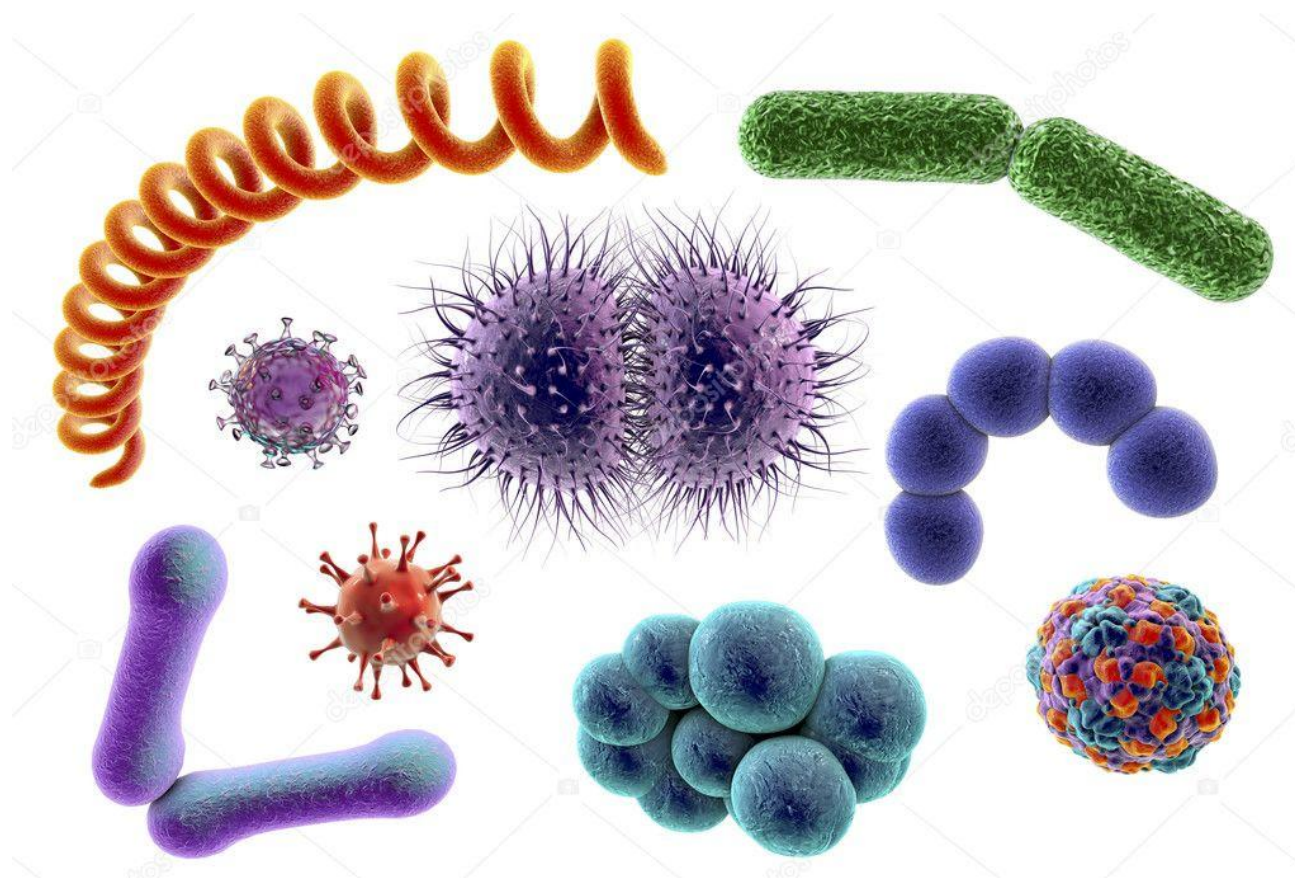




# Тема 1.2.1. Основы морфологии и методы изучения микроорганизмов.



# План занятия

- 1. Понятие о микроорганизмах. Бактерии: виды, строение бактериальной клетки.**
- 2. Микроскопические методы изучения морфологии бактерий: виды микроскопов, методы окраски. Дифференциация бактерий по морфологическим и тинкториальным (окрашивания) свойствам.**
- 3. Приготовление препаратов из разного нативного материала и культуры микроорганизмов, окраска простым и сложными методами, микроскопия в иммерсии, описание препарата. Правила техники безопасности при проведении микроскопических исследований.**

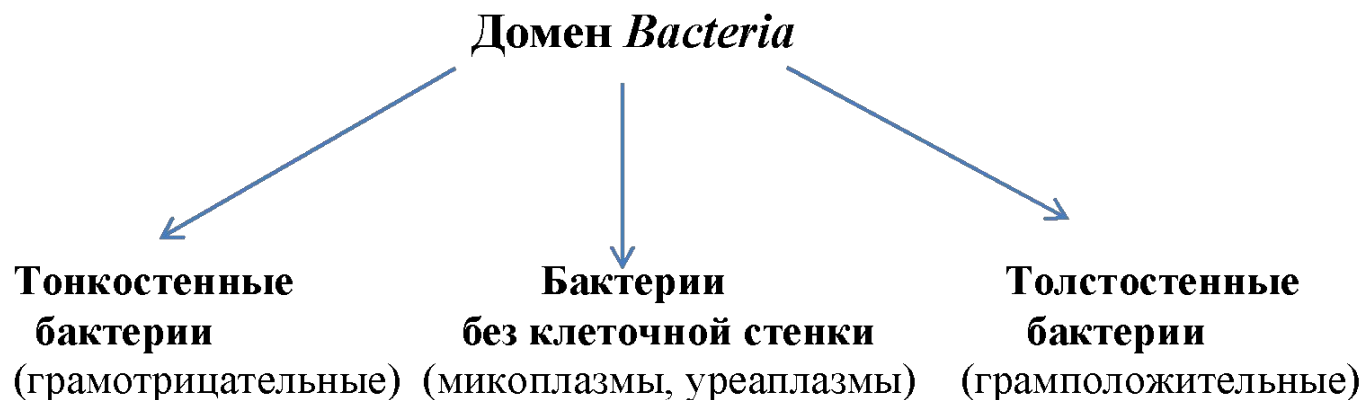
# Морфология бактерий

подавляющее большинство бактерий (за исключением актиномицетов и нитчатых цианобактерий) **одноклеточны** и размножаются **поперечным делением**.

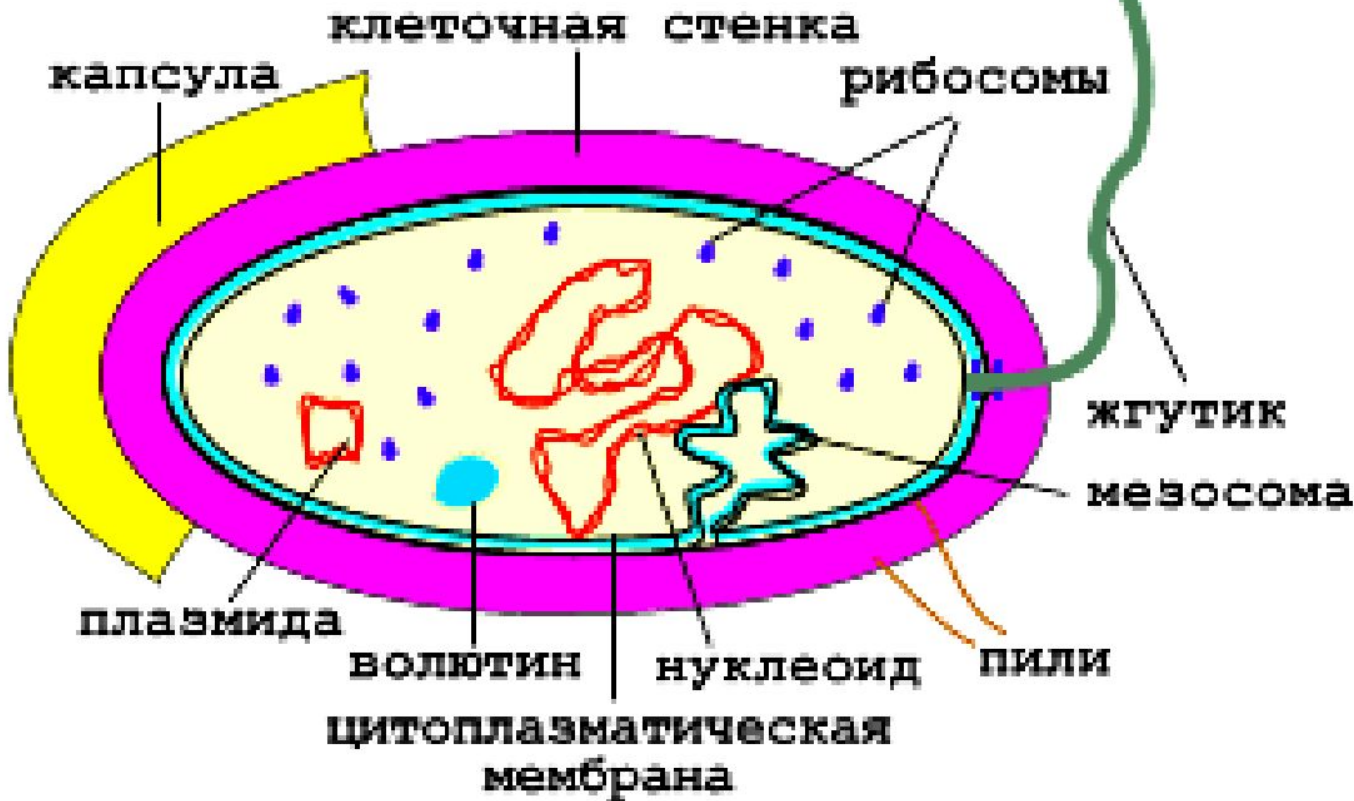
Бактерии имеют разнообразную форму и размеры. В природе наиболее широко распространены тонкостенные грамотрицательные и толстостенные грамположительные бактерии.

