

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**

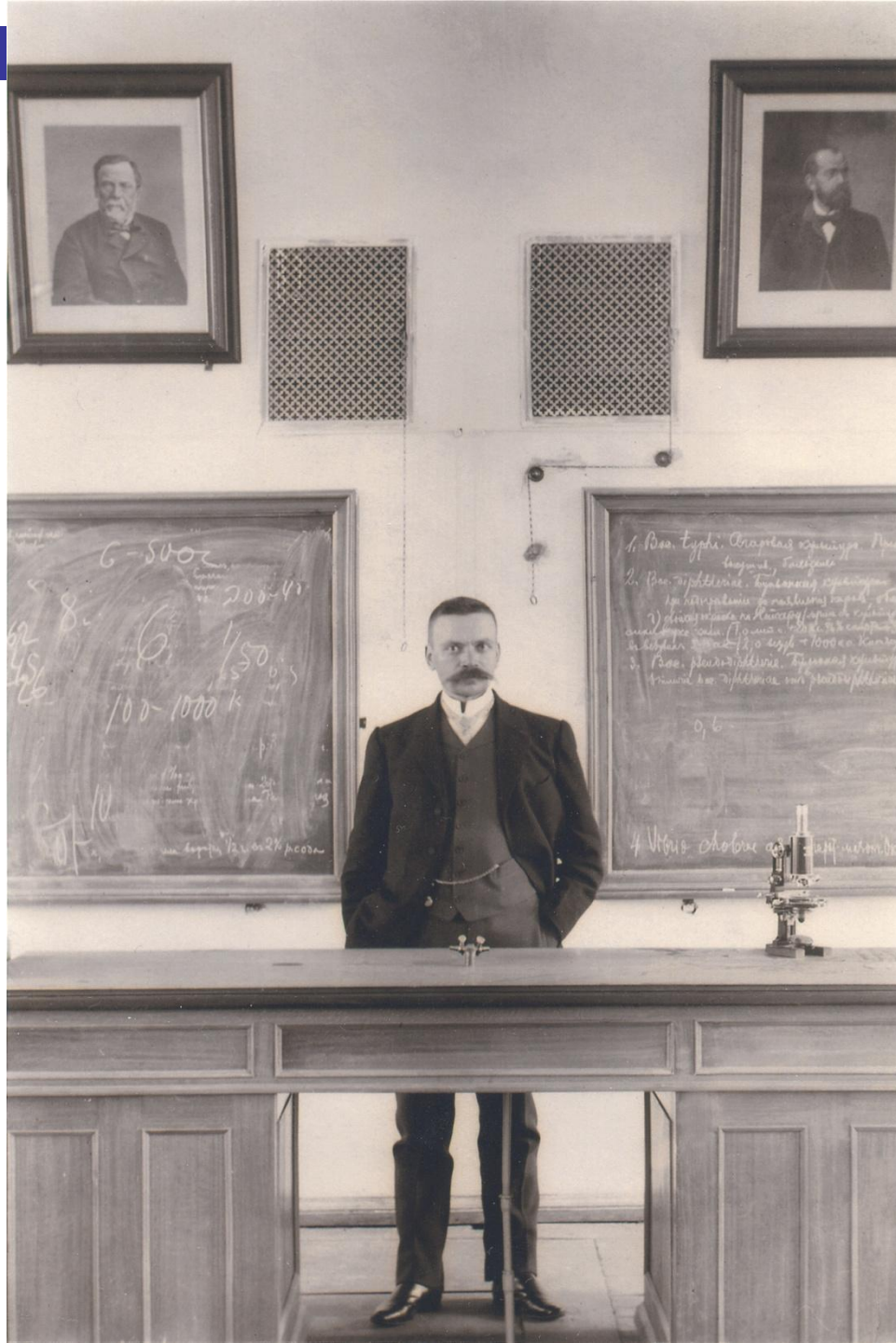


Иван и Зинаида Чурины



Павел Васильевич Бутягин

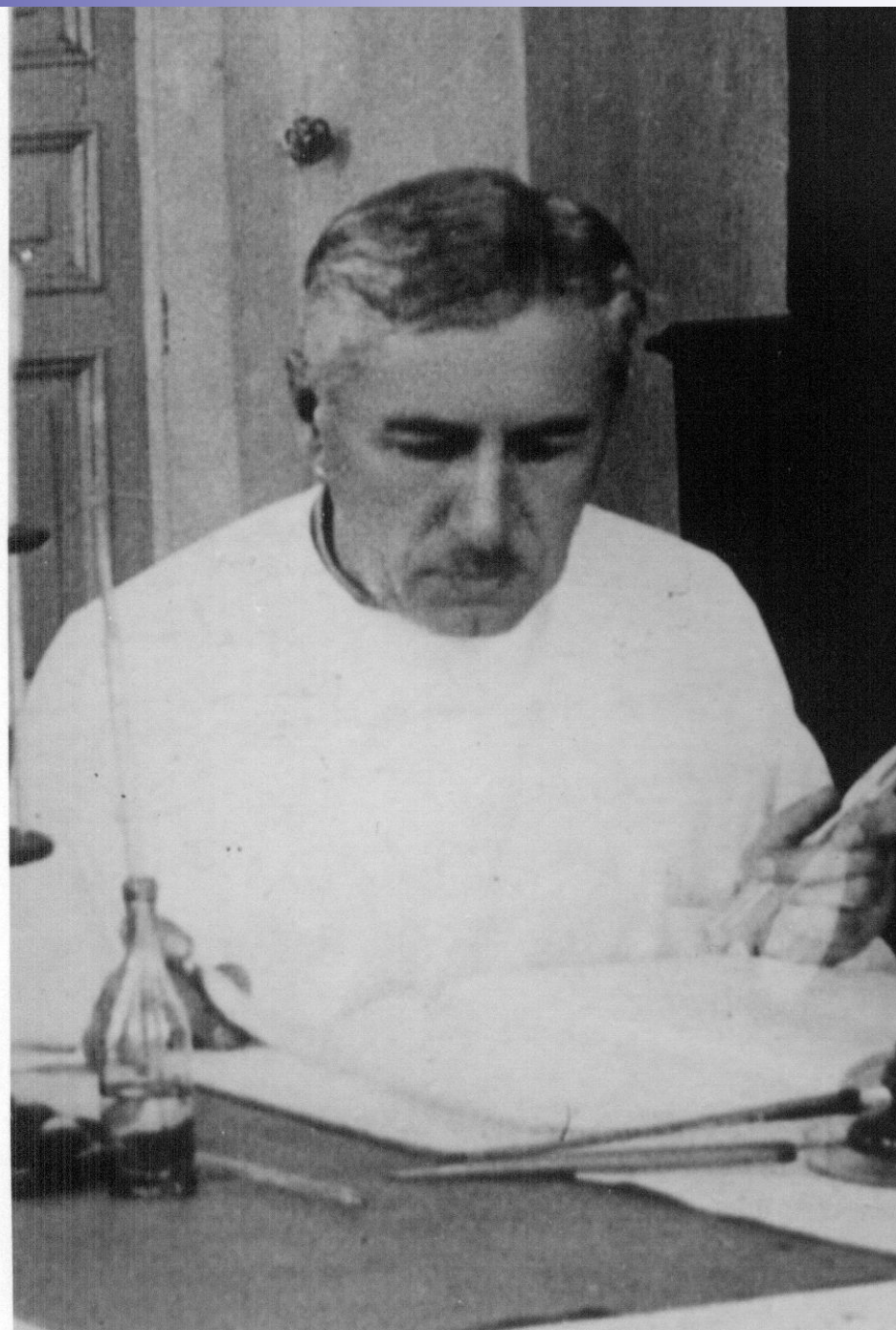








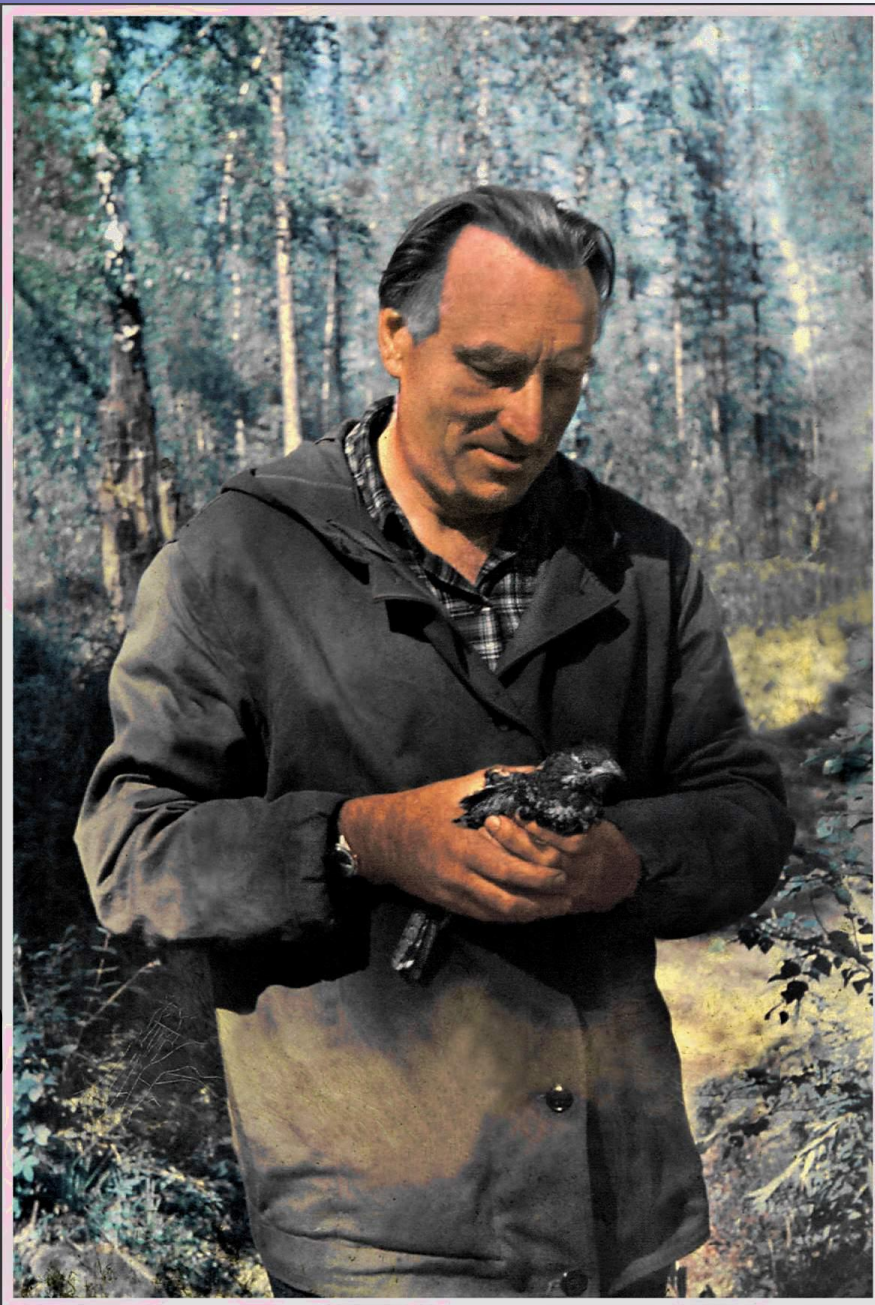
Иван Родионович Ломакин



Сергей Петрович Карпов



Николай Владимирович Васильев



**Юрий
Васильевич
Федоров**



Кафедра микробиологии и вирусологии СибГМУ



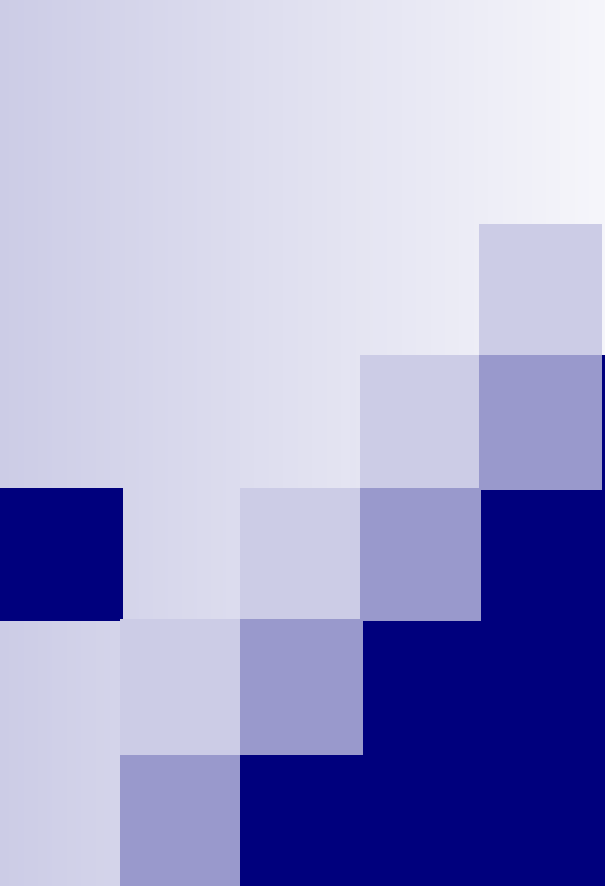
МИКРОБИОЛОГИЯ

ОБЩАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ

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

ЧАСТНАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ

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



Классификация и строение микроорганизмов

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)



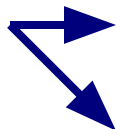
Грибки (Fungi)

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.

