

# МИКРОБИОЛОГИЯ

## ОБЩАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ

- КЛАССИФИКАЦИЯ И  
МОРФОЛОГИЯ  
МИКРООРГАНИЗМОВ
- ФИЗИОЛОГИЯ  
МИКРООРГАНИЗМОВ
- **ИММУНОЛОГИЯ**

## ЧАСТНАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ

- ЧАСТНАЯ  
БАКТЕРИОЛОГИЯ  
I часть
- ЧАСТНАЯ  
БАКТЕРИОЛОГИЯ II  
часть
- ЧАСТНАЯ  
ВИРУСОЛОГИЯ

# 1904 г. - Бактериологический ИНСТИТУТ



**Валериан  
Тимофеевич  
Зимин**



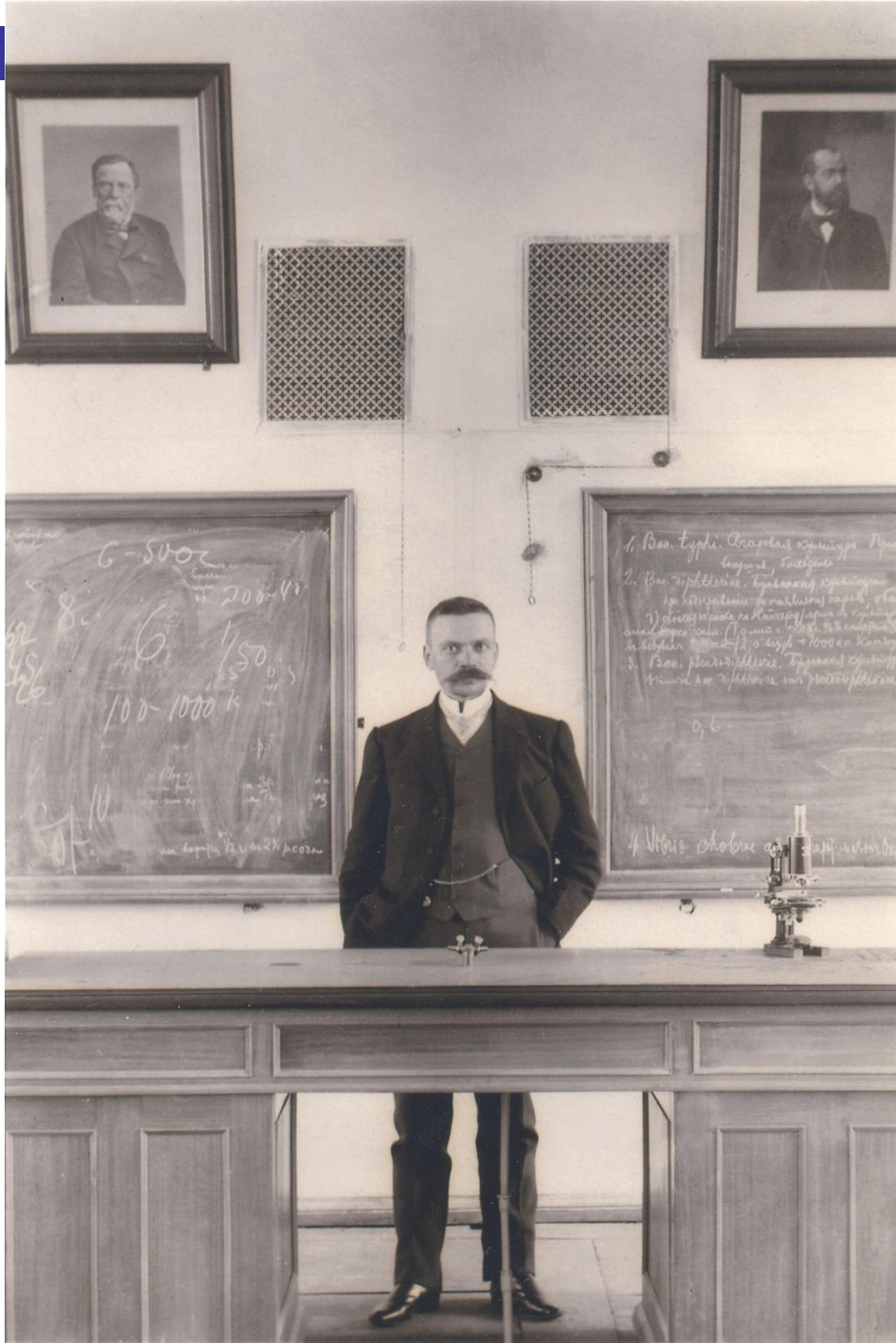
# Иван и Зинаида Чурины





**Павел  
Васильевич  
Бутягин**





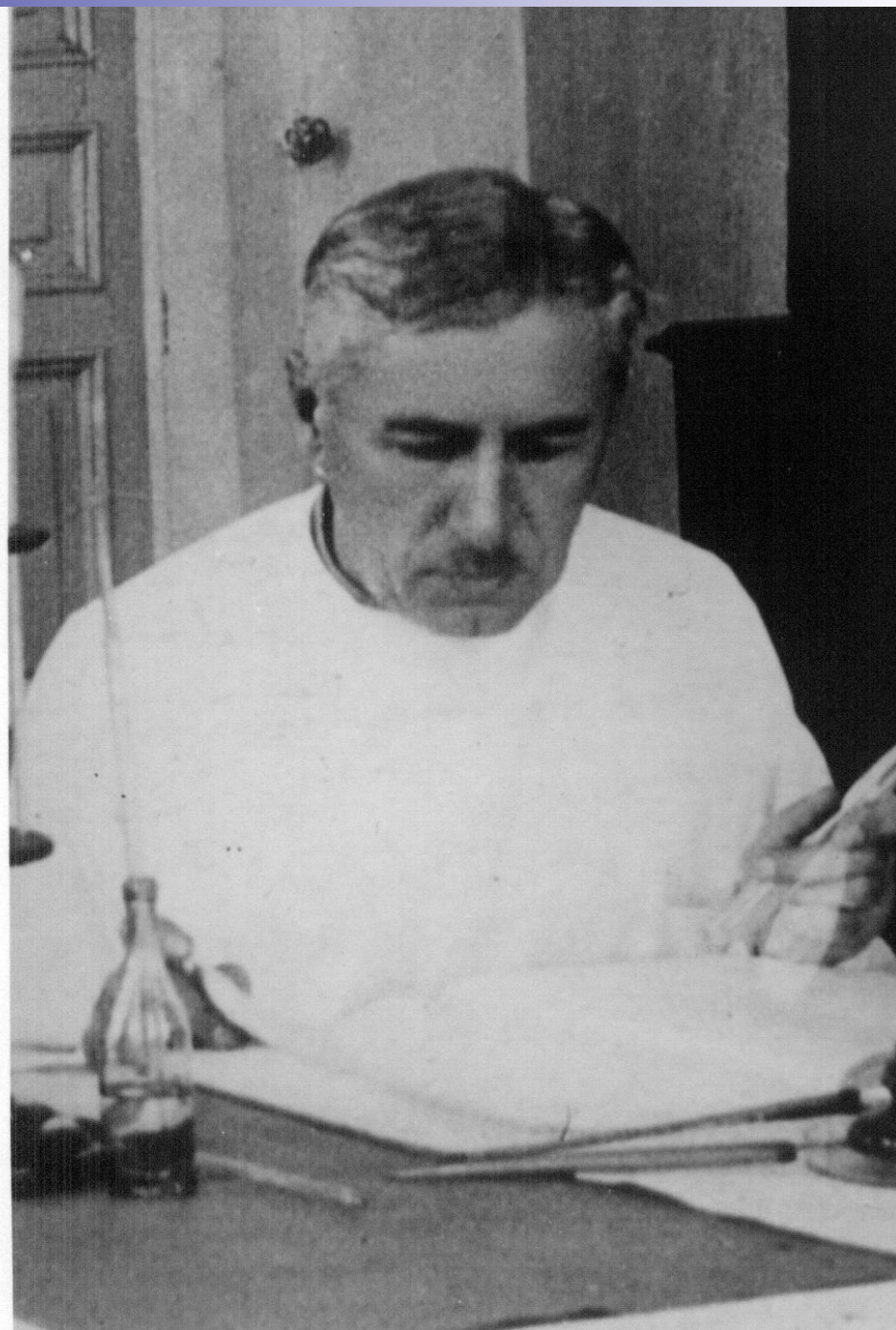








**Иван  
Родионович  
Ломакин**



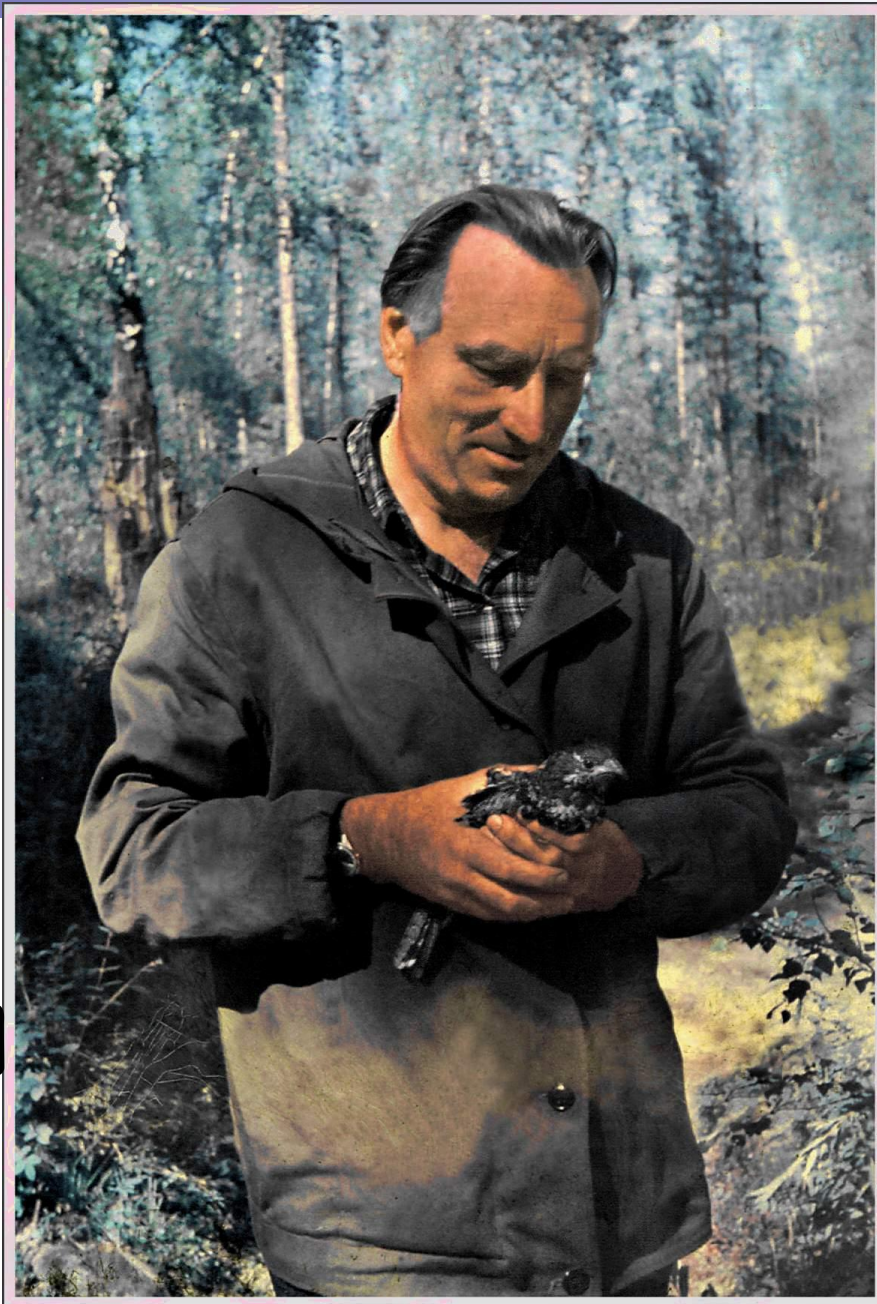




**Сергей  
Петрович  
Карпов**



**Николай  
Владимирович  
Васильев**



**Юрий  
Васильевич  
Федоров**





# Кафедра микробиологии и вирусологии СибГМУ



# МИКРОБИОЛОГИЯ

## ОБЩАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ

- КЛАССИФИКАЦИЯ И  
МОРФОЛОГИЯ  
МИКРООРГАНИЗМОВ
- ФИЗИОЛОГИЯ  
МИКРООРГАНИЗМОВ
- **ИММУНОЛОГИЯ**

## ЧАСТНАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ

- ЧАСТНАЯ  
БАКТЕРИОЛОГИЯ  
I часть
- ЧАСТНАЯ  
БАКТЕРИОЛОГИЯ II  
часть
- ЧАСТНАЯ  
ВИРУСОЛОГИЯ





# Классификация и строение микрорганйзмов

**М.Р. Карпова**

**Микробы -  
бесконечно  
малые существа,  
играющие в  
природе  
бесконечно  
большую роль**

*Луи Пастер*



Многоклеточный  
паразит

• Вирус



Бактерия



Простейшие

**1мм=1000мкм, 1мкм=1000нм**

# Mundus microbiorum:

(Мир микробов)

Эукариоты  
(Eucaria)

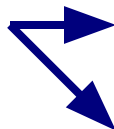


Грибки (Fungi)  
Простейшие (Protista)

*Растения (Plantae)*

*Животные (Animalia)*

Прокариоты



Археи (Archaea)

**Бактерии (Bacteria)**

Акариоты



**Вирусы (Vira)**

# Классификация микроорганизмов

- 1923 г. – американское общество бактериологов издало первый международный «Определитель бактерий» под редакцией Д. Берджи.
- Комитет Bergey's Manual Trust:
  - «Bergey's Manual of Determinative Bacteriology» – идентификация;
  - «Bergey's Manual of Systematic Bacteriology» – систематика.