**Размеры бактерий** варьируют в широких пределах.

1. Очень мелкие - до 0,1 мкм (микоплазмы, хламидии).
2. Мелкие - до 1,5 мкм (бруцеллы, стрептококки).
3. Средние - до 3,0 мкм (пастереллы, сальмонеллы).
4. Крупные - до 10,0 мкм (бациллы, клостридии).



# Строение бактериальной клетки



Структурные компоненты бактериальной клетки делятся на **обязательные** (жизненно необходимые) и **необязательные**.



# Строение бактериальной

## клетки

**Обязательные** структурные компоненты:

- (клеточная стенка);
- цитоплазматическая мембрана;
- цитоплазма;
- рибосомы;
- нуклеоид (ДНК).

**Необязательные** структурные компоненты:

- капсула;
- включения;
- жгутики;
- пили;
- плазмиды;
- споры.

# Морфология бактерий, имеющих клеточную стенку



**НОВЫЕ ЗНАНИЯ**  
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

ТОНКОСТЕННЫЕ, ГРАМОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ БАКТЕРИИ		ТОЛСТОСТЕННЫЕ, ГРАМПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ БАКТЕРИИ	
Менингококки		Пневмококки	
Гонokokки		Стрептококки	
Вейлонеллы		Стафилококки	
Палочки		Палочки	
Вибрионы		Бациллы*	
Кампилобактерии, Хеликобактерии		Клоостридии*	
Спириллы		Коринебактерии	
Спирохеты		Микобактерии	
Риккетсии		Бифидобактерии	
Хламидии		Актиномицеты	

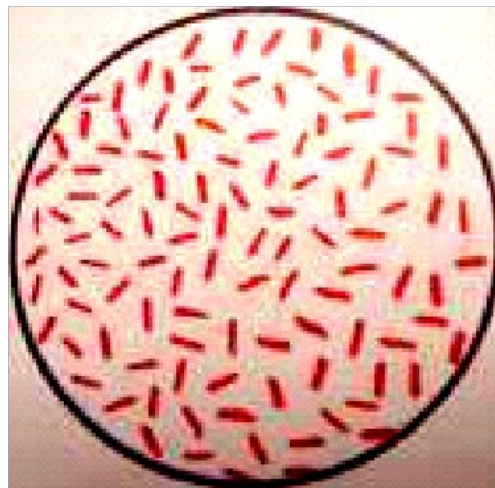
\*Расположение спор: 1 – центральное, 2 – субтерминальное, 3 – терминальное.

По внешнему виду среди бактерий различают **шарообразные формы (кокки)**, **извитые формы** и **палочки**.



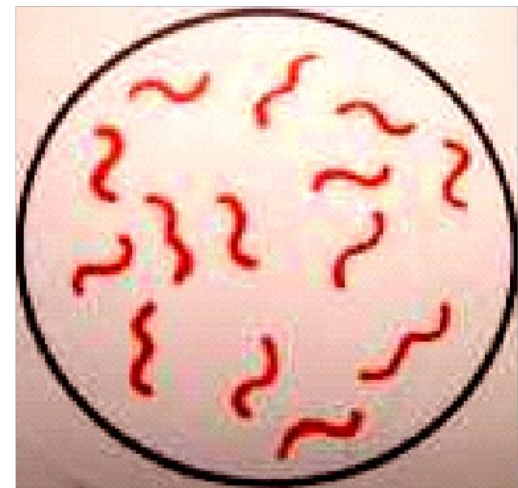
### КОККИ

Монококки  
Диплококки  
Стрептококки  
Тетракокки  
Стафилококки  
Сарцины



### ПАЛОЧКИ

Бактерии  
Бациллы  
Клостридии



### ИЗВИТЫЕ













Вибрионы  
Спириллы  
Спирохеты



# Кокки

- **Монококки** представляют собой одиночно расположенные шаровидные (кокковидные) бактерии,
- **диплококки** – соединенные вместе 2 бактерии, --
- **стрептококки** – цепочка шаровидных бактерий,
- **тетракокки** – 4 соединенные вместе шаровидные бактерии,
- **стафилококки** – шаровидные бактерии, соединенные в виде грозди винограда,

## - сарцины



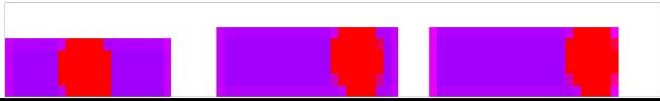

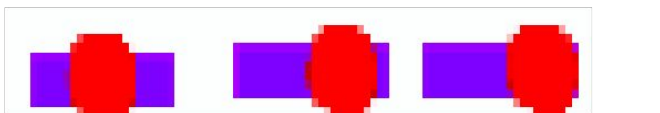

1. Монококки		ТЮКО		
2. Диплококки				
3. Стрептококки				
4. Тетракокки				
5. Стафилококки				
6. Сарцины				





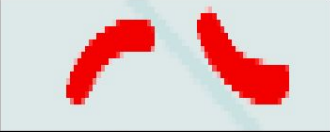
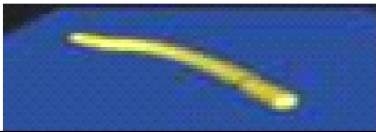


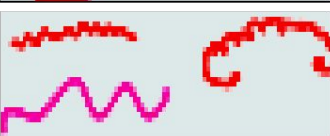

# Палочки

Палочковидные формы представлены бактериями, не образующими спор; а также спорообразующими **бациллами** – аэробными бактериями, образующими споры, диаметр которых равен толщине бактерии; и **клостридиями** – анаэробными бактериями, образующими споры, диаметр которых больше толщины бактерий.

1. Бактерии			
2. Бациллы			
3. Клостридии			

# Извитые формы

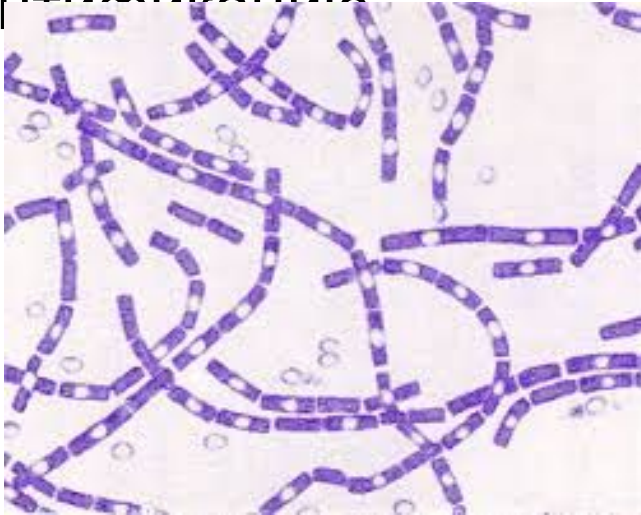
Извитые формы представлены **вибрионами** – изогнутыми бактериями; **спириллами** – спиралевидными бактериями; **спирохетами** – бактериями, изогнутыми и закрученными в виде локона.