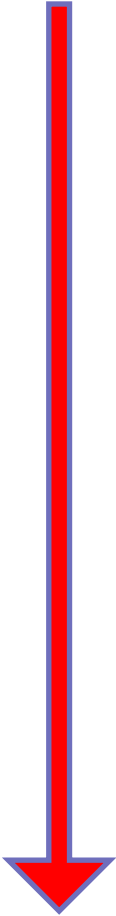
Определитель бактерий Берджи (1994):

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 Bergey

- 
- **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
Proteobacteria	"Alphaproteobacteria"	Rickettsiales	Rickettsiaceae	Rickettsia
			Ehrlichiaeae	Ehrlichia
				Anaplasma
		"Rhizobiales"	Brucellaceae	Brucella
	"Betaproteobacteria"	"Burkholderiales"	Alcaligenaceae	Bordetella
		"Neisseriales"	Neisseriaceae	Neisseria
	"Gammaproteobacteria"	"Thiotrichales"	"Francisellaceae"	Francisella
		"Legionellales"	Legionellaceae	Legionella
			"Coxiellaceae"	Coxiella
		Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	Pseudomonas
		"Vibrionales"	Vibrionaceae	Vibrio
		"Enterobacteriales"	Enterobacteriaceae	Escherichia
				Klebsiella
				Proteus
				Salmonella
				Shigella
				Yersinia
	"Epsilonproteobacteria"	"Campylobacterales"	Campylobacteraceae	Campylobacter
			"Helicobacteraceae"	Helicobacter

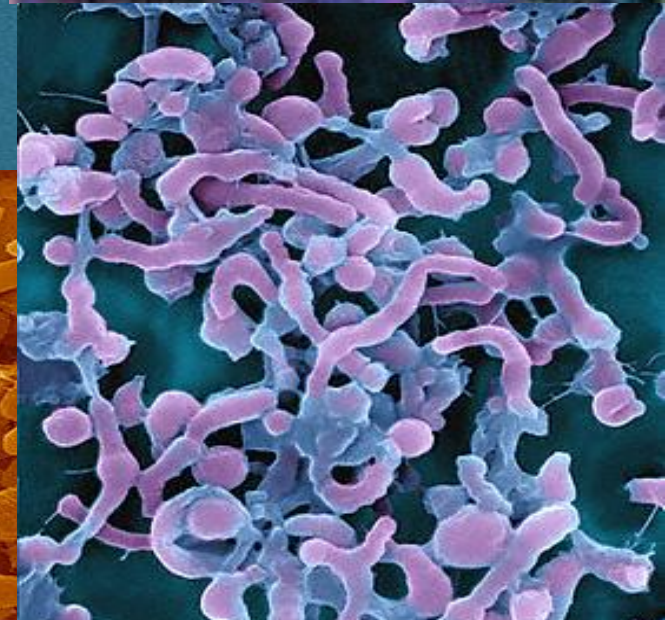
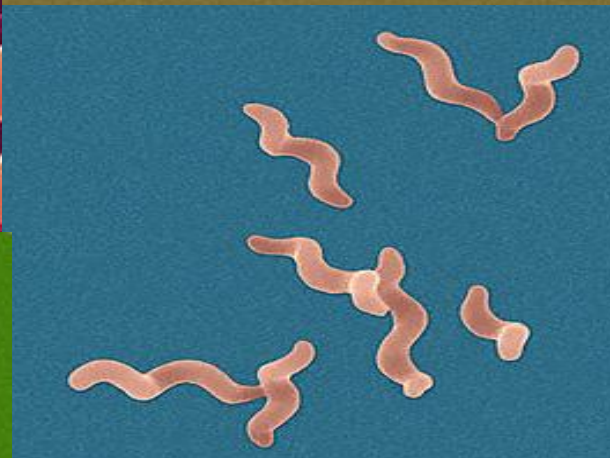
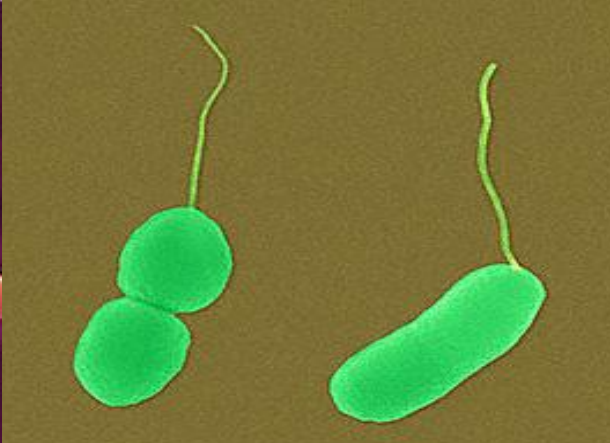
Firmicutes	"Clostridia"	Clostridiales	Clostridiaceae	Clostridium
				Sarcina
	Mollicutes	Mycoplasmatales	Mycoplasmataceae	Mycoplasma
				Ureaplasma
	"Bacilli"	Bacillales	Bacillaceae	Bacillus
			"Staphylococcaceae"	Staphylococcus
		"Lactobacillales"	"Enterococcaceae"	Enterococcus
			Streptococcaceae	Streptococcus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



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

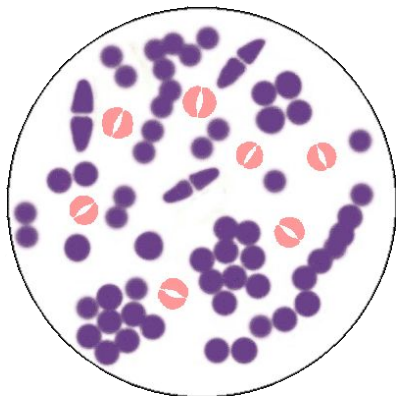
Внутривидовые варианты

- **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.

