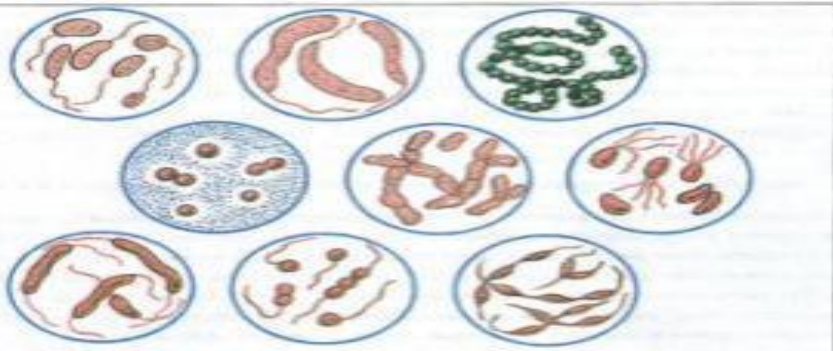
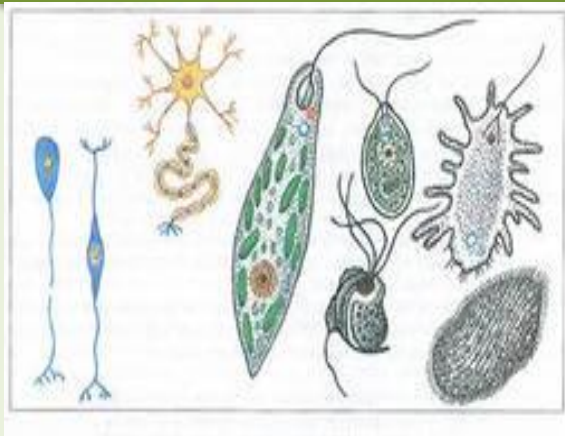
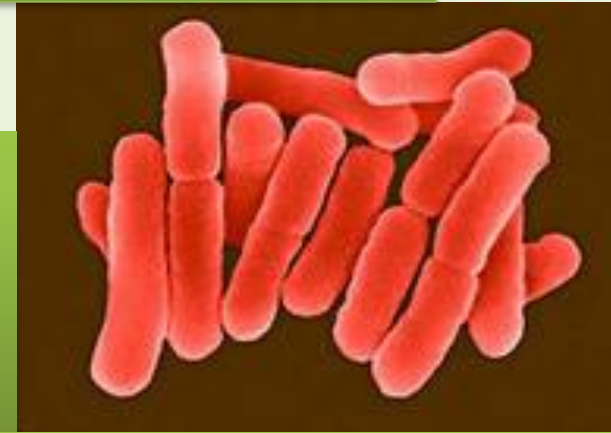


# СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ МИКРОБНОЙ КЛЕТКИ



по структурной организации  
клетки  
мир микробов дифференцируется  
на:

прокариотические  
микроорганизмы



эукариотические  
микроорганизмы

# Задание 1. заполните таблицу :

## отличительные особенности микроорганизмов

Дифференцирующий признак:	Эукариоты	Прокариоты
Размеры:		
Субклеточные структуры цитоплазмы: - генетический материал локализован в - система мембран - эндоплазматическая сеть - рибосомы - митохондрии - лизосомы - клеточная стенка - клеточная оболочка		
Химический состав		
Размножение: - бесполое а) бинарное в) спорообразование г) множественное деление д) почкование е) фрагментация - половое		
Типы деления клетки:		
Внехромосомные факторы наследственности:		

# **Отличия прокариотических клеток от эукариотических:**

**Представители:**

**прокариот: бактерии**

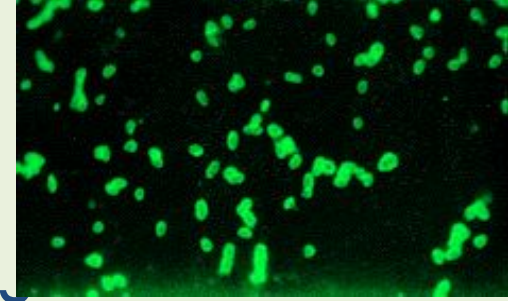
**эукариот: грибы, водоросли,**

**простейшие, растения, животные**

- Меньшие размеры (измеряют в микрометрах – мкм).  $1 \text{ мм} = 1000 \text{ мкм}$ .**
- Отсутствие дифференцированного ядра (ядерной мембраны)**
- Отсутствие развитой ЭПС, аппарата Гольджи.**

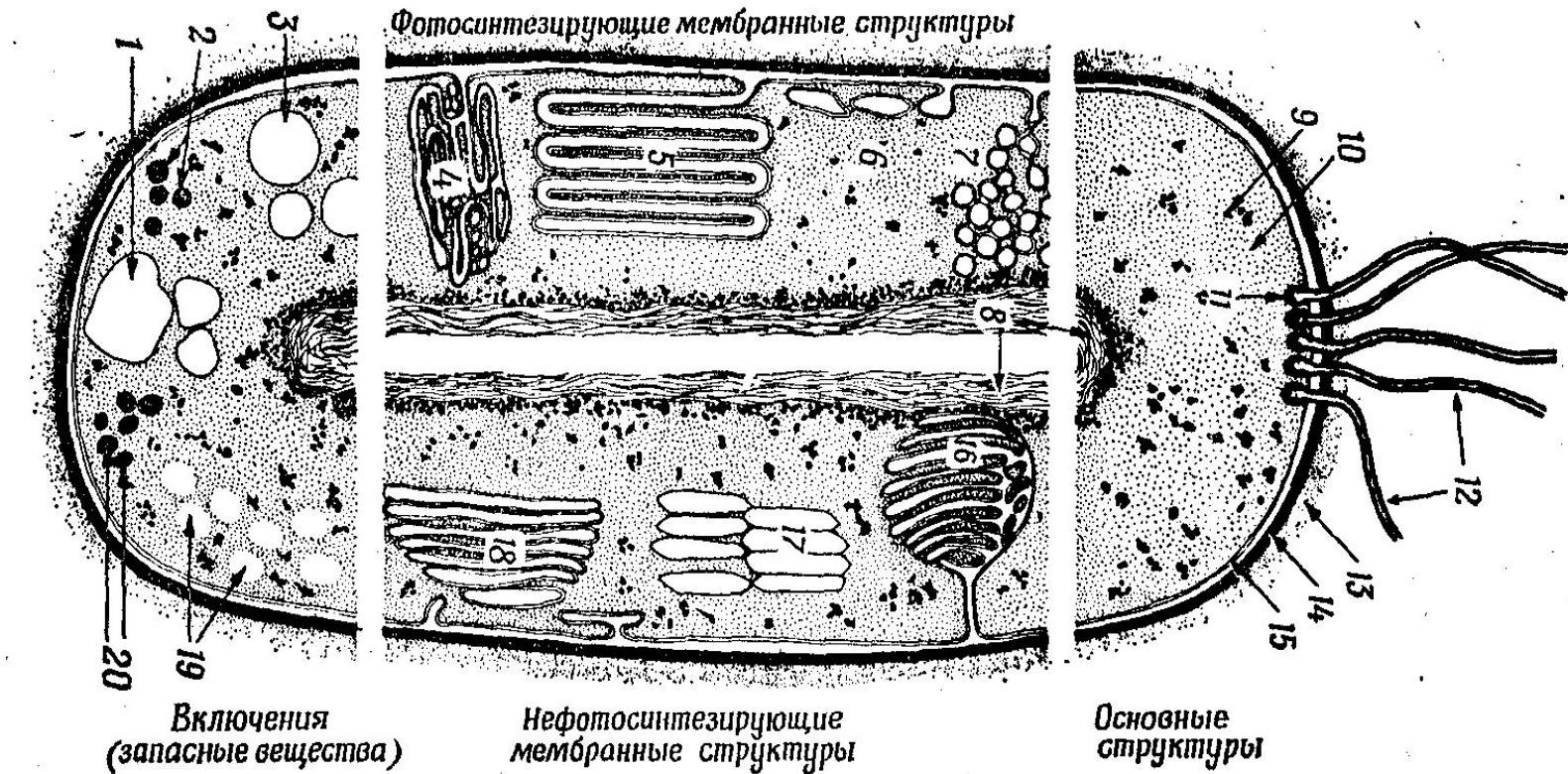
- **Отсутствие митохондрий, хлоропластов, лизосом.**
- **Меньшее значение константы седиментации рибосом (70S)**
- **Неспособность к эндоцитозу (захвату твердых частиц пищи)**
- **Питание путём диффузии или транспорта через мембрану**
- **Размножение путём бинарного деления**
- **Присутствие пептидогликана клеточной стенки**

применение  
люминесцентной,  
фазово-контрастной  
и электронной микроскопии  
позволило выявить сложно  
организованную структуру  
микробной клетки



исследования **XX** в.

# Какие структуры можно выделить у бактериальной клетки?



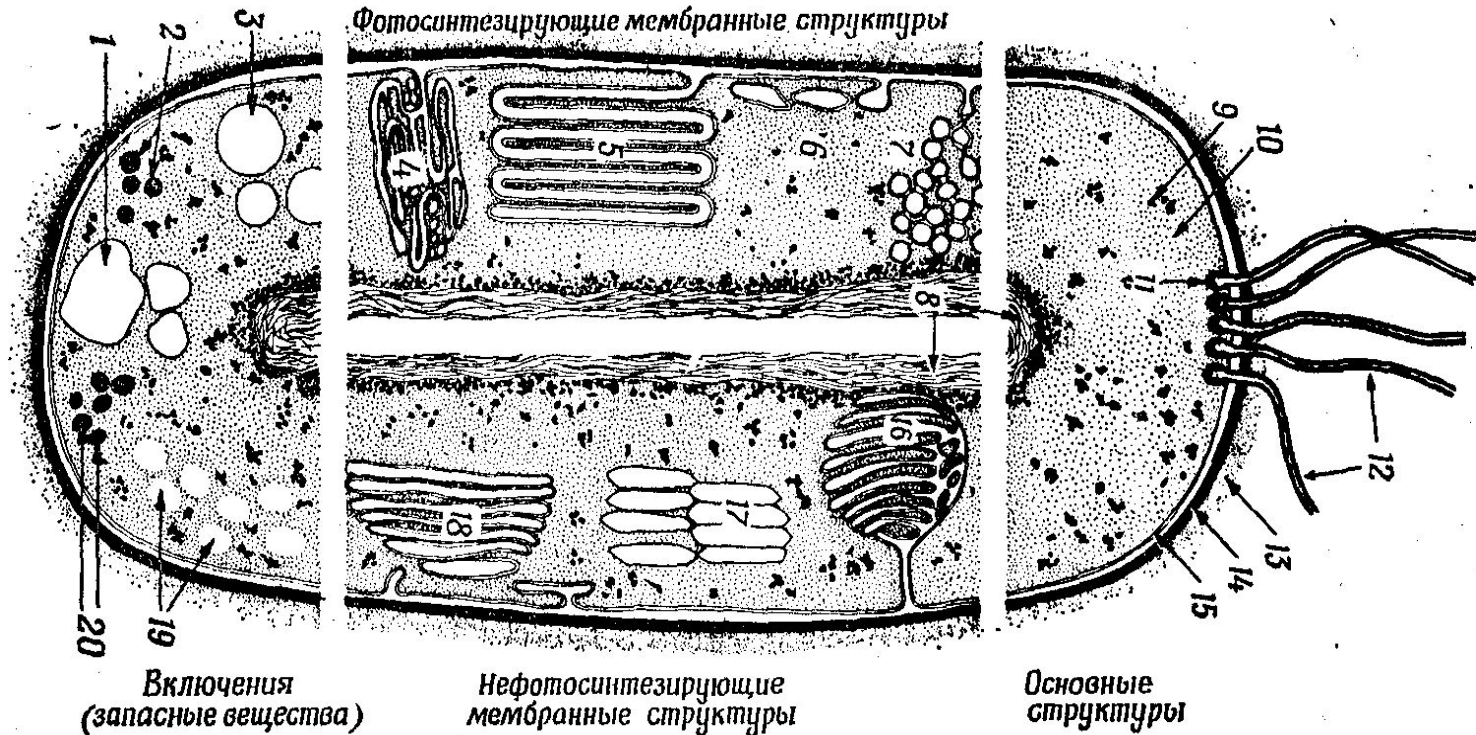


# Строение бактериальной клетки

Обязательные элементы: ядерный аппарат, цитоплазма, цитоплазматическая мембрана, *клеточная стенка, рибосомы*

Необязательные элементы: капсула, споры, поверхностные волосовидные придатки - жгутики, F-пили, фимбрии

Схематическое изображение прокариотической (бактериальной) клетки : 8 – ядро (нуклеоид); 9 – рибосомы; 10 – цитоплазма; 12 – жгутики; 13 – капсула; 14 - клеточная стенка; 15 - цитоплазматическая мембрана; 16 – мезосома; (Шлегель Г., 1927)





# Компоненты цитоплазмы

- В центре цитоплазмы – **нуклеоид** (ядерное двухцепочечное ДНК - образование, представленное хромосомой кольцевидной формы), не отделен от цитоплазмы ядерной мембраной.
- **Рибосомы** и др.эл-ты белоксинтезирующей системы.
- **Мезосомы** (инвагинаты цитоплазматической мембраны).
- Метаболические **включения** (волютин, гликоген, гранулеза).
- **Плазмиды** (внехромосомные ДНК-структуры).
- **Споры** (при спорообразовании).

Какие компоненты  
микробной клетки  
относятся к  
поверхностным  
структурам?