1. Вибрионы		
2. Спириллы		
3. Спирохеты		

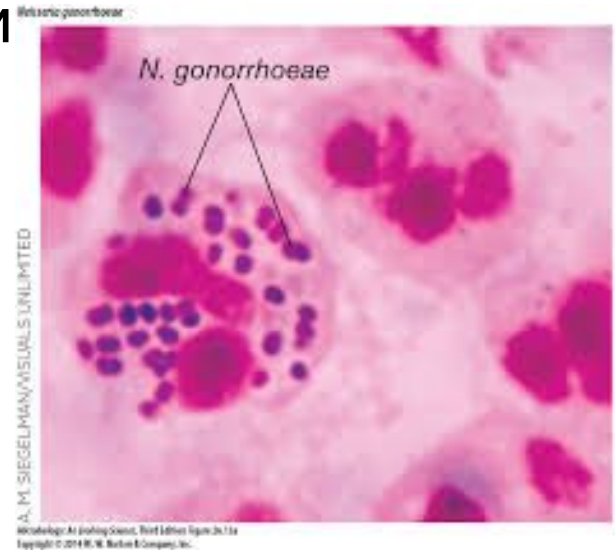
Патогенные для человека **спирохеты** представлены 3 родами: *Treponema*, *Borrelia*, *Leptospira*. Трепонемы имеют вид тонких нитей, штопорообразно закрученных, количество завитков 8-12 (например, *Treponema pallidum* – возбудитель сифилиса). Боррелии имеют по 3-8 крупных завитков (например, возбудители болезни Лайма – *Borrelia burgdorferi* и возвратного тифа – *B.recurrentis*). Лептоспиры образуют 15-30 мелких завитков, завитки неглубокие и частые, концы лептоспир изогнуты наподобие крючков с утолщениями на концах в виде букв S или C (*Leptospira interrogans* - возбудитель лептоспироза).

**Форма** микроорганизмов **не является** основным признаком, т.к. среди бактерий, имеющих одни и те же морфологические свойства, встречаются различные патогенные и сапрофитные виды, относящиеся к разным семействам и родам.

Однако у некоторых бактерий имеются морфологические особенности, позволяющие провести идентификацию.



*Bacillus anthracis*  
(бацилла сибирской язвы) – клетки с прямыми



*Neisseria gonorrhoeae*  
(гонококк) – незавершённый фагоцитоз, диплококки



# Строение бактериальной

## клетки. КС

### Функции клеточной стенки :

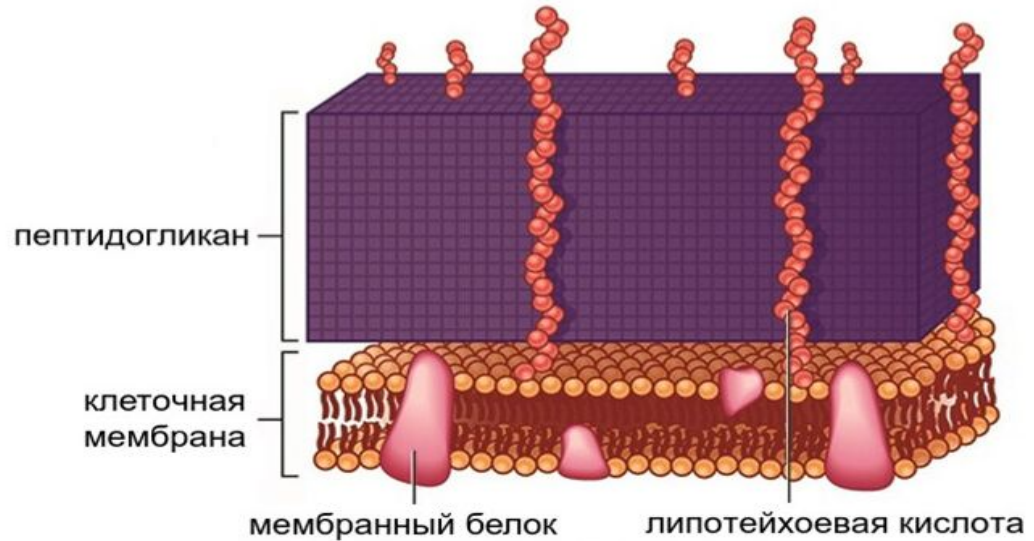
1. Является осмотическим барьером;
2. Определяет форму бактериальной клетки;
3. Защищает клетку от воздействий окружающей среды;
4. Несет разнообразные рецепторы, способствующие прикреплению бактериофагов, антител, а также различных химических соединений;
5. Через клеточную стенку в клетку поступают питательные вещества и выделяются продукты обмена;

# Строение клеточной стенки бактерий.

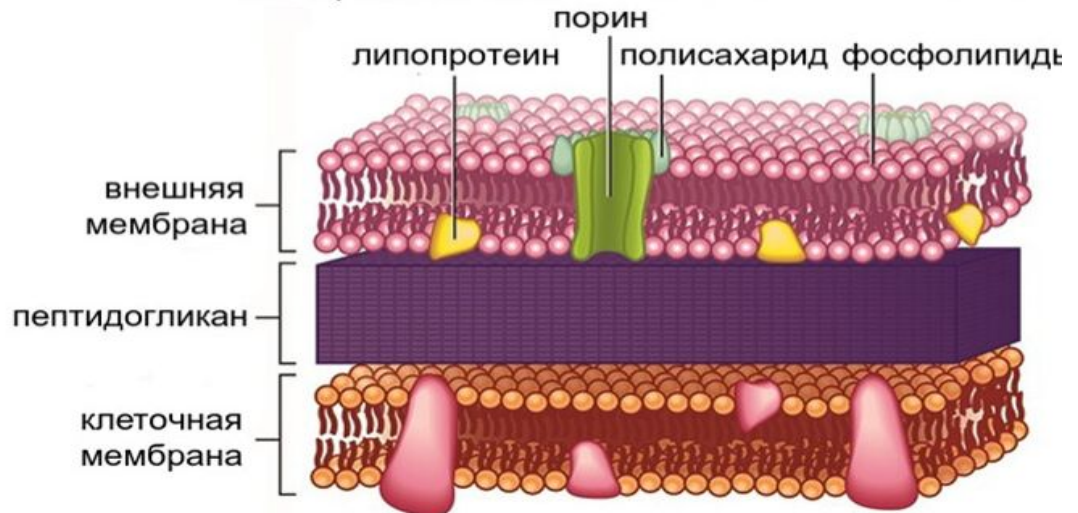
У бактерий имеется 2 типа строения клеточной стенки. В обоих случаях ее основу составляет **пептидогликан**

(M)