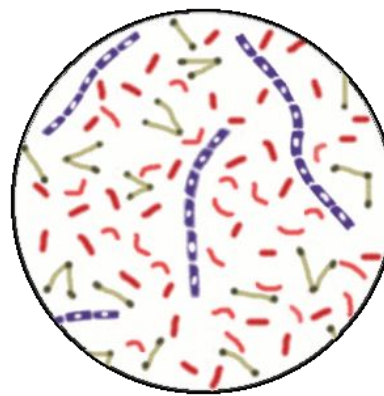


МОРФОЛОГИЯ БАКТЕРИЙ

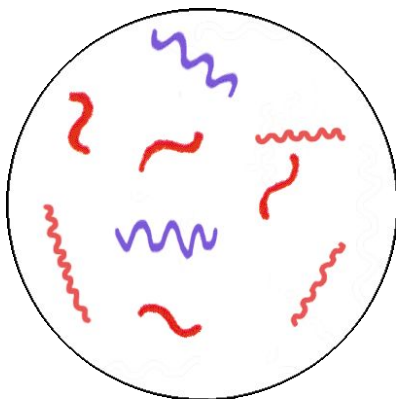
Морфология микроорганизмов



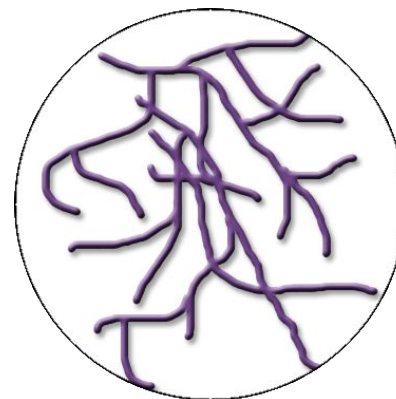
КОККИ



палочки

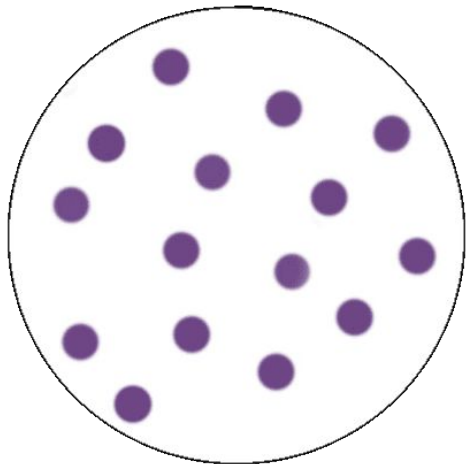


извитые формы

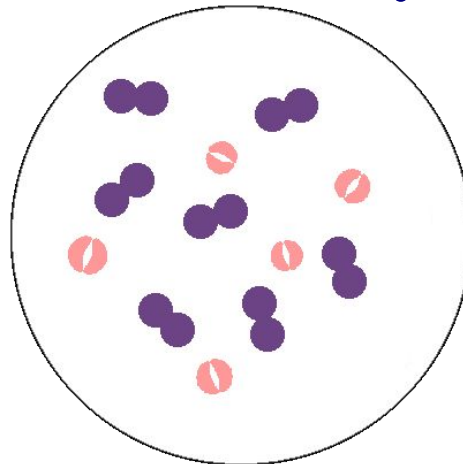


нитевидные формы

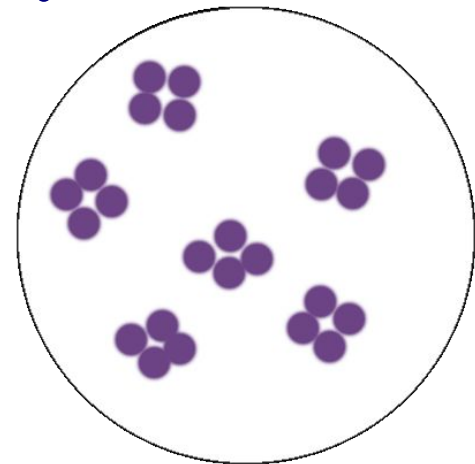
Кокковидные микроорганизмы



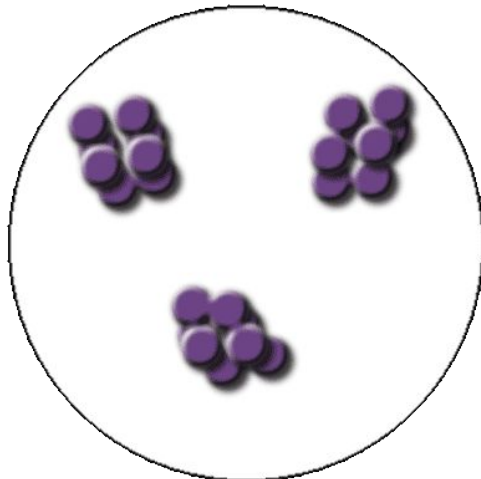
микрококки



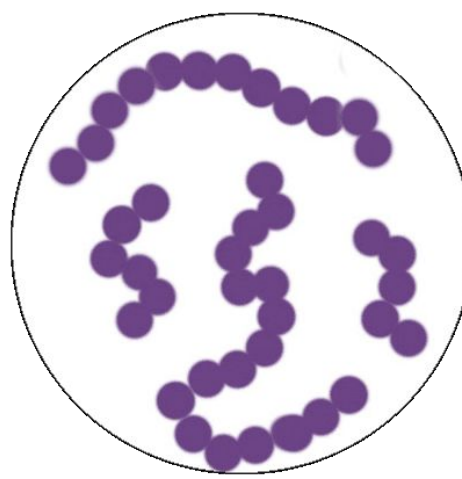
диплококки



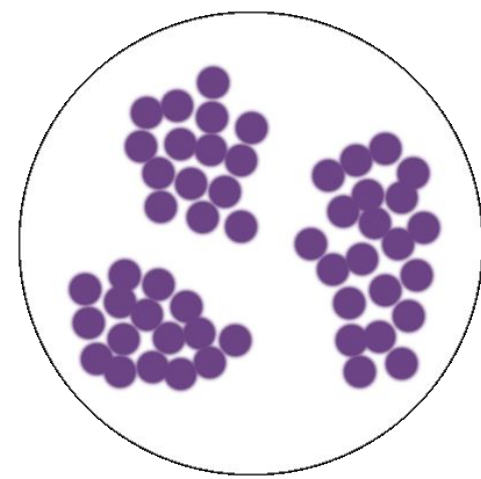
тетракокки



сарцины

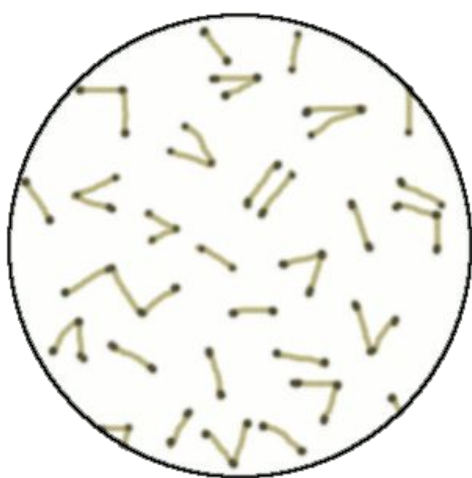


стрептококки

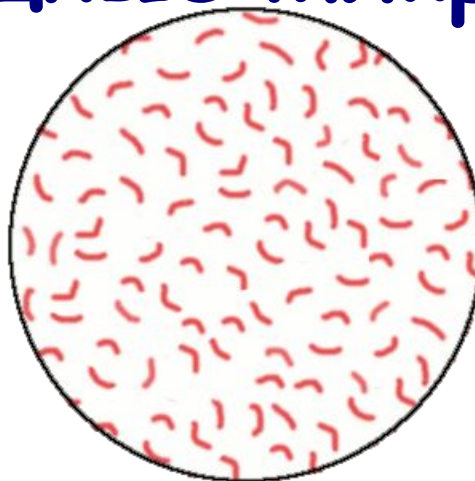


стафилококки

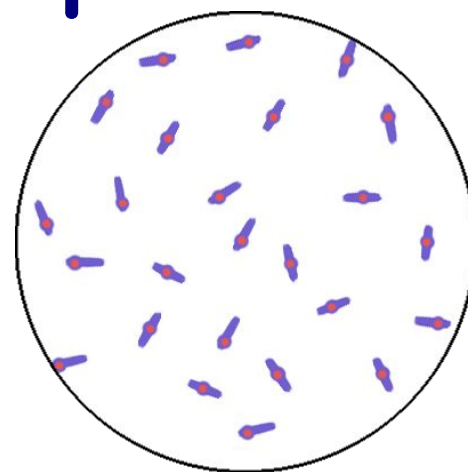
Палочковидные микроорганизмы



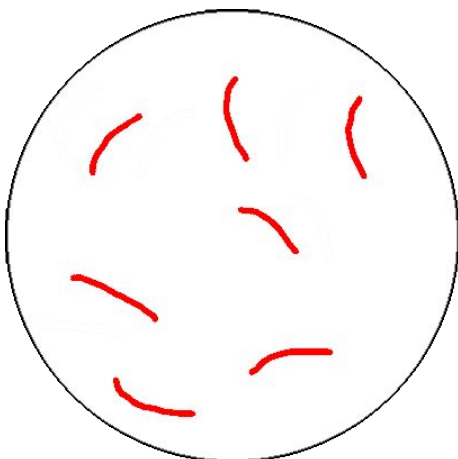
коринебактерии



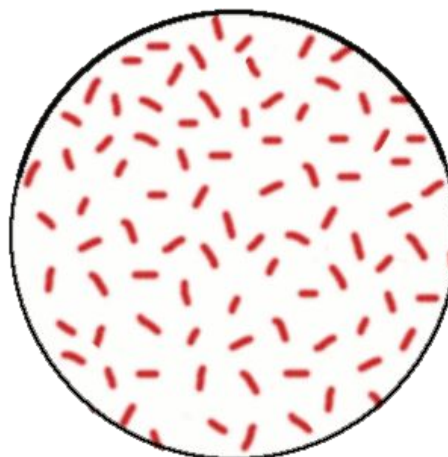
вибрионы



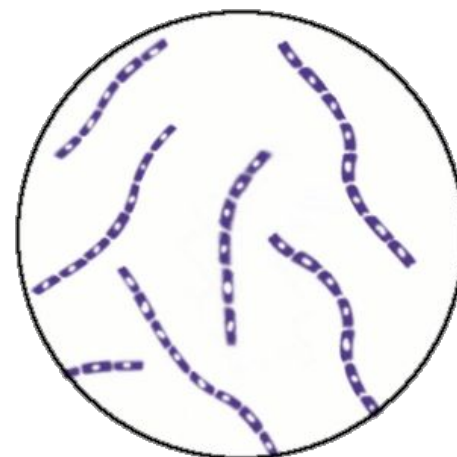
кlostридии



микобактерии

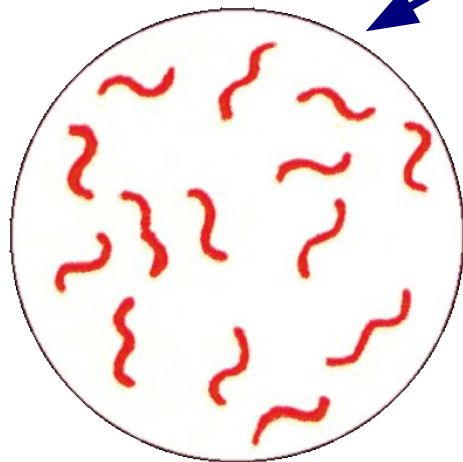


эшерихии

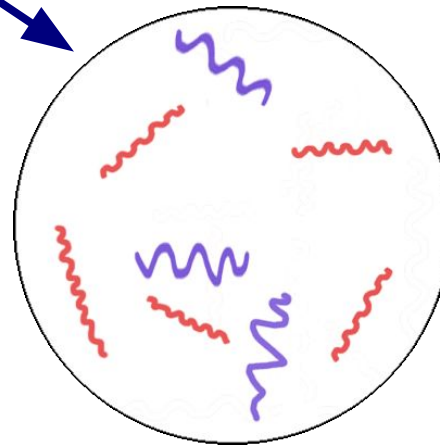


стрептобациллы

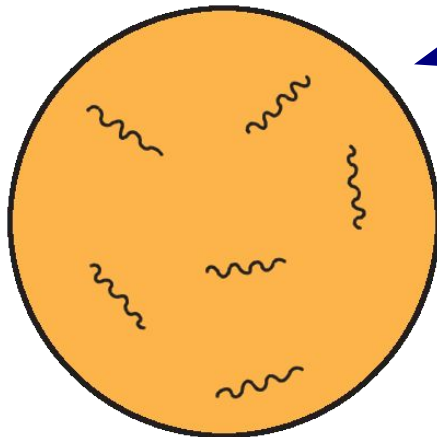
Извитые микроорганизмы



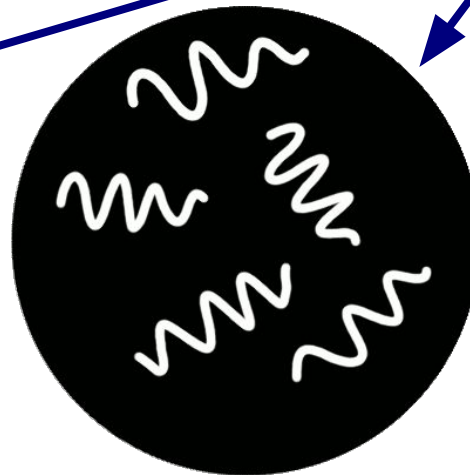
спириллы



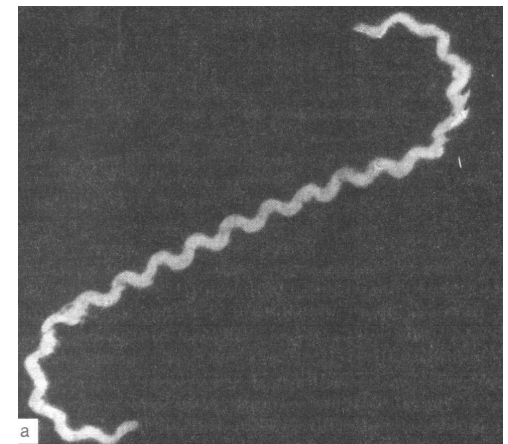
спирохеты



трепонемы

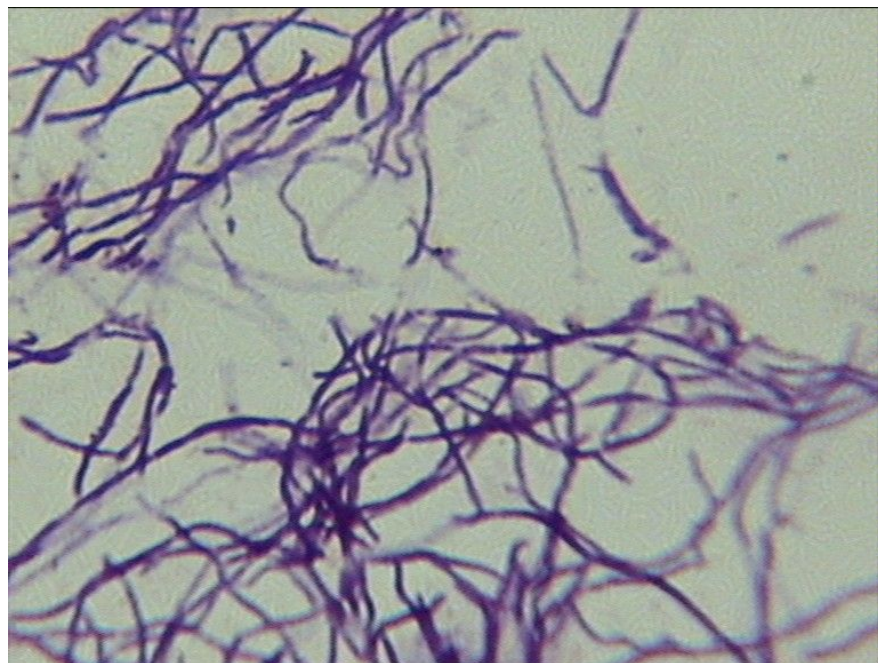
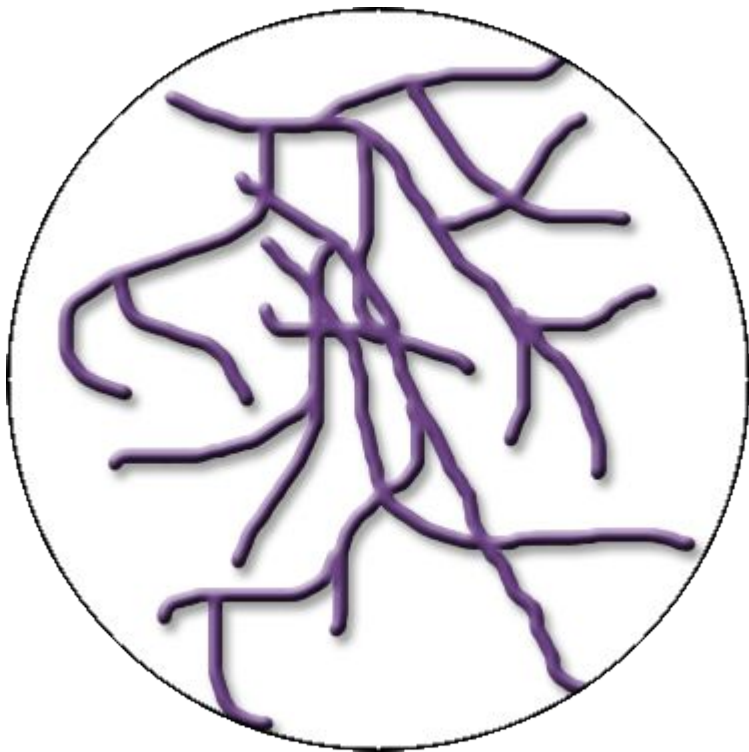