## Определитель бактерий Берджи (1994):

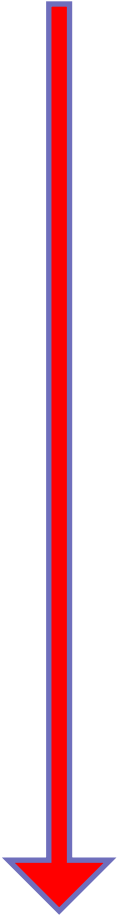
1. **Gracilicutes** – токостенные, грамотрицательные (1 – 16 группы);
2. **Firmicutes** – толстостенные, грамположительные (17 – 29);
3. **Tenericutes** – лишены клеточной стенки (30-ая группа);
4. **Mendosicutes** – археобактерии (стенки лишены пептидогликана, имеются особенности строения рибосом, мембраны и РНК – 31 – 35 группы).

# Систематика микроорганизмов

- Bergey's Manual of Systematic Bacteriology (2001) отражает филогенетическое родство.
- Микроорганизмы систематизированы по:
  - **фенотипическим** признакам;
  - **генотипическим** признакам;
  - **филогенетическим** признакам (секвенирование 16S и 23S рРНК, анализ рРНК-нуклеотидных последовательностей).

# Таксоны классификации Vergey

- **Царство** – regnum (лат.);
- **домен** – domeni (лат.);
- **филум** – phylum (лат.);
- **класс** – class (лат.);
- **порядок** – ordo (лат.);
- **семейство** – familia (лат.);
- **род** – genus (лат.);
- **вид** – species (лат.).



- **Вид** – это эволюционно сложившаяся совокупность особей, имеющих единый тип организации, который в стандартных условиях проявляется сходными фенотипическими признаками: морфологическими, физиологическими, биохимическими и др.
- Бинарная номенклатура :  
*Escherichia coli* (*E. coli*)  
*Staphylococcus aureus* (*S.aureus*).

# Таксономическая схема бактерий, имеющих медицинское значение (Domain Bacteria)

Phylum	Class	Order	Family	Genus	
<b>Proteobacteria</b>	"Alphaproteobacteria"	Rickettsiales	Rickettsiaceae	Rickettsia	
			Ehrlichiaceae	Ehrlichia Anaplasma	
		"Rhizobiales"	Brucellaceae	Brucella	
	"Betaproteobacteria"	"Burkholderiales"	Alcaligenaceae	Bordetella	
		"Neisseriales"	Neisseriaceae	Neisseria	
	<b>"Gammaproteobacteria"</b>	"Thiotrichales"	"Francisellaceae"	Francisella	
		"Legionellales"	Legionellaceae	Legionella	
			"Coxiellaceae"	Coxiella	
		Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	Pseudomonas	
		"Vibrionales"	Vibrionaceae	Vibrio	
		<b>"Enterobacteriales"</b>	<b>Enterobacteriaceae</b>	<b>Escherichia</b>	Klebsiella
					Proteus
	Salmonella				
	Shigella				
	Yersinia				
"Epsilonproteobacteria"	"Campylobacterales"	Campylobacteraceae	Campylobacter		
		"Helicobacteraceae"	Helicobacter		



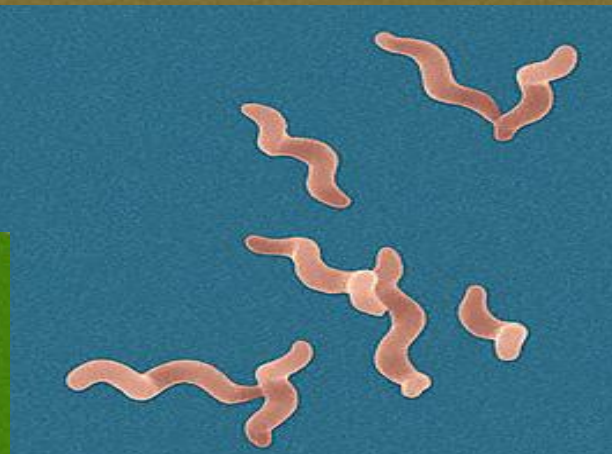
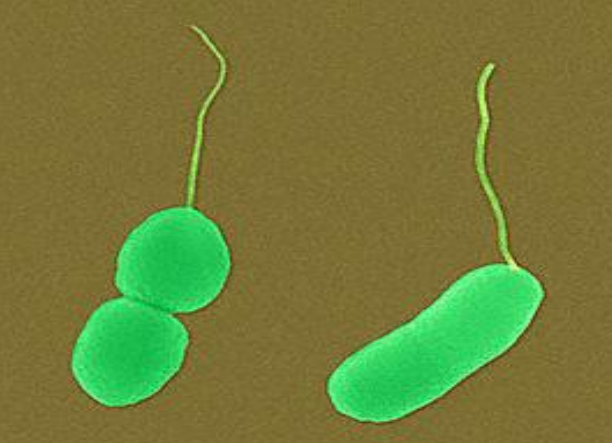
<b>Firmicutes</b>	"Clostridia"	Clostridiales	Clostridiaceae	Clostridium	
				Sarcina	
	Mollicutes	Mycoplasmatales	Mycoplasmataceae	Mycoplasma	
				Ureaplasma	
	<b>"Bacilli"</b>	<b>Bacillales</b>		Bacillaceae	Bacillus
				<b>"Staphylococcaceae"</b>	<b>Staphylococcus</b>
"Lactobacillales"			"Enterococcaceae"	Enterococcus	
		Streptococcaceae	Streptococcus		
Actinobacteria	<b>Class</b> Actinobacteria <b>Subclass</b> Actinobacteridae	<b>Order</b> Actinomycetales	Actinomycetaceae	Actinomyces	
		<b>Suborder</b> Actinomycineae			
		<b>Suborder</b> Micrococcineae	Micrococcacea	Micrococcus	
		<b>Suborder</b> Corynebacterineae	Corynebacteriaceae	Corynebacterium	
			Mycobacteriaceae	Mycobacterium	
			Nocardiaceae	Nocardia	
		<b>Suborder</b> Streptomycineae	Streptomycetaceae	Streptomyces	
<b>Order</b> Bifidobacteriales	Bifidobacteriaceae	Bifidobacterium			
Chlamydiae	"Chlamydiae"	Chlamydiales	Chlamydiaceae	Clamydia	
				Chlamydophila	
Spirochaetes	"Spirochaetes"	Spirochaetales	Spirochaetaceae	Borrelia	
				Treponema	
			Leptospiraceae	Leptospira	



<http://www.ssmu.ru/ofice/f4/micro/>

# Внутривидовые варианты

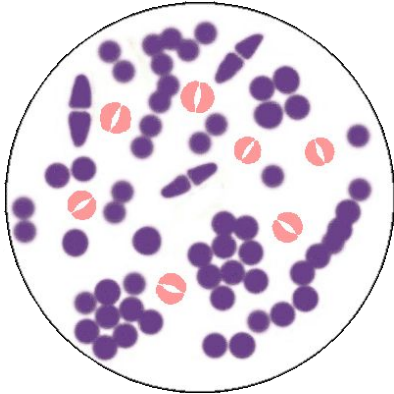
- **штамм** – популяция бактерий, выделенных из одного источника;
- **клон** – популяция бактерий, полученная из одной бактериальной клетки;
- **морфовары** (типы) – варианты, отличающиеся от основного вида по морфологическим свойствам;
- **хемовары** – по биохимическим свойствам;
- **серовары** – по антигенной структуре;
- **резистовары** – по чувствительности к АБ;
- **фаговары** – по чувствительности к бактериофагам;
- **геновары** – по строению части генома;
- **биовары** – по нескольким биологическим свойствам.



