В зависимости от количества муреина микроорганизмы делят на грам-положительные и грам-отрицательные.

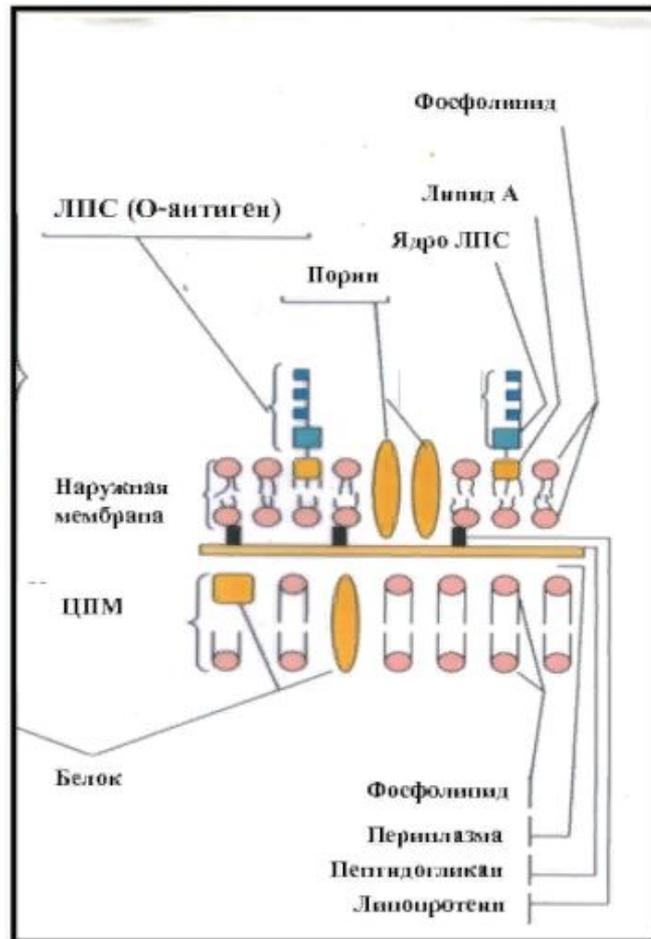
Грамм - положительные	Грамм - отрицательные
Бактерии с толстой клеточной стенкой	Бактерии с тонкой клеточной стенкой
Пептидогликана от 40 до 90% = муреин	Пептидогликана очень мало
Содержит тейхоевые кислоты	Оболочка 3-х слойная. Слой липопротеиновый, липополисахаридный, пептидогликановый
Однородная структура. По химическому составу много гликозамина, глюкозы, арабинозы и маннозы.	Липополисахаридов очень много. Они являются главными антигенными детерминантами клеточной стенки
Обладают антигенной активностью	
Очень мало липидов и белков.	