боррелии



лептоспиры

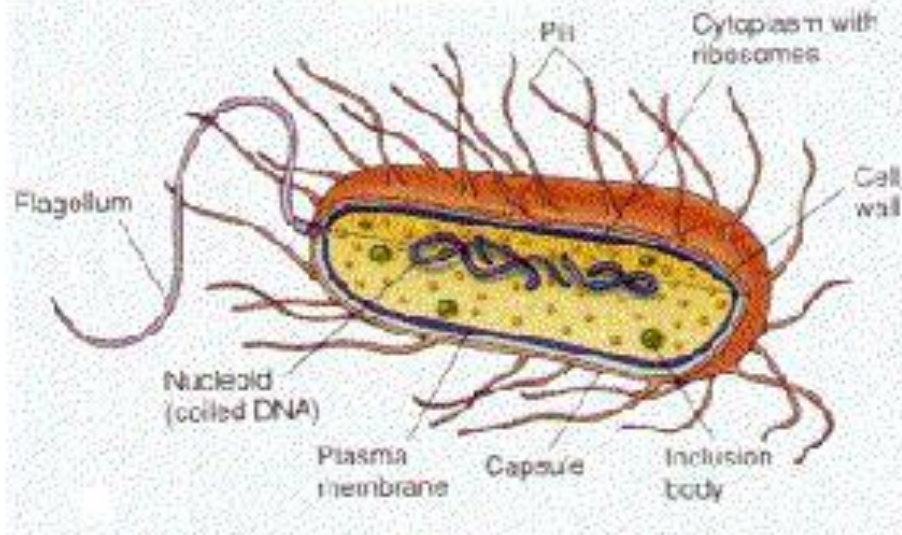
Нитевидные микроорганизмы



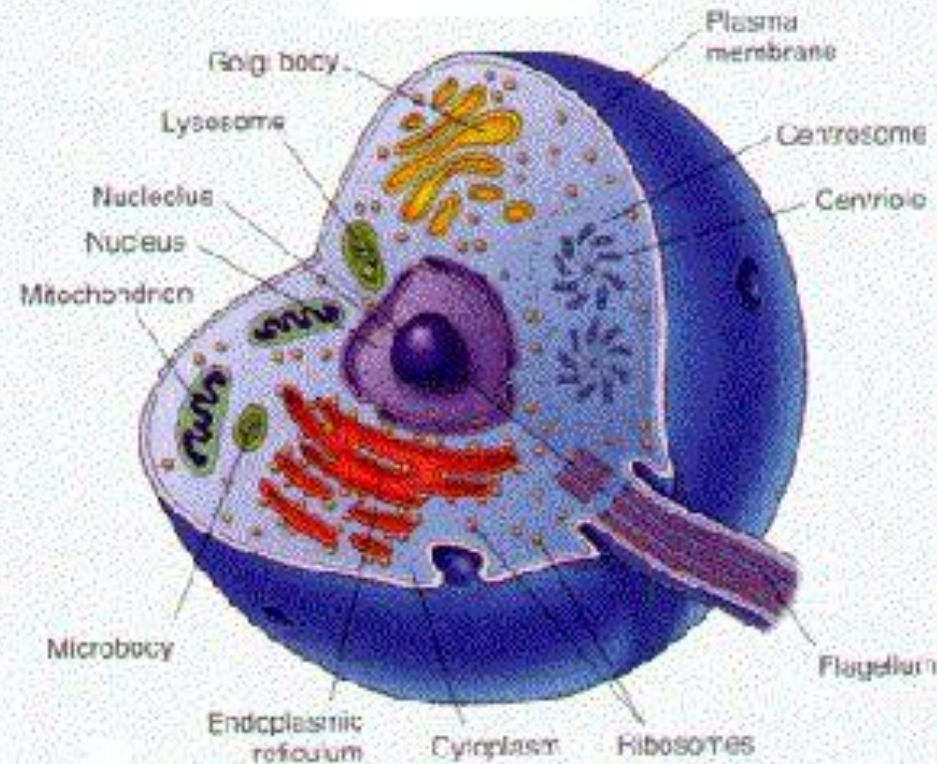
актиномицеты

Отличия прокариот и эукариот

Bacteria Cell (Prokaryote)



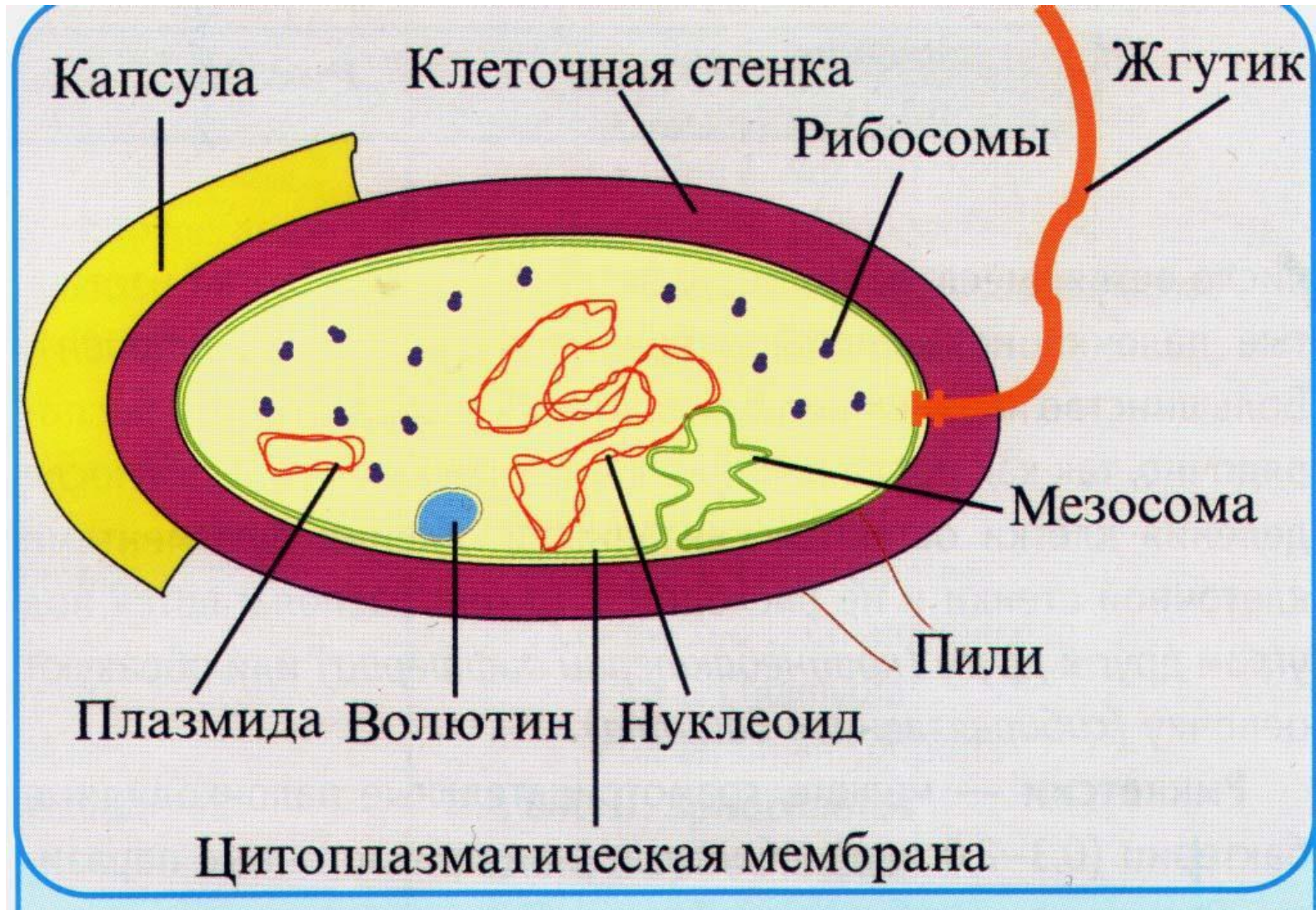
Animal Cell (Eukaryote)



Отличия прокариот и эукариот

Признак	Прокариоты	Эукариоты
Оформленное ядро	—	+
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

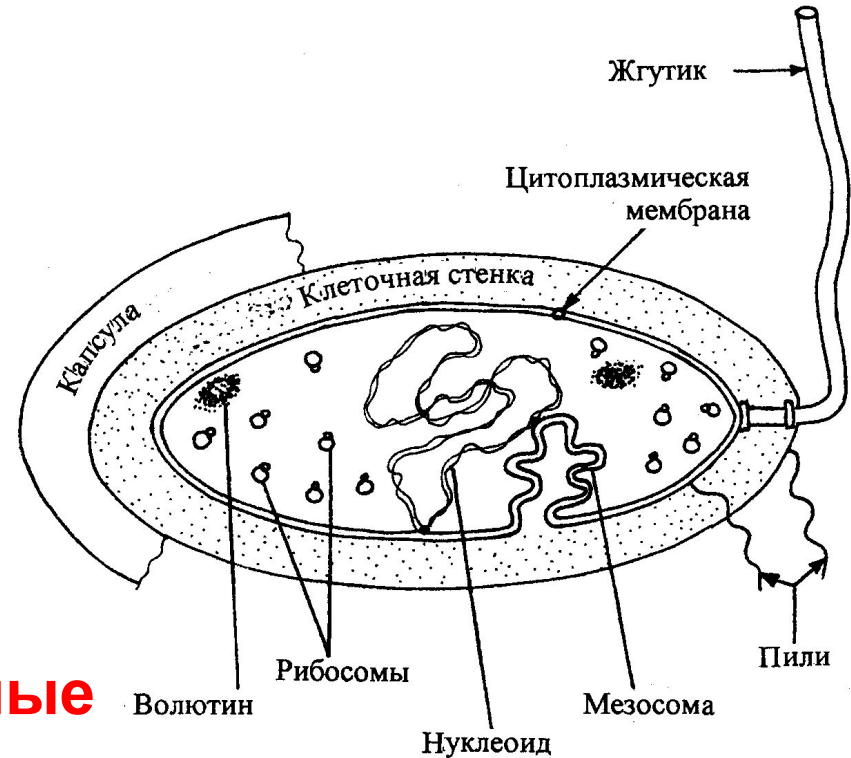
- капсула,
- жгутики,
- пили,
- споры,
- включения,
- плазмиды

Клеточная стенка

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

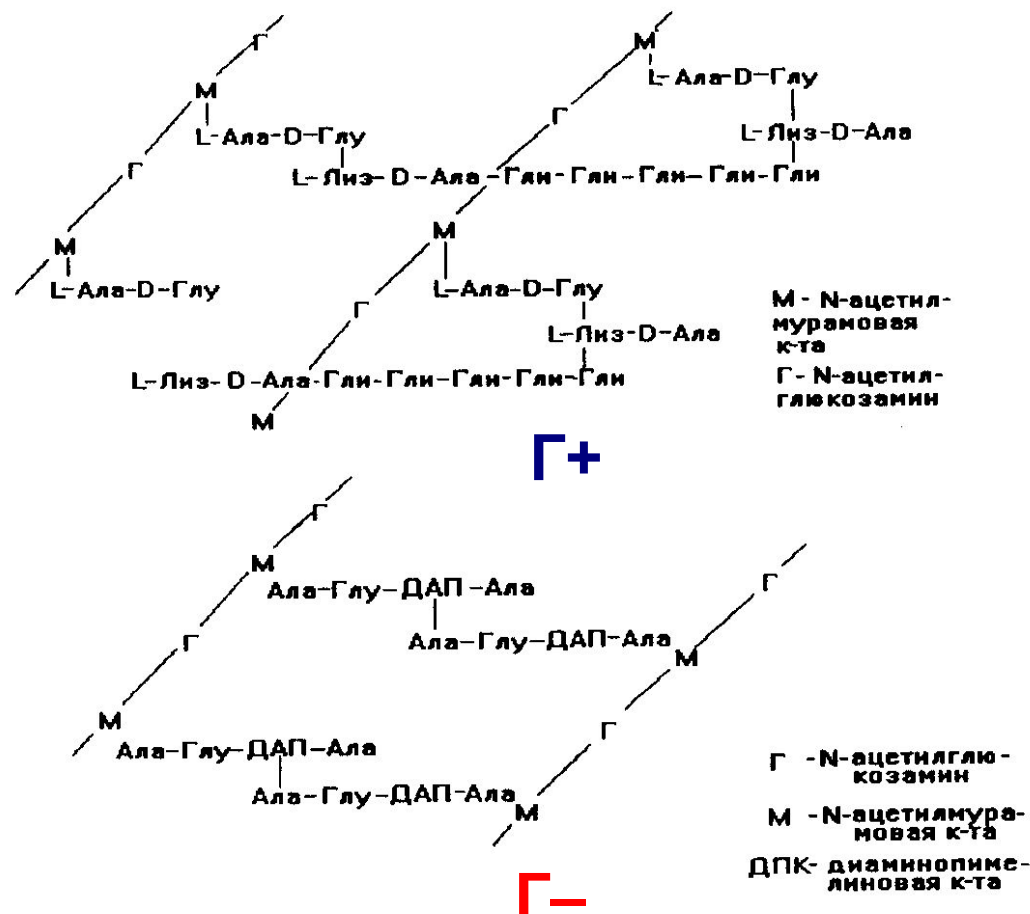
грамположительные

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.

