

# Систематика и номенклатура возбудителей бактериальных инфекций

**Любая классификация живых организмов призвана показать степень сходства и предполагаемой эволюционной взаимосвязи** (при этом более высокие категории — ёмкие и широкие, а более низкие — конкретны и ограничены).

Принципы классификации изучает особый раздел систематики — **таксономия** [от греч. *taxis*, расположение, порядок, + *nomos*, закон].

# Принципы классификации микроорганизмов

Основной таксономической единицей систематики бактерий является **вид**.

**Вид** – это эволюционно сложившаяся совокупность особей, имеющая единый генотип, который в стандартных условиях проявляется сходными морфологическими, физиологическими, биохимическими и другими признаками.

# Систематика микроорганизмов

**Естественная (филогенетическая) систематика микроорганизмов** имеет конечной целью объединение родственных форм, связанных общностью происхождения, и установление иерархического соподчинения отдельных групп

*Базовый признак, используемый для классификации микроорганизмов — тип клеточной организации*

**Искусственная (ключевая)  
систематика микроорганизмов,**  
объединяющая организмы в группы на основе  
сходства их *важнейших свойств.*

С позиций медицинской микробиологии  
микроорганизмы обычно подразделяют в  
соответствии с влиянием, которое они  
оказывают на организм человека:

- *патогенные,*
- *условно-патогенные*
- *непатогенные.*

Для облегчения диагностики и принятия решений, касающихся лечения и прогноза заболевания, предложены

***идентификационные ключи.***

Сгруппированные в таком ключе микроорганизмы не всегда находятся в филогенетическом родстве, но перечисляются вместе, поскольку обладают несколькими, легко выявляемыми сходными свойствами.

**«Определитель бактерий Бёрджи» —**  
характерный пример искусственной  
систематики. Согласно его принципам,  
***легко выявляемые свойства***  
***являются основой для объединения***  
***бактерий в большие группы.***



# Принципы таксономии и номенклатуры микроорганизмов

Образование и применение научных названий микроорганизмов регламентируют:

- «Международный кодекс номенклатуры бактерий»,
- «Международный кодекс ботанической номенклатуры» (грибы),
- «Международный кодекс зоологической номенклатуры» (простейшие)
- решения Международного комитета по таксономии вирусов.

Все изменения научных названий микроорганизмов возможны лишь решениями соответствующих международных конгрессов и постоянных комитетов по номенклатуре

# Категории таксономической иерархии

Для микроорганизмов приняты следующие категории (таксоны) таксономической иерархии (по восходящей):  
Вид (*Species*) → Род (*Genus*) → Триба, или колено (*Tribus*)  
→ Семейство (*Familia*) → Порядок (*Ordo*) → Класс (*Classis*)  
→ Отдел (*Divisio*) → Царство (*Regnum*).

При необходимости вводят категории (по восходящей):  
Подтриба, или подколono (*Subtribus*) → Подсемейство (*Subfamilia*) → Подпорядок (*Subordo*) → Подкласс (*Subclassis*) → Подотдел (*Subdivisio*).

Патогенные микроорганизмы относятся к царству прокариот,

патогенные простейшие и грибы – к царству эукариот,

вирусы объединяются в отдельное царство – *Vira*.

Все прокариоты, имеющие единый тип организации клеток, объединены в один отдел – *Bacteria*, в котором выделяют:

- 1) собственно бактерии;
- 2) актиномицеты;
- 3) спирохеты;
- 4) риккетсии;
- 5) хламидии;
- 6) микоплазмы.

# Названия таксонов у микроорганизмов

- **Род и выше.**

Названия таксонов, имеющих ранг рода и выше, униноминальны (унитарны), то есть *обозначаются одним словом*, например *Herpesviridae* (семейство герпесвирусов).

- **Вид.**

Названия видов биноминальны (бинарны), то есть *обозначаются двумя словами — название рода и вида*. Например, *Escherichia coli* (кишечная палочка). Второе слово бинарного названия вида, взятое отдельно, не имеет статуса в номенклатуре и не может быть использовано для научного обозначения микроорганизма. Исключением выступают вирусы, видовые названия которых не бинарны, то есть включают только видовое название (например, вирус бешенства).