# поверхностные структуры микробной клетки■

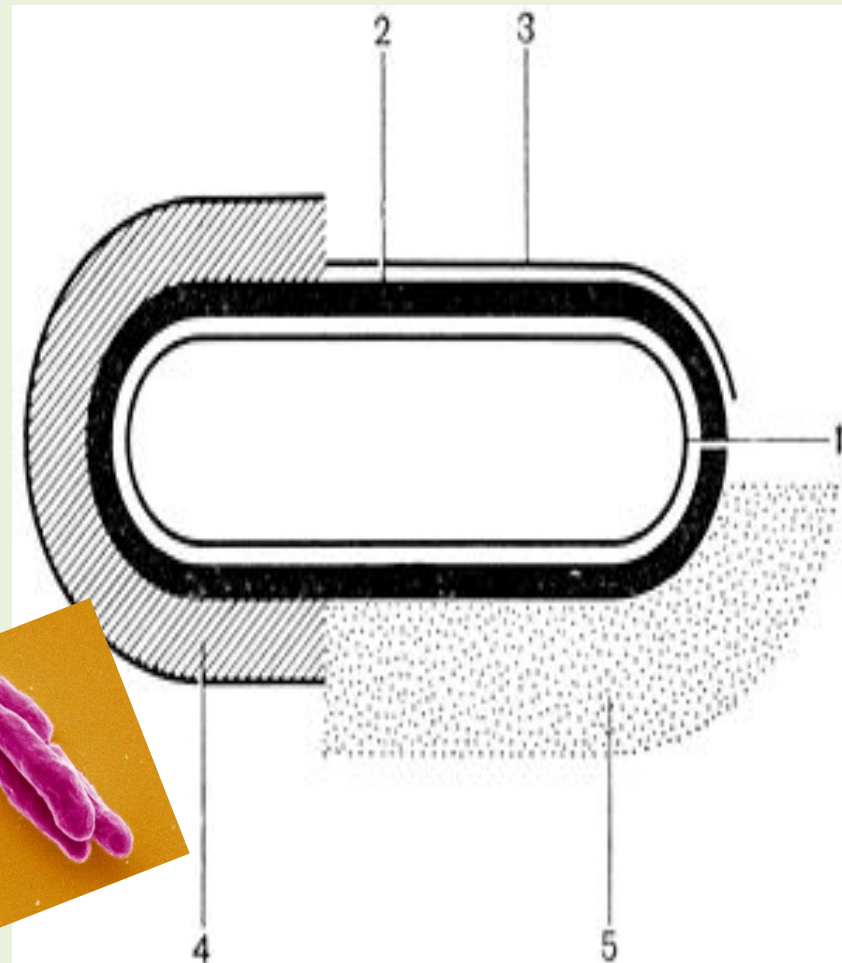
**коммуникационную связь с внешней средой  
обеспечивает клеточная оболочка, в которую  
заключены все структурные компоненты  
микробной клетки**



у большинства бактерий **клеточная оболочка** состоит из *клеточной стенки* и находящейся под ней *цитоплазматической мембраны*

**может быть:**

▼ дополнительная наружная мембрана, состоящая из органических веществ, например, миколовых кислот, определяющих кислотоустойчивость бактерий



Для дифференциации кислотоустойчивых бактерий (возбудителей туберкулеза и лепры) от некислотоустойчивых используется метод окраски **Циля-Нильсена**. Кислотоустойчивые микроорганизмы окрашиваются в рубиново-красный цвет, некислотоустойчивые - в сине-голубой.



*Micobacterium tuberculosis*.  
Мазок мокроты  
больного  
туберкулезом. Окраска  
по Цилю-Нильсену.



- **Функции клеточной оболочки**

- **КОМПОНЕНТЫ**

# функции клеточной оболочки:

▼ - защищает микробную клетку  
от повреждений

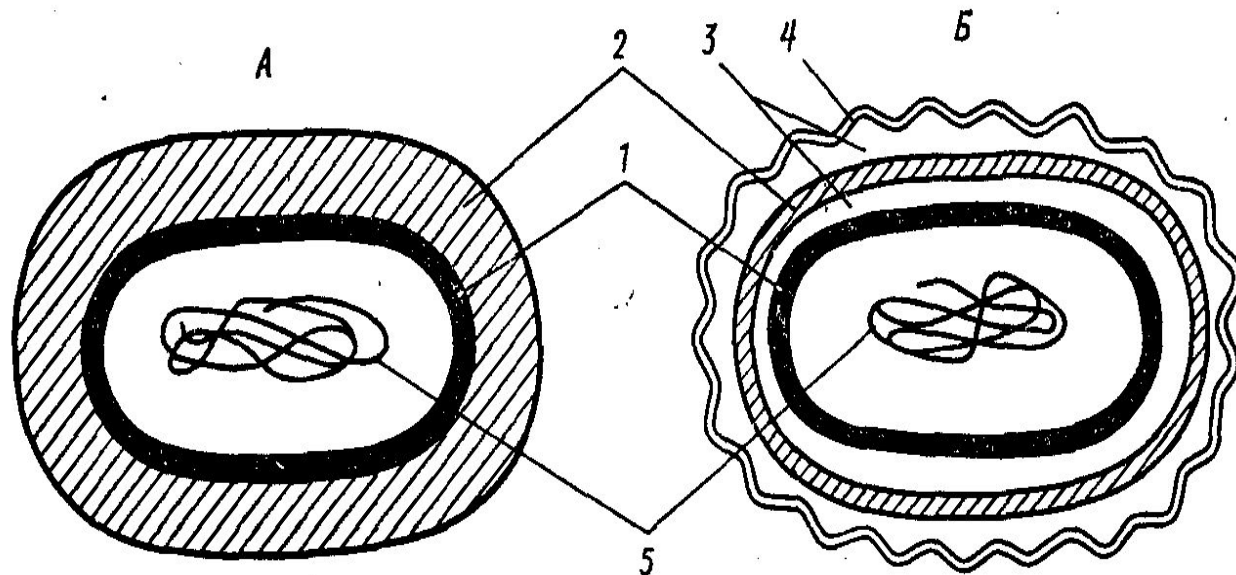
▼ связывает жгутики и аппарат регуляции  
их движения

▼ на ее поверхности находятся  
рецепторы, к которым могут прикрепляться  
бактериофаги

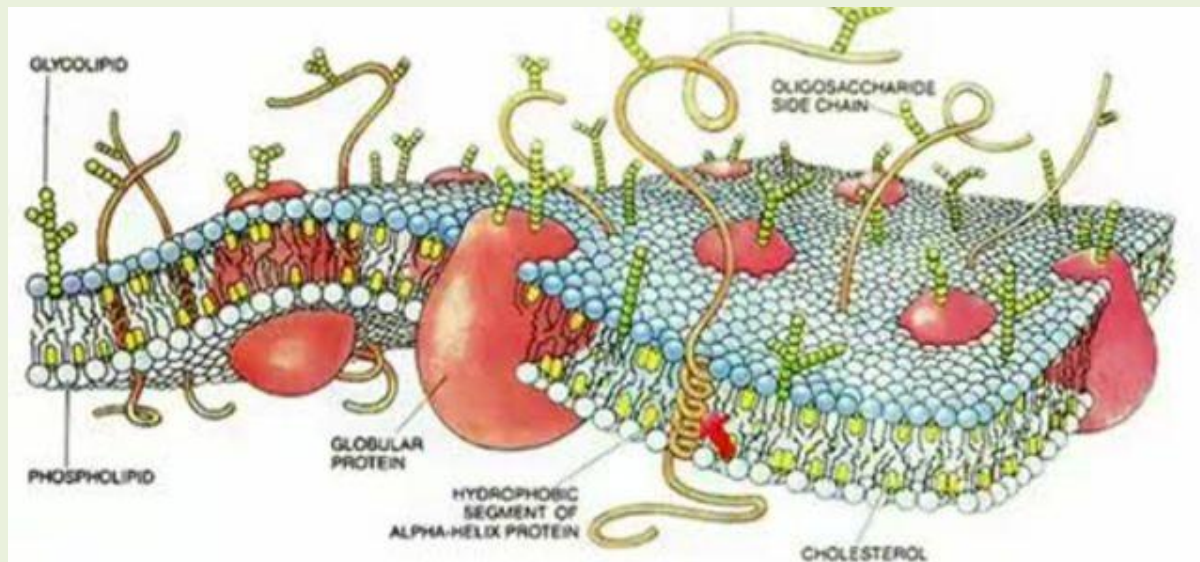
# Клеточная стенка

- Находится снаружи от цитоплазматической мембраны, присуща большинству бактерий (кроме микоплазм и других молликутов), теряется при образовании L-форм.
- Обеспечивает механическую защиту и постоянство формы бактерий. Основное вещество – **пептидогликан**.
- У грам+ бактерий клеточная стенка толстая, несложно устроенная, в составе преобладают пептидогликан и тейхоевые кислоты.
- У грам- бактерий клеточная стенка тоньше, трехслойная за счет наличия наружной мембраны, содержит **липополисахариды (ЛПС)**, фосфолипиды, диаминопимелиновую кислоту.

Схематическое изображение клеточной стенки у грамположительных (А) и грамотрицательных (Б) прокариот: 1 – цитоплазматическая мембрана; 2 – пептидогликан; 3 – периплазматическое пространство; 4 – наружная мембрана; 5 – ДНК (Гусев В.М., 1985).



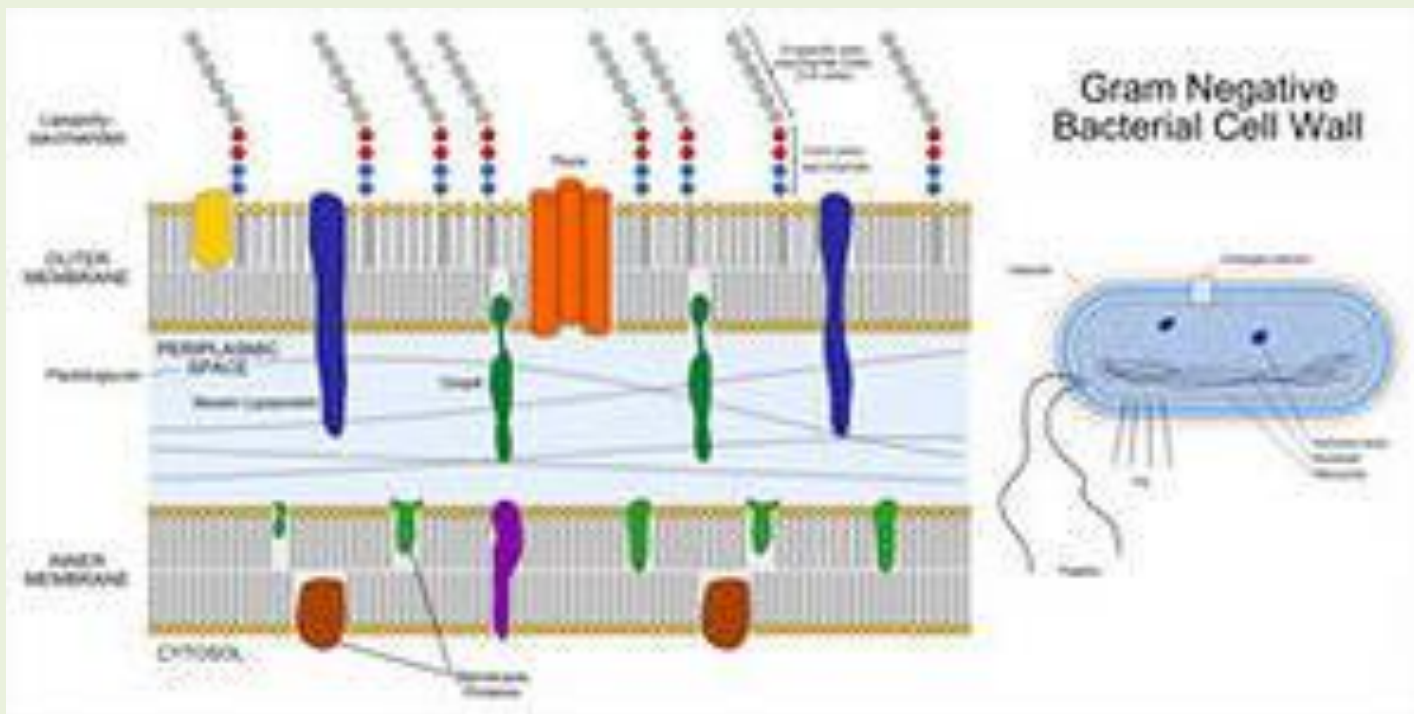
**клеточная стенка** - это биогетерополимер,  
обволакивающий  
всю поверхность клетки и  
является специфическим органоидом прокариот



Изображение клеточной мембраны. Маленькие голубые и белые шарики  
соответствуют гидрофильным «головкам» липидов, а присоединённые к ним линии —



**клеточная стенка** пропускает небольшие молекулы и ионы, задерживая на своей поверхности только макромолекулы



# клеточная стенка

обеспечивает

ригидность и

эластичность

клетке, а **поэтому**

**является**

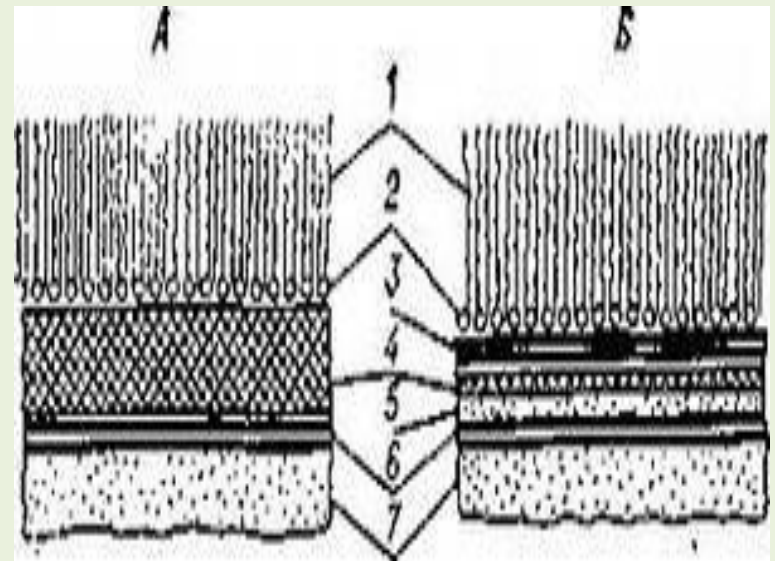
**структурой,**

**ответственной за**

**поддержания**

**специфической**

**формы бактерий**

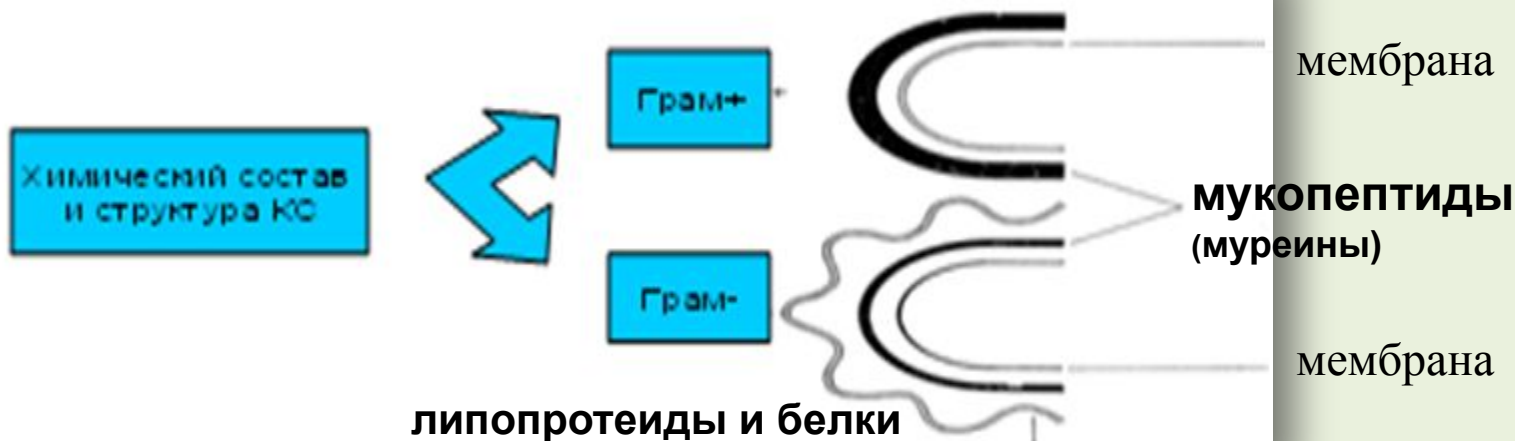


структура клеточной стенки  
зависит от пептидогликана,  
который определяет  
типичные свойства бактерий