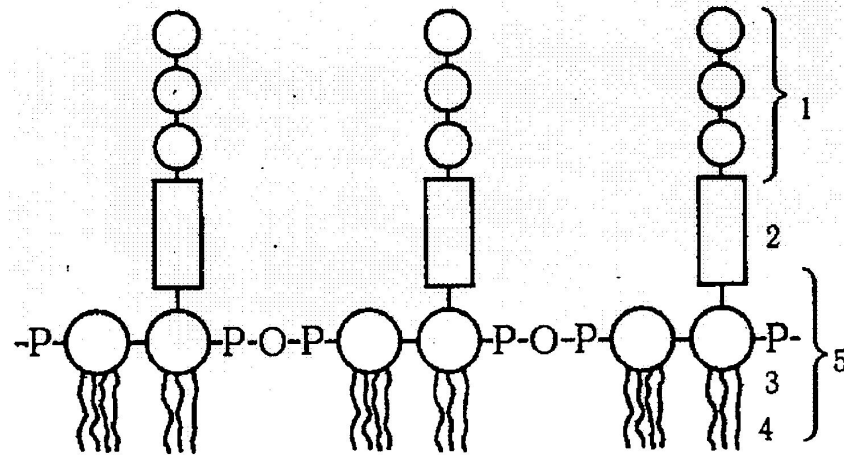


Г+ бактерии

- **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.

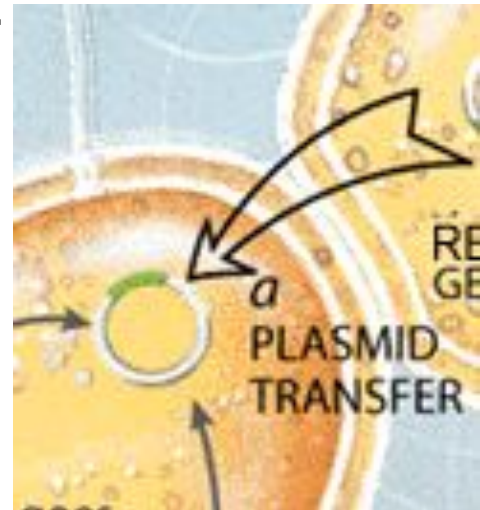
Г- бактерии

- 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.
-
- The diagram illustrates the structure of Lipopolysaccharide (LPS) in the outer membrane of Gram-negative bacteria. It shows a repeating unit of a lipid A molecule (represented by a circle with four wavy tails) linked to a core polysaccharide chain (represented by a series of circles) via a phosphate group (P-O-P). The lipid A molecule is embedded in the outer membrane (represented by a wavy line).

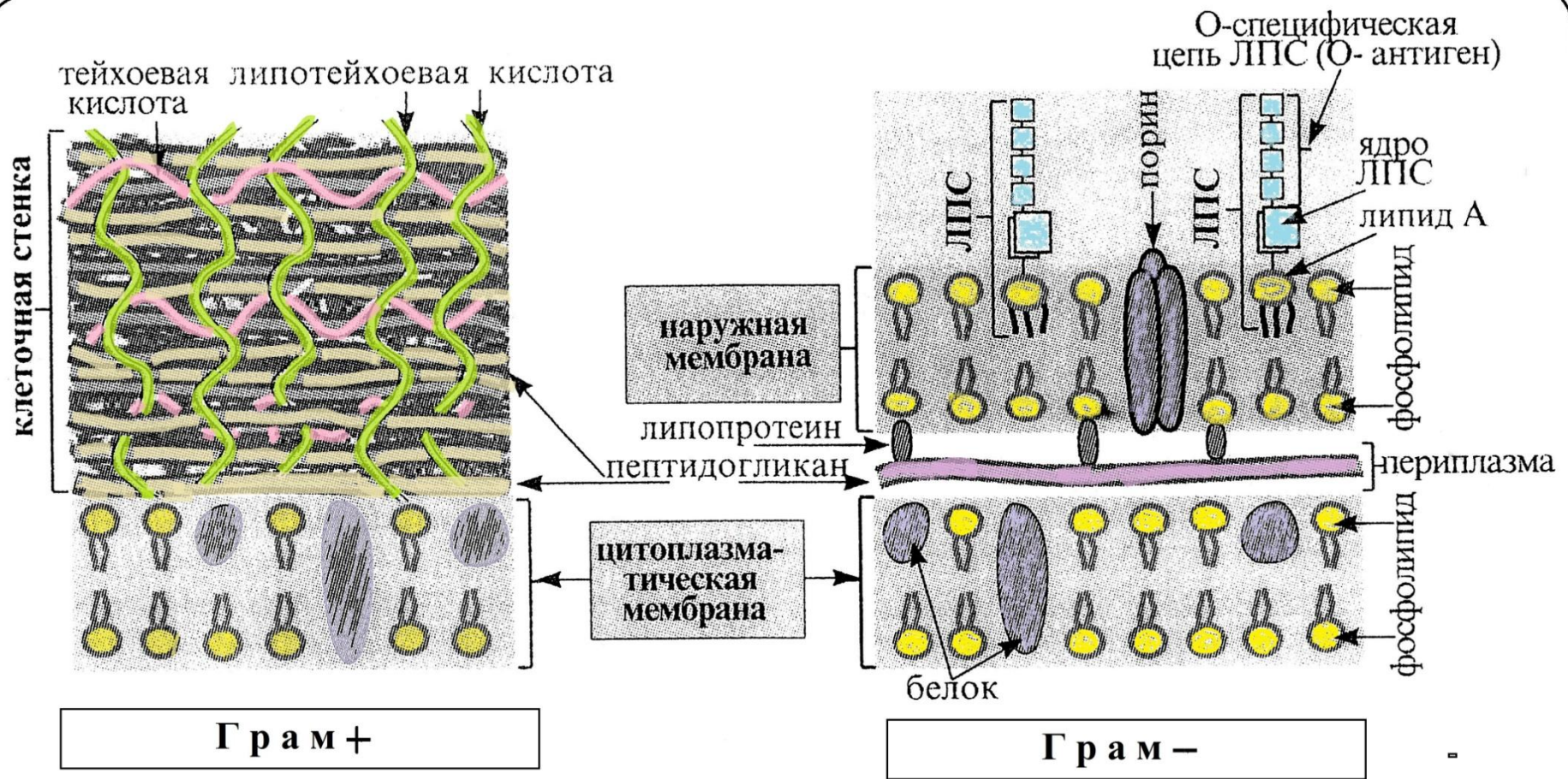


Порины

- 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).
- Γ^+ – порины I и III порядка;
- Γ^- – порины I и II порядка.



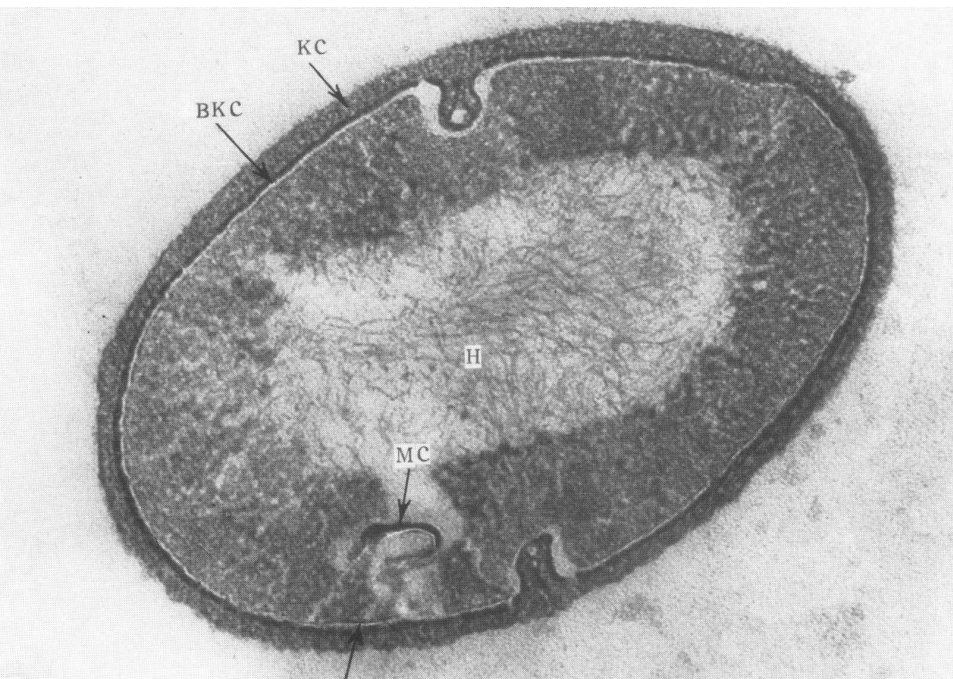
Клеточная стенка



Клеточная стенка

Г-

Г+

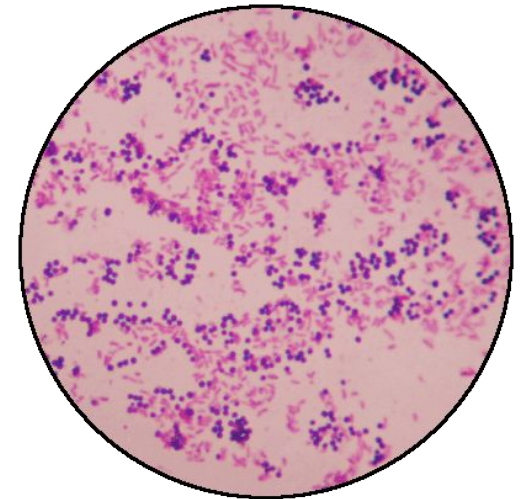
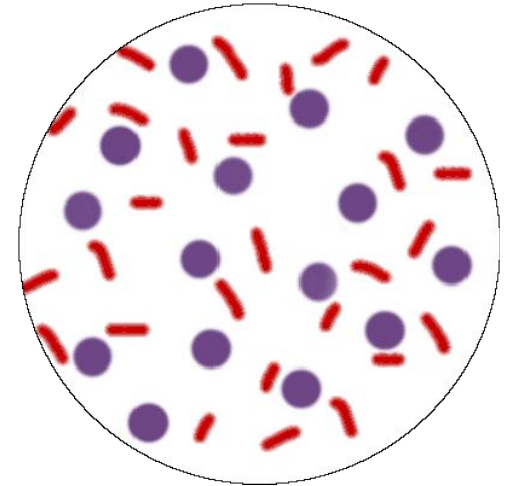


Функции клеточной стенки

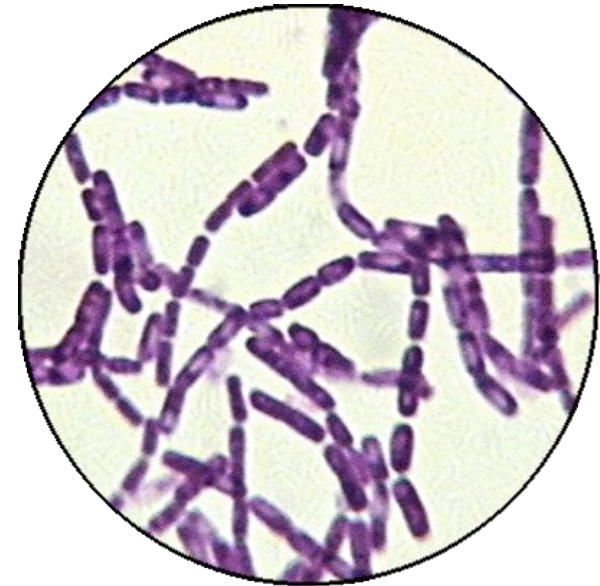
- придает форму;
- защитная;
- содержит рецепторы для фагов, колицинов, химических соединений;
- антигенная;
- транспорт веществ;
- постоянство внутренней среды;
- определяет способность бактерий воспринимать красители (**тинкториальные свойства**).