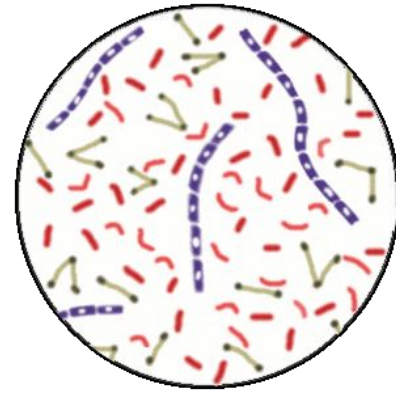
МОРФОЛОГИЯ БАКТЕРИЙ



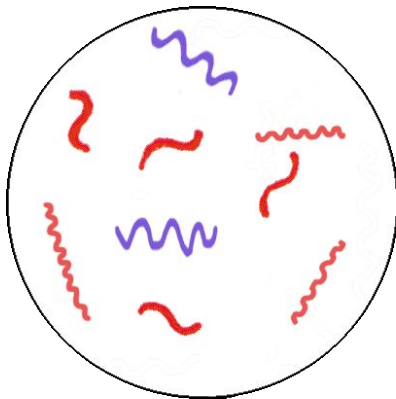
# Морфология микроорганизмов



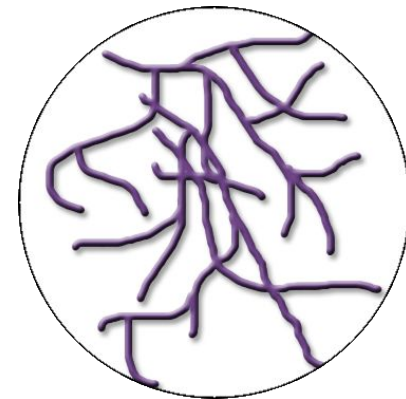
**КОККИ**



**палочки**



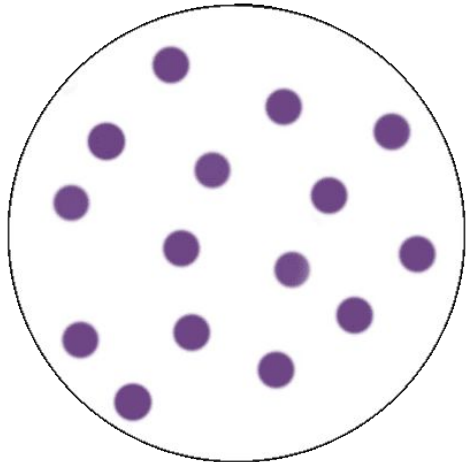
**извитые формы**



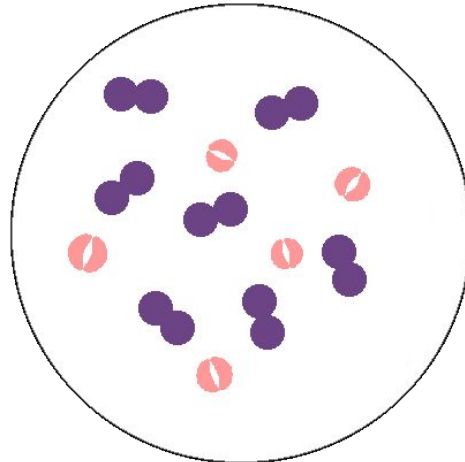
**нитевидные формы**



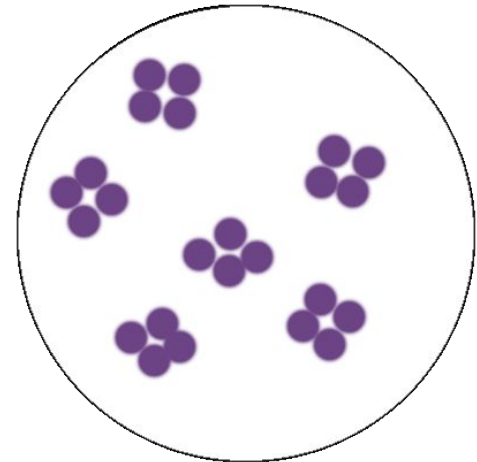
# Кокковидные микроорганизмы



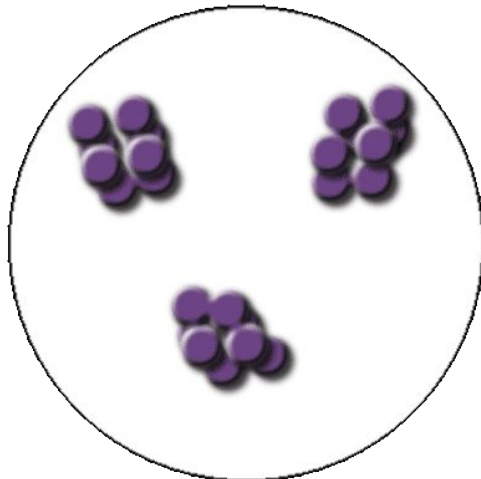
**микрোকки**



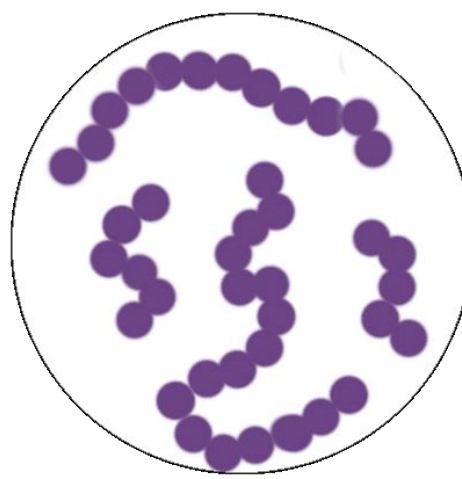
**диплококки**



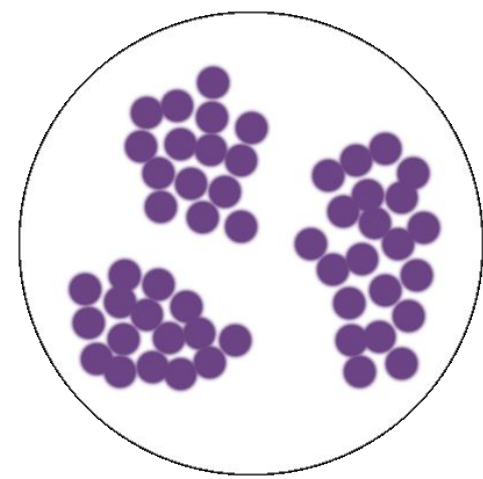
**тетракокки**



**сарцины**

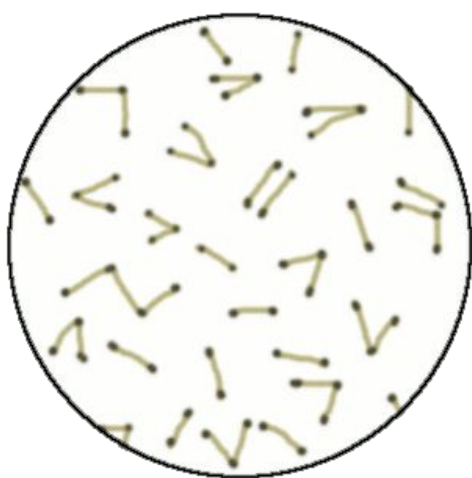


**стрептококки**

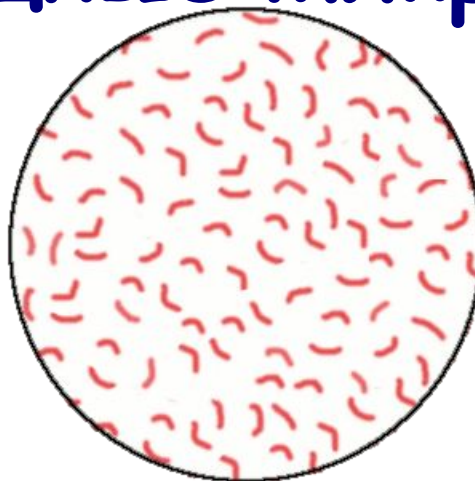


**стафилококки**

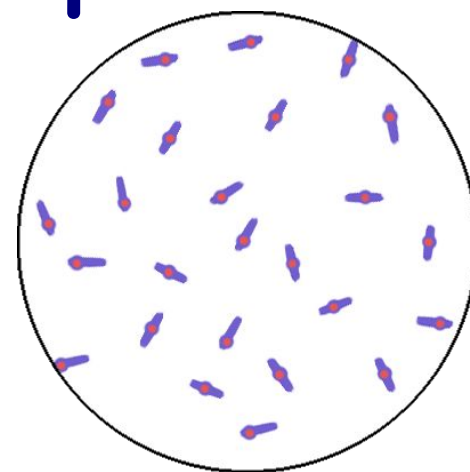
# Палочковидные микроорганизмы



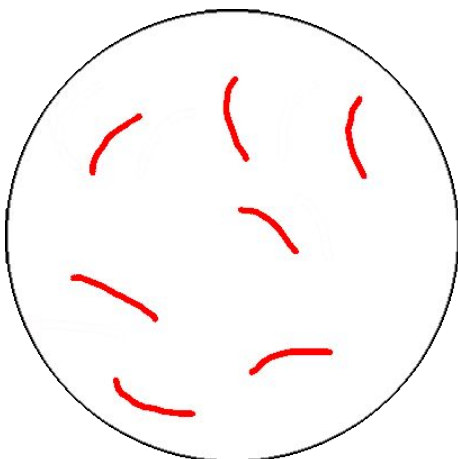
коринебактерии



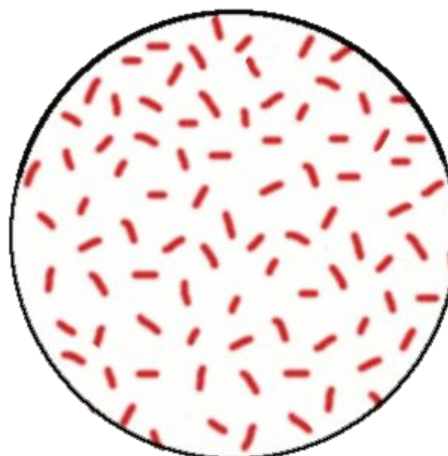
вибрионы



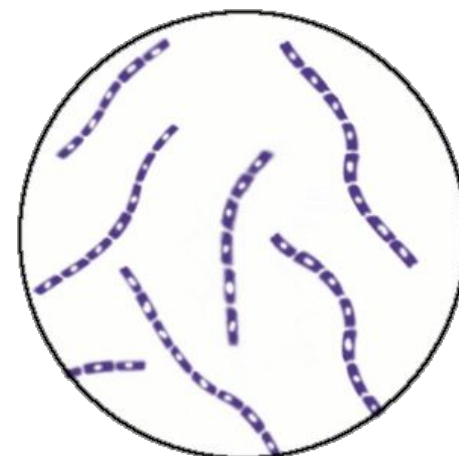
кlostридии



микобактерии

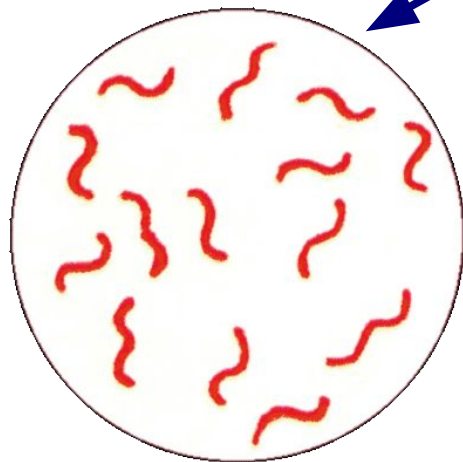


эшерихии

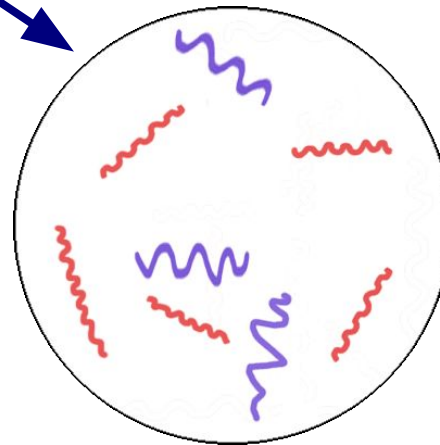


стрептобациллы

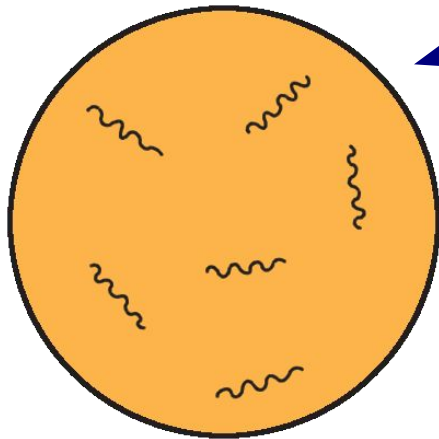
# Извитые микроорганизмы



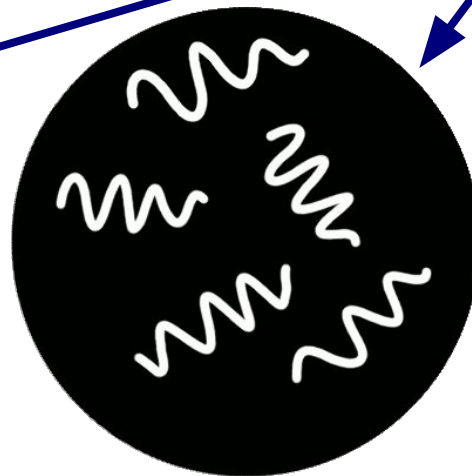
спириллы



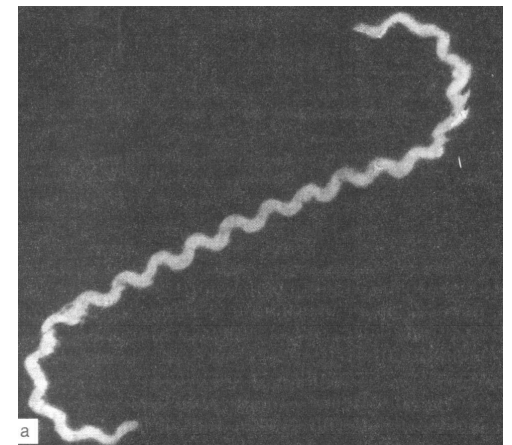
спирохеты



трепонемы

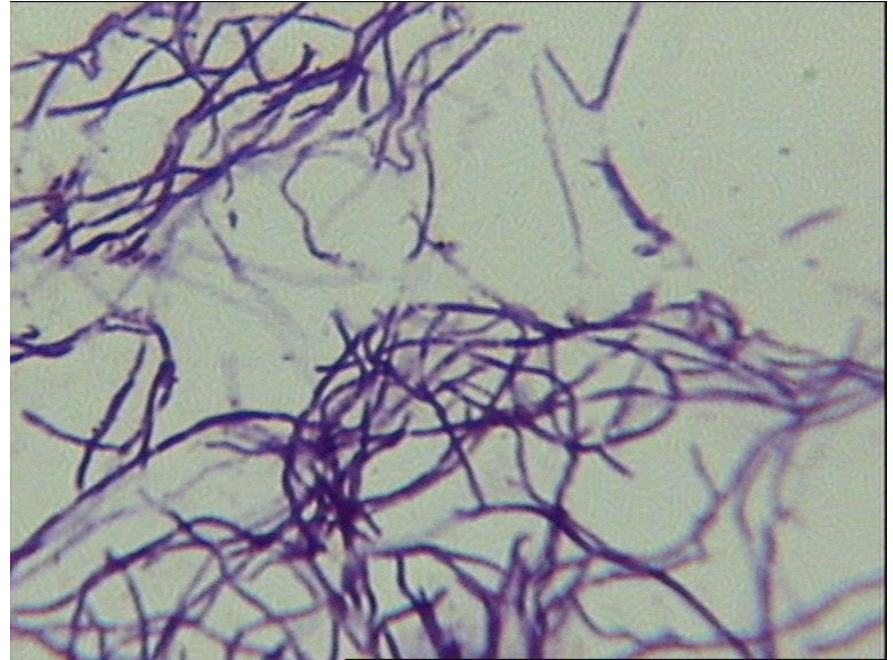
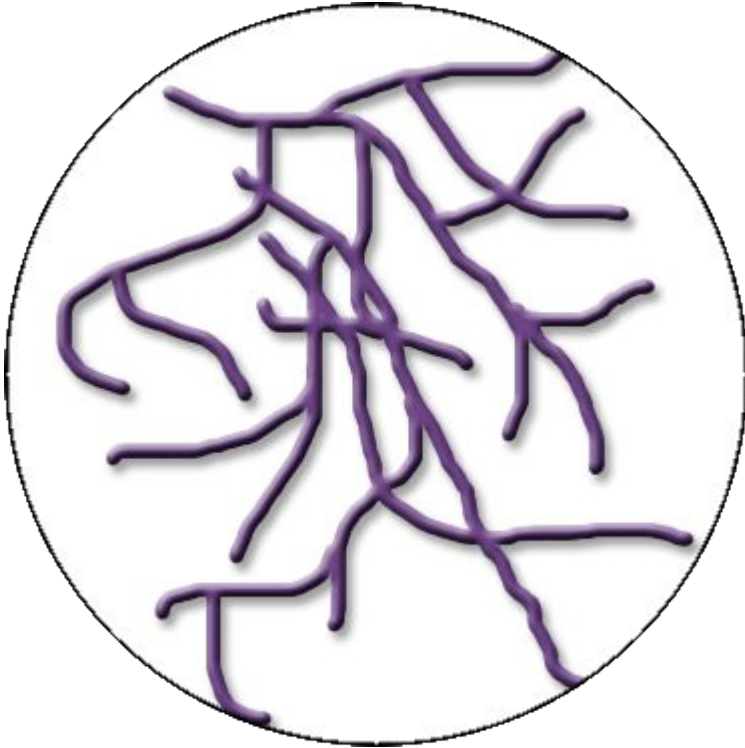