**Грамположительные**



**Грамотрицательные**



# Строение клеточной стенки бактерии



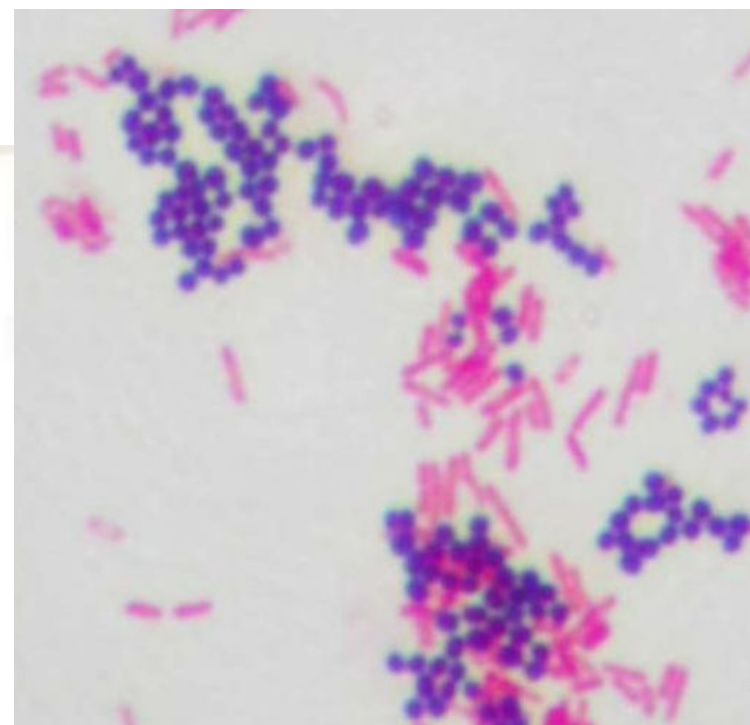
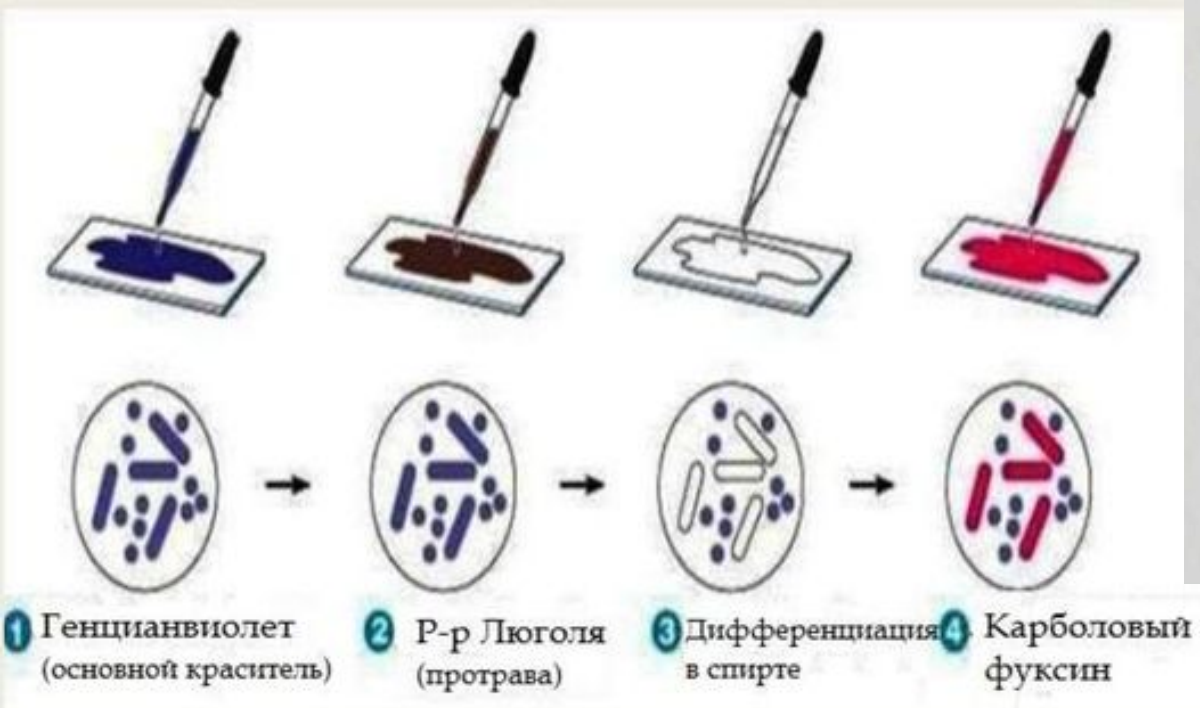
У **Гр+** бактерий **муреин** составляет до 90 % массы клеточной стенки и образует многослойный (до 20-30 слоев) каркас. Такие бактерии при **окраске по методу Грама** прочно удерживают комплекс генцианвиолет в комплексе с йодом, (**сине-фиолетовый** цвет) и называются **грамполо-жительными Гр+**.

У **Гр-** бактерий поверх слоев **муреина** располагается слой липополисахаридов. Эти бактерии при окраске по методу Грама не способны прочно удерживать комплекс генцианового фиолетового и йода и, соответственно, обесцвечиваются спиртом, прокрашиваясь дополнительным красителем - фуксином в **розово-красный цвет**. Они называются **грамотрицательными Гр-**



# Схема окрашивания по Граму

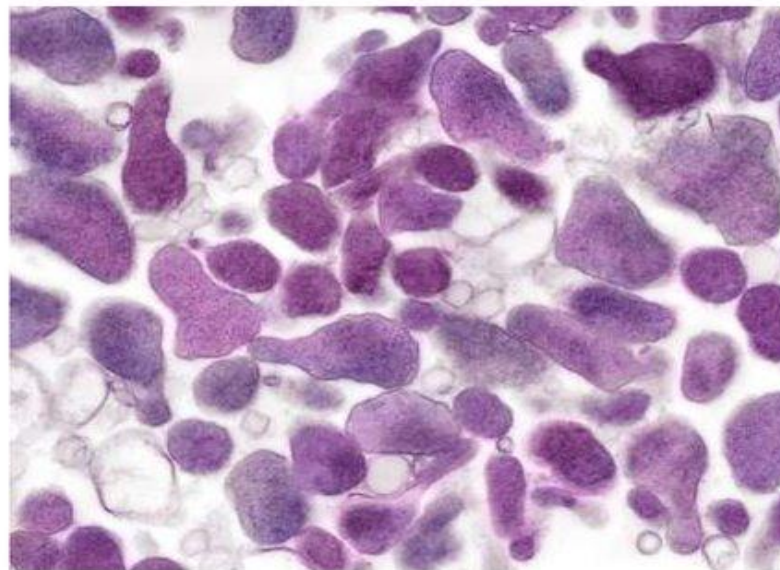
1. **Кристалвиолет (генцианвиолет)** 2-3 мин.
2. **Раствор Люголя** (раствор I<sub>2</sub> в KI) на 1 мин.
3. 95% этиловый спирт - несколько раз до тех пор, пока не перестанут отходить фиолетовые струйки красителя.
4. Вода
5. **Фуксина Циля** 1-2 мин



# Бактерии без клеточной стенки

## Микоплазмы

- Мелкие неподвижные гр- бактерии
- Полиморфные, чаще сферические, иногда нитевидные
- Могут проходить через бактериальные фильтры
- Не имеют КС
- Инфицируют дыхательные пути и мочеполовую систему

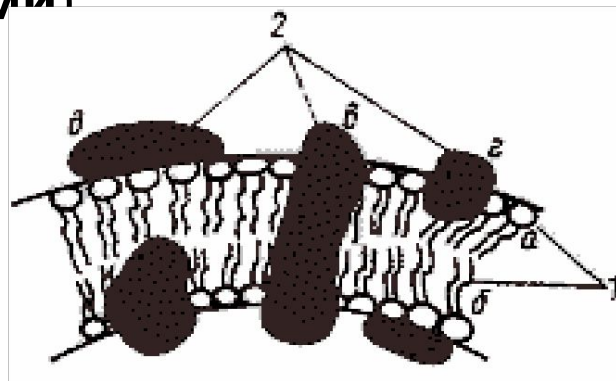






# Строение цитоплазматической мембраны

К клеточной стенке бактерий примыкает **цитоплазматическая мембрана**, строение которой аналогично мембранам эукариотов (состоит из **двойного слоя липидов**, главным образом **фосфолипидов**, со **встроенными поверхностными и интегральными белками**)



1 - молекулы липидов:

*a* – гидрофильная "голова";

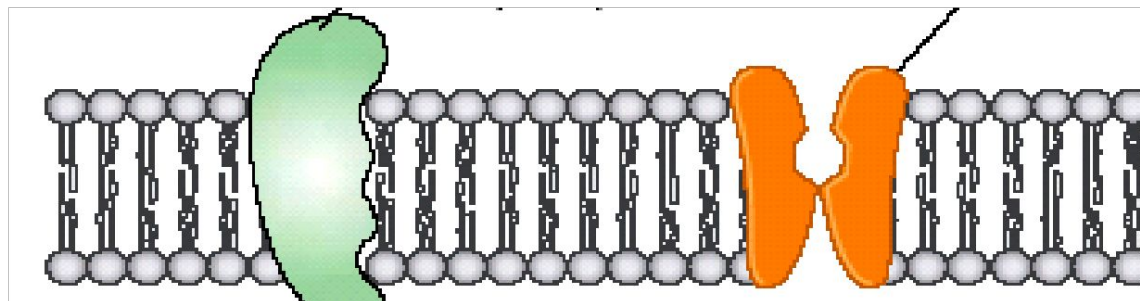
*b* - гидрофобный "хвост";

2 - молекулы белков:

*v* – интегральная

*z* – периферическая

*d* - поверхностная



# Строение цитоплазматической мембраны

## Функции ЦПМ

Цитоплазматическая мембрана (ЦПМ) обеспечивает:

1. Избирательную проницаемость и транспорт веществ в клетку;
2. Транспорт электронов и (синтез АТФ);
3. Выделение гидролитических экзоферментов;
4. Биосинтез различных полимеров.

ЦПМ отделяет цитоплазму от клеточной стенки, служит осмотическим барьером клетки, регулирует транспорт веществ.

Нередко она образует впячивания - **мезосомы**.