Принцип окраски по Граму

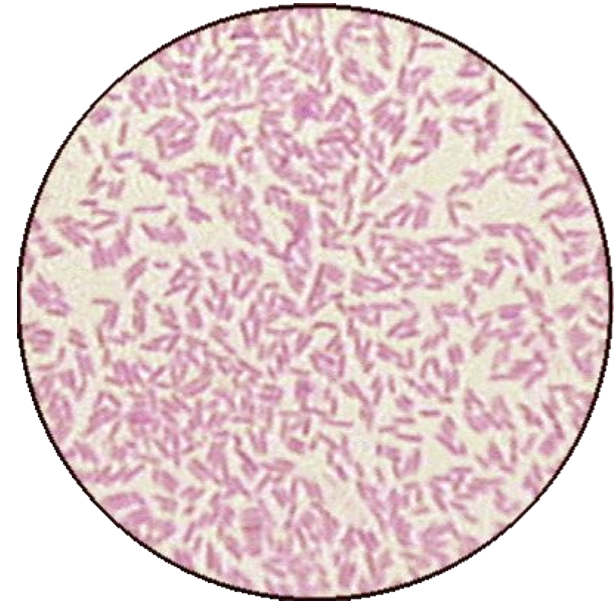
- **Грамположительные** бактерии удерживают генциановый фиолетовый в комплексе с йодом – **фиолетовая окраска** бактерий;
- **Грамотрицательные** бактерии после воздействия спирта утрачивают краситель, обесцвечиваются и при обработке фуксином окрашиваются в **красный цвет**.



- **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

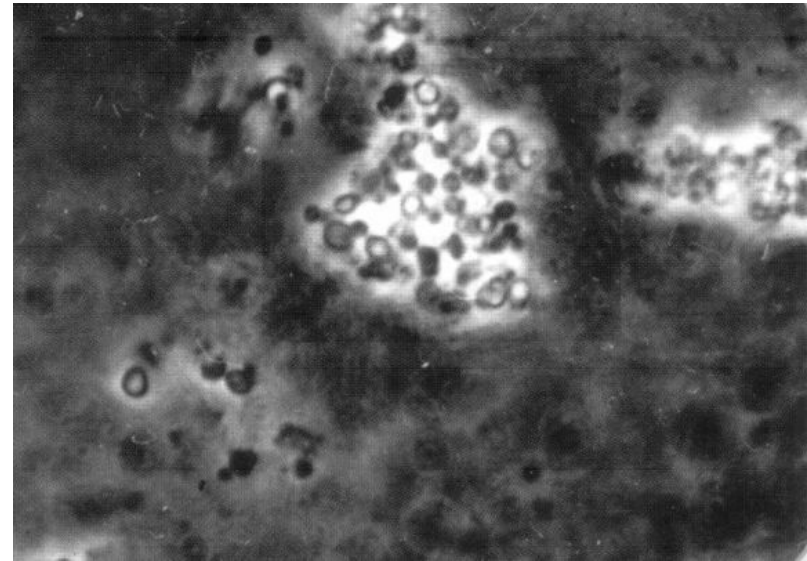
- Г+ с высоким содержанием жирных кислот (туберкулостеариновая, миколовая и др.), восков, фосфолипидов → прочность, устойчивость к кислотам и щелочам
Mycobacterium tuberculosis.

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



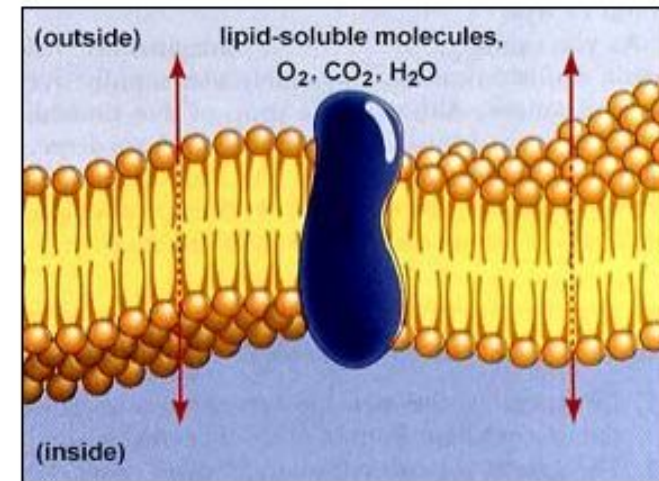
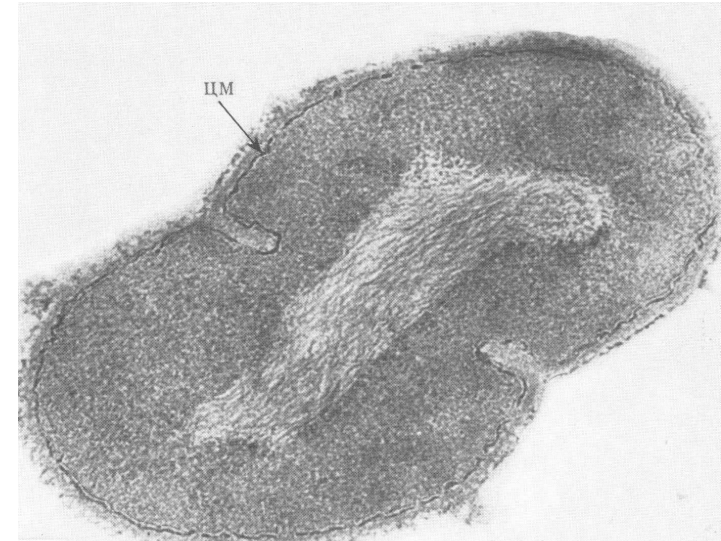
Бактерии, лишенные КС

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



ЦПМ

- **ЦПМ** – липопротейн: 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.

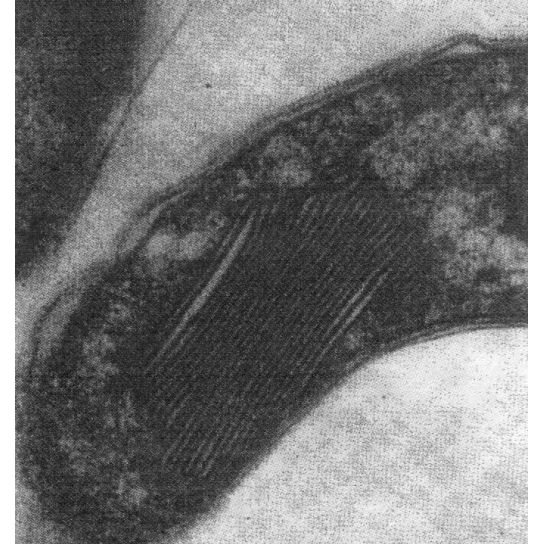
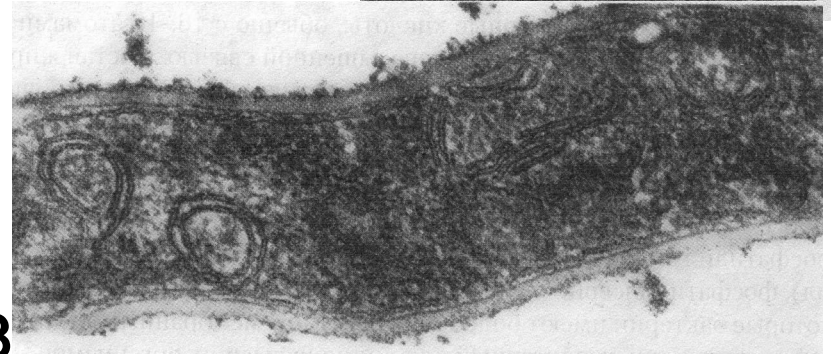


Мезосомы

Функции мезосом:

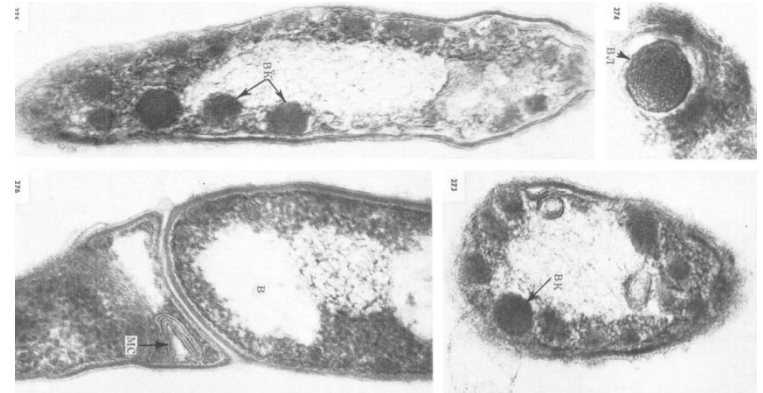
- генерация энергии;
- кариогенез;
- рост; деление; синтез углеводов, липидов.

Тилакоиды.