боррелии



лептоспиры

# Нитевидные микроорганизмы

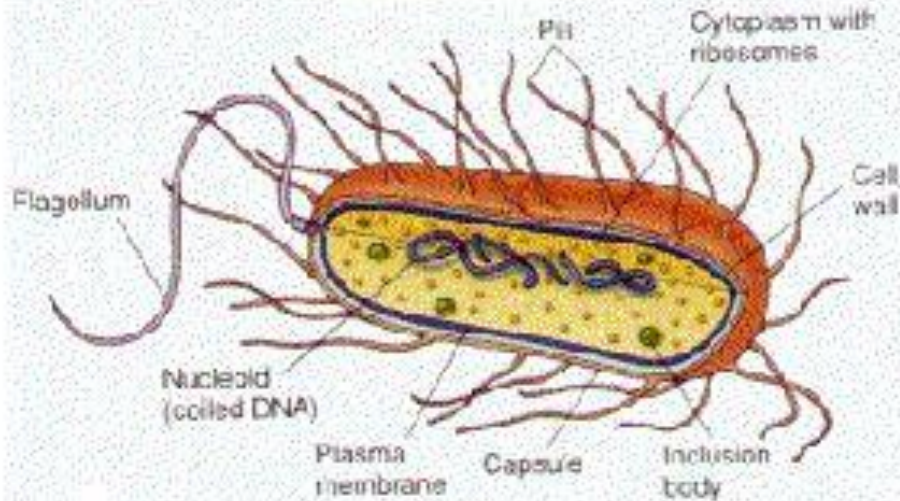


**актиномицеты**

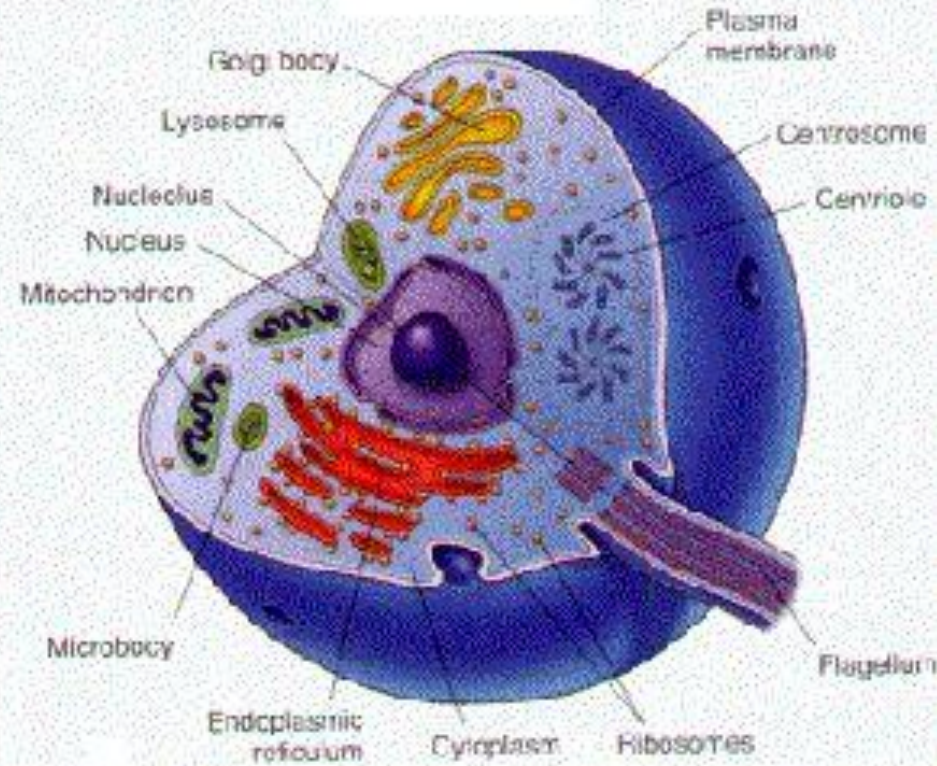


# Отличия прокариот и эукариот

**Bacteria Cell (Prokaryote)**



**Animal Cell (Eukaryote)**

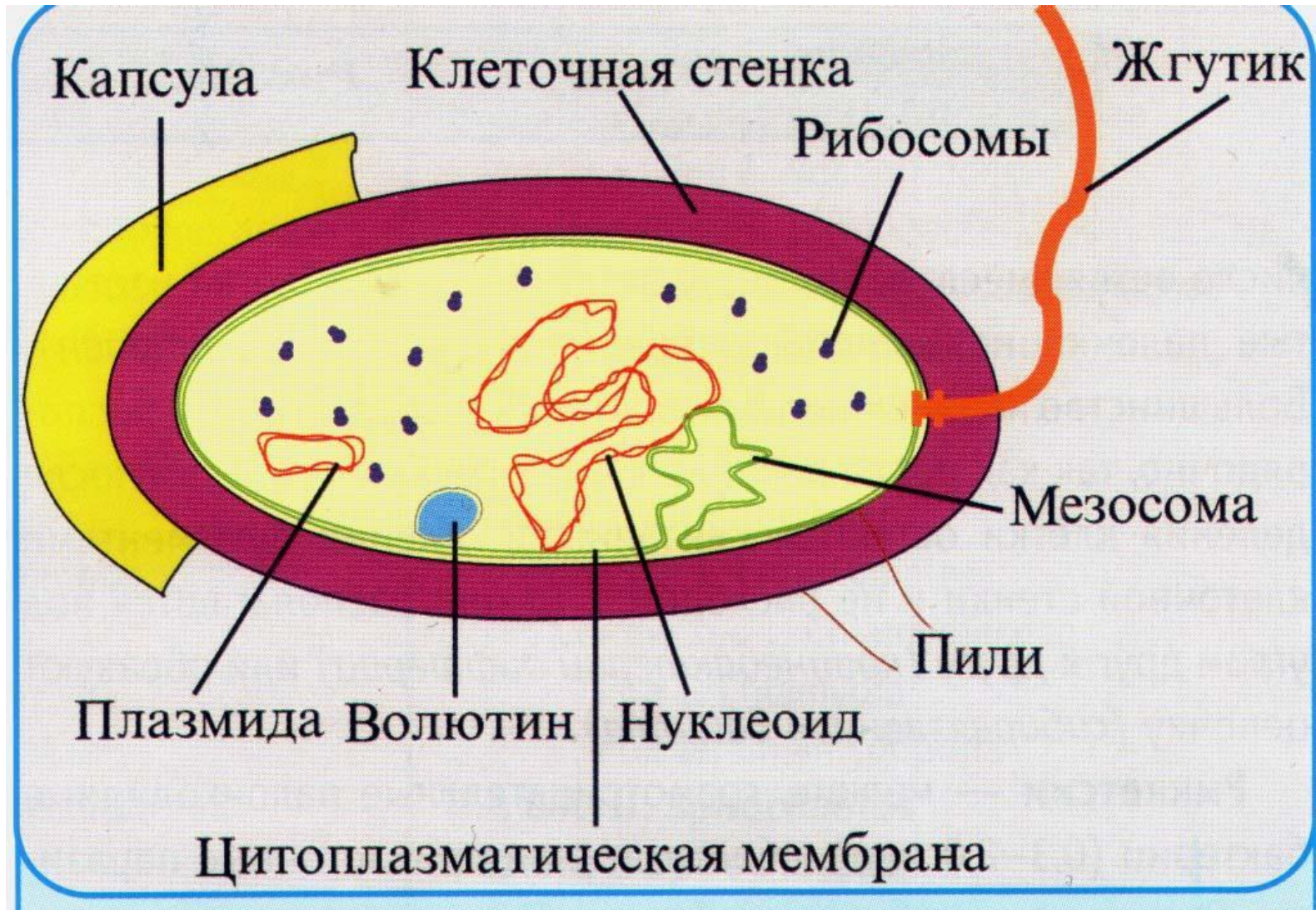


# Отличия прокариот и эукариот

Признак	Прокариоты	Эукариоты
<b>Оформленное ядро</b>	—	+
Размеры клеток	0,2-2,0 мкм	>2,0 мкм
Наличие митохондрий, хлоропластов, аппарата Гольджи, лизосом, ЭПР	—	+
Локализация рибосом	Рассеяны в цитоплазме	Прикреплены к ЭПР
КС рибосом	70S	80S
Структура жгутика	фибрилла	9+2
Митоз	—	+
Число хромосом	1	Обычно>1
Хромосома	Кольцевая	Линейная



# Анатомия бактериальной клетки



# Анатомия бактериальной клетки

## Постоянные компоненты

- клеточная стенка,
- ЦПМ,
- цитоплазма,
- рибосомы,
- мезосомы,
- генофор

## Непостоянные компоненты

- капсула,
- жгутики,
- пили,
- споры,
- включения,
- плазмиды

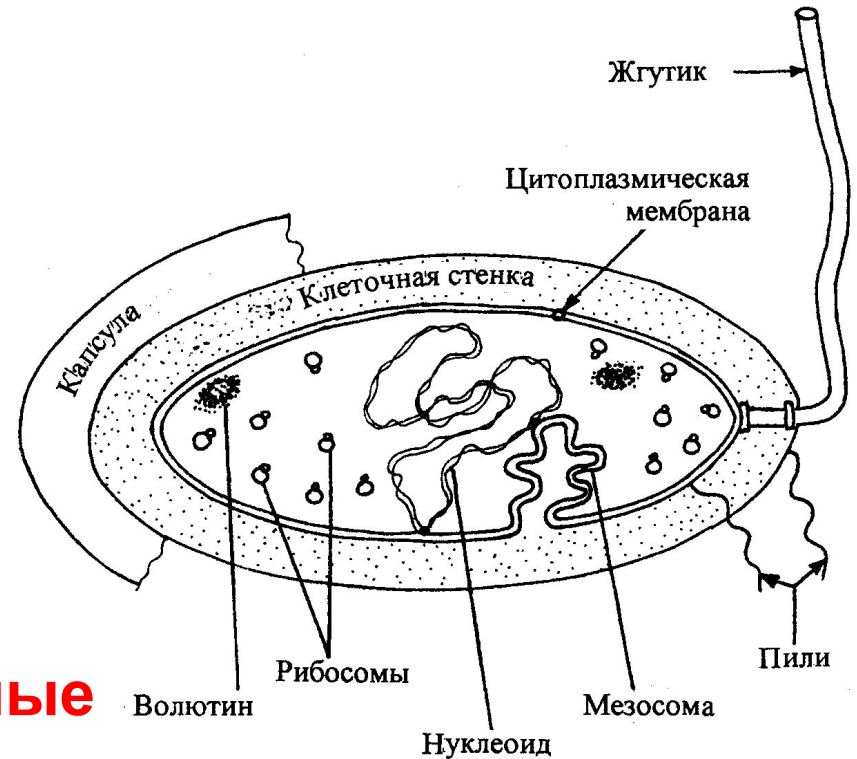


# Клеточная стенка

- XIX в. – Христиан Грам предложил дифференциальную окраску → бактерии

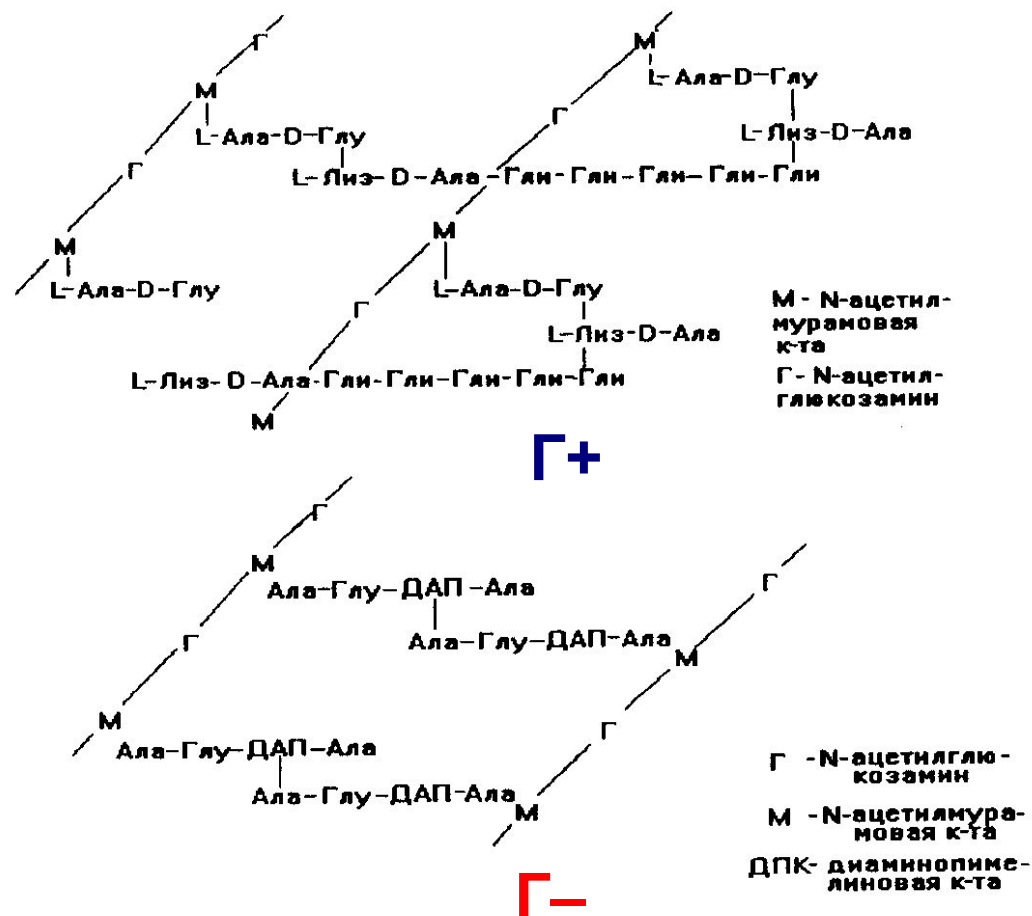
**грамположительные**

**грамотрицательные**



# Пептидогликан

- Муреин (мукопептид, гликопептид);
- Гликан: остатки N-ацетилглюкозамина и N-ацетилмурамовой кислоты, соединенные гликозидной связью.
- Транспептидазы (ПСБ)
- **Г+** 40 слоев, 50 нм и более, до 90% сухой массы КС;
- **Г-** 1-2 слоя, 15-20 нм, около 10% КС.