окраска по методу Грама

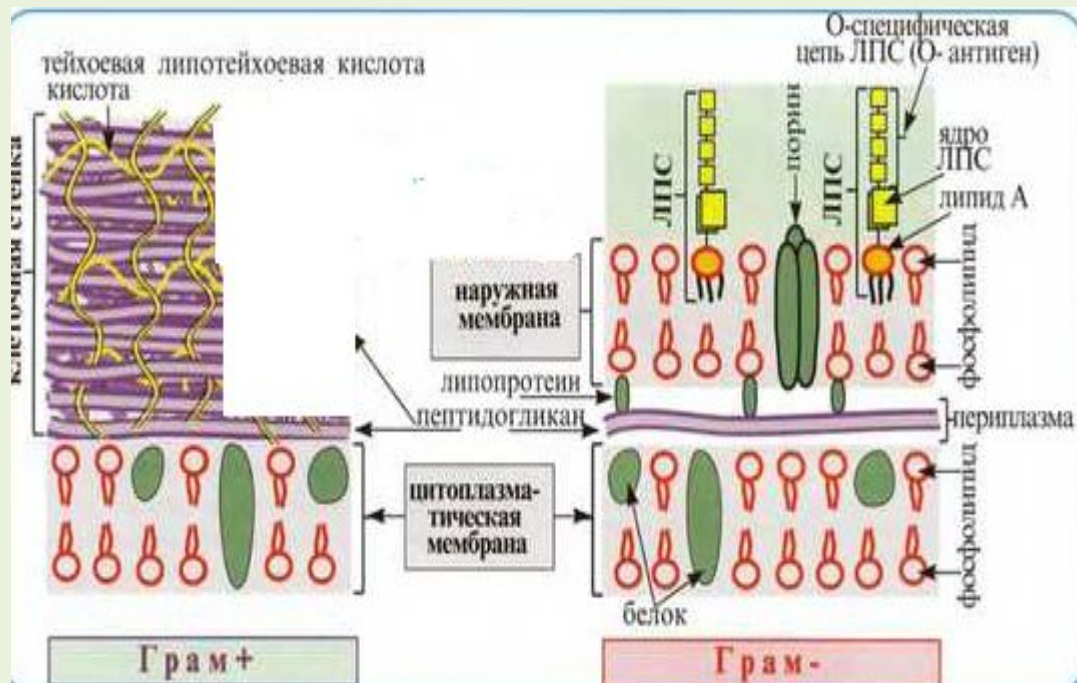
грамположительные  
грам(+)

грамнегативные  
грам(-)

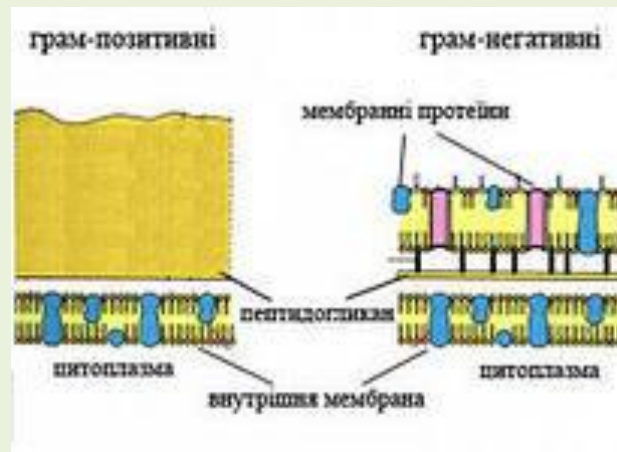


# у грамположительных бактерий

пептидогликан многослойный,  
снаружи его может покрывать  
только аморфная капсула  
полисахаридной природы



**у грамотрицательных бактерий**  
**пептидогликан - это тонкая**  
**однослойная структура, снаружи**  
**которой может находиться сложная**  
**внешняя (наружная) мембрана**  
**(фосфолипидный бислой и липополисахариды**  
**ЛПС)**

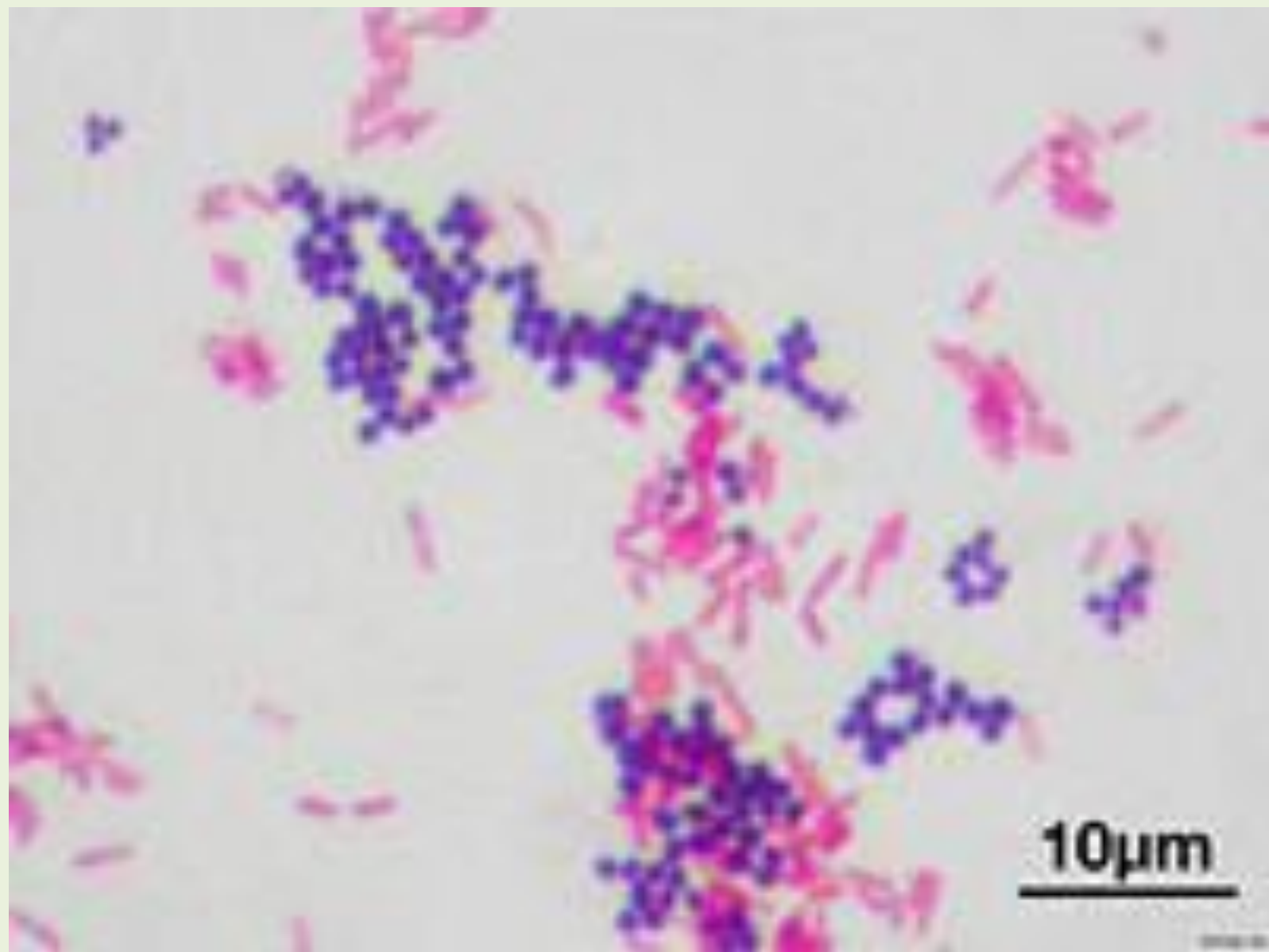




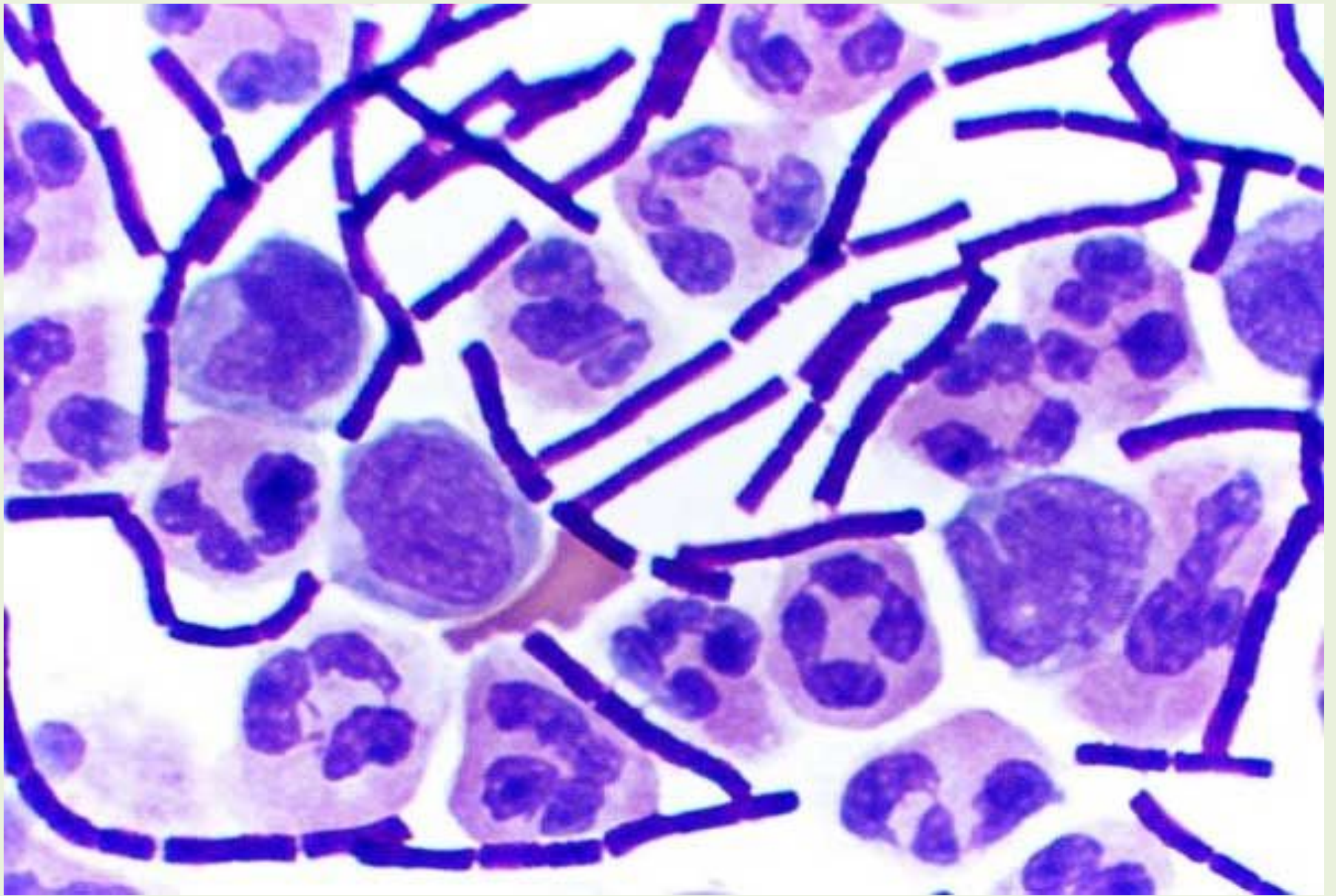
**Грамположительные бактерии****Грамотрицательные бактерии****клеточная стенка****толстая****тонкая****содержание полисахаридов, липидов, белков****небольшое****высокое****от массы клеточной стенки пептидогликан составляет****40-90%****5-10%****в состав клеточной стенки входят****LL-диаминопимелиновая и  
тейхоевая кислоты****Мезодиаминопимелиновая  
кислота****Липополисахарид****отсутствует****определяет АГ-специфичность****Клеточная стенка при окраске по Граму****удерживает****Не удерживает****генциан фиолетовый в комплексе с иодом**

# Механизм окраски по Граму

- От структуры и химического состава клеточной стенки зависит важный для систематики признак – окраска по Граму.
- Стенка грамположительных бактерий после окраски по Граму **сохраняет комплекс йода с генциановым фиолетовым** за счет толстых слоев пептидогликана (окрашены в сине-фиолетовый цвет), грамотрицательные бактерии теряют этот комплекс и соответствующий цвет после обработки спиртом и **окрашены в розовый цвет за счет докраски фуксином**.