С ЦПМ и её производными связан также биосинтез клеточной стенки и спорообразование. К ней прикреплены жгутики, геномная (хромосомная) ДНК.

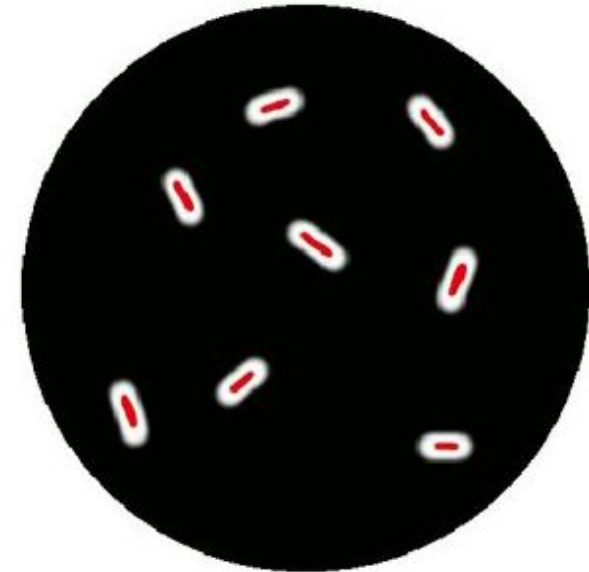
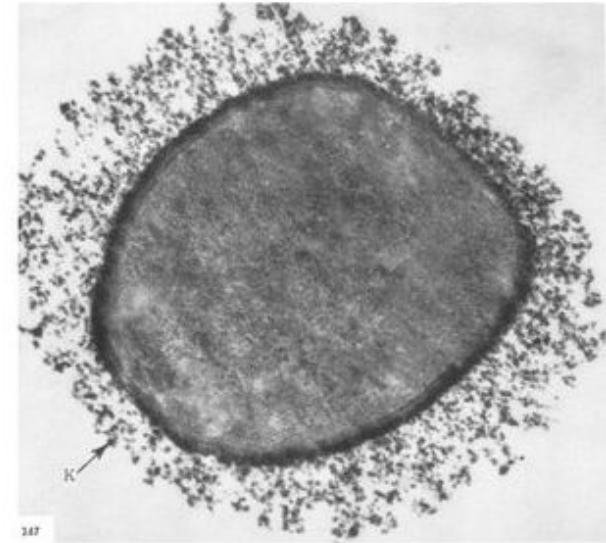
В цитоплазме локализованы рибосомы и бактериальный нуклеоид, в ней также могут находиться включения и плазмиды (внехромосомная ДНК).



# Строение бактериальной клетки.

## Капсула

- **Капсула** – слизистая структура толщиной более 0,2 мкм;
- **Состав:** полисахариды и полипептиды (мономеры D-глутаминовой кислоты).
- Капсула гидрофильна, препятствует фагоцитозу бактерий.
- **Функции** капсулы: защитные, адгезивные, патогенные и антигенные.
- **Выявление:** негативное контрастирование по **Бурри-Гинсу**;

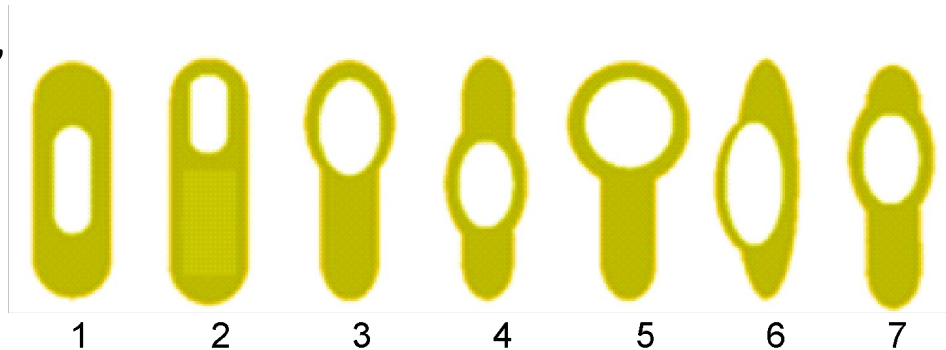


# Строение бактериальной клетки.

## Спора

Споры бактерий представляют собой форму существования бактериальных клеток в состоянии анабиоза и образуются при **неблагоприятных условиях внешней среды**.

Споры располагаются внутри бактериальной клетки терминально, латерально.



ногда

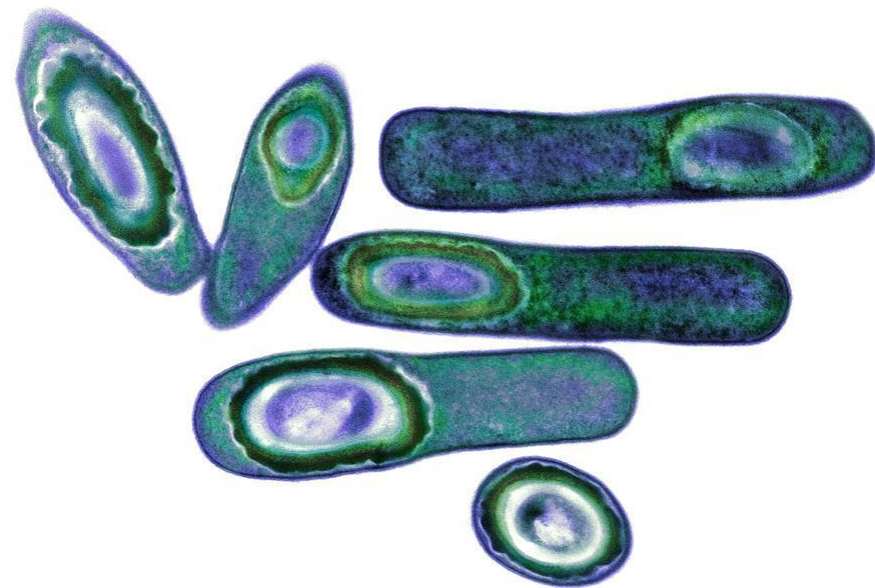
### Расположение спор:

1, 4 – центральное; 2, 3, 5 – терминальное; 6 – латеральное; 7 – субтерминальное



# Строение бактериальной клетки. Спора

В процессе спорообразования бактериальная клетка почти полностью теряет воду, сморщивается, клеточная стенка уплотняется. Появляется новое вещество - **дипиколинат кальция**, которое образует комплексы с биополимерами клетки, устойчивые к действию температуры и ультрафиолетовых лучей. Бактерии в **споровой форме** не размножаются. Споры образуют **только Гр+** (





# Спорообразование у бактерий

- Споры бактерий переносят нагревание до  $+140^{\circ}\text{C}$  и охлаждение до  $-273^{\circ}\text{C}$ . Они выдерживают высушивание, не погибают при кипячении, замораживании. Споры легко разносятся ветром и т.д. Их много в воздухе и почве.
- В почве споры растений могут сохраняться 20-30 и более лет. При наступлении благоприятных условий спора прорастает и становится жизнедеятельной бактерией.



# Строение бактериальной клетки.

## Жгутики

Основная функция жгутиков - движение.

Характеристика жгутиков:

- органоиды движения (скользящее, плавающее) бактерий;
- белковая природа (сократительный белок **флагеллин** – похож на миозин);
- тонкие, длинные;
- состоят из спирально закрученной нити, крюка и базального тельца (базальной структуры).