# Г+ бактерии

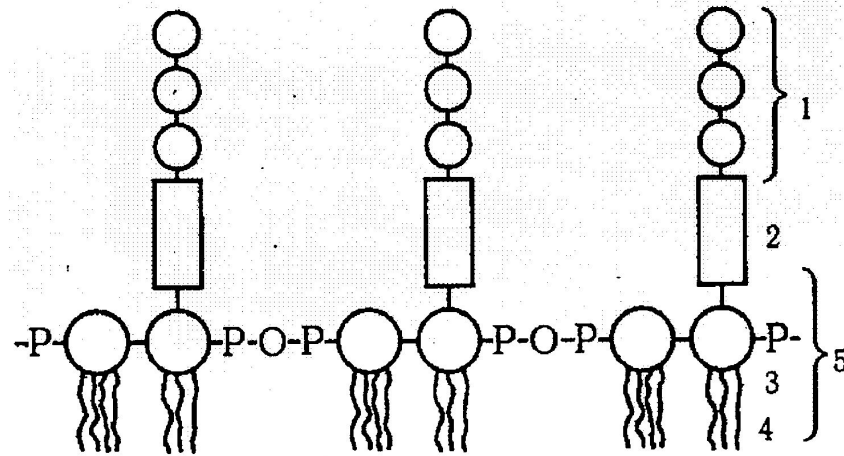
- **тейхоевые** или **липотейхоевые кислоты** (от греч. *teichos* – стенка) – цепи из 8-50 остатков глицерола и рибитола, соединенных фосфатными мостиками (рибитолтейхоевые и глицеринтейхоевые) → адгезины, антигены, репеленты фагоцитоза, токсины;
- **белки** (А, М, Т, R и др.) – антифагины, репеленты фагоцитоза, протеин А у стафилококка – аналог рецептора для антител.

# Г- бактерии

- наружная мембрана;
- липополисахарид (ЛПС):
  - липид А – эндотоксин;

- ядро (базис) – полисахарид, включающий глюкозу, галактозу, N-ацетилглюкозамин и кетодезоксиоктонат (КДО);

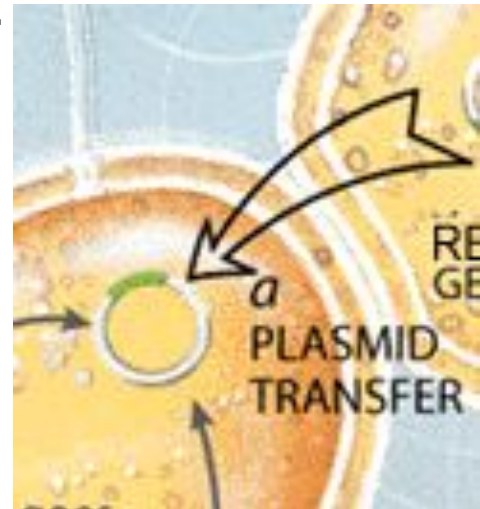
- O-специфическая цепь олигосахаридных последовательностей (галактоза, манноза, рамноза, N-ацетилглюкозамин, абеквоза, колитоза, тивелоза и др.). O-антиген.



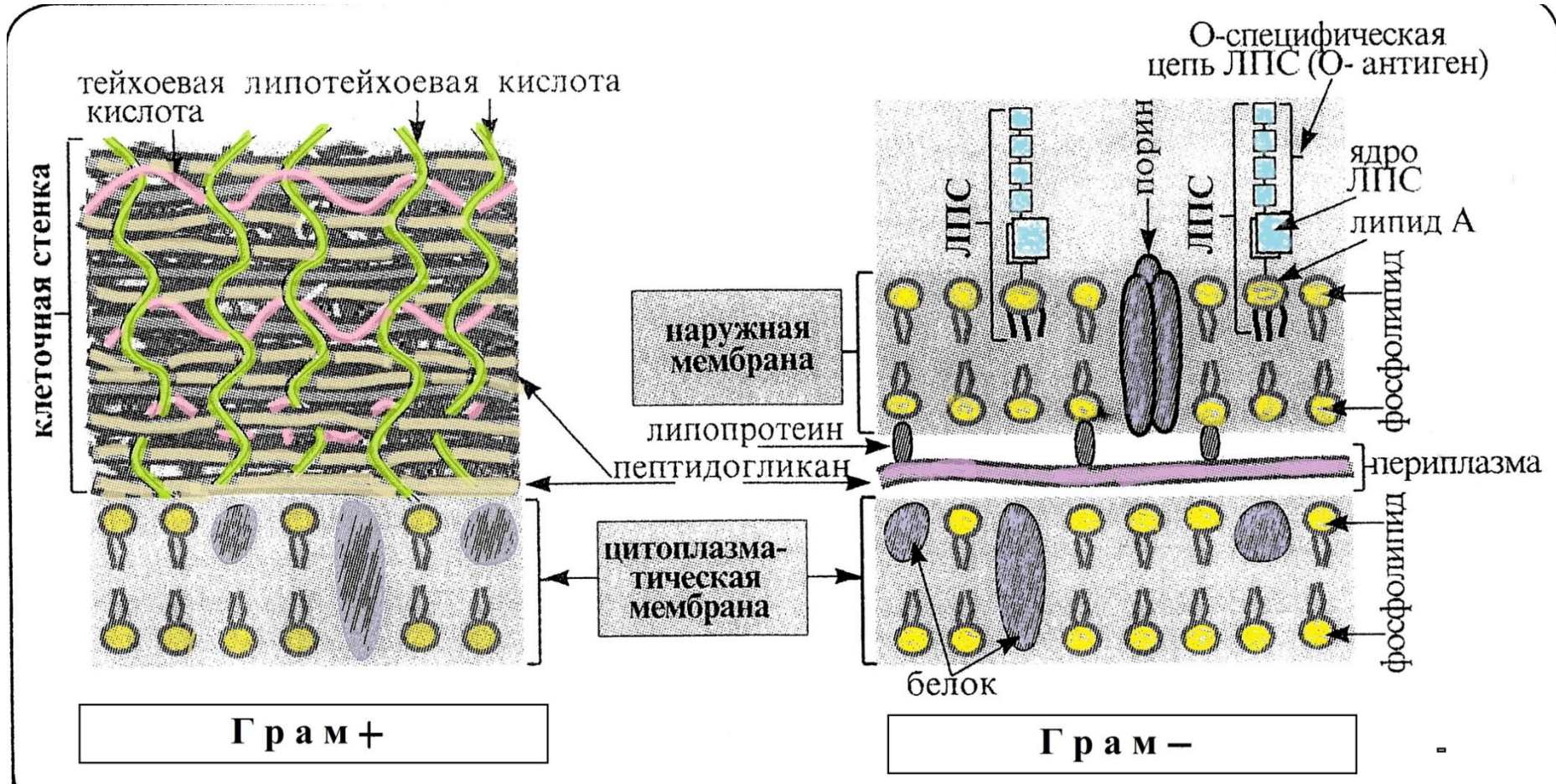


# Порины

- Белки массой до 700, окаймляют гидрофильные поры, обеспечивают диффузию химических веществ в микробную клетку.
- Функции: метаболизм, конъюгация.
- Порины I (полностью пронизывают КС), II (прерываются в периплазматическом пространстве) и III порядка (имеют вставочный белок).
- $\Gamma^+$  – порины I и III порядка;
- $\Gamma^-$  – порины I и II порядка.



# Клеточная стенка

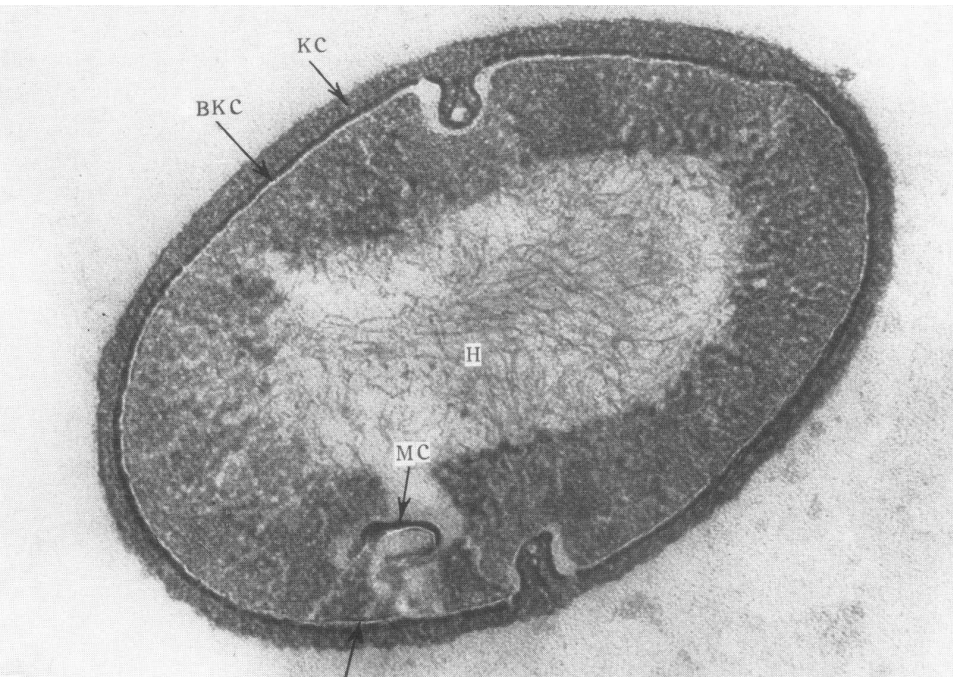




# Клеточная стенка

Г-

Г+



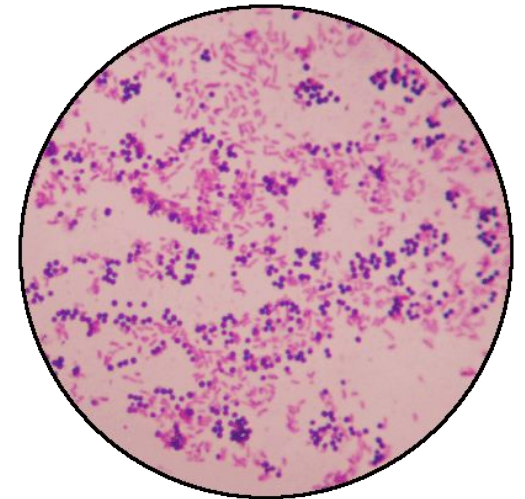
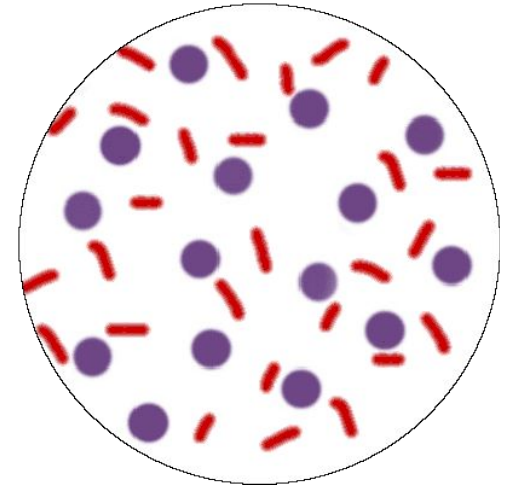
# Функции клеточной стенки

- придает форму;
- защитная;
- содержит рецепторы для фагов, колицинов, химических соединений;
- антигенная;
- транспорт веществ;
- постоянство внутренней среды;
- определяет способность бактерий воспринимать красители (**тинкториальные свойства**).

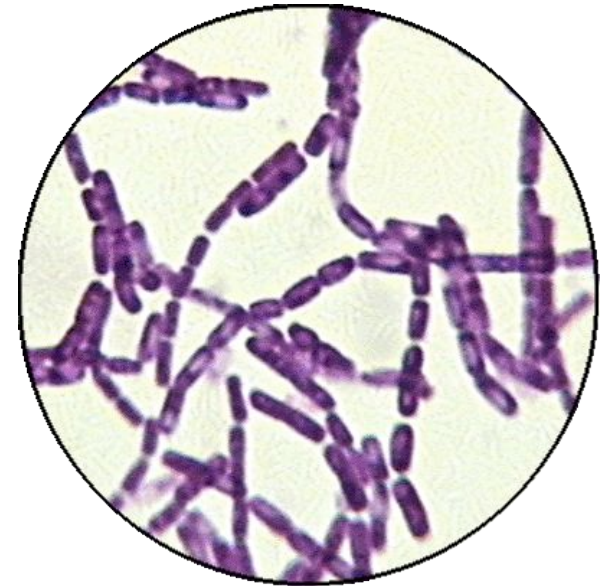


# Принцип окраски по Граму

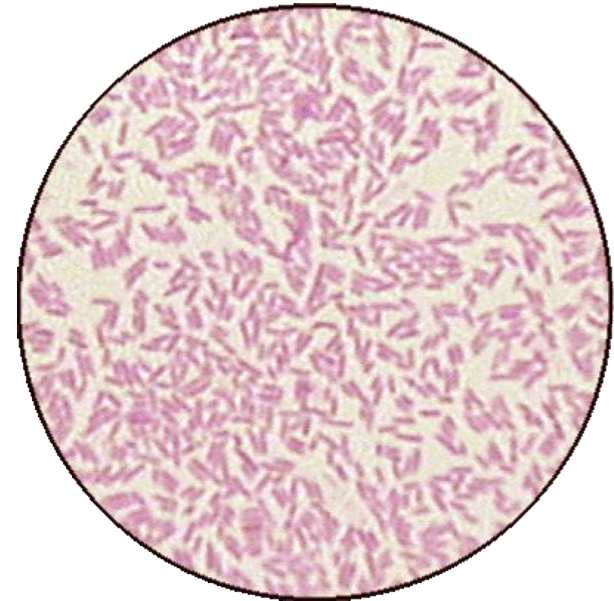
- **Грамположительные** бактерии удерживают генциановый фиолетовый в комплексе с йодом – **фиолетовая окраска** бактерий;
- **Грамотрицательные** бактерии после воздействия спирта утрачивают краситель, обесцвечиваются и при обработке фуксином окрашиваются в **красный цвет**.