# безоболочечные формы

```
graph TD; A[безоболочечные формы] --> B[протопласты  
(полностью лишенные КС)]; A --> C[сферопласты  
(частично лишенные КС)]; A --> D[L-формы  
сферическая форма  
возникают в естественных условиях  
и в результате длительного  
применения  
лекарственных препаратов  
(пенициллина)]; D --> E[нестабильные]; D --> F[стабильные];
```

**протопласты**  
(полностью лишенные  
КС)

**сферопласты**  
(частично лишенные КС)

**L-формы**  
сферическая форма  
возникают в естественных условиях  
и в результате длительного  
применения  
лекарственных препаратов  
(пенициллина)

нестабильные

стабильные

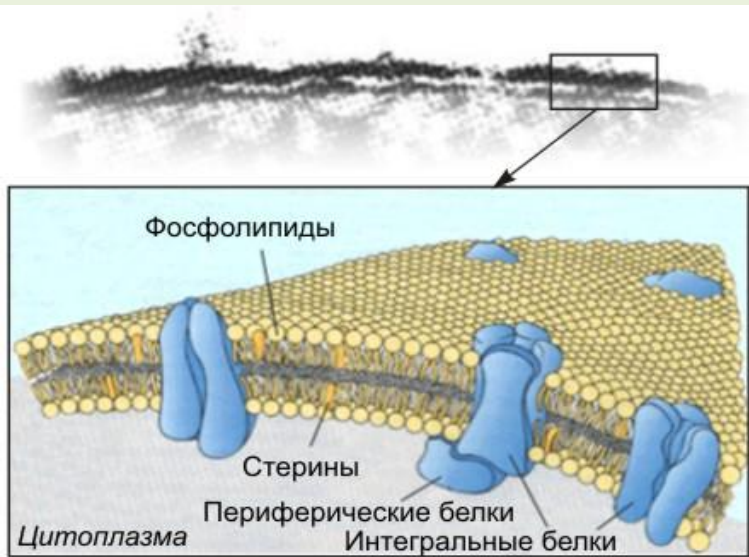
# цитоплазматическая мембрана

▼ отделяет содержимое клетки от внешней среды

▼ представляет собой двойной фосфолипидный бислой

▼ в ее состав входят белки, выполняющие различные функции

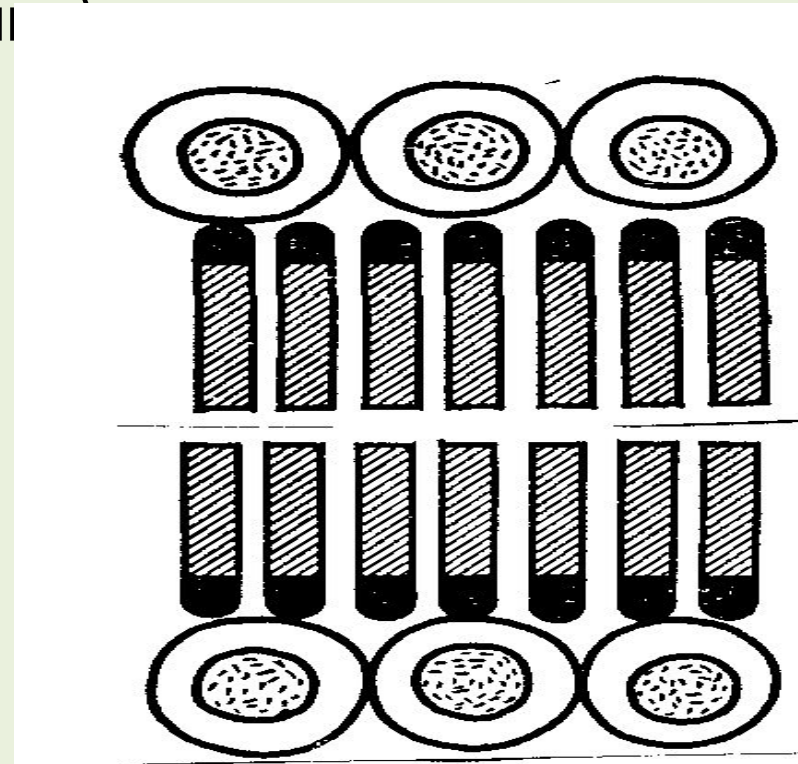
(транспорт микроэлементов и ионов внутрь и наружу клетки, генерацию энергии-синтез АТФ)



## Строение плазматической мембраны

Два слоя фосфолипидных молекул, обращенных гидрофобными полюсами друг к другу и покрытых двумя слоями молекул глобулярного белка (А.Поликар, 1975).

- Цитоплазматическая мембрана ограничивает снаружи цитоплазму, имеет 3х-слойное строение и выполняет ряд функций:
- барьерную (осмотическое давление)
- энергетическую (ферментные системы, перенос электронов)
- транспортную (перенос веществ в клетку и из клетки).





- Жгуттики
- Пили
- Капсула

Поверхностные структуры бактерий:, волосовидные  
придатки - жгутики, пили, капсула

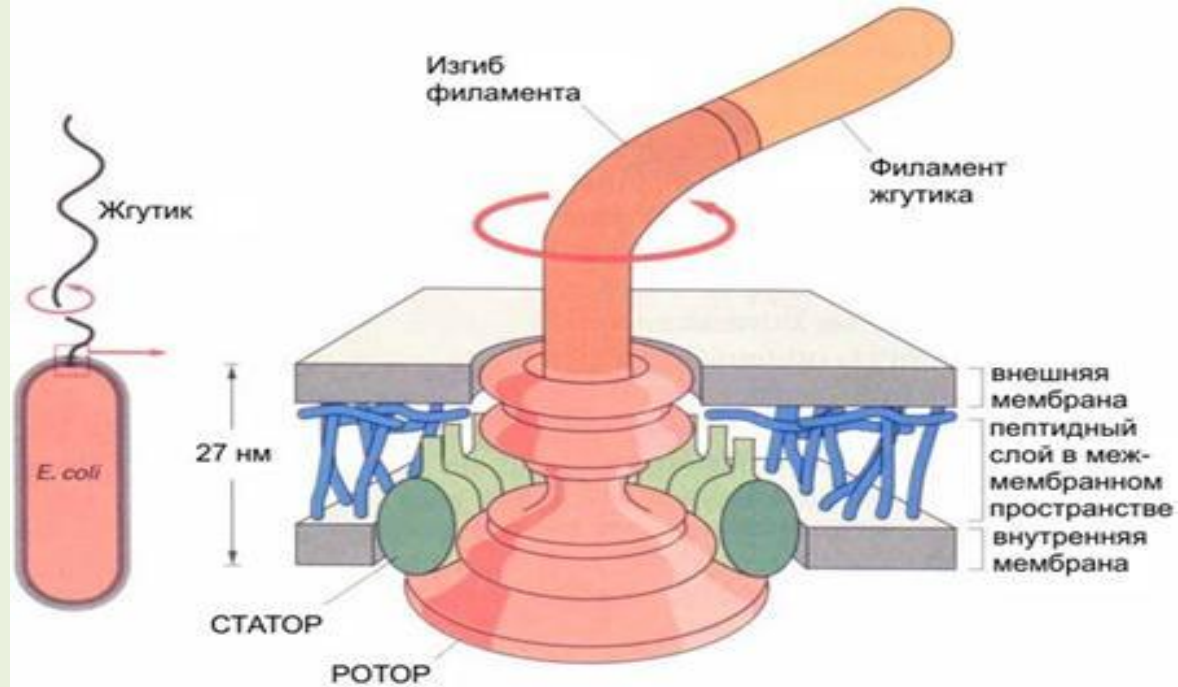
- **F-пили** – фактор фертильности – аппарат конъюгации.
- **Капсула** (слизистый слой, чаще состоит из полисахаридов и выявляют по Бурри-Гинсу) защищает от высыхания, фагоцитоза, у сапрофитов – во внешней среде, у патогенов – в организме хозяина.

# ЖГУТИКИ

аппарат движения

(хемотаксис,  
аэротаксис,  
фототаксис) –

нитевидные,  
спирально изогнутые  
структуры.



состоят из белка флагеллина

(сократимый белок типа миозина)

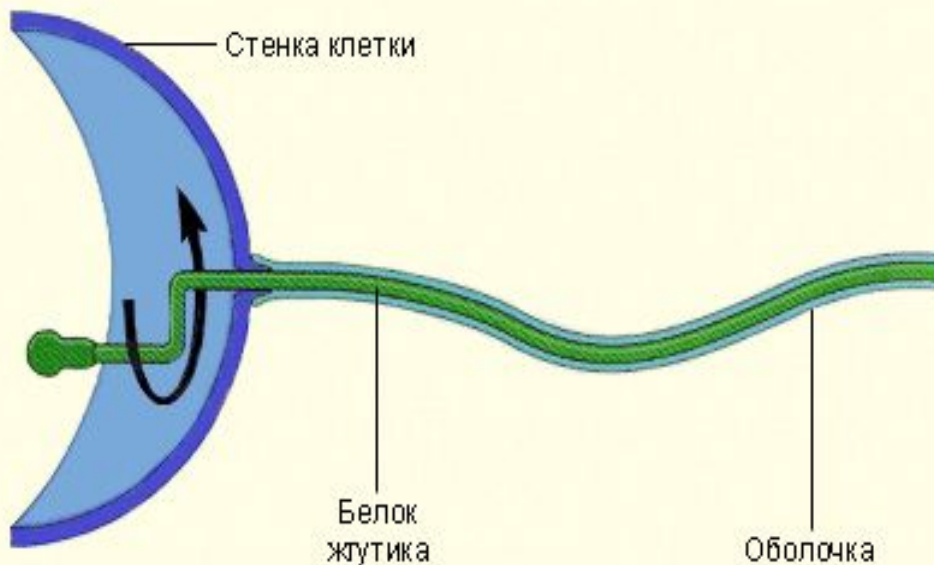
прикрепляются к базальному телу, состоящему из системы нескольких дисков, вмонтированных в цитоплазматическую мембрану и клеточную стенку

# функции:

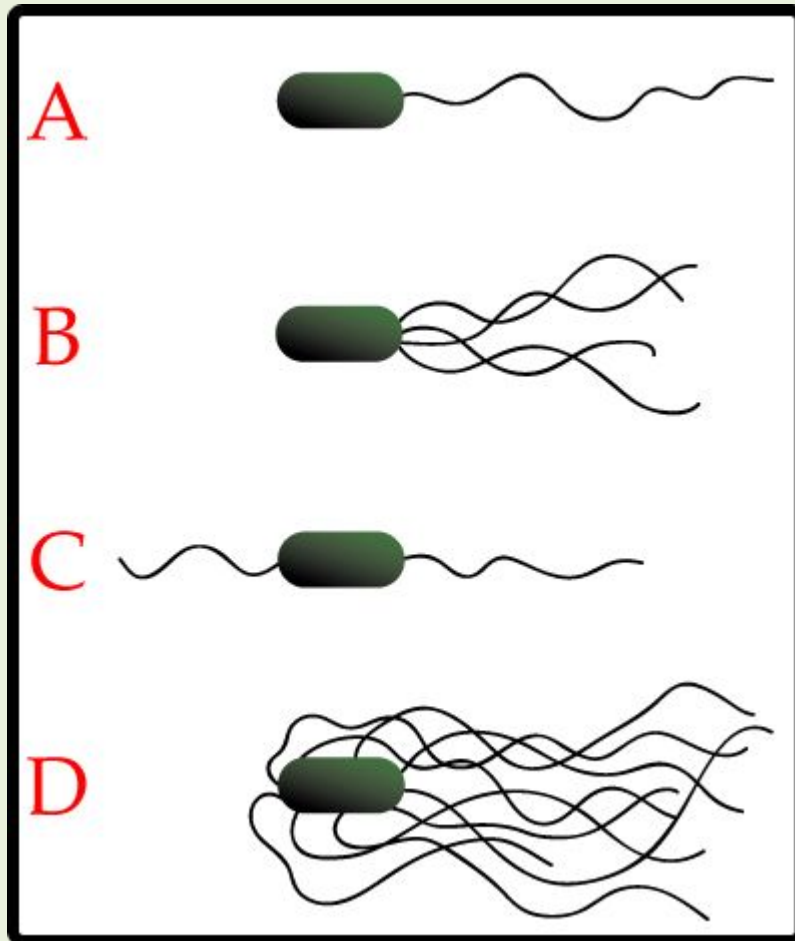
▼ определение целенаправленных движений бактерий

▼ участие в прикреплении к субстрату

▼ антигенная (H-АГ)



## Задание 5. Зарисовать расположение жгутиков на микробной клетке, встречающихся у бактерий



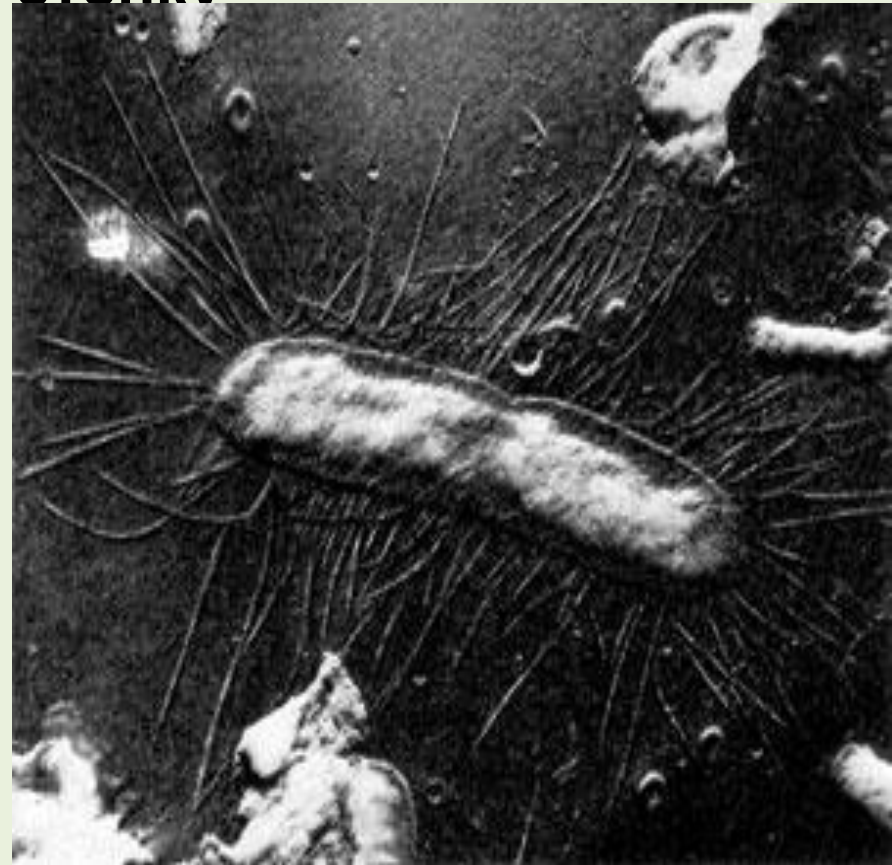
- А – монотрихи (один жгутик на одном из полюсов)
- В – лофотрихи (пучок жгутиков на одном конце)
- С – амфитрихи (пучки жгутиков на дистальных концах клетки)
- D - перитрихи (жгутики по всей поверхности)