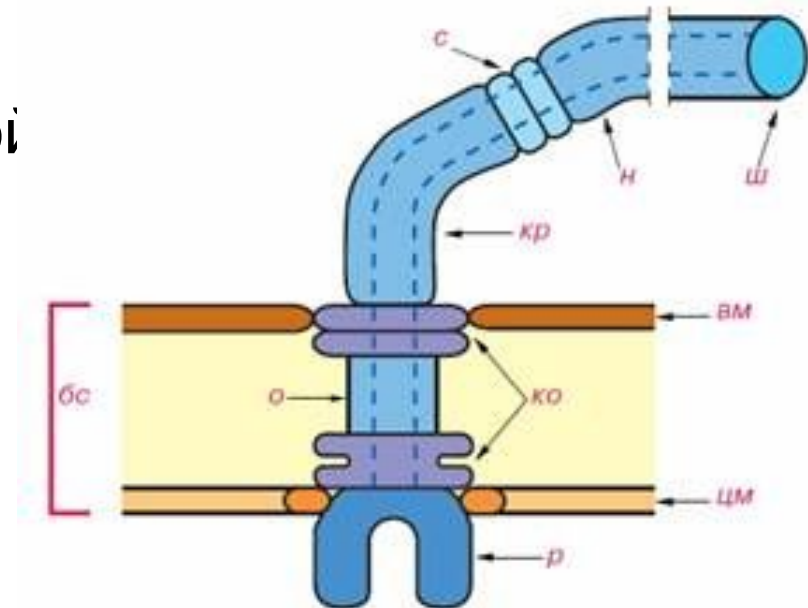


Рис. 1. Схема строения бактериального жгутика: бс – базальная структура, вм – внешняя мембрана, цм – цитоплазматическая мембрана, р – ротор, о – ось, ко – кольца жгутикового мотора, кр – крюк, с – цилиндрики-соединители, н – нить жгутика, ш – шляпка



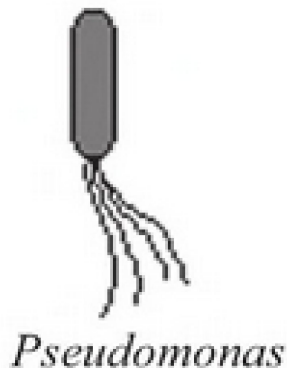
# Строение бактериальной клетки. Жгутики

В зависимости от количества и расположения жгутиков бактерии подразделяются на **4 группы**:

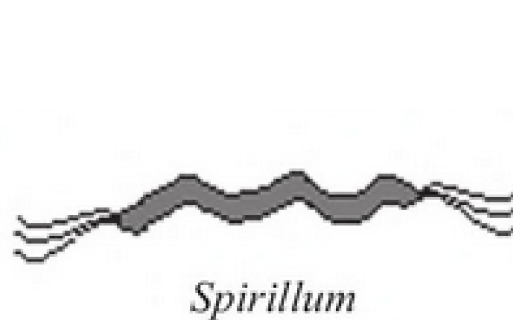
1. Монотрихи - имеют только один жгутик (род *Vibrio*),
2. Лофотрихи - пучок жгутиков на одном полюсе клетки (род *Pseudomonas*)
3. Амфитрихи - жгутики (один или пучок) расположены на обоих полюсах клетки (род *Spirillum*),
4. Перитрихи - жгутики расположены по всей поверхности клетки (род *Escherichia*, *Salmonella*).



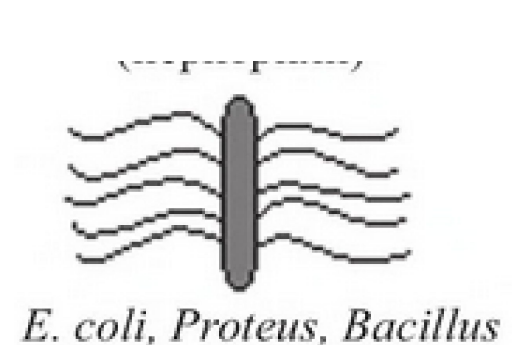
монотрих



лофотрих



амфитрих



перитрих



# Строение бактериальной клетки. Пили

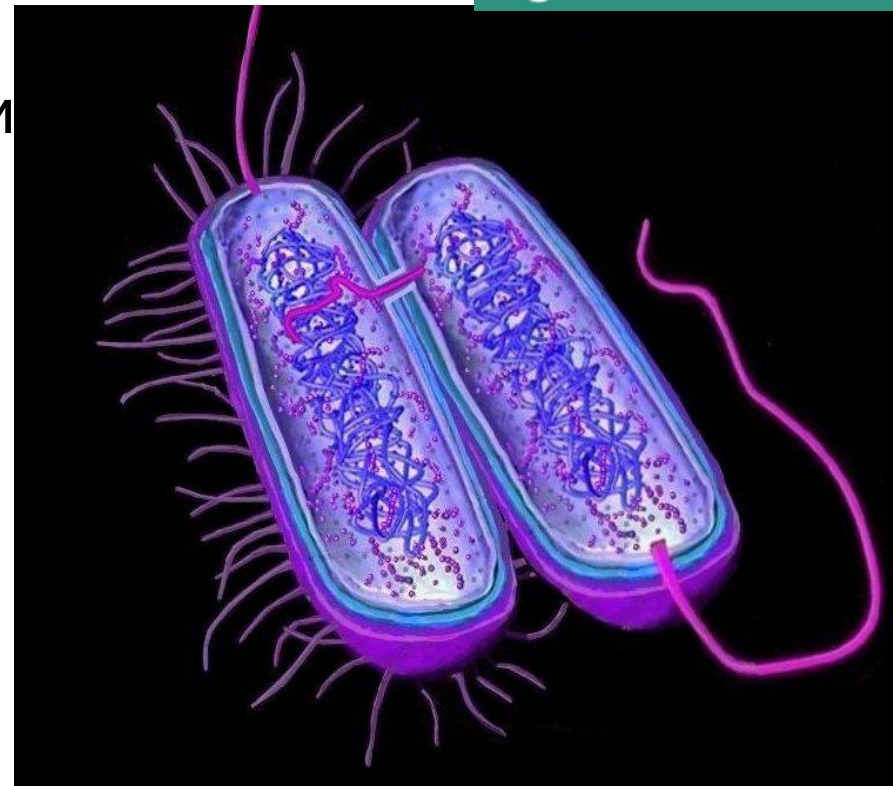
На поверхности ряда бактерий существуют белковые образования – **пили** (ворсинки, фимбрии, микроворсинки).

## Функции пилей:

- слипание бактерий между собой;
- прикрепление бактерий к поверхностям;
- адгезия (прилипание к эукариотам);
- транспорт метаболитов;
- половые пили для конъюгации