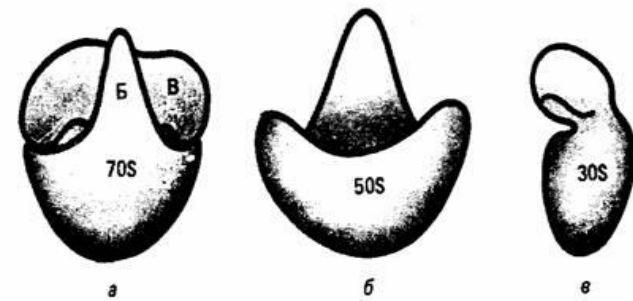


Цитоплазма

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



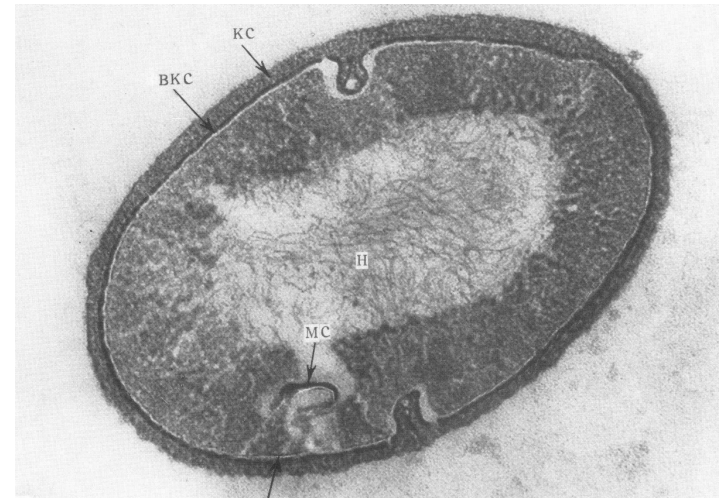
Рибосомы



- **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

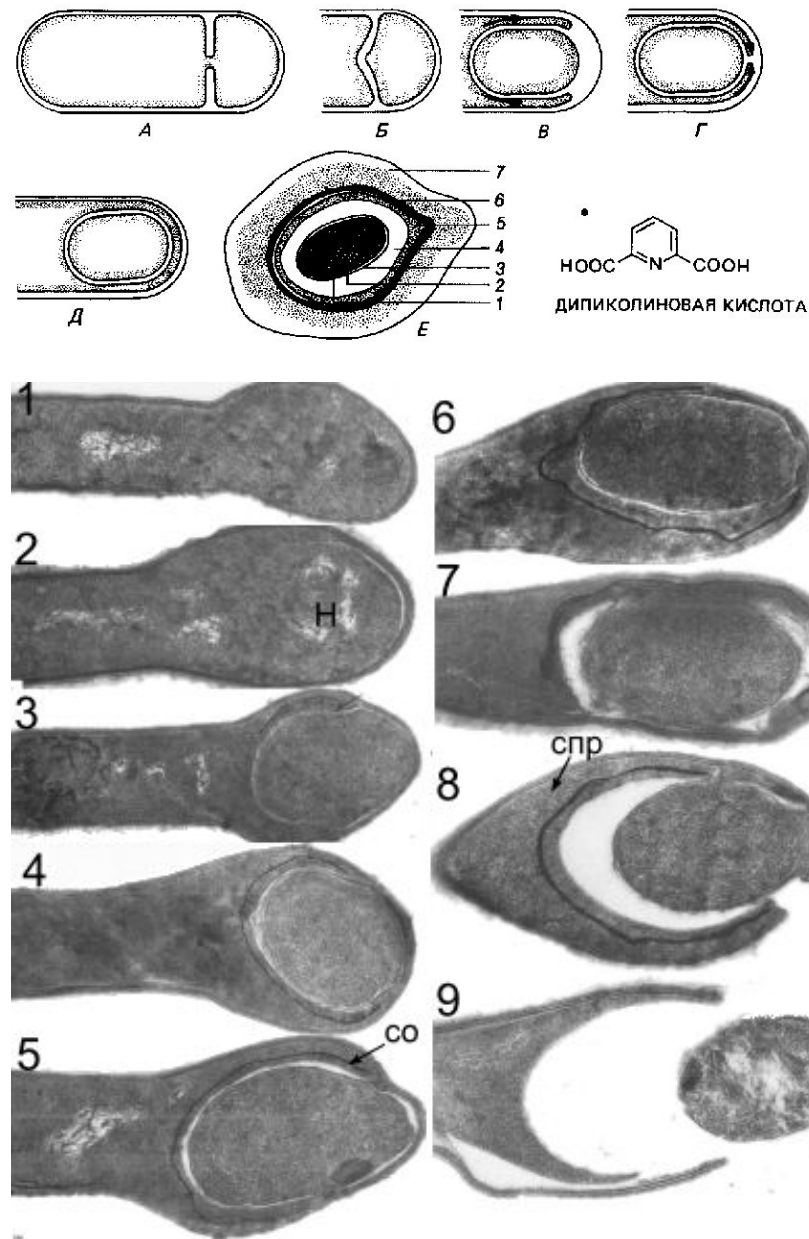
- **Нуклеоид** (генофор) – бактериальная хромосома (двунитевая суперспирализованная ДНК кольцевой формы), содержит до 4000 отдельных генов.
- Выявление: по Фельгену, по Романовскому-Гимзе, ЭМ.
- **Плазмиды** – ковалентно замкнутые кольцевые двунитевые ДНК размером от 10^6 до 10^8 Д, от 40 до 50 генов.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



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

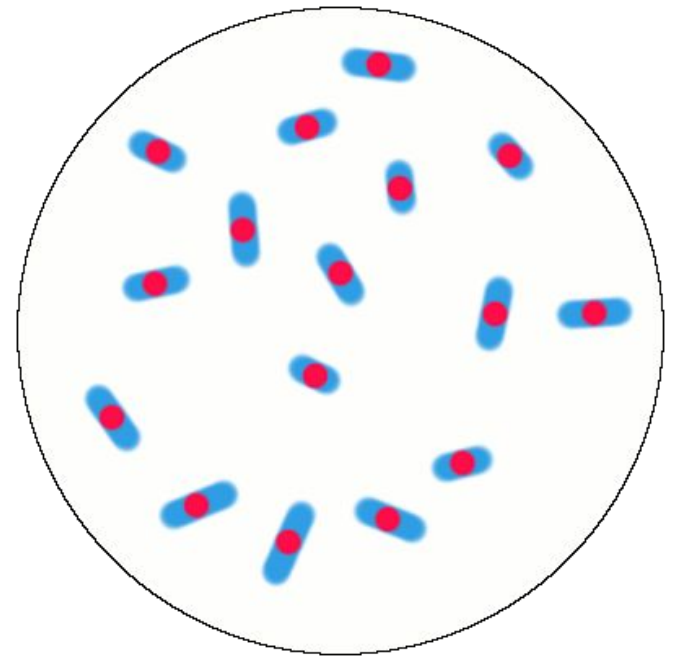
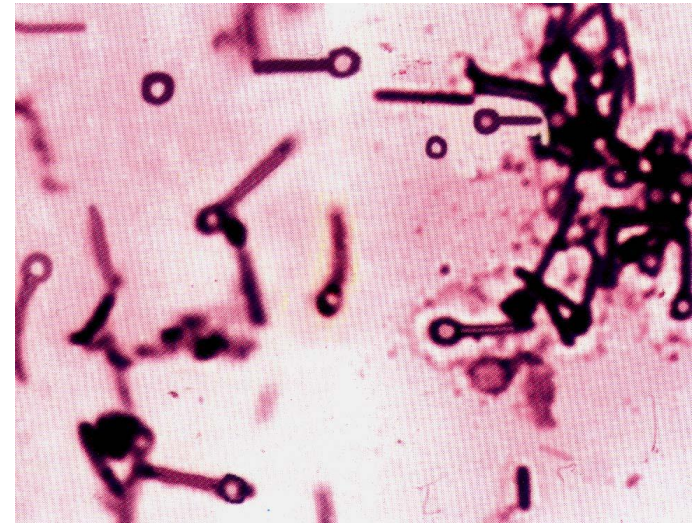
Споры

- 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.



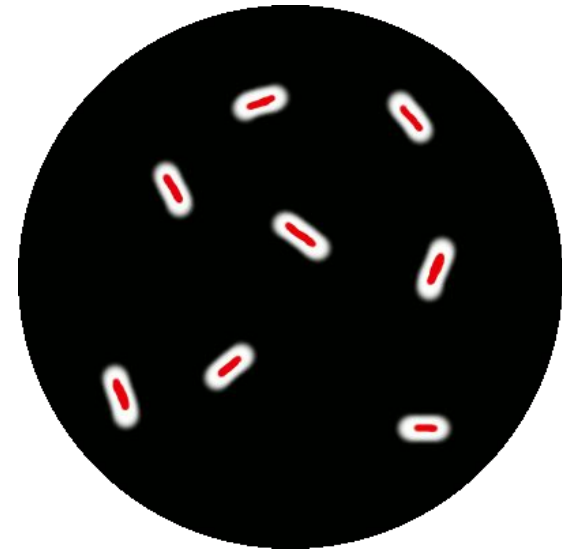
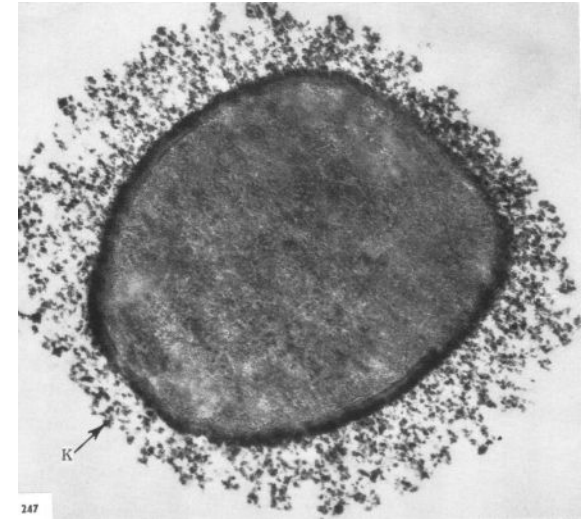
Споры

- 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).



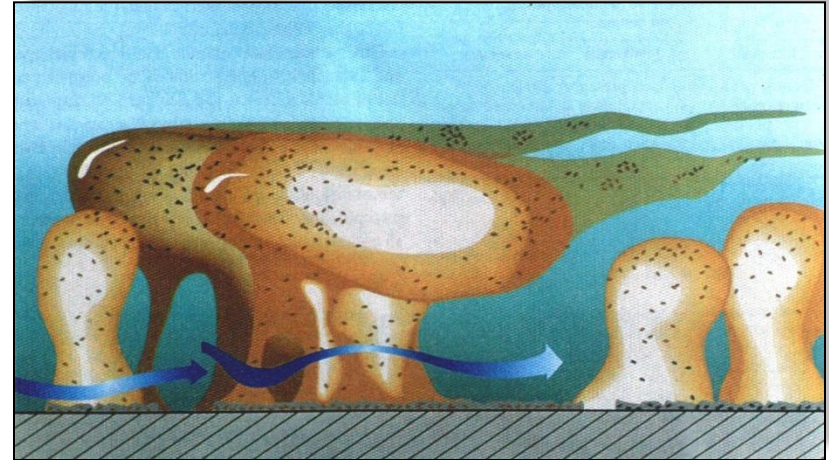
Капсула

- **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

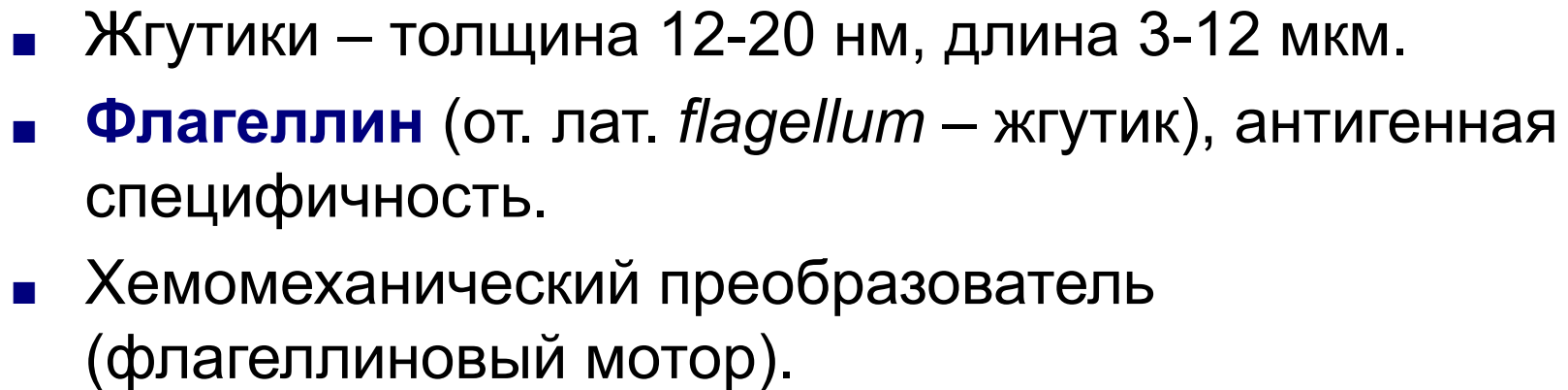
- **Микрокапсула** – слизистое образование толщиной менее 0,2 мкм, выявляемое при ЭМ.
- **Слизистый чехол (гликокаликс)** – мукоидные полисахариды, не имеющие четких внешних границ и не имеет связи с клеточной стенкой.



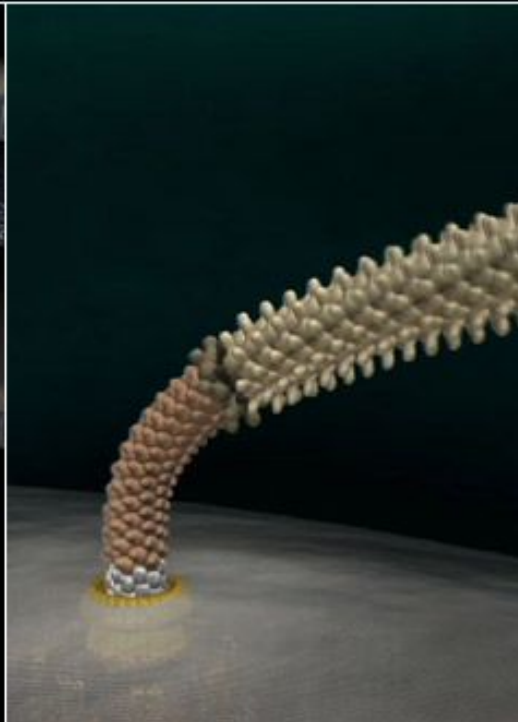
- **S-слой** – равномерно упакованные белковые структуры на поверхности клеточной стенки.