## пили общего типа (микроворсинки)

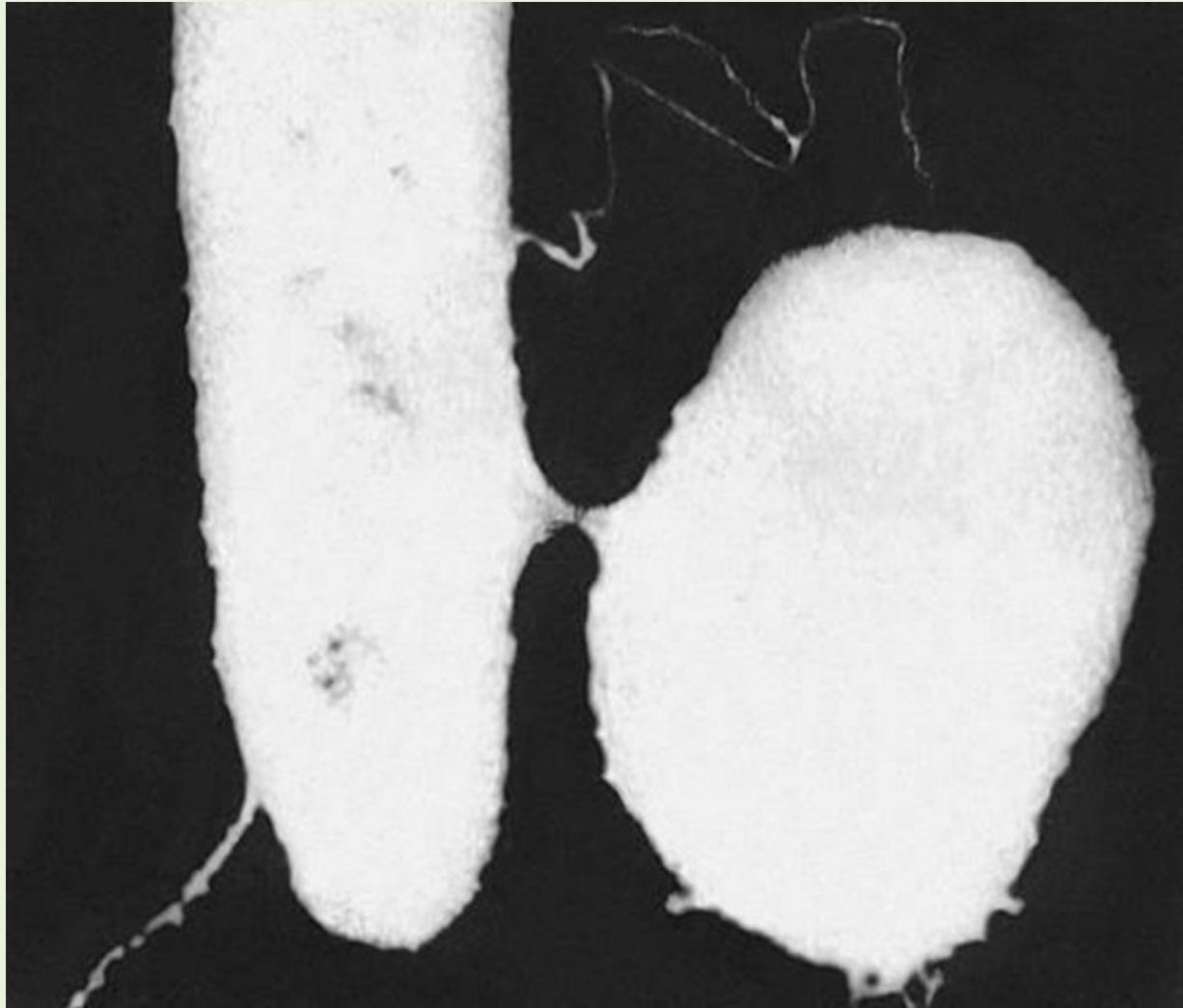
микроскопические нитевидные образования из белка пилина, начинающиеся от цитоплазматической мембраны и пронизывающие клеточную стенку

### функции:

- прикрепление бактерий к субстрату и клеткам-рецепторам хозяина (фактор колонизации и инфицирования)
- утилизация питательных веществ во внешней среде
- рецепторы для бактериофагов

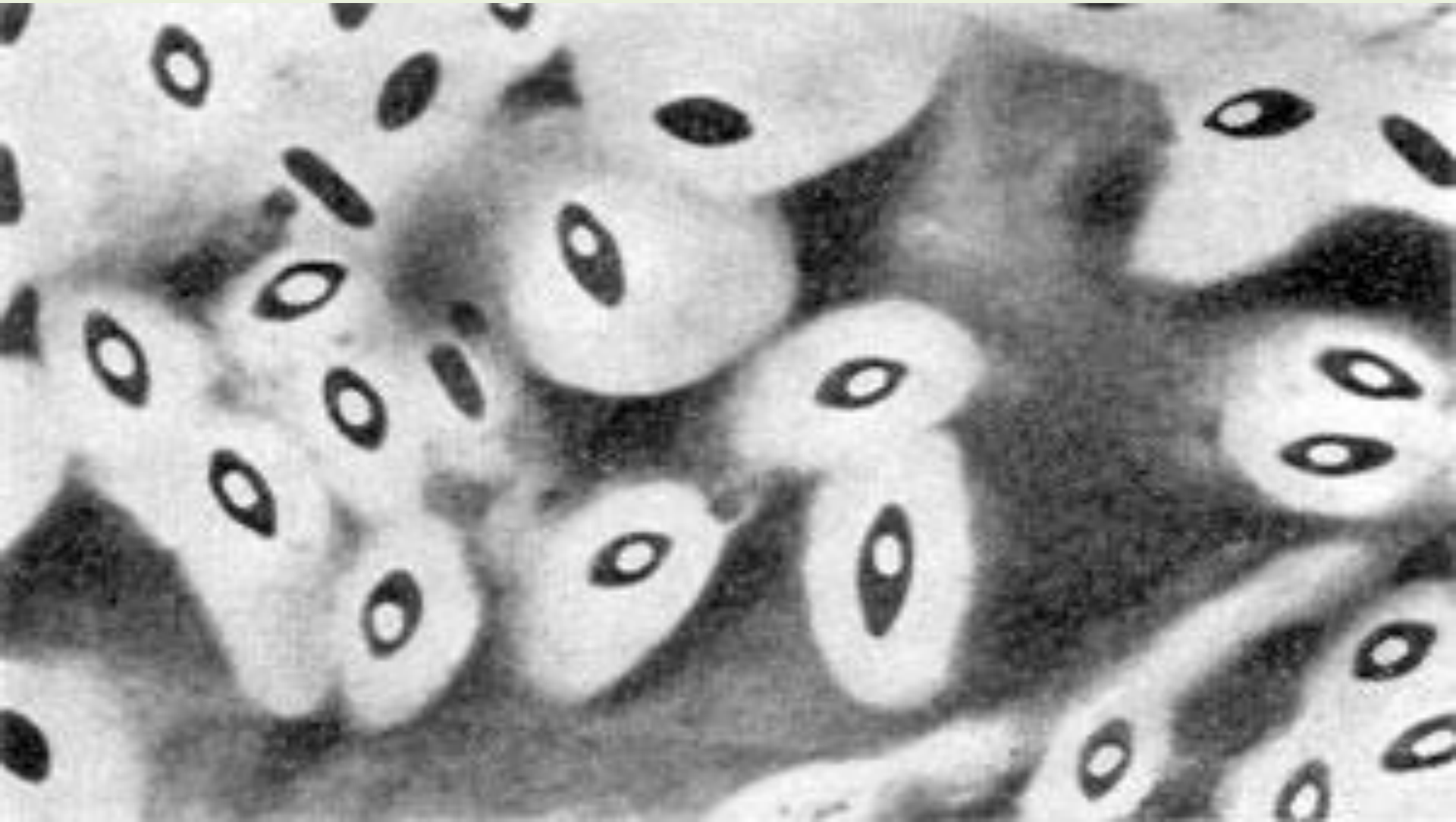


- **F-пили** – фактор фертильности – аппарат конъюгации.





капсула — слизистое образование, прочно связанное с клеточной стенкой за счет ионных связей

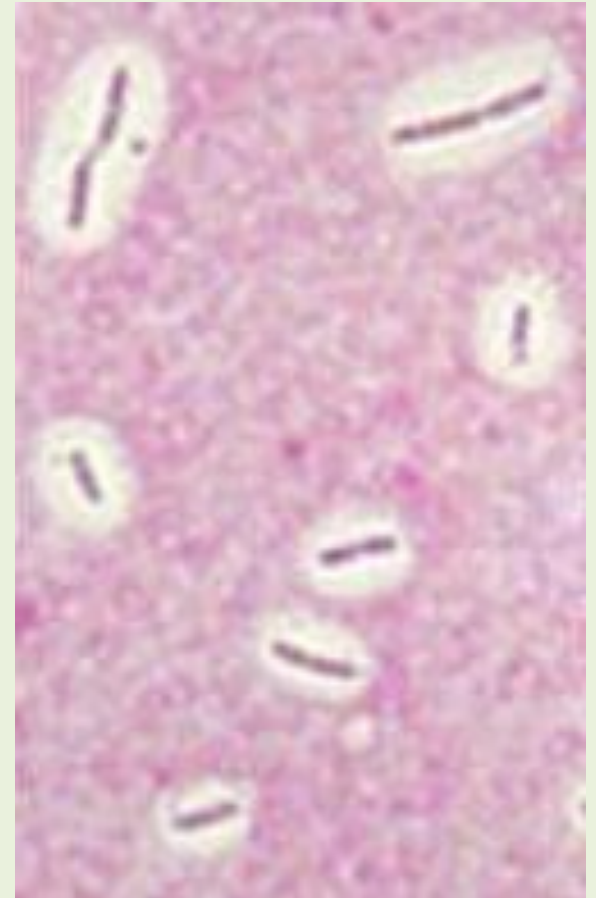


# ХИМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА

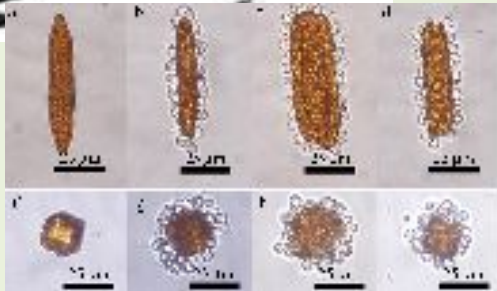
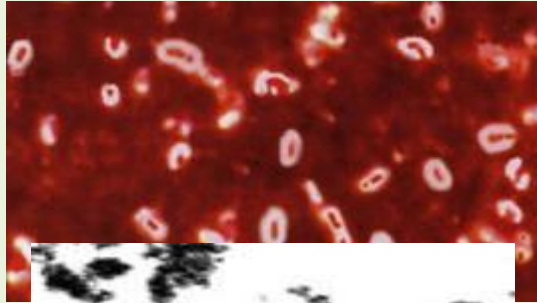
капсулы полисахаридной  
природы (клебсиелла)

капсулы полипептидные  
(бацилла)

капсулы ИЗ ЛИПИДОВ  
(грам (-) бактерии)



среди капсульных выделяют бактерии,  
имеющие:

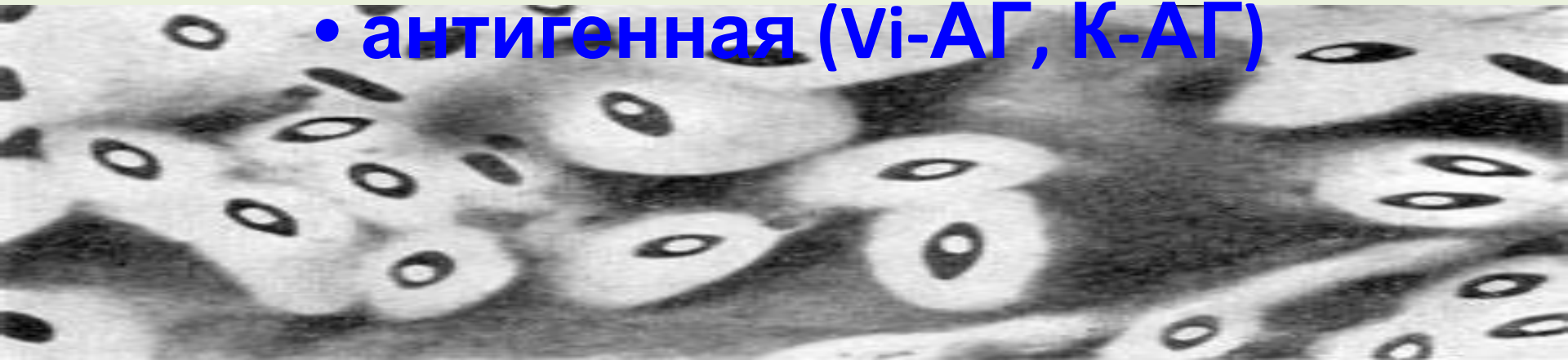


- макрокапсулу
- микрокапсулу
- слизистый слой



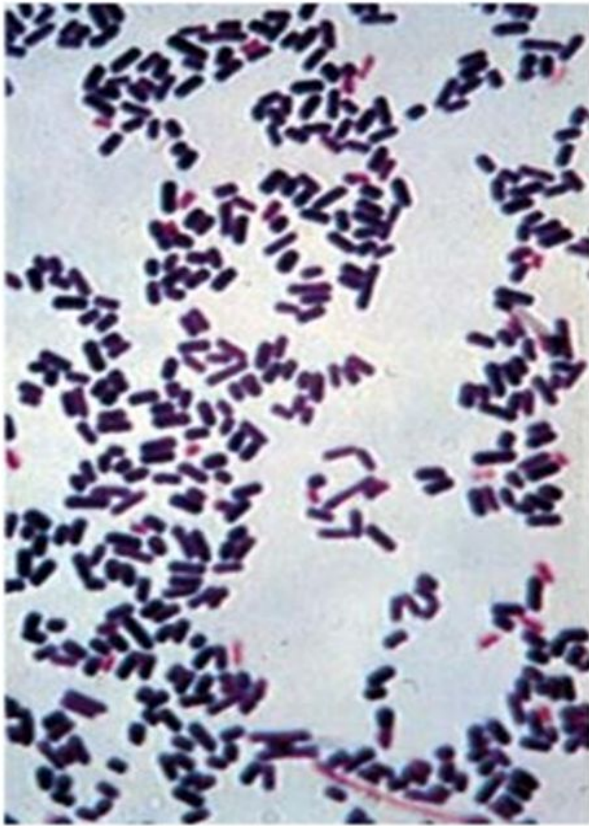
## Функции капсулы:

- **защитная**  
(повреждения, высыхание, т.к. гидрофильна)
- **защита от токсических веществ**
- **противостояние защитным факторам макроорганизма**  
(фактор патогенности)
- **антигенная (Vi-АГ, К-АГ)**

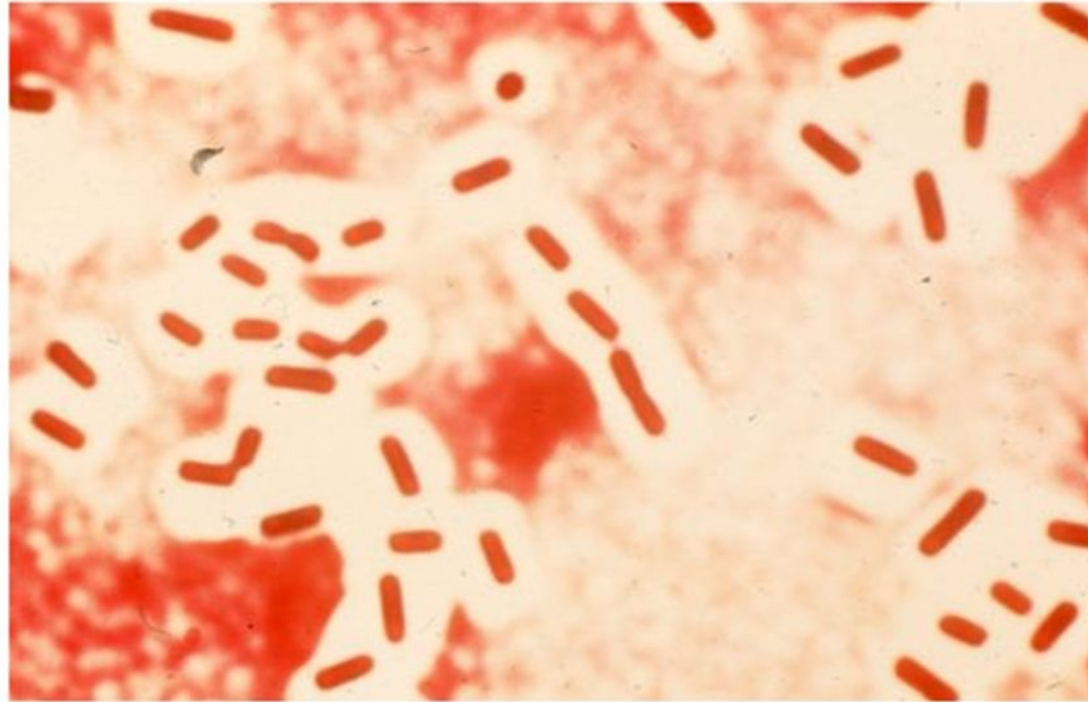




# Задание Зарисовать мазок, окрашенный по методу Бурри-Гинса, с капсульными бактериями



*C. perfringens* (чистая культура) окраска по Граму

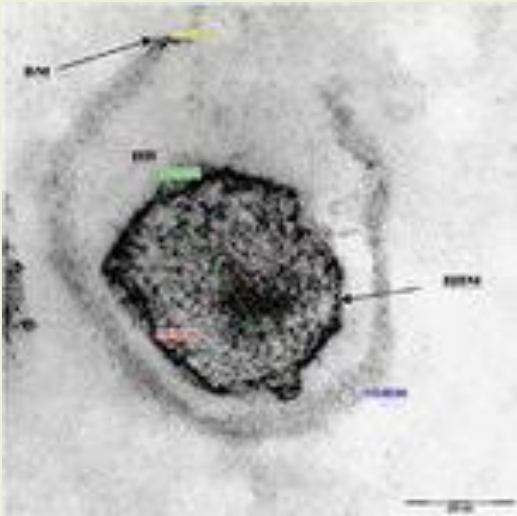


*C. perfringens* – окраска по Бурри-Гинсу (вокруг красных палочек видна бесцветная капсула на фоне туши)

# **ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА БАКТЕРИАЛЬНОЙ КЛЕТКИ**

# периплазматическое пространство

▼ располагается между  
клеточной стенкой и  
цитоплазматической  
мембраной у  
**грамотрицательных бактерий**



▼ заполнено  
гидролитическими  
ферментами, рибонуклеазой,  
фосфатазой и др.

▼ в периплазматическом  
пространстве происходит  
расщепление большинства  
питательных веществ,

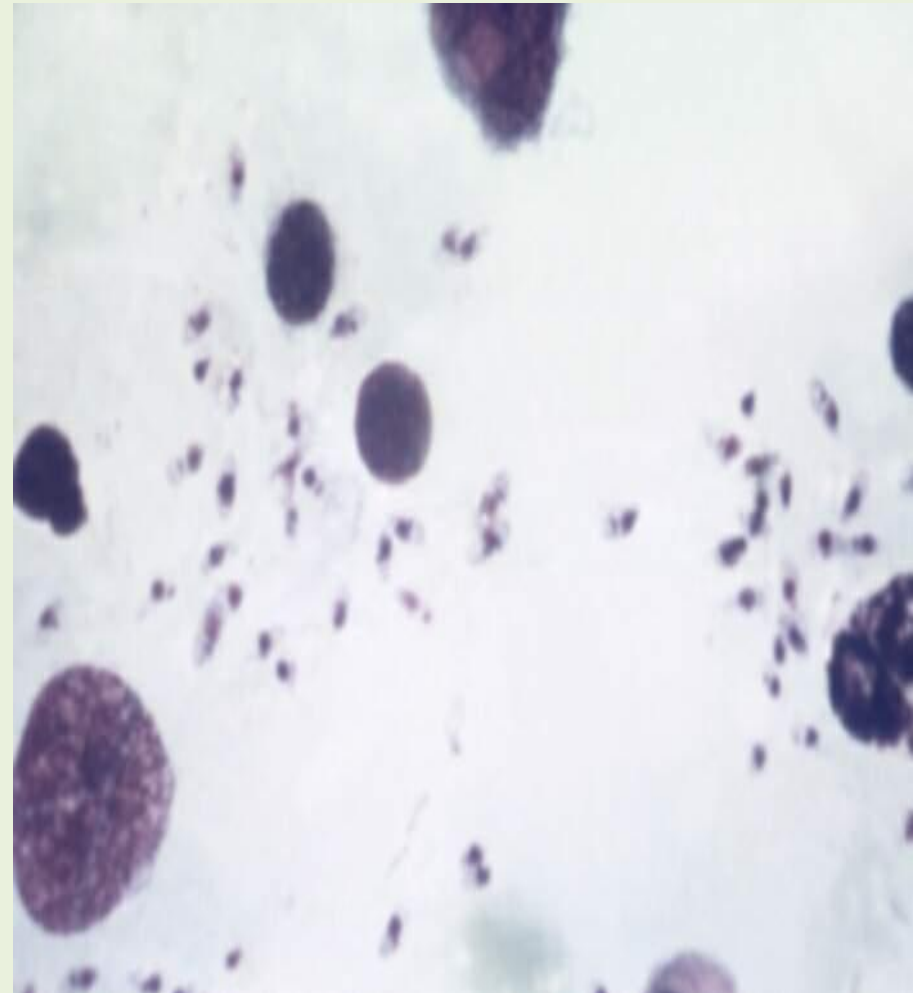
ПОСТУПАЮЩИХ



**Цитоплазма** – коллоидная система,  
состоящая из воды 80%, минеральных  
солей, белков, нуклеиновых кислот, которые  
входят в состав органоидов

**функции:**

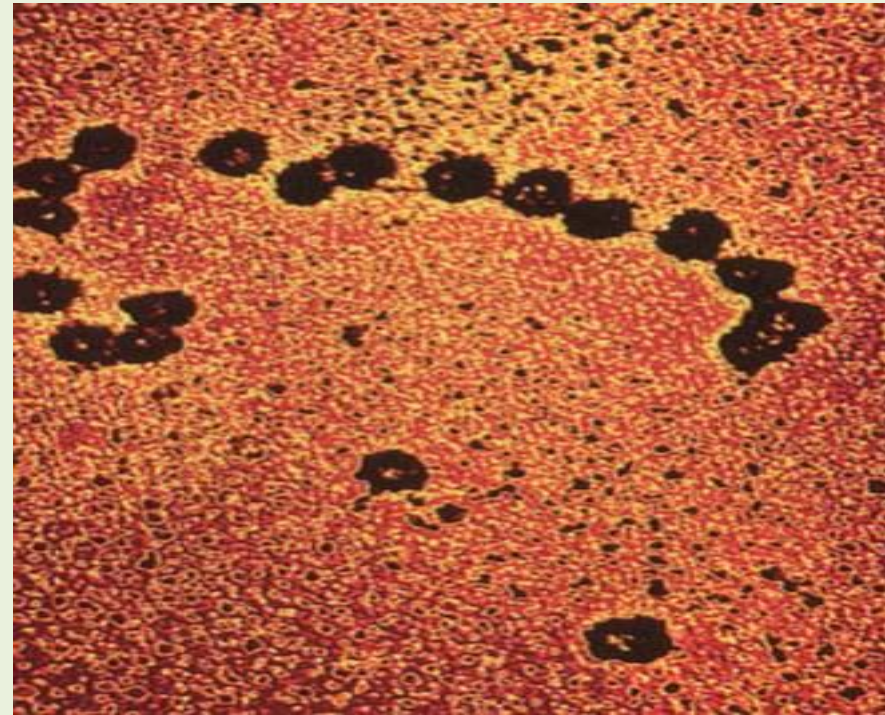
- **внутренняя среда  
клетки**



# Значение рибосом

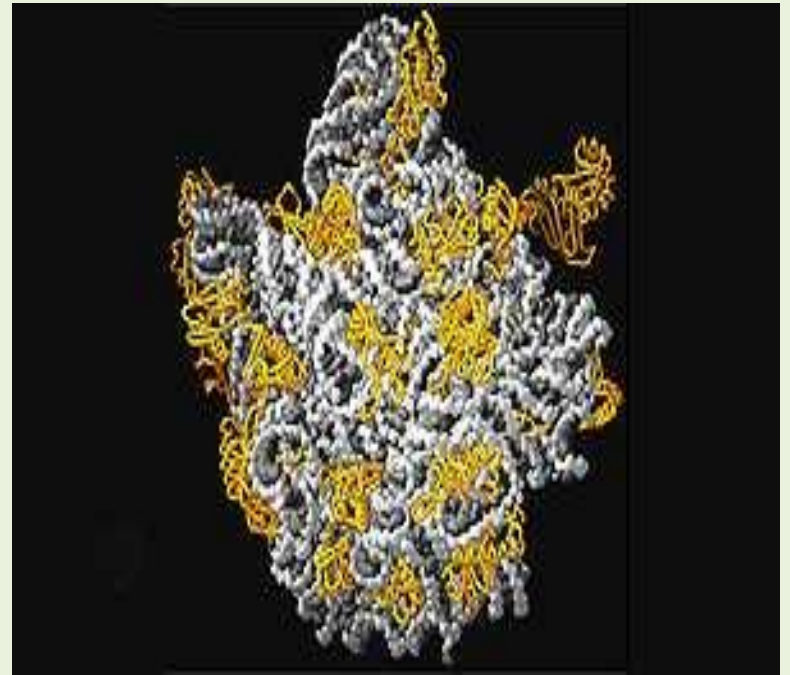
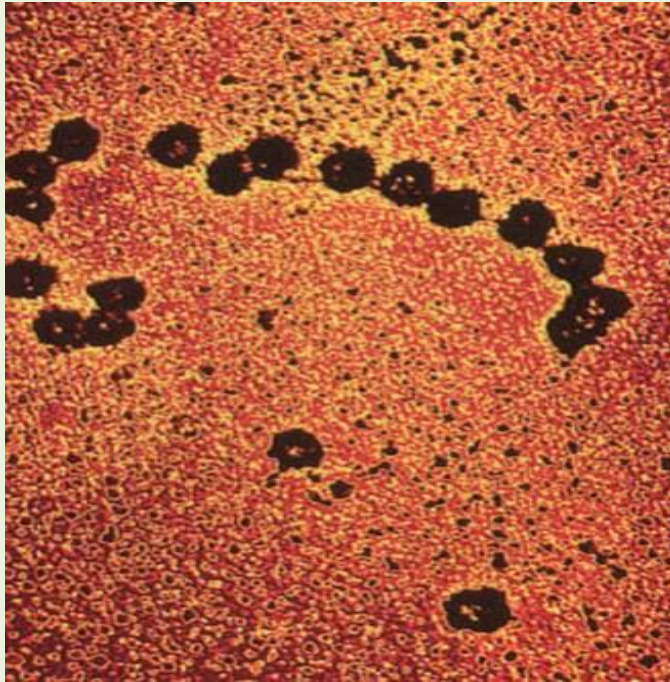
структурные компоненты бактериальной  
клетки, находящиеся в цитоплазме:

рибосомы –  
рибонуклеинопротеи  
новые частицы,  
состоящие из двух  
субъединиц и  
объединяющиеся  
в полисомы для  
синтеза белка