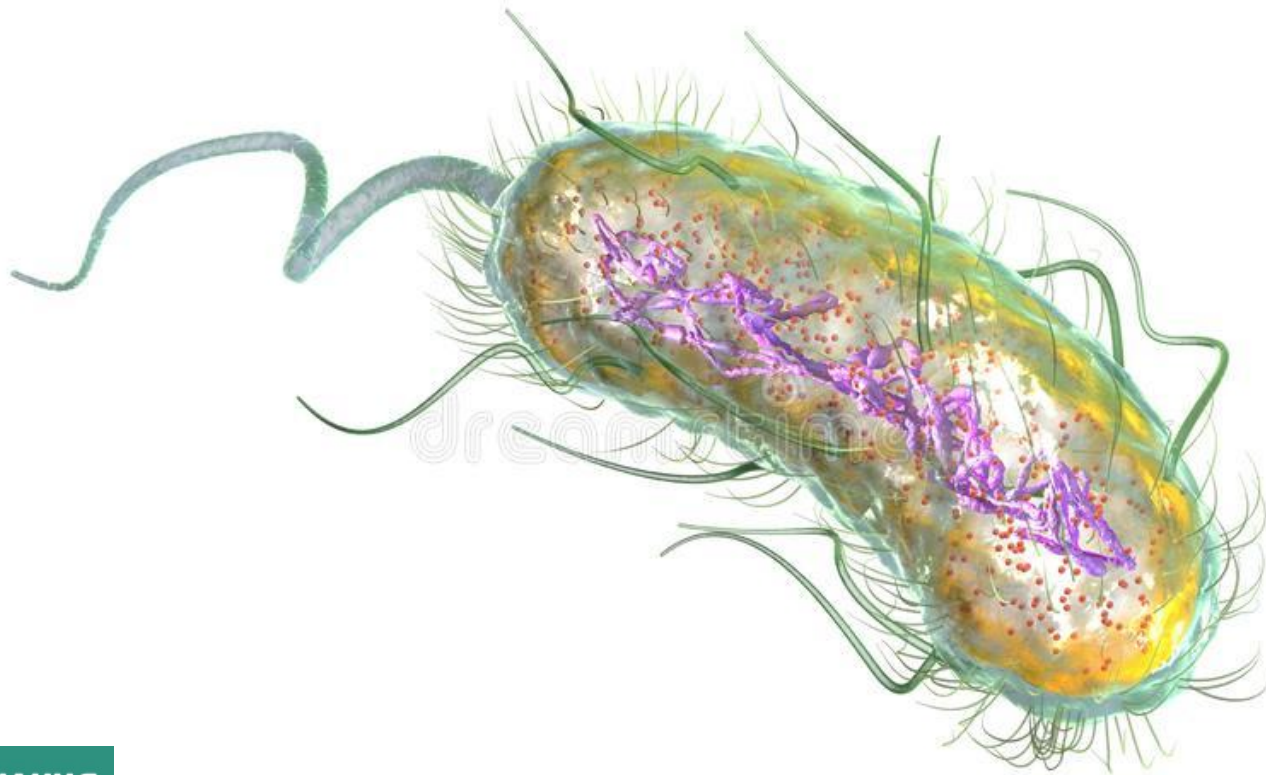


**НОВЫЕ ЗНАНИЯ**  
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ



# Строение бактериальной клетки. Генетический материал.

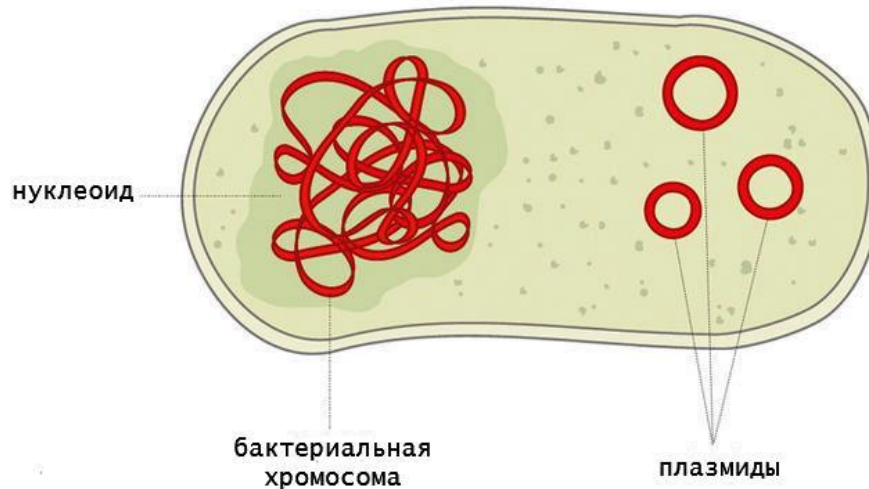
- **НУКЛЕОИД** - одна замкнутая кольцевидная хромосома, содержащая до 4000 отдельных генов, необходимых для поддержания жизнедеятельности и размножения бактерий, бактериальная клетка гаплоидна.



# Строение бактериальной клетки. Генетический материал.

**Плазмиды** образованы молекулами ДНК.

- **Регуляторные плазмиды** участвуют в компенсировании тех или иных дефектов метаболизма бактериальной клетки.
- **Кодирующие плазмиды** приносят в бактериальную клетку новую генетическую информацию, кодирующую новые, необычные свойства (например, устойчивость к антибиотикам)





# Строение бактериальной клетки. Генетический материал.

## Плазмиды

- ***F-плазмиды*** контролируют *синтез F-пилей*, способствующих передаче генетического материала от бактерий-доноров (F+) к бактериям-реципиентам (F-) в процессе конъюгации
- ***R-плазмиды*** (от англ. *resistance*, устойчивость) кодируют устойчивость к лекарственным препаратам.
- ***Плазмиды патогенности*** контролируют вирулентные свойства бактерий и токсинообразование (плазмиды включают *tox+*-гены).
- ***Плазмиды бактериоциногении*** кодируют синтез бактериоцинов - белковых продуктов, вызывающих гибель бактерий того же или близких видов. **Плазмиды могут кодировать устойчивость к антибиотикам.**



# изучения морфологии бактерий.

## Микроскопия:

**- световая**

**(просвечивающая, фазово-  
контрастная, темно-  
польная)**

**-электронная**

**-люминесцентная**

# Микроскопические методы изучения морфологии бактерий.



Микроскопический метод  
исследования

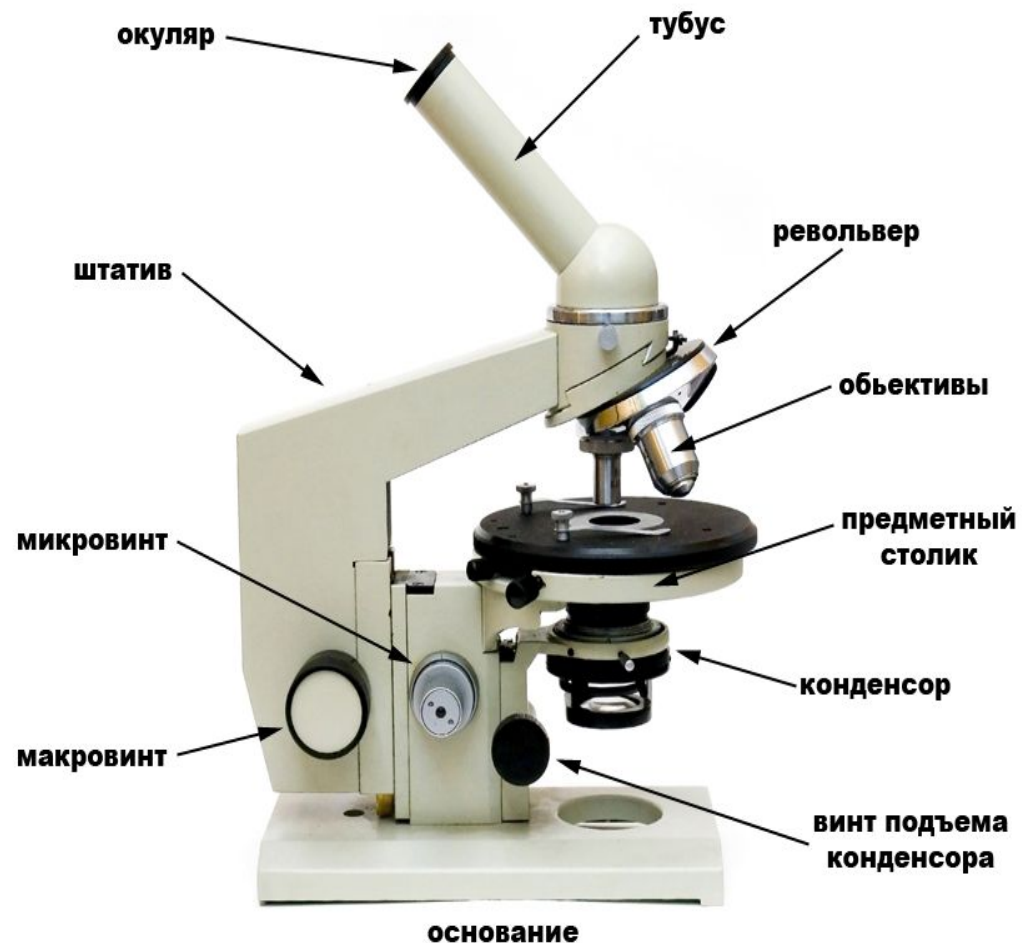
- это изучение под  
микроскопом  
окрашенных  
препаратов из  
исследуемого  
материала:

**Достоинства:**

-быстрый;  
-ранний.

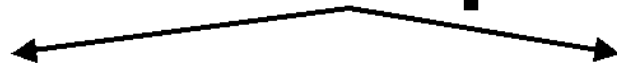
**Недостатки:**

-неточный  
(ориентировочный)



# изучения морфологии бактерий.

С ветовой микроскопии состоят из частей:



## механической

предназначена для устойчивости прибора, удобства пользования:

- подставка (ножка)
- тубусодержатель
- тубус
- револьвер
- предметный столик
- макровинт
- микровинт

## оптической

предназначена для освещения и увеличения объектов:

### Осветительный аппарат

находится под предметным столиком

- зеркало плосковогнутое (при искусственном освещении используется вогнутая сторона зеркала)
- диафрагма (регулирует объем светового пучка)
- конденсор (в фокусе конденсора собираются параллельные лучи света)

### Для увеличения:

#### - объективы:

малый x8

большой x40

иммерсионный x90

#### - окуляры:

x7, x10, x15 раз



# Микроскопические методы изучения морфологии бактерий.



**Общее увеличение микроскопа** равно произведению увеличения объектива на увеличение окуляра (например,  $10 \times 40 = 400$ ).

**Разрешающая способность микроскопа** – это размер наименьшего объекта, который можно увидеть в данный микроскоп.

Для **световых микроскопов** разрешающая способность – 0,2 мкм, для электронного - в 100-1000 раз выше.