# Строение клеточной стенки



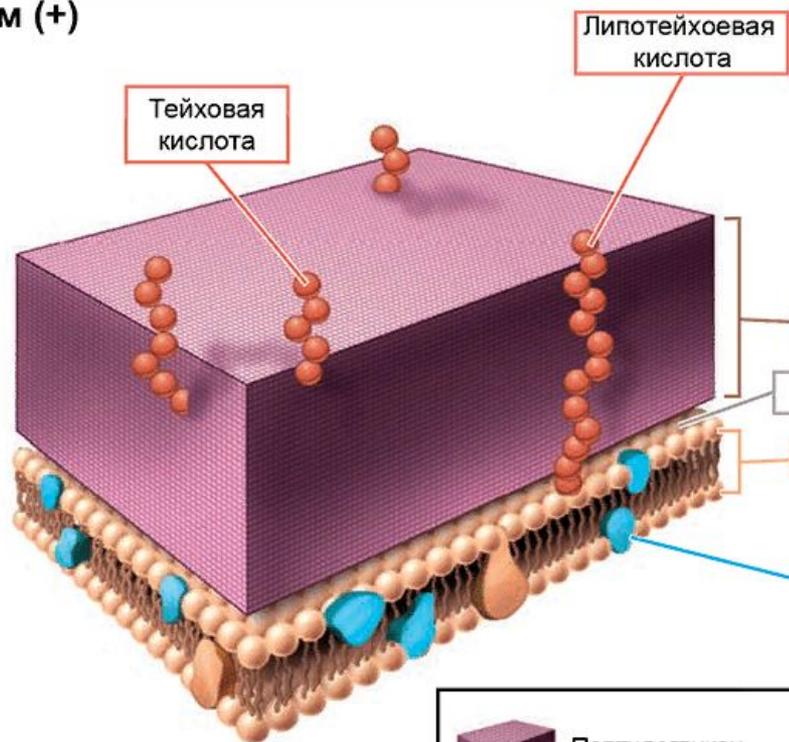
## СТРОЕНИЕ КЛЕТОЧНОЙ СТЕНКИ ГР- БАКТЕРИЙ



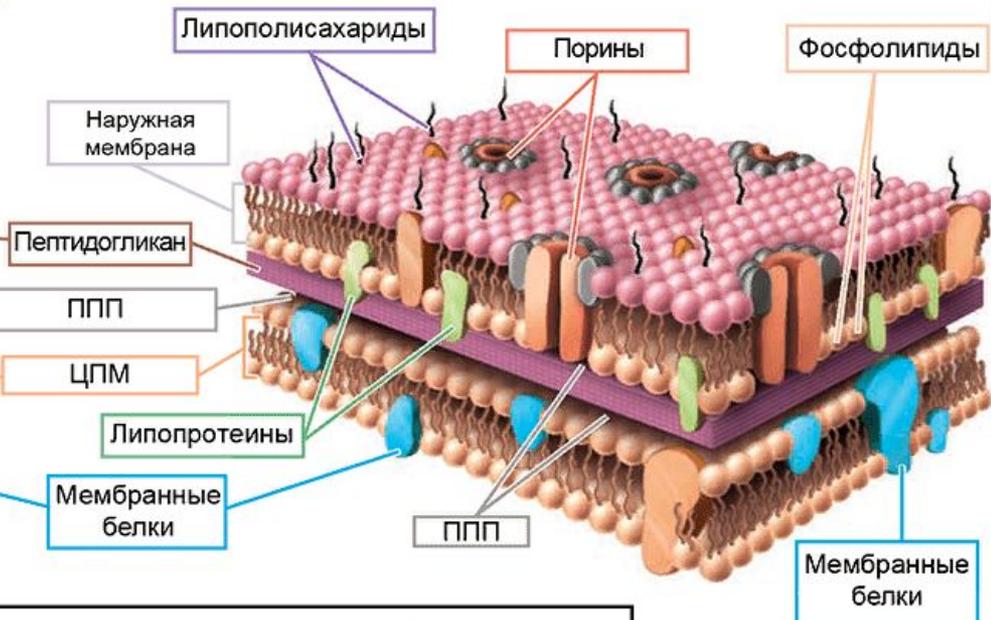
- Тонкий слой пептидогликана
- В состав наружной мембраны входят:
  - липополисахариды
  - липопротеины
  - гликолипиды
  - белки-порины



## Грам (+)



## Грам (-)



# Строение клеточной стенки бактерий

<b>Firmicutes</b> (грамположительные)	<b>Gracillicutes</b> (грамотрицательные)
<b>Пептидогликан</b> многослойный	<b>Пептидогликан</b> однослойный
Есть полимеры <b>тейхоевых</b> кислот	Нет <b>тейхоевых</b> кислот
Нет <b>внешней мембраны</b>	Есть <b>внешняя мембрана</b> (состоит из фосфолипидов, белков, полисахаридов и липополисахаридов)
По <b>Гралу</b> – фиолетовый цвет	По <b>Гралу</b> – розовый цвет
Под действием лизоцима образуют <b>протопласты</b>	Под действием пенициллина образуют <b>сферопласты</b>



# Генетический материал

- нуклеоид, или генофор, представляющий собой замкнутую кольцевую двунитевую молекулу ДНК, прикрепленную в одной точке к цитоплазматической мембране; по аналогии с эукариотами эту молекулу называют хромосомной бактерией;