# рибосомы

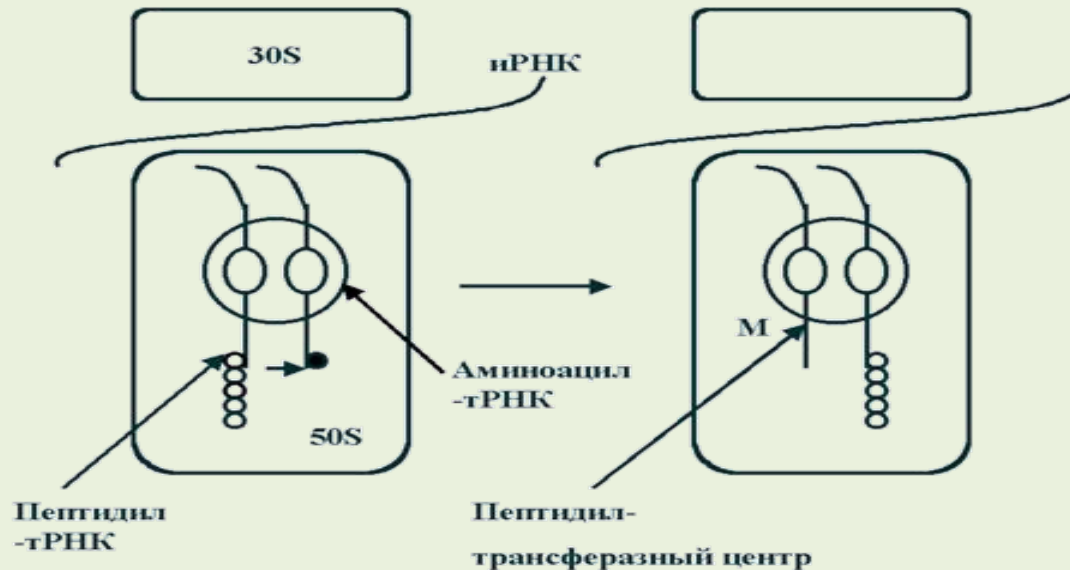
Субъединицы состоят из  
рибосомальных РНК (рРНК) и  
белков



# БИОСИНТЕЗ БЕЛКА

# РНК и синтез белка

синтез белка происходит на рибосомах в процессе трансляции и транскрипции с помощью различных РНК (информационной, транспортной...)



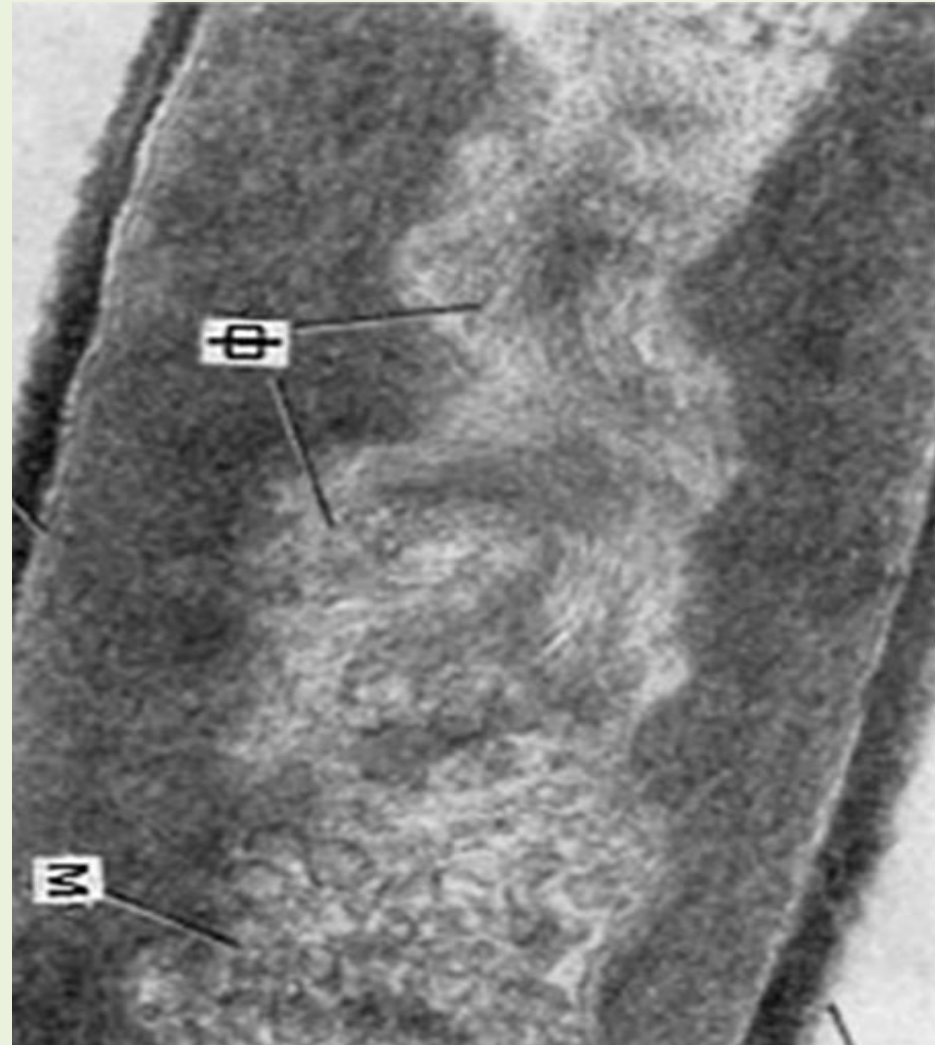
**В какой структуре  
сосредоточен  
генетический  
материал бактерий?**



# генетический материал прокариот:

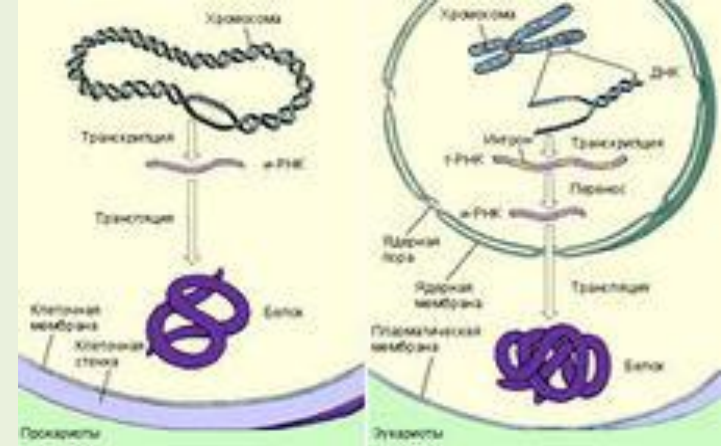
## НУКЛЕОТИД

состоит из одной  
хромосомы,  
расположенной  
в центральной зоне  
бактерии  
в виде двунитчатой  
ДНК,  
замкнутой в кольцо и  
плотно уложенной  
в клубок



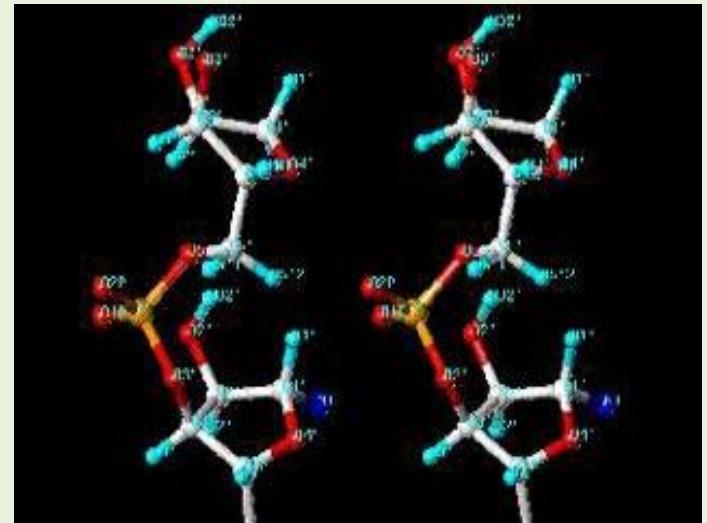
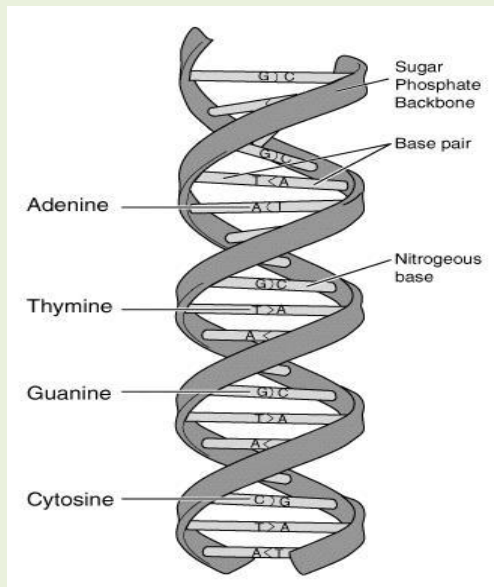
# Функции:

- хранение и реализация генетической информации
- передача генетической информации следующим поколениям



# общие черты и закономерности в структуре микроорганизмов

- ДНК и генетическая информация
- РНК и синтез белка



# ДНК и генетическая информация

ДНК-спираль из двух параллельных нитей полимера, структурными единицами которого являются 4 нуклеотида (аденин, тимин, гуанин, цитозин)

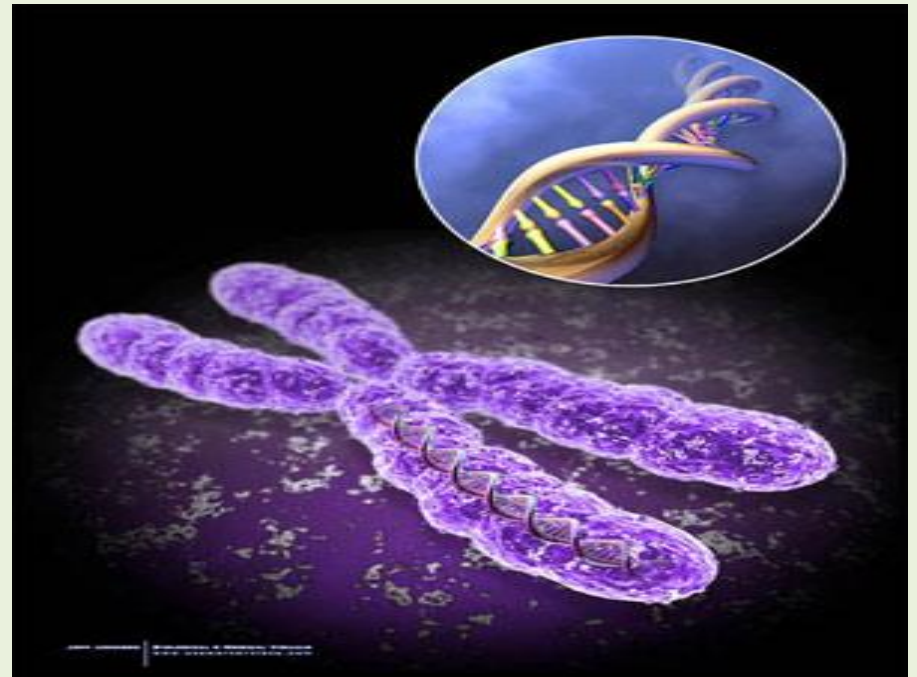


последовательность их подчиняется правилу комплементарности.

# Факторы внехромосомной наследственности

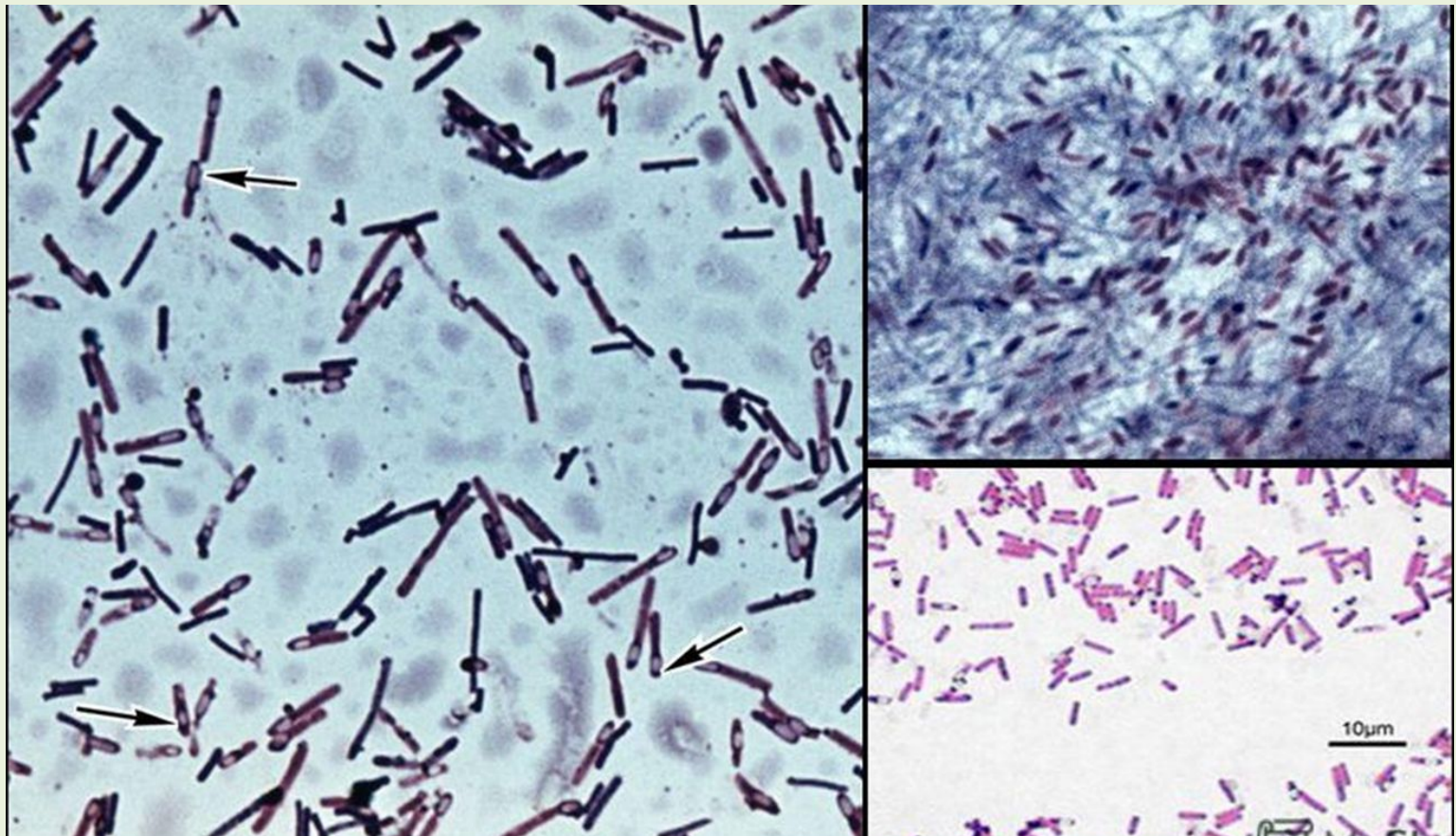
(не являются жизненно важными для бактерий, но придают им новые свойства)

- инсерционные элементы
- транспозоны
- плазмиды





Что представляет собой спора?  
Ее функции?