если видовую принадлежность исследователям определить не удастся и определена только принадлежность к роду, то употребляется термин "species".

Чаще всего это имеет место при идентификации микроорганизмов имеющих нетрадиционные пищевые потребности или условия существования.

- **Инфравидовые таксоны.**

Систематика бактерий включает также внутривидовые таксоны, названия которых не подчиняются правилам «Международного кодекса номенклатуры бактерий».

- **Подвид.**

Названия подвидов триномиальны (тринарны); для их обозначения применяют слово подвид (*subspecies*) после видового названия, например *Klebsiella pneumoniae* subsp. *ozeanae* (палочка озены, где *ozeanae* — название подвида).

- **Вариант.**

Разнообразные механизмы изменчивости бактерий приводят к определённой нестабильности признаков, совокупность которых определяет тот или иной вид. Поэтому в систематике бактерий широко применяют понятие «вариант».

Различают:

1. морфологические,
2. биологические,
3. биохимические,
4. серологические
5. многие другие варианты.

В медицинской бактериологии обычно выделяют:

- серологические варианты (**серовары**)
- варианты, устойчивые к антибиотикам (**резистенсвары**)
- бактериофагам (**фаговары**)
- варианты, различающиеся по биохимическим признакам (**хемовары**)
- биологическим или культуральным признакам (**биовары**)

Например, *Vibrio cholerae* биовар *Eltor* (холерный вибрион Эль-Тор) или *Escherichia coli* серовар 0157:H7 (представитель группы энтерогеморрагических кишечных палочек).



- **Штамм и клон.**

В микробиологии также применяют специализированные термины — «культура» «штамм» и «клон».

Культура - это видимая глазом совокупность бактерий на питательных средах.

Штаммом [от нем. *stammen*, происходить] называют культуру микроорганизмов, выделенную из определённого конкретного источника (какого-либо организма или объекта окружающей среды).

Клоном [от греч. *klon*, отводок] называют культуру микроорганизмов, полученную из одной материнской клетки.

Например, вирус гриппа А (H3N2) штамм Ленинград 34/72.

# ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМАТИКИ БАКТЕРИИ

- Для идентификации и систематизации бактерий применены критерии, отражающие особенности их физиологии, морфологии, антигенных и других свойств.

- Для систематики микроорганизмов используются:
- 1) нумерическая таксономия. Признает равноценность всех признаков. Видовая принадлежность устанавливается по числу совпадающих признаков;
- 2) серотаксономия. Изучает антигены бактерий с помощью реакций с иммунными сыворотками;
- 3) хемотаксономия. Применяются физико-химические методы, с помощью которых исследуется липидный, аминокислотный состав микробной клетки и определенных ее компонентов;
- 4) генная систематика. Основана на способности бактерий с гомологичными ДНК к трансформации, трансдукции и конъюгации, на анализе внехромосомных факторов наследственности – плазмид, транспозонов, фагов.

## Морфологические и тинкториальные свойства

- Наиболее общие критерии для важных с медицинской точки зрения бактерий: величина, форма, агрегация (образование нитей, тетрад, пакетов), наличие капсулы, эндоспор, жгутиков, пигментов и способность окрашиваться красителями (то есть тинкториальные свойства).
  - окраска по Граму:

**Грамположительные бактерии** хорошо удерживают комплекс генцианового фиолетового с йодом и устойчивы к обесцвечиванию спиртом. После обработки фуксином они окрашиваются в фиолетово-пурпурный цвет.

**Грамотрицательные бактерии** обесцвечиваются спиртом, то есть теряют комплекс генцианового фиолетового с йодом, и хорошо поглощают фуксин. В мазках они окрашиваются в малиново-красный цвет.
  - **Кислотоустойчивые бактерии.**

- **Подвижность**

В соответствии со способом передвижения выделяют **скользящие бактерии**, перемещающиеся за счёт волнообразных сокращений тела, и **плавающие бактерии**, движение которых обеспечивают жгутики или реснички.