# Микроскопические методы изучения морфологии бактерий

## иммерсионная

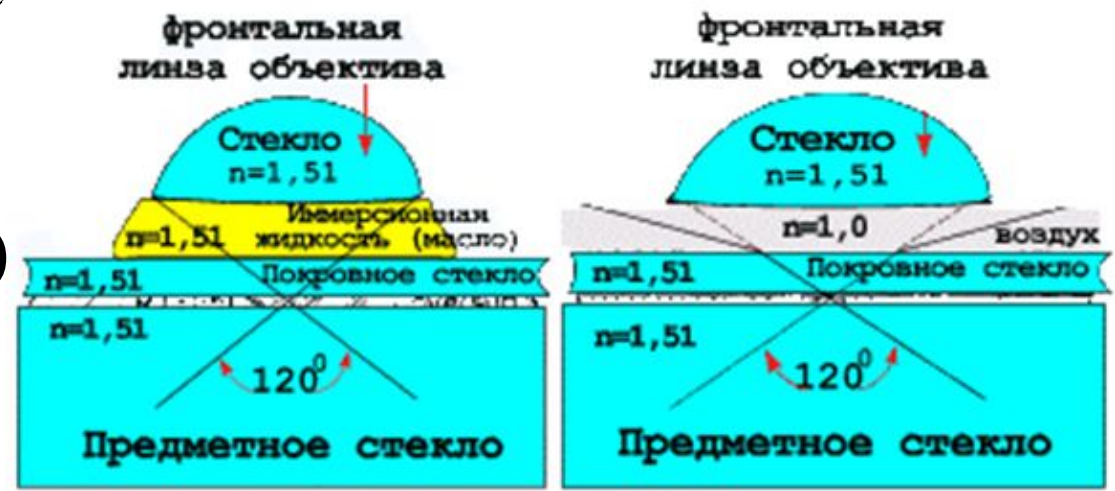
### Системы микроскопии

#### сухая

- между объектом и объективом находится воздух;
- используется для изучения крупных биологических объектов (ботанических, гистологических);
- максимальное увеличение объектива  $\times 40$

#### иммерсионная

- между объектом и объективом - жидкость (масло, вода);
- используется для изучения микроорганизмов;
- увеличение объектива  $\times 90$



Иммер

Сухая



# Микроскопические методы изучения морфологии бактерий

## *Преимущества иммерсионной системы*

1. **Большее увеличение** (увеличивает в 90 раз вместо 40 в сухой системе микроскопии)
2. **Лучшая освещенность** за счет создания однородной среды для прохождения лучей света с помощью иммерсионного масла

# Микроскопические методы изучения морфологии бактерий

**Правила работы с микроскопом при использовании иммерсионной системы:**

1. Настроить освещение микроскопа, используя вогнутое зеркало и объектив.
2. На приготовленный и окрашенный мазок на предметном стекле нанести каплю иммерсионного масла и поместить его на предметный столик, укрепив зажимами.
3. Повернуть револьвер до отметки иммерсионного объектива 90 х.
4. Осторожно погрузить объектив в каплю масла под углом бокового зрения.
5. Установить ориентировочный фокус при помощи макровинта.
6. Провести окончательную фокусировку препарата микровинтом, вращая его в пределах только одного оборота. Нельзя допускать соприкосновения объектива с препаратом, так как это может повлечь поломку покровного стекла или фронтальной линзы (свободное расстояние иммерсионного объектива 0,1-1мм).
7. По окончании работы микроскопа необходимо вытереть масло с иммерсионного объектива и перевести револьвер на малый объектив 8х.

# Препараты для микроскопии

Препараты бывают двух типов:

**1. Нативные** (живые, препараты живых клеток). Долго не хранятся, основное назначение – определение подвижности клеток.

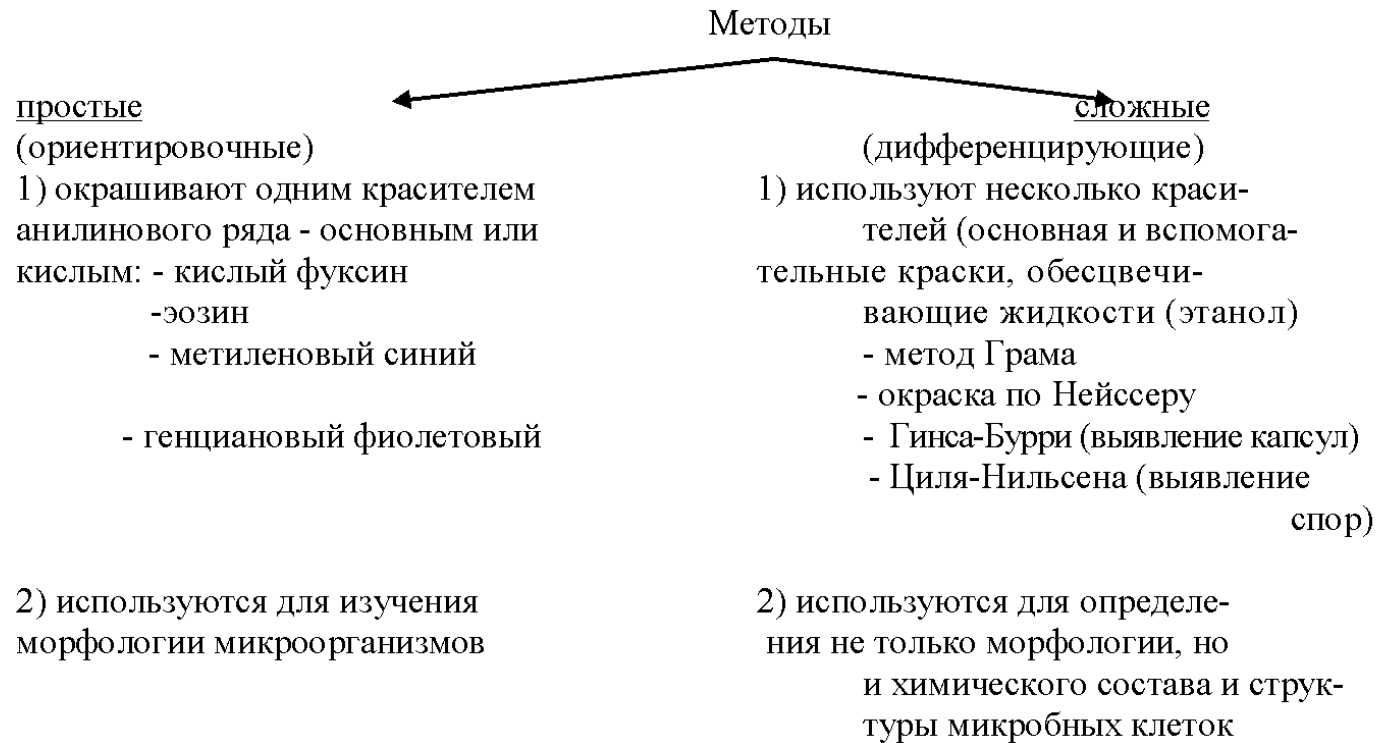
**2. Фиксированные окрашенные.**

Хранятся долго, безопасны в использовании, на них видны морфологические особенности клеток.

# Приготовление препаратов

## Окрашенные препараты.

### Методы окраски.



**В микробиологии чаще всего используют основные красители (основной фуксин, метиленовая синь)**

# Техника приготовления фиксированных окрашенных препаратов

## Техника приготовления фиксированных окрашенных препаратов

### 1. Приготовление мазка

1) с жидкой питательной среды культуру берут петлей и каплю наносят непосредственно на стекло (без воды)

2) с плотной питательной среды на предметное стекло наносят небольшую каплю воды, в которой эмульгируют исследуемый материал и распределяют по площади около  $2 \text{ см}^2$ .

№ препарата пишут на лицевой стороне, а с обратной стороны местонахождения мазка обводят восковым карандашом.

### 2. Высушивание

на воздухе

высоко над пламенем спиртовки мазком вверх

### 3. Фиксация

Цель: - прикрепить микробов к стеклу  
- обеззаразить патогенные микробы  
- убитые микробы лучше окрашиваются

#### Методы фиксации

физический

- над пламенем спиртовки мазком вверх (3 раза круговыми движениями)

химический

- более щадящий по сравнению с физическим: мазок погружают в фиксатор (этанол, ацетон, формалин и др.) на определенное время

### 4. Окраска

#### Методы

простые

сложные



# Дифференциация бактерий по морфологическим и тинкториальным свойствам

**Тинкториальные свойства** - свойства микроорганизмов, характеризующие их способность вступать в реакцию с красителями и окрашиваться определённым образом. После изучения свойств бактерий сопоставляют полученные данные с признаками бактерий, имеющимися в классификационных схемах или определителях м/о (Берджи), и проводят их родовую/видовую идентификацию.