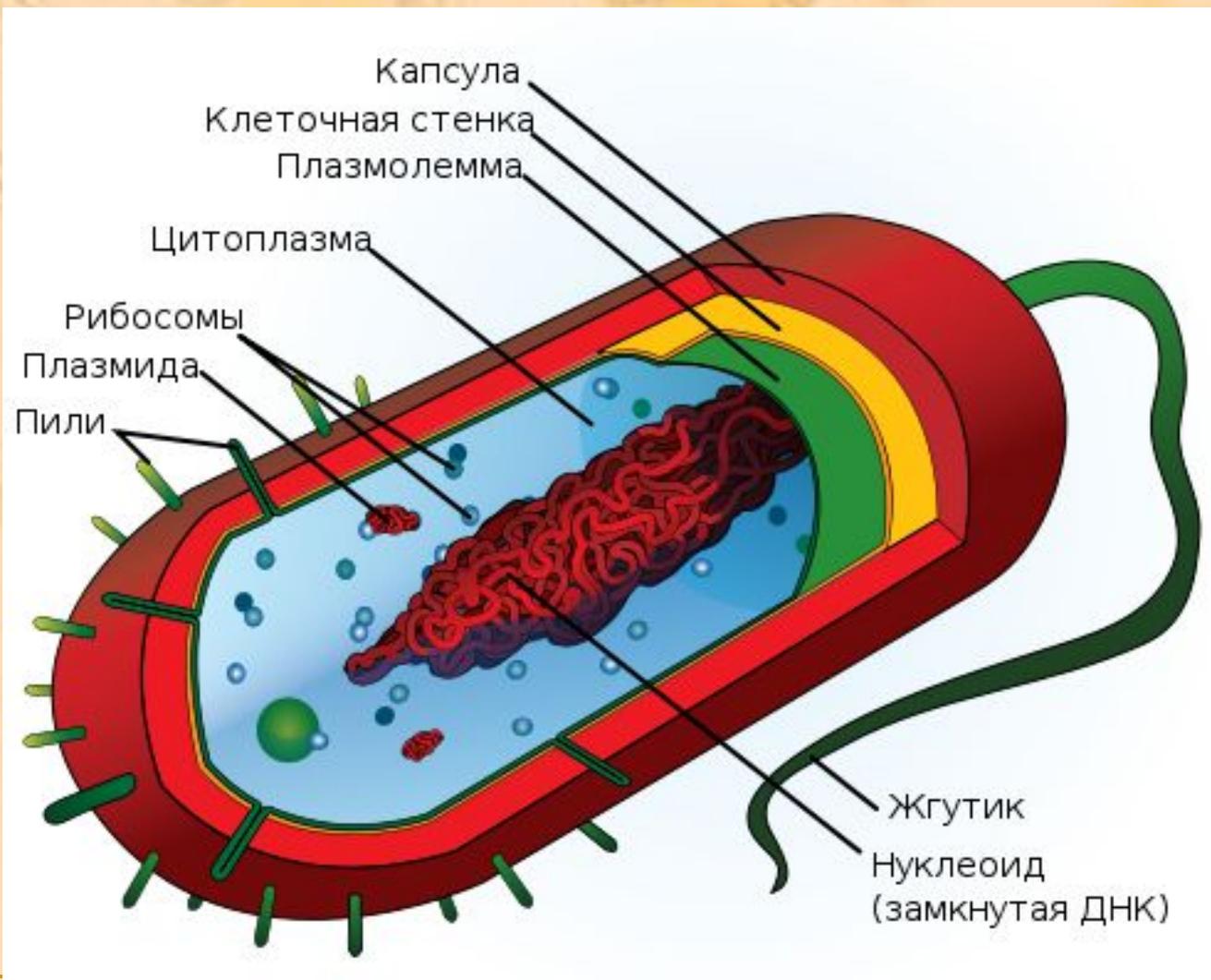


# плазмиды - автономно реплицирующиеся кольцевидные молекулы двунитевой ДНК

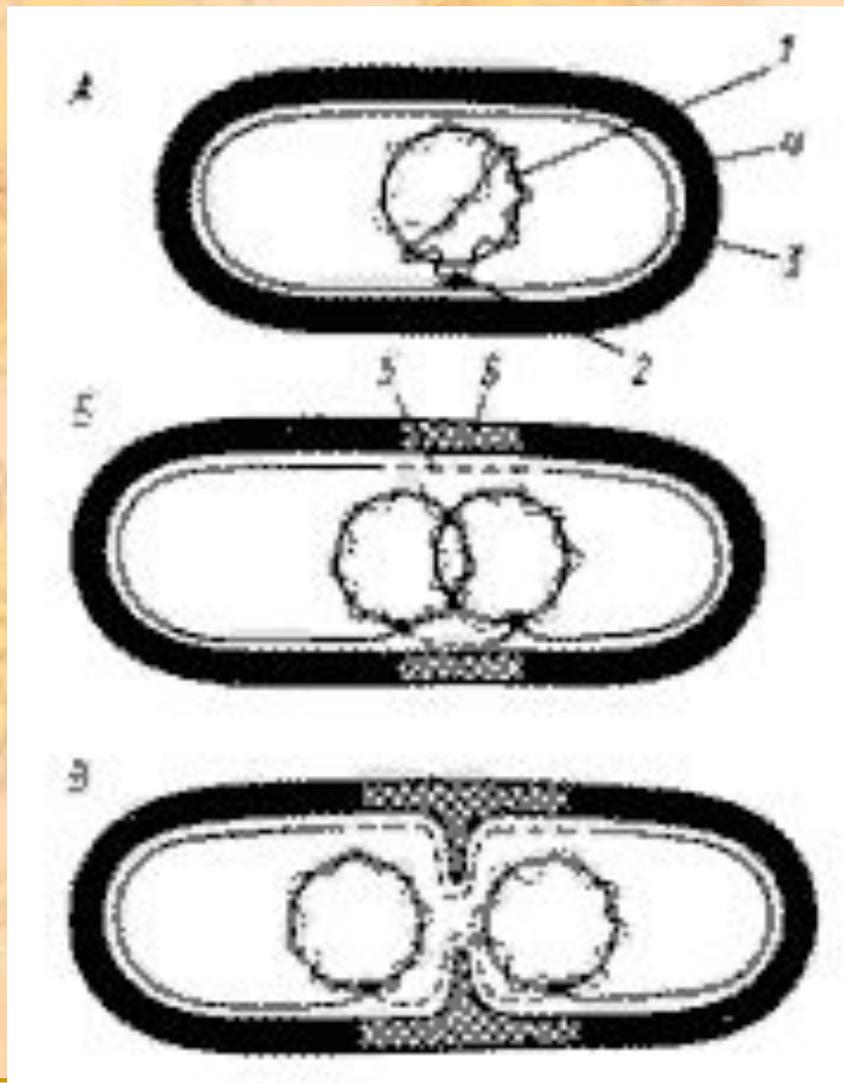
- (F-плазмиды), обеспечивающие конъюгационный перенос между бактериями;
- (R-плазмиды) - плазмиды лекарственной устойчивости,



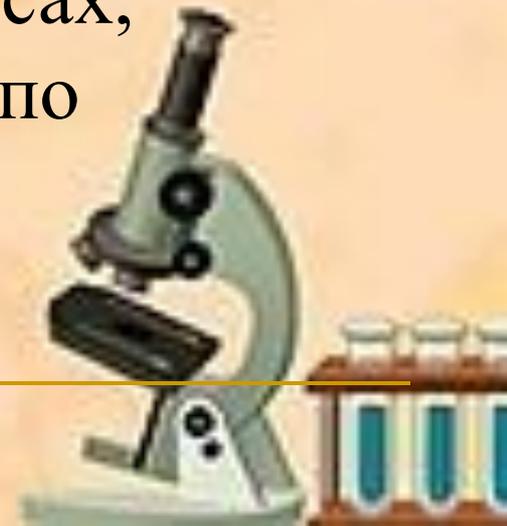
# Ультраструктура бактериальной клетки



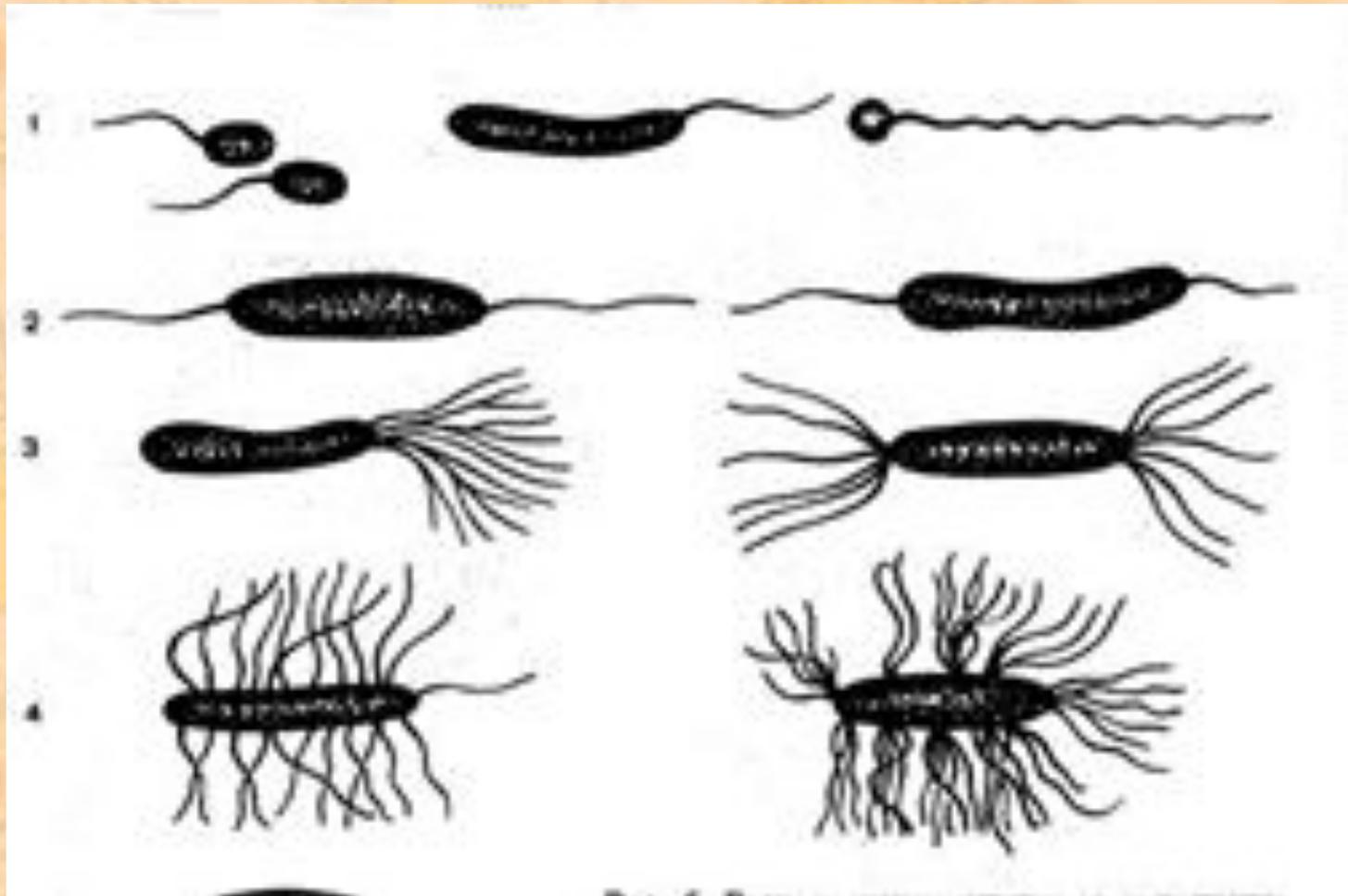
# Деление бактериальной клетки



- По количеству и расположению жгутиков выделяют:
- монотрихи – один жгутик у одного полюса,
- лофотрихи – много жгутиков у одного или обоих полюсов, амфитрихи – по одному жгутику на противоположных полюсах, перитрихи – жгутики расположены по периметру.