- **Способность к спорообразованию**

Для классификации некоторых бактерий учитывают их способность к спорообразованию, размеры спор и их расположение в клетке.

- **Физиологическая активность**

Бактерии разделяют по способу питания, по типу получения энергии (дыхание, брожение, фотосинтез), по отношению к рН с указанием пределов устойчивости и оптимума роста и т.д.

- **отношение к кислороду:**

- **Аэробные бактерии** используют молекулярный  $O_2$  в качестве конечного акцептора электронов в процессе дыхания
- **Анаэробные бактерии** не утилизируют молекулярный  $O_2$  в качестве конечного акцептора электронов.
- **Факультативные бактерии** могут получать энергию либо в процессе дыхания, либо при брожении в зависимости от наличия или отсутствия кислорода в окружающей среде

- **биохимические свойства**

Для дифференцировки бактерий изучают их способность ферментировать углеводы, образовывать различные продукты (сероводород, индол) или гидролизовать белки.

- **антигенные свойства**

Антигенные свойства различных бактерий специфичны и связаны с особенностями строения клеточных структур, распознаваемых специальными антисыворотками как антигенные детерминанты.

- Выделяют следующие типы Аг:

- **родоспецифичные**, выявляемые у всех представителей конкретного рода, включая отдельные штаммы;
- **видоспецифичные**, выявляемые у отдельных видов и штаммов микроорганизмов;
- **сероваро- (штаммо) специфичные**, выявляемые у представителей различных подгрупп (штаммов) внутри конкретного вида.



- **Чувствительность к бактериофагам**

Поскольку вирусы бактерий взаимодействуют только с чувствительными бактериями, то в ряде случаев для дифференцировки бактерий применяют их чувствительность к бактериофагам.

- **Химический состав**

Важный классификационный признак — суммарный химический состав бактериальных клеток. Обычно определяют содержание и состав сахаров, липидов и аминокислот в клеточных стенках.



## • Генетическое родство

При систематизации бактерий на основании генетического родства учитывают ряд показателей:

- Способность обмениваться генетической информацией (например, в процессе трансформации или конъюгации), возможной только между организмами одного рода или вида.
- Состав оснований ДНК (отношение гуанин-цитозин : аденин-тимин).
- Сходство нуклеиновых кислот, выявляемое методом гибридизации.
- «Золотой стандарт» в определении степени родства среди бактерий — установление сходства в последовательности нуклеиновых кислот.

# Принципы систематизации бактерий в определителе Берджи



БЕРДЖИ ДЭВИД  
ХЕНРИКС (1860–1937) –  
амер. бактериолог,  
предложил  
классифицировать  
бактерии по  
небольшому количеству  
наиболее характерных  
признаков. Первый  
«Определитель  
бактерий Берджи» был  
издан в 1923 г.

# Определитель выделяет четыре основных категории бактерий

- **Gracillicutes** [от лат. *gracilis*, изящный, тонкий, + *cutis*, кожа] — виды с тонкой клеточной стенкой, окрашивающиеся грамотрицательно;
- **Firmicutes** [от лат. *firmus*, крепкий, + *cutis*, кожа] — бактерии с толстой клеточной стенкой, окрашивающиеся грамположительно;
- **Tenericutes** [от лат. *tener*, нежный, + *cutis*, кожа] — бактерии, лишённые клеточной стенки (микоплазмы и прочие представители класса *Mollicutes*)
- **Mendosicutes** [от лат. *mendosus*, неправильный, + *cutis*, кожа] — археобактерии (метан- и сульфатредуцирующие, галофильные, термофильные и археобактерии, лишённые клеточной стенки).

# Группы (секции) бактерии

## Группа 1.

Спирохеты. Включает свободноживущие и паразитические виды; для человека патогенны представители родов *Treponema*, *Borrelia* и *Leptospira*.

## Группа 2.

Аэробные и микроаэрофильные подвижные извитые и изогнутые грамотрицательные бактерии. Патогенные для человека виды входят в роды *Campylobacter*, *Helicobacters* *Spirillum*.

## Группа 3.

Неподвижные (редко подвижные) грамотрицательные бактерии. