

# **МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ**

## **Лекция 4**

### **Морфология и ультраструктура бактерий**

## Морфология клеток собственно бактерий

Бактерии можно разделить на две группы на основании окрашивания по Граму:

- Грамположительные, которые остаются окрашенными генцианвиолетом после отмывки спиртом
- Обесцвечивающиеся грамотрицательные.
- Клеточная стенка грамположительных бактерий значительно толще чем у грамотрицательных.

# Морфология клеток собственно бактерий

Среди тонкостенных, **грамотрицательных** эубактерий различают :

- сферические формы, или кокки (гонококки, менингококки, вейлонеллы) ;
- извитые формы - спирохеты и спириллы;
- палочковидные формы;
- риккетсии и хламидии.

К толстостенным, **грамположительным** эубактериям относят:

- сферические формы, или кокки (стафилококки, стрептококки, пневмококки) ;
- палочковидные формы, в том числе коринебактерии, микобактерии и бифидобактерии;
- актиномицеты (ветвящиеся, нитевидные бактерии) .

# Морфология клеток собственно бактерий

ТОНКОСТЕННЫЕ, ГРАМОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ ЗУБАКТЕРИИ	ТОЛСТОСТЕННЫЕ, ГРАМОПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ ЗУБАКТЕРИИ
Менингококки 	Пневмококки 
Гонококки 	Стрептококки 
Вейлонеллы 	Стафилококки 
Палочки 	Палочки 
Вибрионы 	Вациллы* 
Кампилобактерии Хеликобактерии 	Клостридии* 
Спириллы 	Коринебактерии 
Спирохеты 	Микобактерии 
Риккетсии 	Вифидобактерии 
Хламидии 	Актиномицеты 

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

## Морфология клеток собственно бактерий

### Сферические или шаровидные формы (кокки)

- Микрококки – отдельно расположенные клетки в виде пакетов

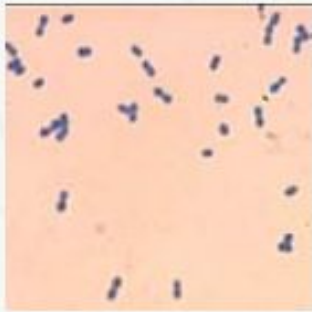


## Морфология клеток собственно бактерий

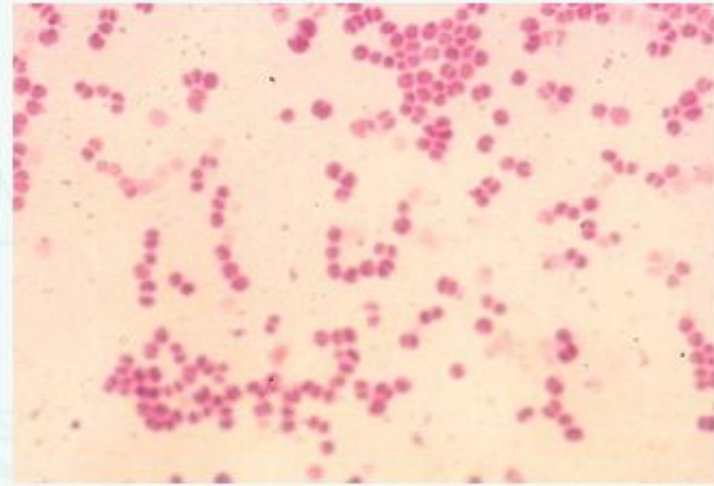
### Сферические или шаровидные формы (кокки)

- Диплококки (лат. — двойной) — парные кокки, располагаются парами — пневмококк (ланцетовидной формы), гонококк, менингококк (в форме кофейных зерен, обращенных вогнутой поверхностью друг к другу)

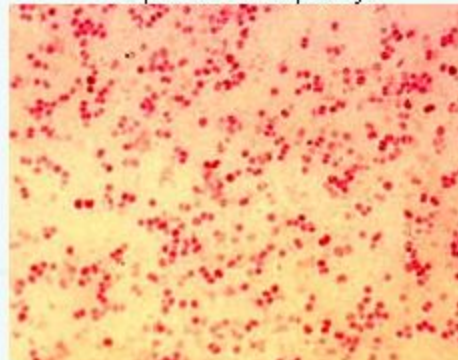
Чистая культура **пневмококка**.  
Окраска по Граму.



Чистая культура ***N. gonorrhoeae***. Окраска по Граму



***N. meningitidis***. Чистая культура.  
Окраска по Граму.

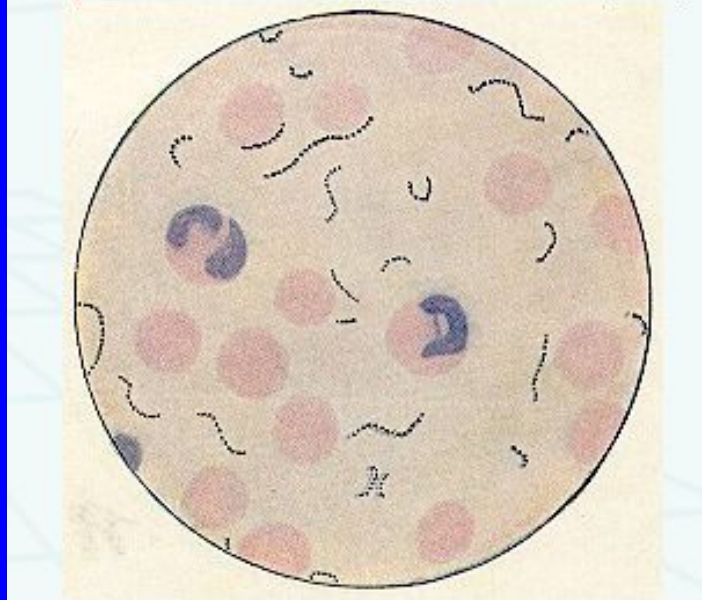


# Морфология клеток собственно бактерий

## Сферические или шаровидные формы (кокки)

- Стрептококки (греч. streptos – цепочка) – клетки округлой или вытянутой формы, составляющие цепочку вследствие деления клеток в одной плоскости и сохранения связи между ними в месте деления

**Стрептококк** в гное. Окраска по Граму



**Streptococcus pyogenes**. Чистая культура  
Окраска метиленовым синим.



# Морфология клеток собственно бактерий

## Сферические или шаровидные формы (кокки)

- Сарцины (от лат. *Sarcina* – тук, связка) – располагаются в виде пакетов из 8 и более клеток, так как они делятся сразу в трех взаимно перпендикулярных областях
- Стафилококки (от греч. *staphyle* – виноградная гроздь) – кокки, расположенные в виде виоградной грозди в результате деления в разных полскостях





# Морфология клеток собственно бактерий

## Палочковидные бактерии

- Могут быть правильной (кишечная палочка) и неправильной формы (коринебактерии и др.)

Полиморфные прямые или слегка изогнутые палочки (0,3-0,8 x 1,5-8мкм), иногда с булавовидными концами (род **Corynebacterium** от греч. *κορυνη* - булава). Располагаются в виде буквы V. Грамположительные. По полюсам клеток видны метахроматические зерна полиметафосфата (зерна волютина), выявляемые при окраске метиленовым синим (темно-бордовые) или по Нейссеру (темно-коричневые). Неподвижны. Факультативные анаэробы.

Чистая культура **E.coli**. Окраска по Граму.

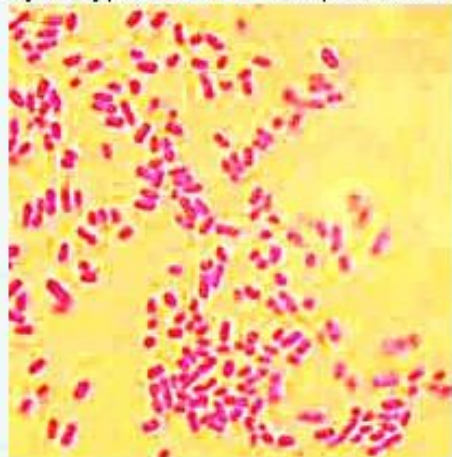
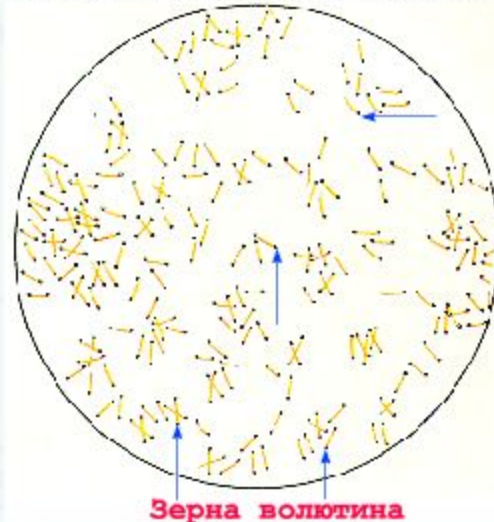


Рисунок мазка из чистой культуры. Окраска по Нейссеру



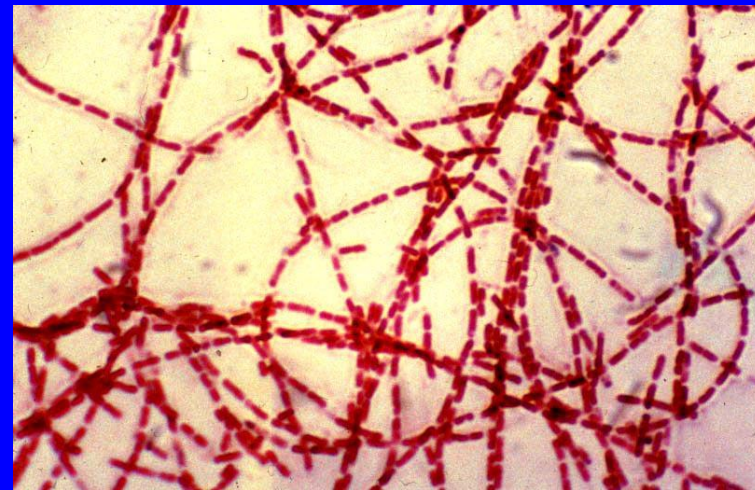
# Морфология клеток собственно бактерий

## Палочковидные бактерии

- Бациллы возбудителя сибирской язвы – палочки, располагающиеся в виде цепочек из-за неполного разделения клеток - стрептобациллы



Капсулы **B.anthraxis** (в органах)



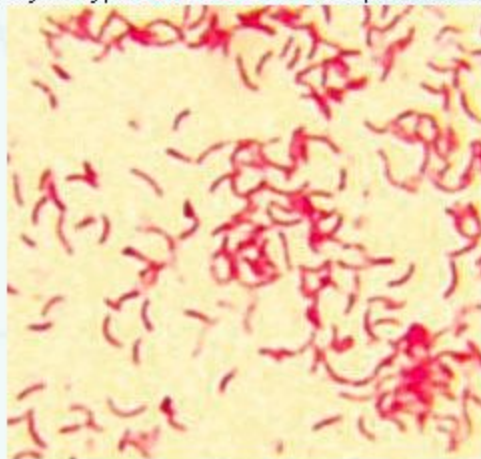
# Морфология клеток собственно бактерий

## Палочковидные бактерии

**Вибрионы** (лат. *vibrio* - вибрировать) - прямые или изогнутые грамотрицательные палочки (0,3-1,3 x 1,4-5 мкм). Подвижные (монотрихи). Факультативные анаэробы. Оптимум роста (в отличие от других бактерий) при pH 8,5-9,0. Имеют O- и H-антигены. В зависимости от строения O-антигена различают более 150 серогрупп *V.cholerae*. Собственно возбудитель холеры относится к серогруппам O1 и O139; другие серогруппы вида не являются возбудителями холеры, но вызывают острые кишечные инфекции. H-антиген является общим для рода **Vibrio**.

► Возбудители холеры **Vibrio cholerae** разделяют на два биовара (биотипа): **cholerae** и **eltor**. Каждый биовар по антигенным свойствам разделяется на серовары Огава, Инаба, Гикошима, что имеет эпидемиологическое значение. Холерный вибрион неустойчив к нагреванию, действию солнечных лучей, дезинфицирующих веществ. Чувствителен к кислотам.

Чистая культура **V.cholerae**. Окраска по Граму



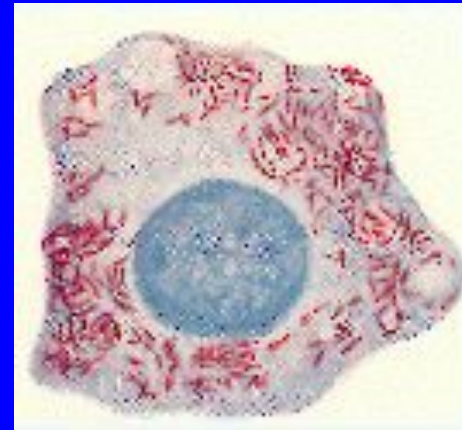
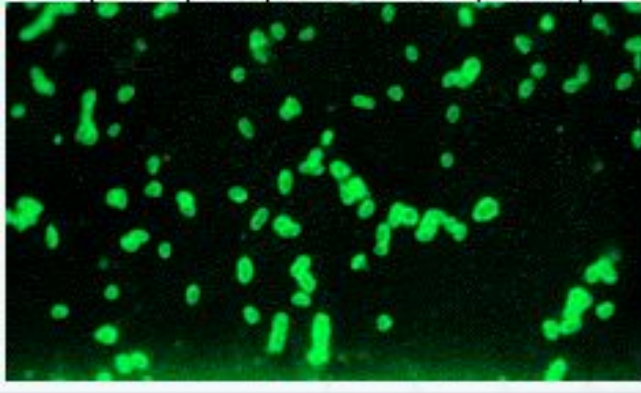
## Морфология клеток собственно бактерий

**Риккетсии** - мелкие (0,3х 2,0 мкм) грамотрицательные палочковидные бактерии. Окружены слизистым слоем. Жгутиков нет. Аэробы. Окрашиваются по Романовскому-Гимзе и по Здродовскому, Маккиавелло, Гименес. Клеточная стенка содержит липополисахарид, пептидогликан, S-слой белка (rOmpB), липопротеин; риккетсии группы пятнистых лихорадок содержат поверхностный белок (rOmpA).

➤ Внутриклеточное расположение варьирует: риккетсии размножаются в цитоплазме, некоторые (*R. rickettsii*, *R. sibirica*) - в ядре.

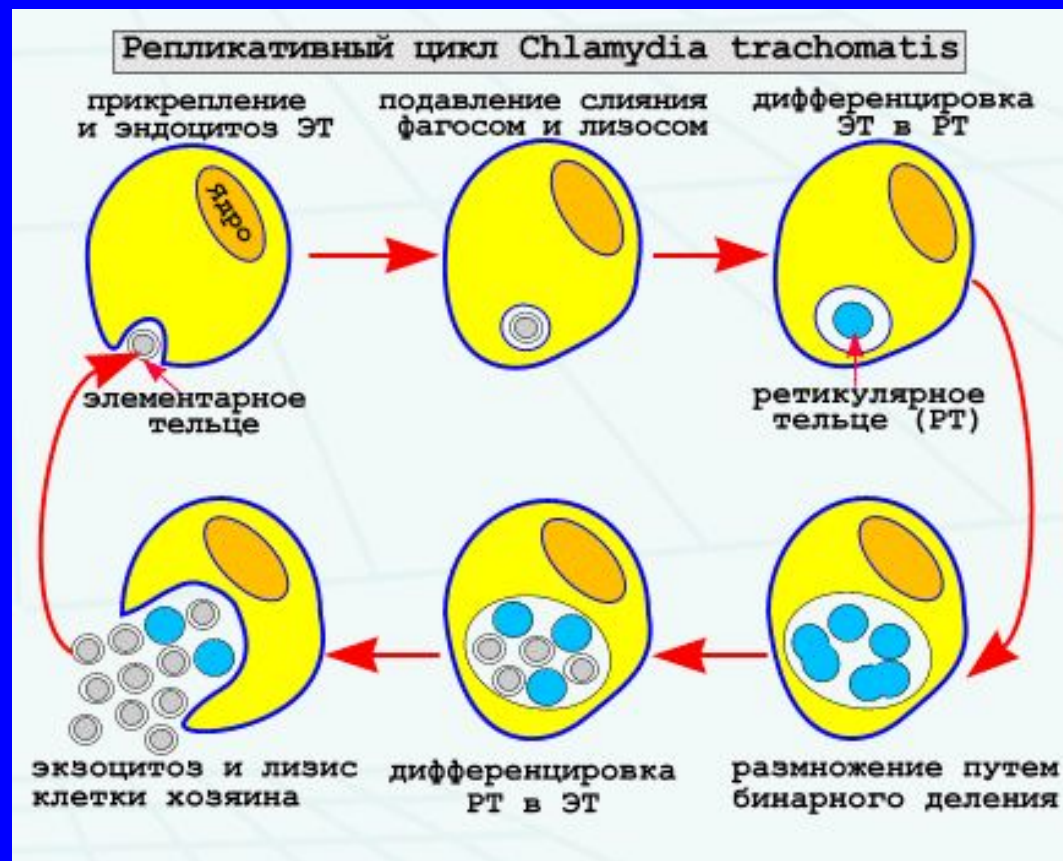
➤ В клетках размножаются медленно - делением надвое. Патогенные виды обитают в членистоногих и позвоночных животных, в т.ч. у человека. Поражают эндотелий сосудов, клетки крови и гладкомышечные клетки.

Препарат риккетсий (РИФ)



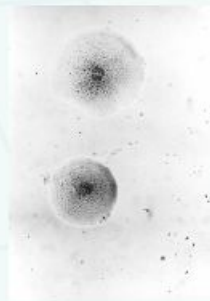
## Морфология клеток собственно бактерий

Хламидии – мелкие грамотрицательные или грамвариабельные кокковидные бактерии

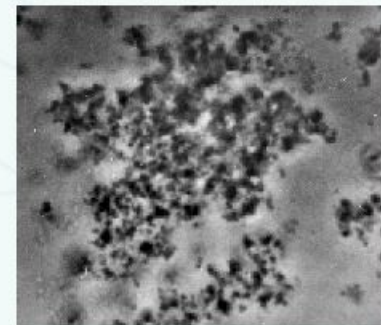


# Морфология клеток собственно бактерий

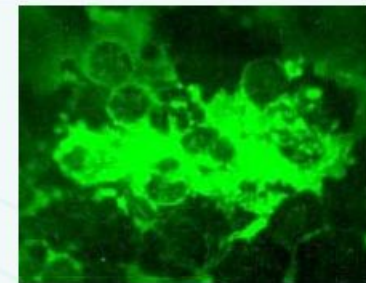
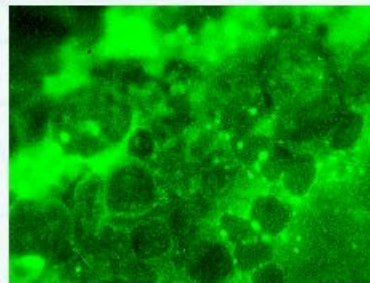
**Микоплазмы** - мелкие бактерии (0,3-0,8мкм), не имеющие клеточной стенки, окруженные цитоплазматической мембраной, содержащие стеролы. Из-за отсутствия клеточной стенки микоплазмы осмотически чувствительны, имеют разнообразную форму: кокковидную, нитевидную, колбовидную. Эти формы видны при фазово-контрастной микроскопии чистых культур микоплазм. Факультативные анаэробы (за исключением **M.pneumoniae** - строгого аэроба). Для культивирования необходимы: экзогенные стеролы, предшественники нуклеиновых кислот, аминокислоты. Размножаются бинарным делением, почкованием, фрагментацией нитей. Самые мелкие из них - элементарные тельца.



Колонии **микоплазм** на плотной среде



Структуры колонии **M.hominis** в полужидком агаре (фазовый контраст)

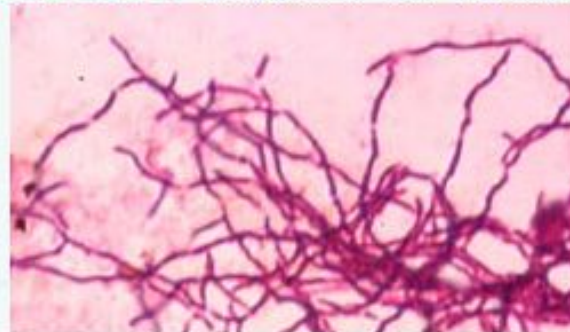


Микоплазмы в селезенке мыши (реакция иммунофлюоресценции)

## Морфология клеток собственно бактерий

**Актиномицеты** при делении путем фрагментации могут образовывать тонкие прямые, слегка изогнутые палочки (0,2-1,0 x 2,0-5,0мкм) , часто с утолщениями на концах, располагаясь одиночно, парами, в виде V, Y, или скоплений, напоминающих палисадник. Неподвижны. Грамположительны, некислотоустойчивы или кислотоустойчивы. На воздушных гифах (клетках) актиномицетов образуются споры, служащие для размножения. **Облигатные** или факультативные анаэробы.

Мазок из чистой культуры  
**A. bovis**. Окраска по Граму.



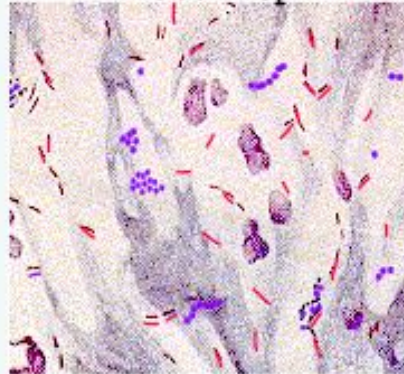
## Морфология клеток собственно бактерий

Общую филогенетическую ветвь с актиномицетами образуют так называемые **нокардиоподобные** (нокардиоформные) актиномицеты – собирательная группа палочковидных, неправильной формы бактерий. Их отдельные представители образуют ветвящиеся формы. К ним относят бактерии родов *Corynebacterium*, *Mycobacterium*, *Nocardia* и др.

Нокардиоподобные актиномицеты отличаются наличием в клеточной стенке сахаров арабинозы, галактозы, а также миколовых кислот и больших количеств жирных кислот. Миколовые кислоты и липиды клеточных стенок обуславливают кислотоустойчивость бактерий, в частности, микобактерий туберкулеза и лепры (при окраске по Цилю-Нельсену они имеют красный цвет, а некислотоустойчивые бактерии и элементы ткани, мокроты – синий цвет).

**M.tuberculosis** в мазке из мокроты (окраска по Цилю-Нельсену)

Кислотоустойчивые  
микобактерии



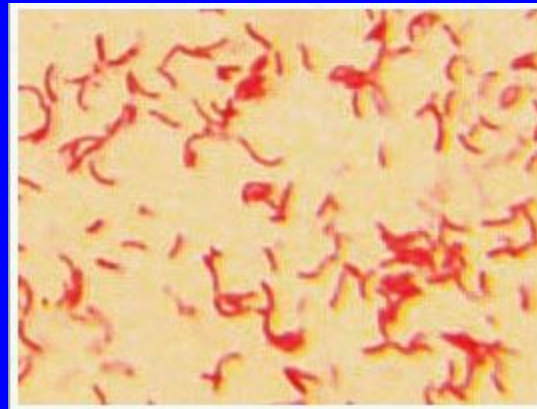
Некислотоустойчивые  
бактерии



## Морфология клеток собственно бактерий

**Извитые формы** – спиралевидные бактерии, например **спириллы**, имеющие вид штопорообразно извитых клеток. К патогенным спириллам относится **возбудитель содоку** (болезнь укуса крыс). К извитым также относятся **кампилобактеры**, **хеликобактеры**, имеющие изгибы как у крыла летящей чайки; близки к ним и такие бактерии, как спирохеты.

● **Спирохеты** – тонкие, длинные, извитые (спиралевидной формы) бактерии, отличающиеся от спирилл подвижностью, обусловленной сгибательными изменениями клеток. Спирохеты имеют наружную мембрану клеточной стенки, окружающую протоплазматический цилиндр с цитоплазматической мембраной. Под наружной мембраной клеточной стенки (в периплазме) расположены периплазматические фибриллы (жгутики), которые как бы закручиваясь вокруг протоплазматического цилиндра спирохеты, придают ей винтообразную форму (первичные завитки спирохет). Фибриллы прикреплены к концам клетки и направлены навстречу друг другу. Другой конец фибрилл свободен. Число и расположение фибрилл варьируют у разных видов. Фибриллы участвуют в передвижении спирохет, придавая клеткам вращательное, сгибательное и поступательное движение. При этом спирохеты образуют петли, завитки, изгибы, которые названы вторичными завитками.