- **Фирмикутные** (толстостенные, грамположительные): большинство кокков (пневмококки, стрептококки, стафилококки, сарцины), палочки (бациллы, клостридии, коринебактерии, микобактерии, бифидобактерии), ветвящиеся бактерии – актиномицеты.



- **Грациликутные** (тонкостенные, грамотрицательные): извитые формы, спирохеты и спириллы, разнообразные палочки, вибрионы, хеликобактерии, кокки (нейссерии), риккетсии и хламидии.



# Кислотоустойчивые бактерии

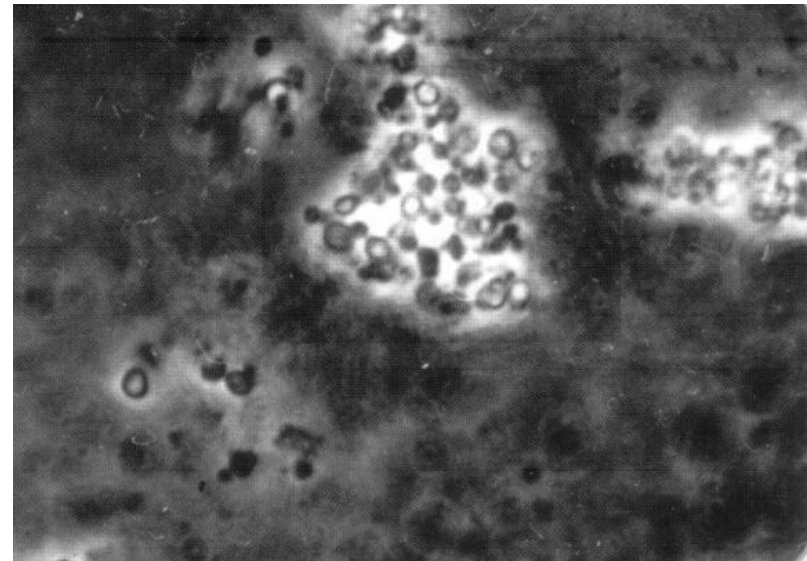
- Г+ с высоким содержанием жирных кислот (туберкулостеариновая, миколовая и др.), восков, фосфолипидов → прочность, устойчивость к кислотам и щелочам  
*Mycobacterium tuberculosis*.

- **Метод Циля-Нильсена:**  
кислотоустойчивые бактерии не обесцвечиваются кислотой и остаются **рубиново красными**, а кислотонеустойчивые – обесцвечиваются и докрашиваются метиленовым синим в **синий цвет**.



# Бактерии, лишенные КС

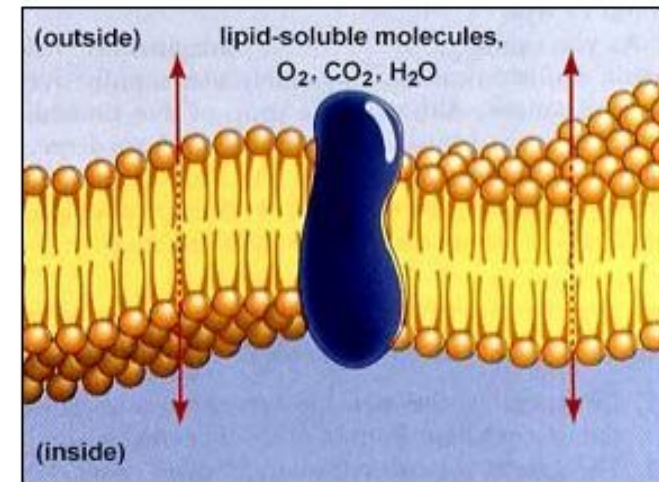
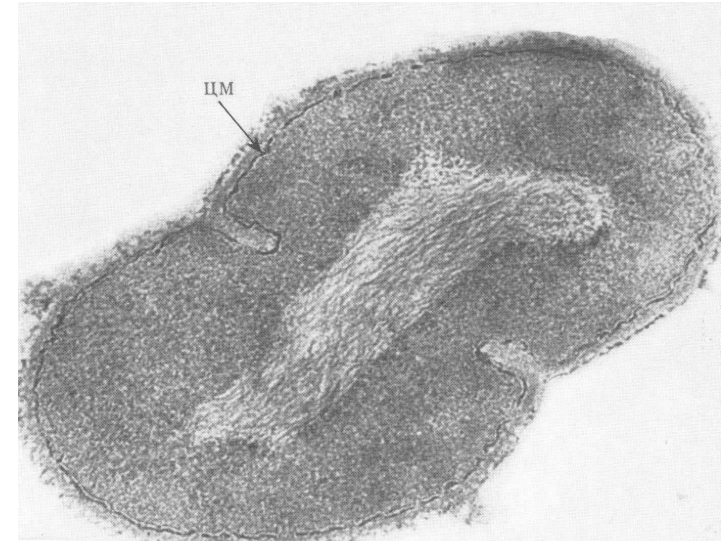
- **Фильтрующиеся, инволютивные формы бактерий, протопласты, сферопласты, L-формы.**





# ЦПМ

- **ЦПМ** – липопротеин: 15-30% липиды, 50-70% протеины (структурные и функциональные), 2-5% углеводы и РНК.
- **ЭМ**: трехслойная мембрана.
- ЦПМ – мобильная текучая структура.
- **Функции ЦПМ**: регуляция поступления в клетку метаболитов и ионов, регуляция осмотического давления, транспорт веществ и энергетический метаболизм клетки, репликация ДНК, спорообразование.

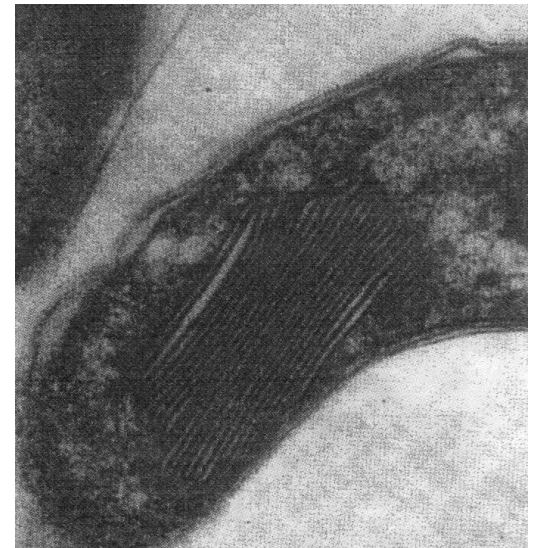
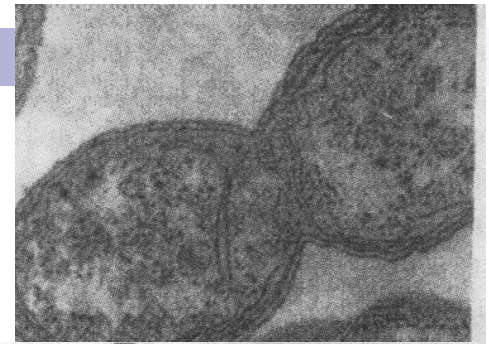


# Мезосомы

## Функции мезосом:

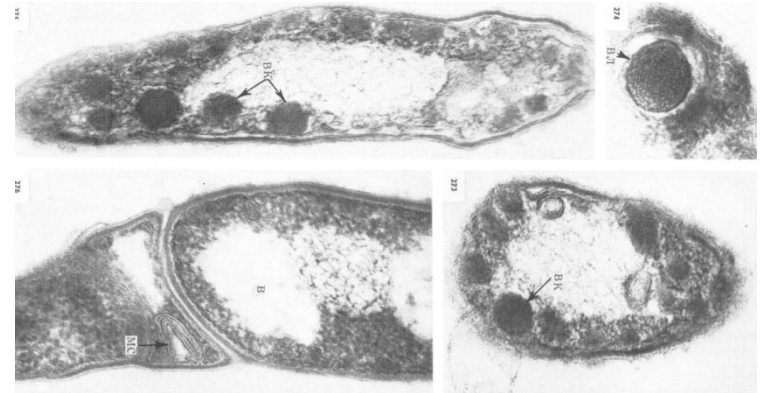
- генерация энергии;
- кариогенез;
- рост; деление; синтез углеводов, липидов.

## Тилакоиды.

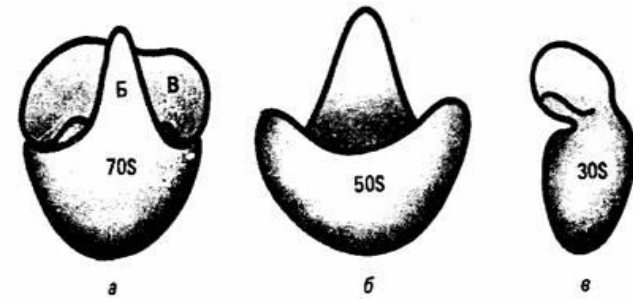


# Цитоплазма

- Коллоидная система: вода (около 75%), минеральные вещества, ферменты, растворимые белки, РНК, включения и **рибосомы**.
- **Включения:** гранулы гликогена, полисахариды, полифосфатов (**волютина**).
- Волютин обладает метахромазией (**метод Нейссера**).



# Рибосомы

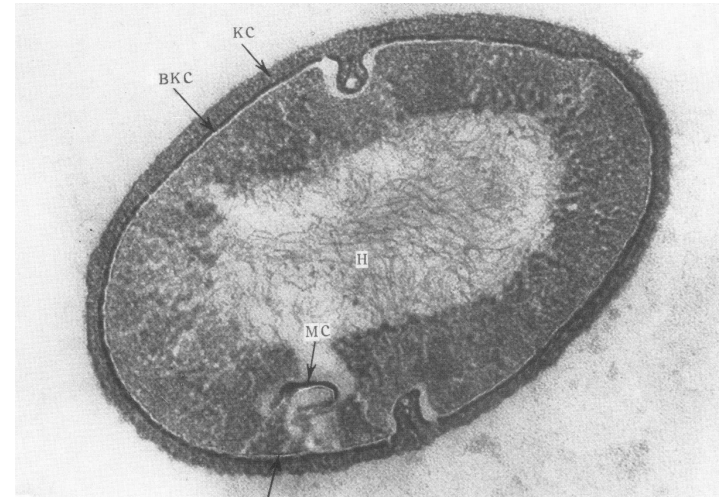


- **Рибосомы:** размер около 20 нм, две субъединицы (50 S и 30 S). Перед началом синтеза белка – объединение в 70S. Не объединены в эндоплазматическую сеть.
- **Рибосомные РНК** (рРНК) – консервативные элементы бактерий («молекулярные часы» эволюции). 16S рРНК – малая субъединица, а 23S – большая. **16S рРНК** – геносистематика (степень родства организмов).
- В зависимости от интенсивности роста – от 5000 до 50000 рибосом.



# Генетическая система бактерий

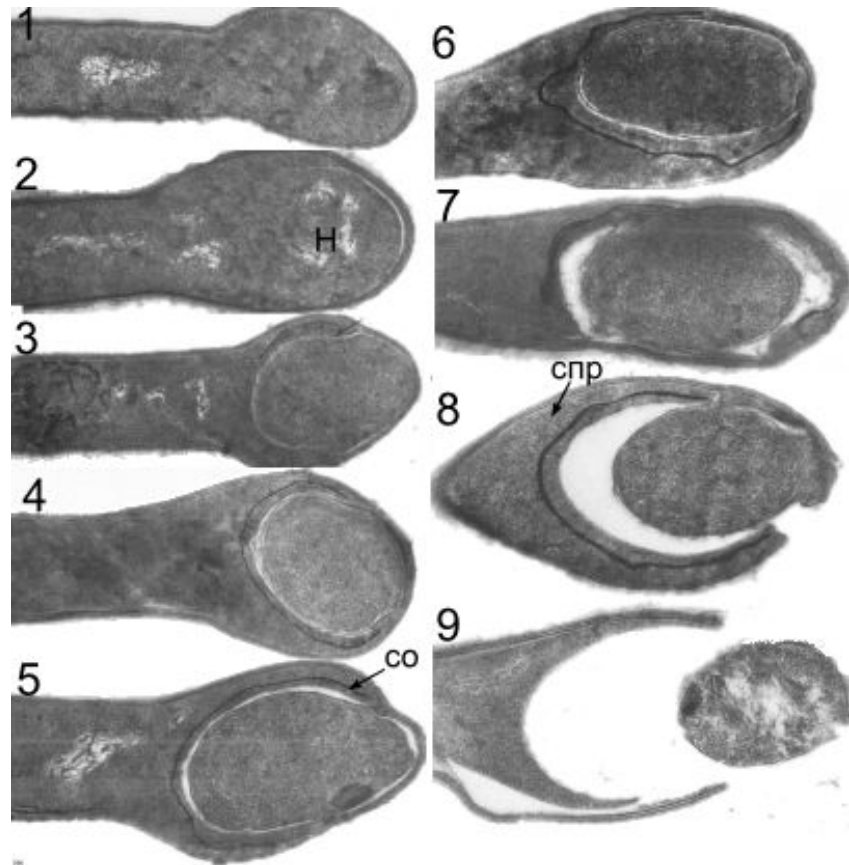
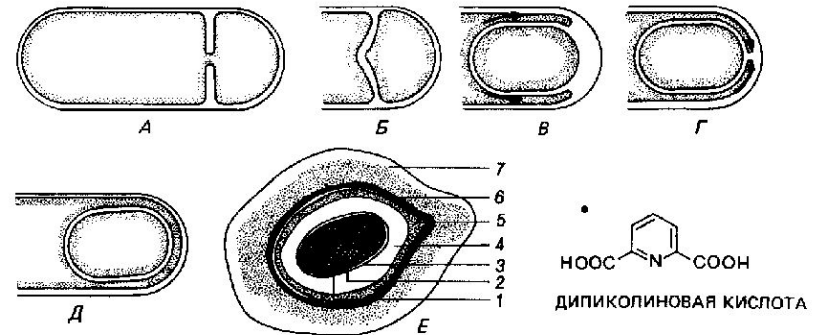
- **Нуклеоид** (генофор) – бактериальная хромосома (двунитевая суперспирализованная ДНК кольцевой формы), содержит до 4000 отдельных генов.
- Выявление: по Фельгену, по Романовскому-Гимзе, ЭМ.
- **Плазмиды** – ковалентно замкнутые кольцевые двунитевые ДНК размером от  $10^6$  до  $10^8$  Д, от 40 до 50 генов. Количество – от 1 до 200.
- Эписомы и интегрированные плазмиды.