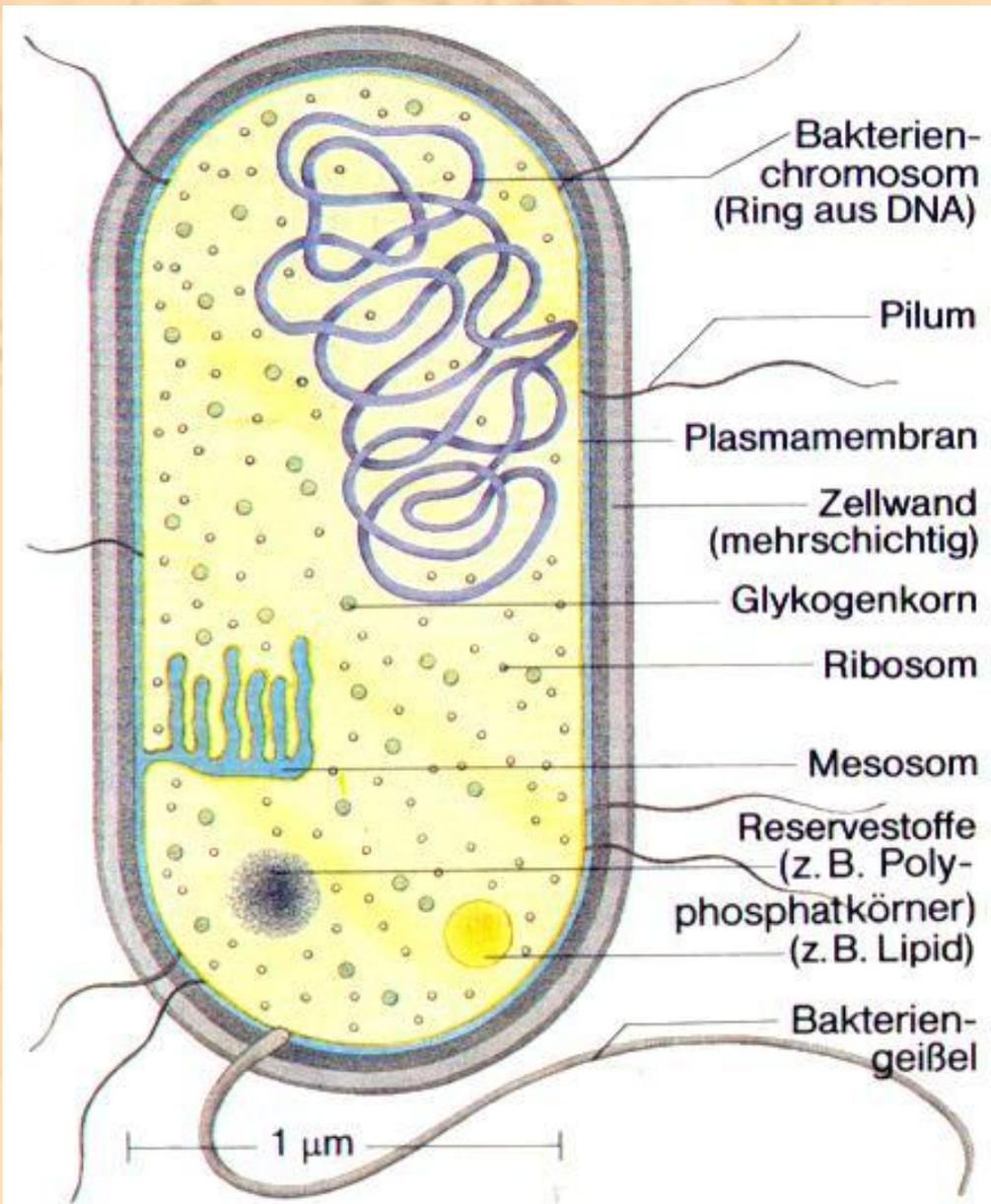


# Расположение жгутиков



- Пили, или фимбрии – ворсинки, расположенные на поверхности бактериальных клеток. Образованы белком – пилином и служат для прикрепления бактерий к эукариотическим клеткам.





Спасибо за внимание!  
Будьте здоровы!