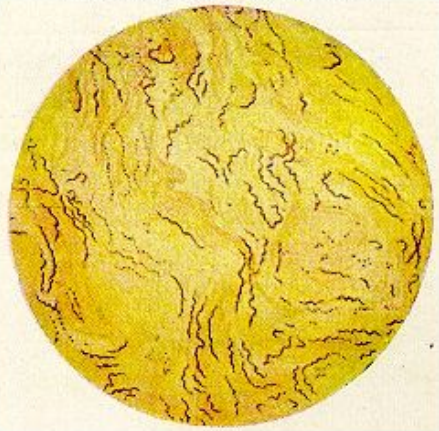


*Helicobacter pylori*

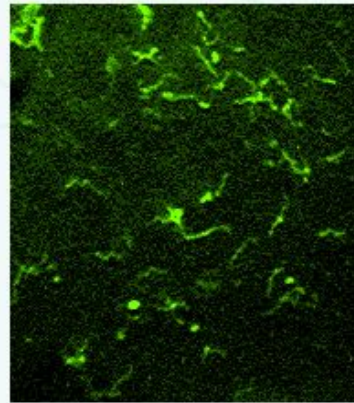
# Морфология клеток собственно бактерий

**Treponema pallidum** (бледная трепонема) в мазках из твердого шанкра

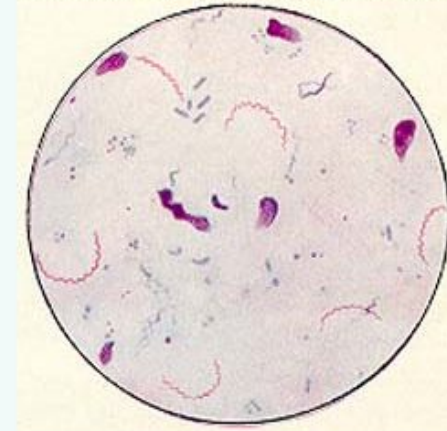
импрегнация серебром



иммунофлюоресценция



окраска по Романовскому-Гимзе



## Морфология клеток собственно бактерий

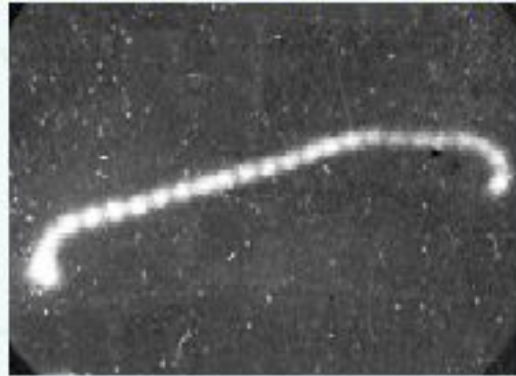
**Боррелии (Borrelia)** – тонкие спиральные бактерии, диаметром 0,2-0,5 мкм, длиной 5,0-25 мкм, имеющие 3-10 крупных завитков. Окрашиваются по Романовскому – Гимзе в сине-фиолетовый цвет. Спор и капсул не образуют. Подвижны: имеют от 7 до 30 периплазматических фибрил (жгутиков). Имеют уникальный геном в виде линейной хромосомы и линейной кольцевой плазмиды. Хорошо видимы в темном поле и в фазово-контрастном микроскопе. Для них характерны вращательные движения с волнообразными колебаниями. Микроаэрофилы и **облигатные анаэробы**.

**Боррелия** в мазке из крови больного возвратным тифом.  
Окраска по Романовскому-Гимзе



## Морфология клеток собственно бактерий

**Лептоспира** в темном поле (микрофотография)



**Лептоспиры** - тонкие спиральные бактерии размером 0,1 x 6-24мкм, слабо воспринимающие анилиновые красители. По Романовскому-Гимзе красятся в розовый цвет. Образуют 15-20 мелких завитков. Концевые части лептоспир крючкообразно загнуты в виде букв С или S, с пуговчатым утолщением на концах. Встречаются также бескрючковые формы лептоспир.