**Функции:** регуляторные, кодирующие (экзотоксины, ферменты, бактериоцины, устойчивость к лекарственным препаратам и т.д.).

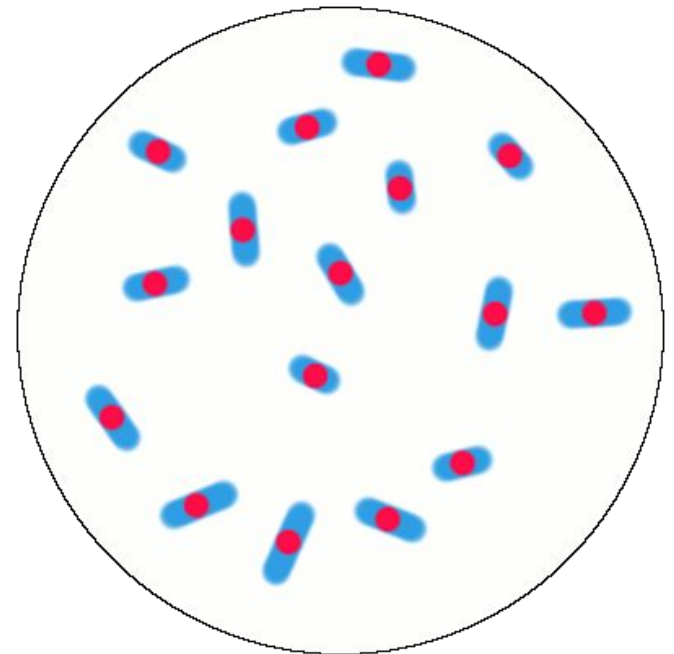
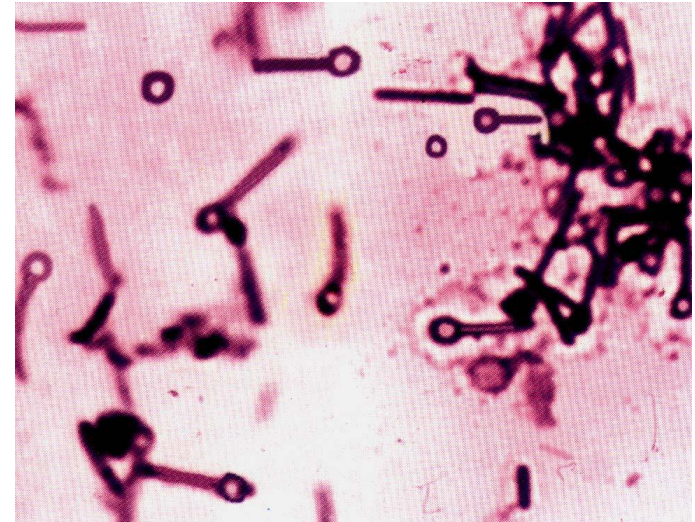
# Споры

- Споры образуются при неблагоприятных условиях у Г+ бактерий.
- Одна бактерия – одна спора.
- Бациллы, клостридии.
- Спорообразование (споруляция) – 18-20 ч.
- Прорастание (4-5 ч): активация, инициация, прорастание.



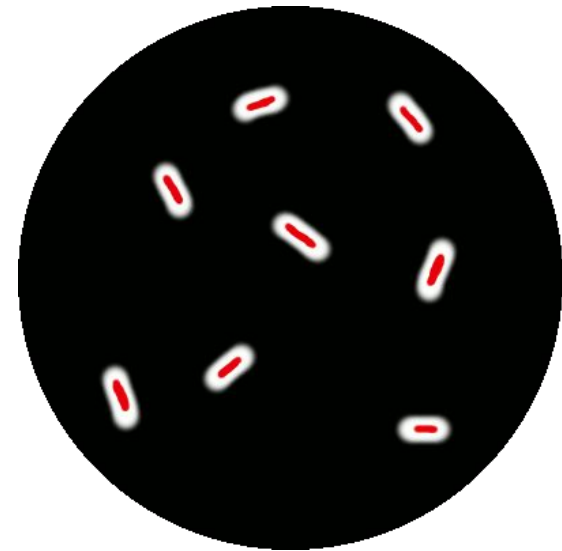
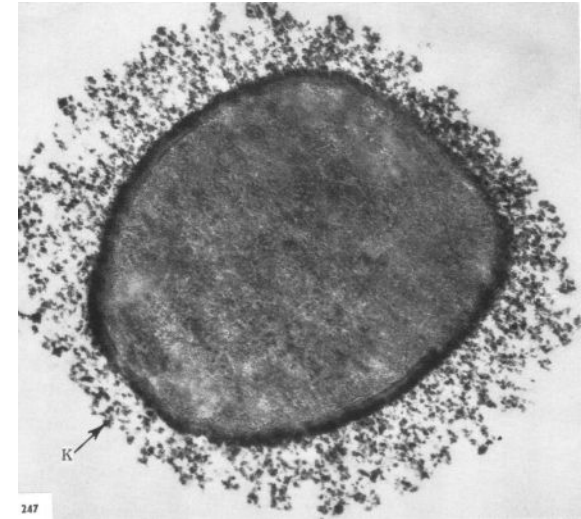
# Споры

- Форма, размер и расположение спор – видовое свойство бактерии.
- Выявление: при обычном окрашивании и по **методу Ожешко** (спора прокрашивается в рубиново-красный цвет карболовым фуксином, а вегетативная клетка после обесцвечивания кислотой докрашивается метиленовым синим).



# Капсула

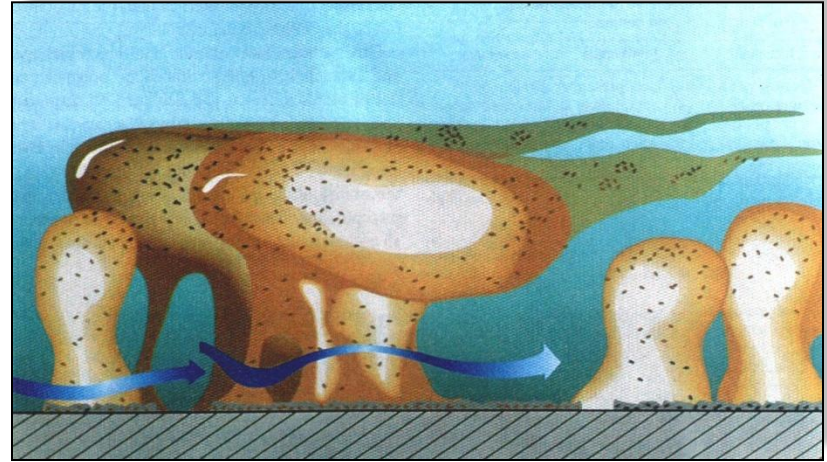
- **Капсула** – слизистая структура толщиной более 0,2 мкм;
- **Состав:** полисахариды и полипептиды (мономеры D-глутаминовой кислоты).
- Капсула гидрофильна, препятствует фагоцитозу бактерий.
- **Функции** капсулы: защитные, адгезивные, патогенные и антигенные.
- **Выявление:** негативное контрастирование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





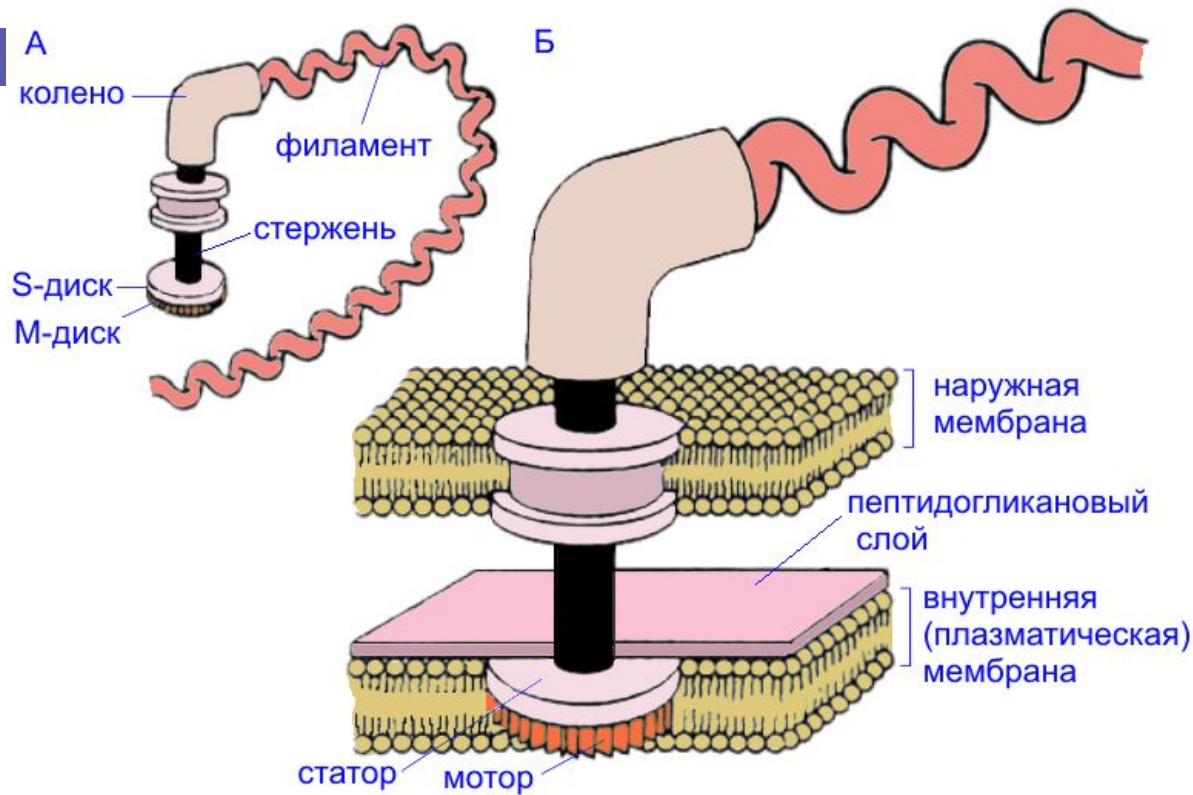
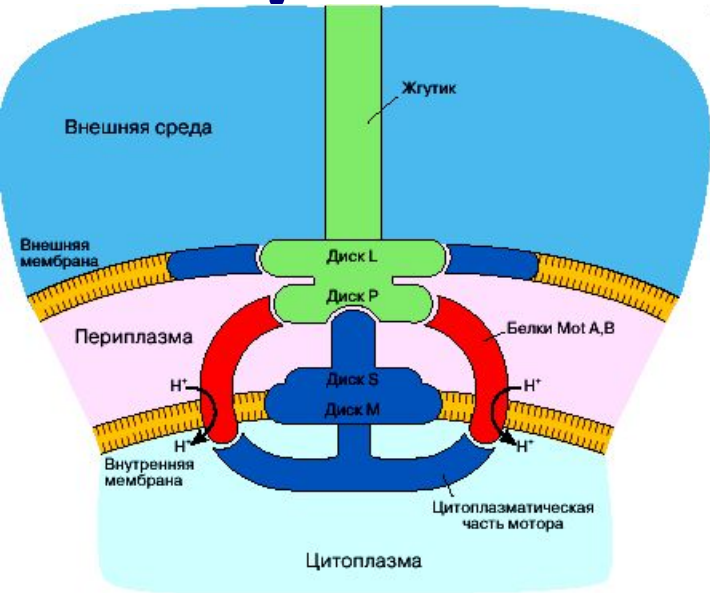
# Капсула

- **Микрокапсула** – слизистое образование толщиной менее 0,2 мкм, выявляемое при ЭМ.
- **Слизистый чехол (гликокаликс)** – мукоидные полисахариды, не имеющие четких внешних границ и не имеет связи с клеточной стенкой.

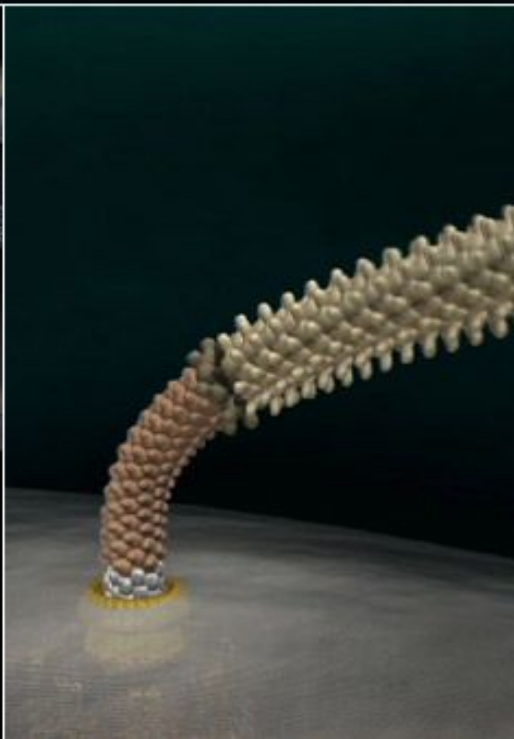


- **S-слой** – равномерно упакованные белковые структуры на поверхности клеточной стенки.