**СПОРА** – своеобразная форма покоящихся **фирмикутных** бактерий, т.е. бактерий с **грамположительным** типом строения

споры образуют бактерии  
рода *Bacillus* и *Clostridium* и  
некоторые кокки –  
сарцина



споры бывают  
**овальными** и **шаровидными**  
споры располагаются в  
микробной клетке:  
терминально  
субтерминально



## спорообразование:

1. формирование спорогенной зоны внутри бактериальной клетки
2. образование проспоры
3. образование кортекса
4. образование плотной оболочки, покрывающей внешнюю мембрану, в которую входят белки, липиды и др. хим. вещества (дипиколивая кислота - термоустойчивость)
5. отмирание вегетативной части бактерии и выход споры во внешнюю среду, где она сохраняется длительное время за счет низкого содержания воды, повышенной концентрации кальция, структурными особенностями и химическим составом её оболочки.



# Образование спор.



**Споры бактерий – это приспособление к выживанию в неблагоприятных условиях.**



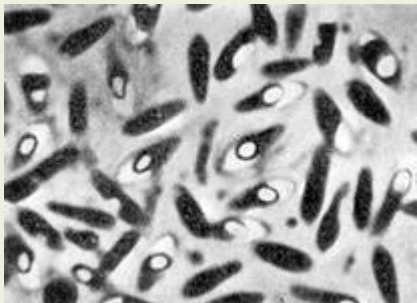
## Стадии прорастания споры 4-5 ч:

- Активация (готовность к прорастанию)
- Инициация (прорастание)
- Вырастания (рост, сопровождающийся разрушением оболочки споры и выходом проростка)

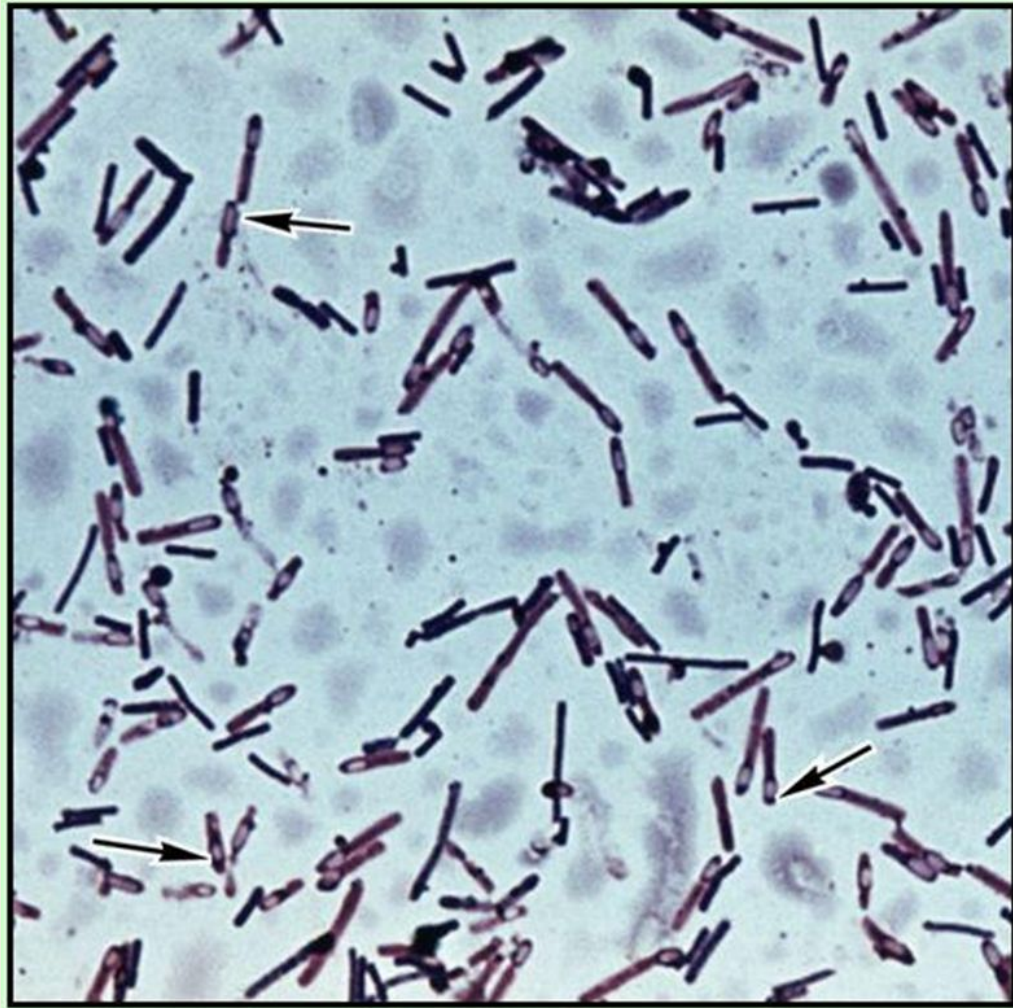
## Функции:

- Сохранение вида, не способ размножения
- Эпидемическое значение
- Дифференцирование бактерий

Метод определения: окраска по методу Ожешко.



Задание 7. готовый мазок, окрашенный методом Ожешко со споровой культурой.  
Зарисовать.



# Значение ВКЛЮЧЕНИЙ



**Включения** – необязательные компоненты бактериальной клетки, являющиеся продуктами её метаболизма.

## **Состав:**

### **Полисахариды:**

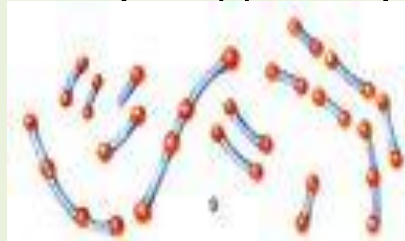
- *Гранулёза* – специфический запасный углевод бактерий рода *Clostridium*, при голодании она исчезает.
- *Гликоген* – гранулы полисахарида сферической формы (сальмонеллы, сарцины, кишечная палочка).
- *Жиры*- Поли- $\beta$ -масляная кислота, нейтральные жиры.
- *Жиро-восковые* (микобактерии и актиномицеты)

### **Полифосфаты:**

- *Волютин* – полифосфат, обладающий свойствами метакромазии (изменение цвета некоторых красителей). Зерна валютина встречаются у бактерий рода *Corinebacterium*, актиномицет, спирилл и др.

## **Функции:**

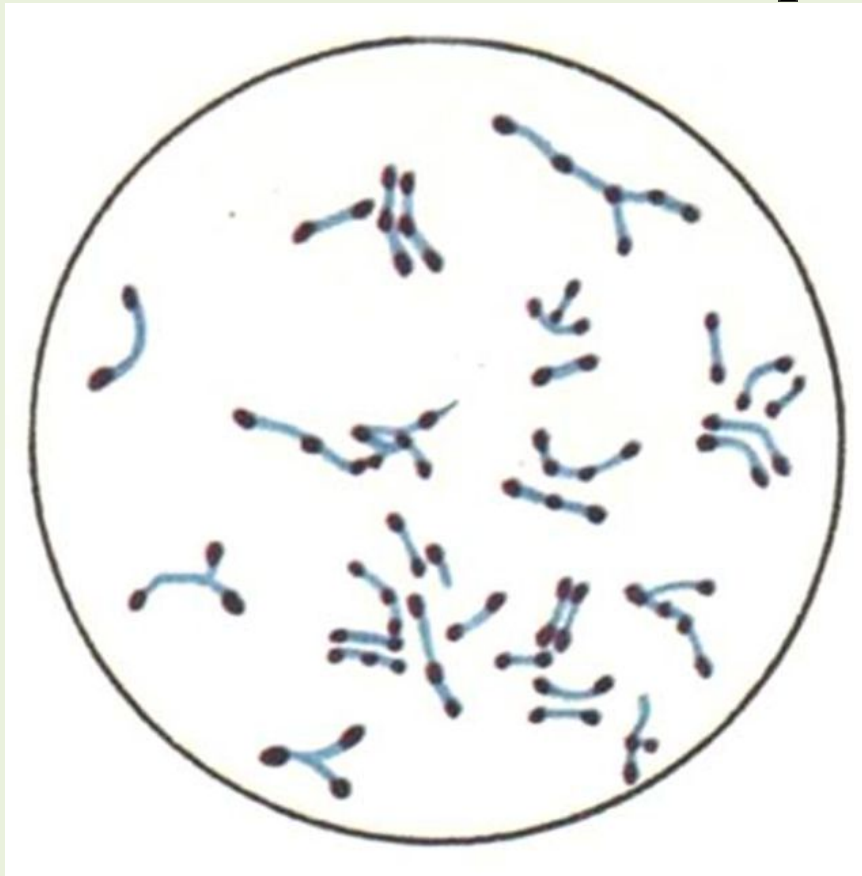
- запас веществ для пластического и энергетического метаболизма;
- дифференцирующий признак при идентификации бактерий



Задание 8. Микроскопия: готовый мазок с культурой коринебактерий, окрашенный методом Лёффлера

Найти клеточные включения.

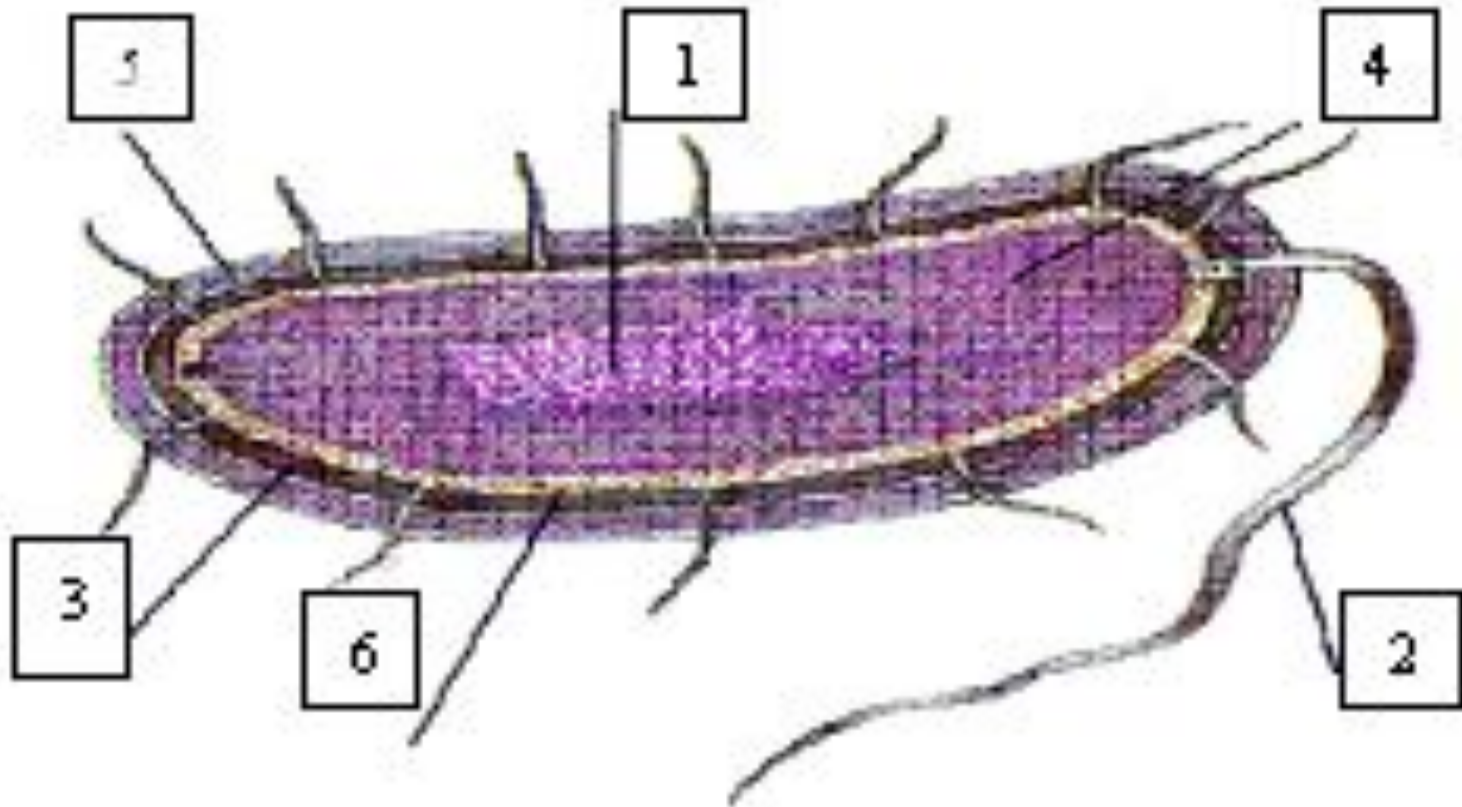
Зарисовать.



**окраска метиловой синью по Леффлеру.** Зерна волютина при этом окрашиваются в сине – фиолетовый цвет, а протоплазма – в голубой.

# самостоятельная работа студента■

ЗАДАНИЕ 9. На рисунке представлена схема структурной организации клетки прокариот. Укажите их органоиды и определите их значение



ЗАДАНИЕ 10. Как можно провести дифференцировку микроорганизмов, относящихся к эукариотам и прокариотам?

*Мотивированный ответ:*

**ЗАДАНИЕ 12.** Назовите обязательные органоиды микробной клетки. Почему они являются обязательными?