The diagram illustrates the structure of the ATP synthase complex, which is embedded in a membrane. The complex consists of several parts:

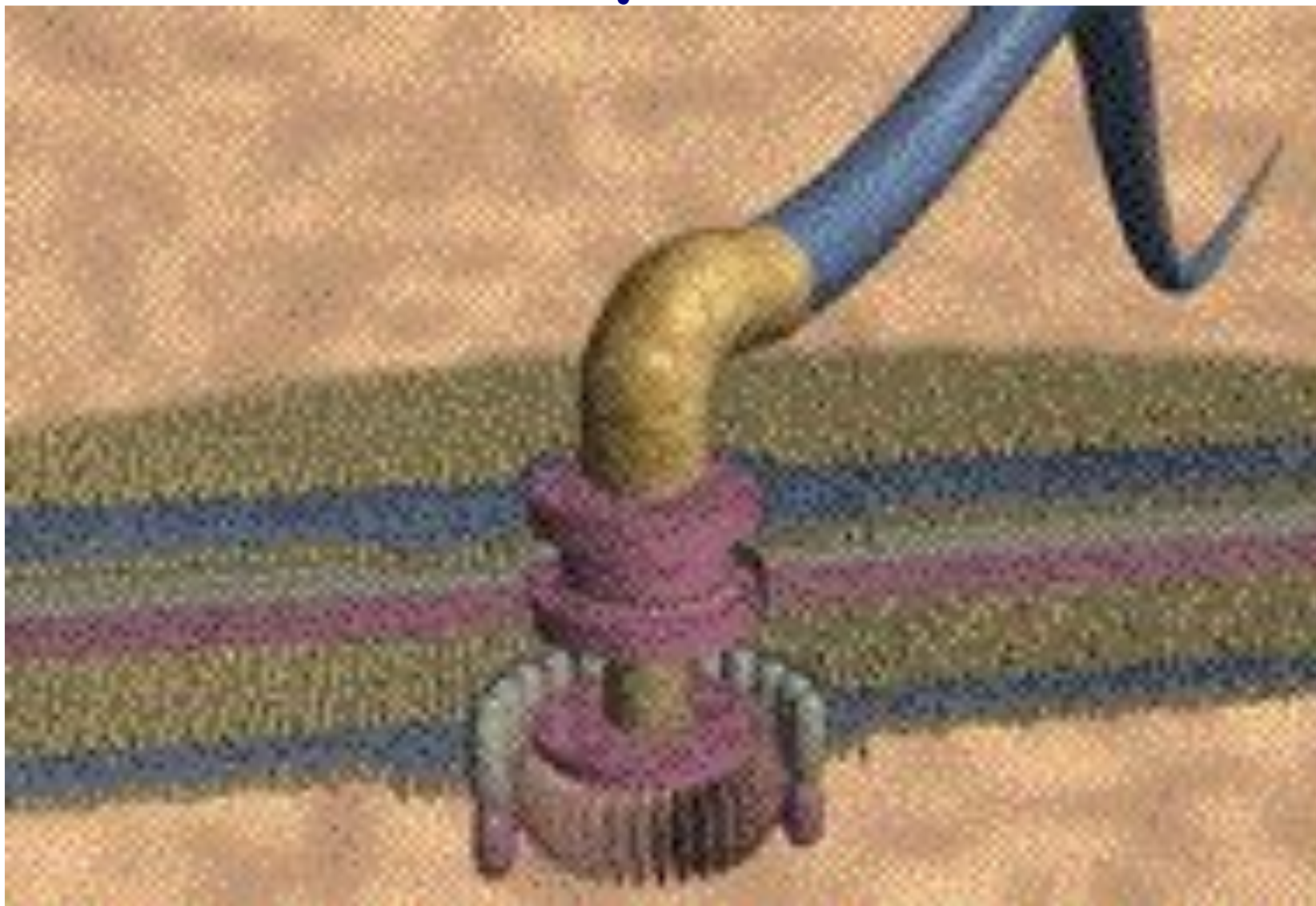
- Жгутик (Stator):** A green vertical structure that anchors the complex to the membrane.
- Диск L (Disk L):** A green disk located in the upper part of the complex, within the membrane.
- Диск P (Disk P):** A green disk located in the middle of the complex, within the membrane.
- Диск S (Disk S):** A blue disk located in the lower part of the complex, within the membrane.
- Диск M (Disk M):** A blue disk located at the bottom of the complex, within the membrane.
- Белки Mot A, B (Mot A, B proteins):** Red structures that form part of the stator, anchoring the complex to the membrane.
- Внутренняя мембрана (Inner membrane):** The membrane through which the complex is embedded, shown as a yellow and orange textured layer.
- Цитоплазматическая часть мотора (Cytoplasmic part of the motor):** A blue structure that extends into the cytoplasm, forming a base for the rotor.
- Цитоплазма (Cytoplasm):** The light blue area at the bottom of the diagram.
- Внешняя среда (External environment):** The light blue area at the top of the diagram.
- Protons (H^+):** Indicated by arrows showing the flow of protons from the external environment, through the stator and the internal membrane, into the cytoplasm.



Движение жгутика



Жгутыки



Жгутики

Моноплярное
монотрихальное



Vibrio

Моноплярное
политрихальное
(лофотрихальное)



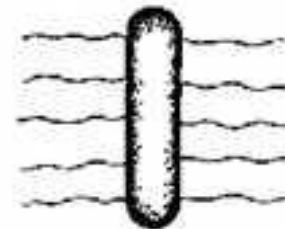
Pseudomonas

Биплярное
политрихальное
(амфитрихальное)

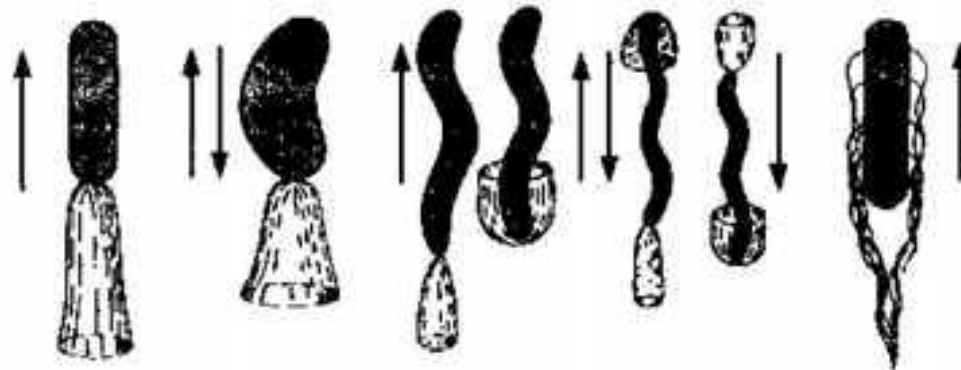


Spirillum

Перитрихальное

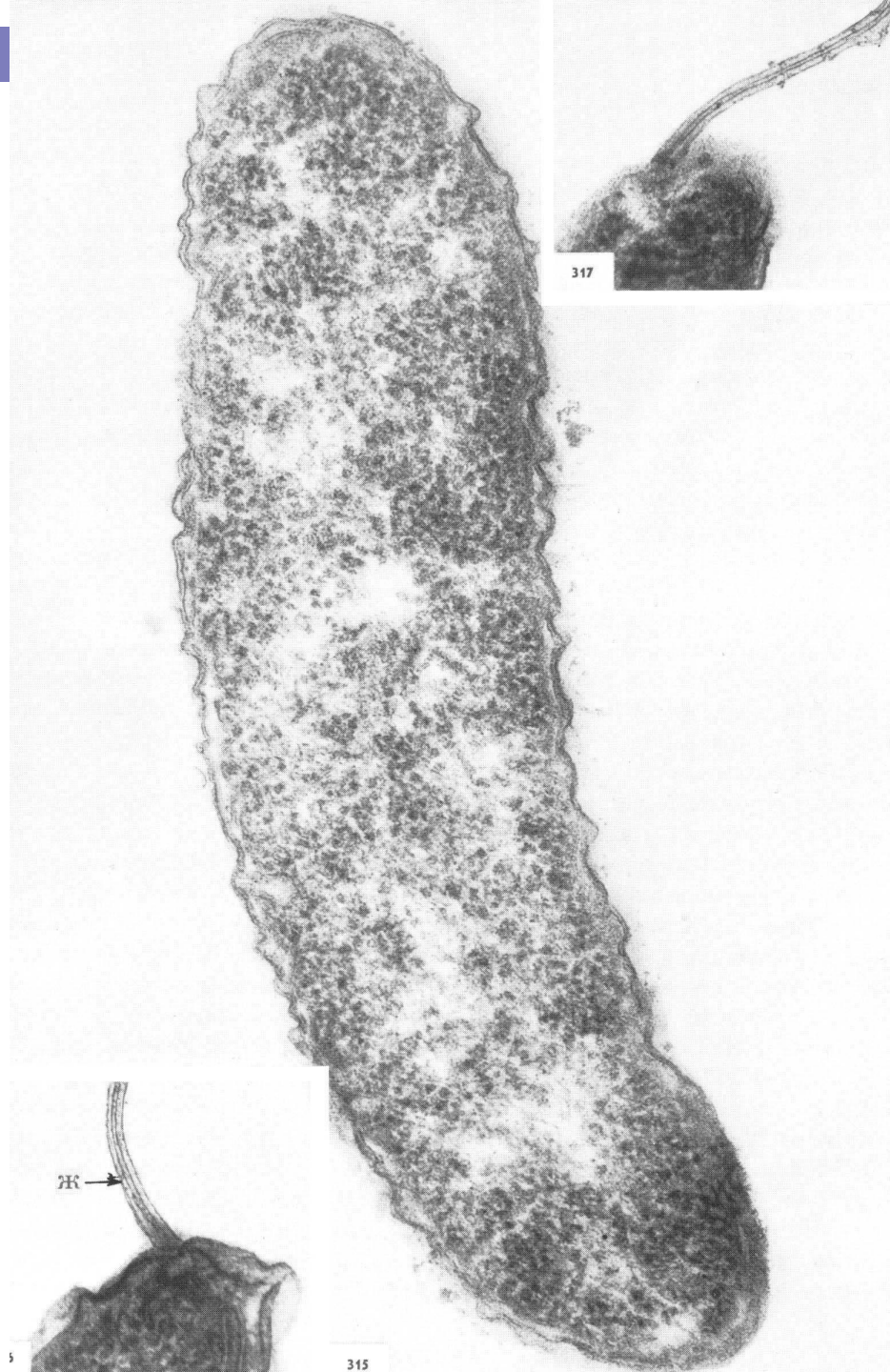


Proteus



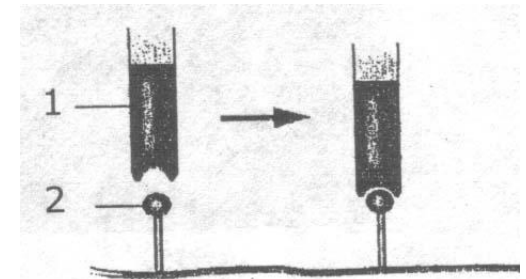
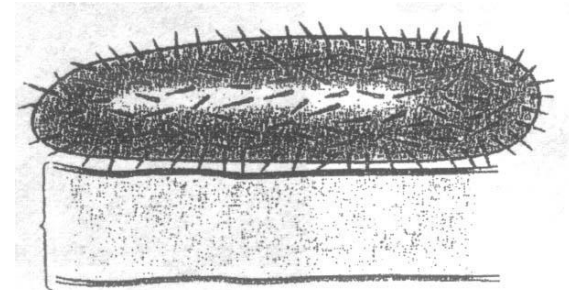
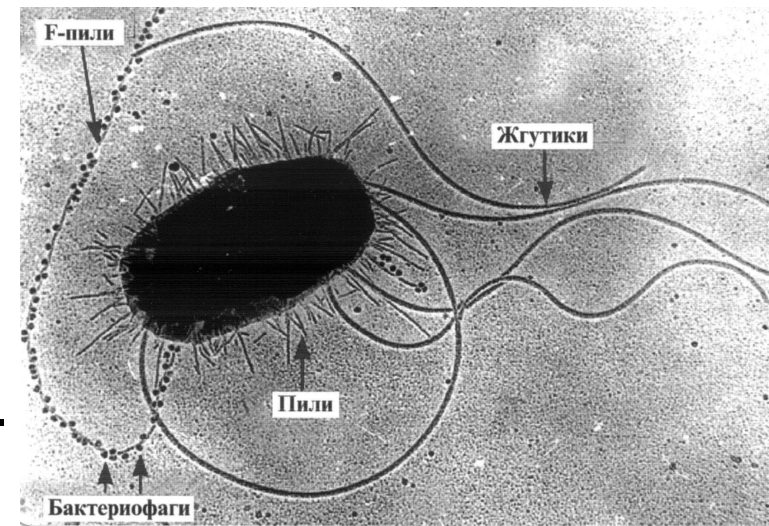
Жгутики

- Хемотаксис, аэротаксис, фототаксис.
- Скорость движения бактерий: *Bacillus 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.