# Жгутики



- Жгутики – толщина 12-20 нм, длина 3-12 мкм.
- **Флагеллин** (от. лат. *flagellum* – жгутик), антигенная специфичность.
- Хемомеханический преобразователь (флагеллиновый мотор).

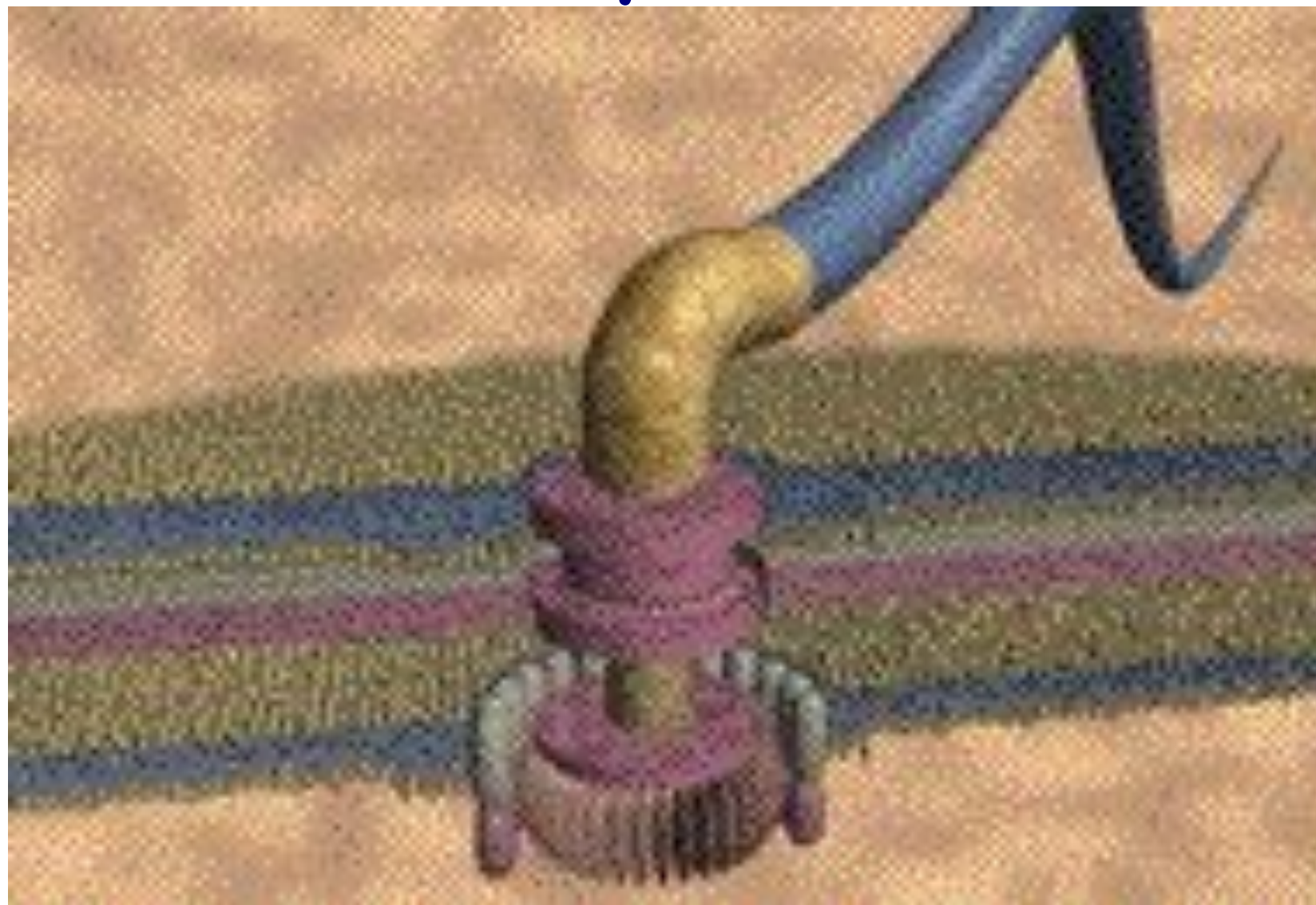


# Движение жгутика





# Жгутики





# Жгутики

Моноплярное  
монотрихальное



*Vibrio*

Моноплярное  
политрихальное  
(лофотрихальное)



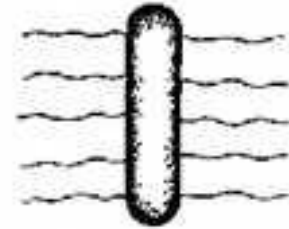
*Pseudomonas*

Биплярное  
политрихальное  
(амфитрихальное)

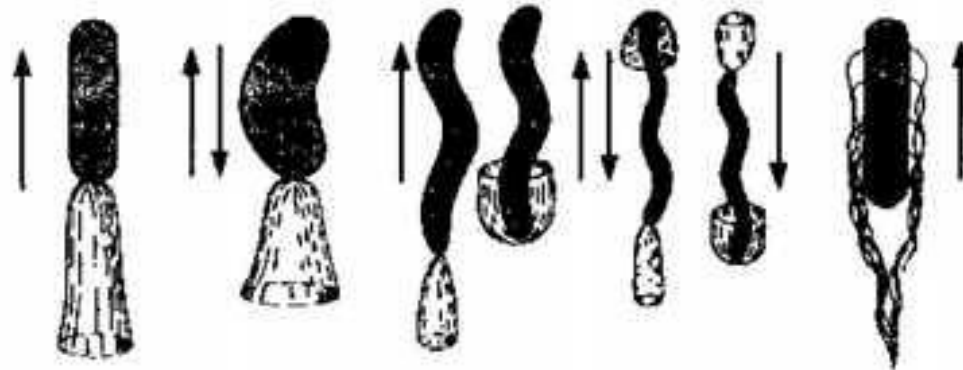


*Spirillum*

Перитрихальное

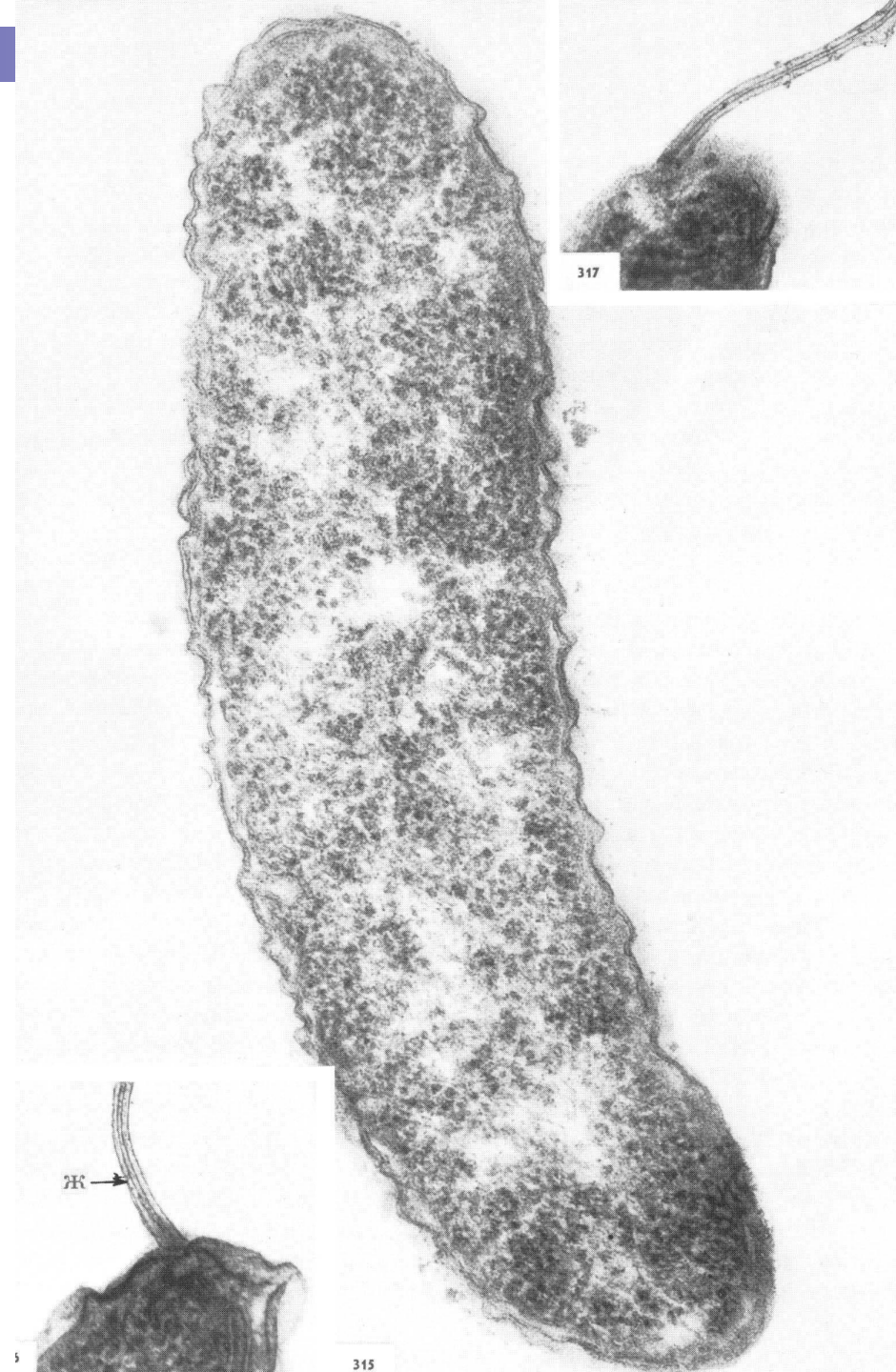


*Proteus*



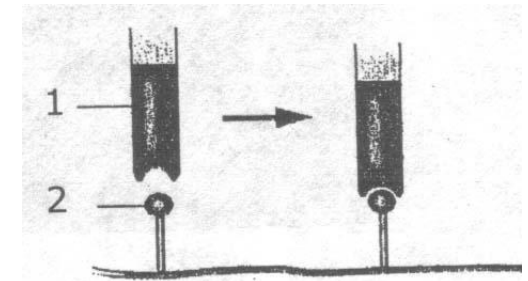
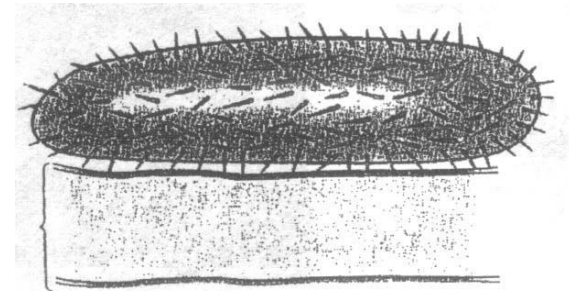
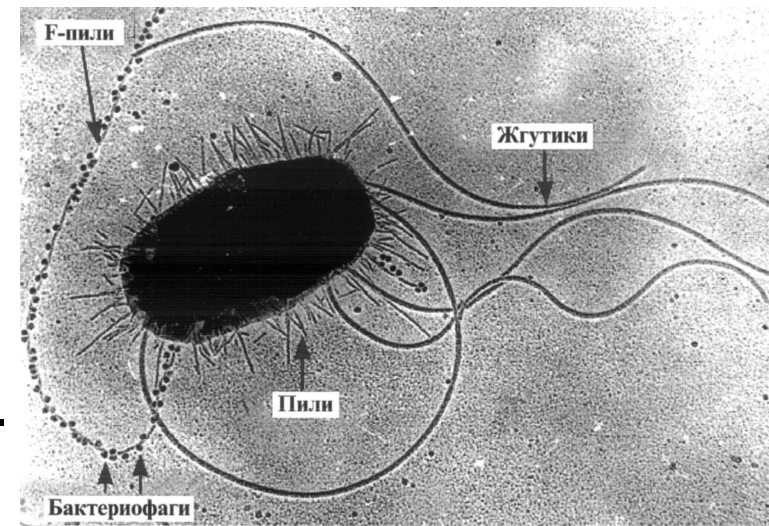
# Жгутики

- Хемотаксис, аэротаксис, фототаксис.
- Скорость движения бактерий: *Vacillus megaterium* – 27 мкм/с, *V. cholerae* – 200 мкм/с.
- **Выявление:** ЭМ, по Леффлеру, серебрением, при помощи фазово-контрастной или световой микроскопии «раздавленной» или «висячей» капли.



# Пили

- **Пили** (ворсинки, фимбрии от англ. *fimbria* – бахрома) – тонкие полые нити белковой природы (3-10 нм x 0,3-10 мкм).
- **Пилин**, антигенная активность.
- Пили 1-го или общего типа – *common pili*: адгезия, их много, снижают заряд бактерии и уменьшают электростатические силы отталкивания, увеличение площади поверхности бактериальной клетки → утилизация питательных веществ.





# Пили

- **Пили 2 типа** (половые, F-пили, конъюгативные – *sex pili*): конъюгация бактерий, имеются только у бактерий-доноров (1-4 на клетку), более длинные (0,5-10 мкм).
- Взаимодействие с «мужскими» сферическими бактериофагами.

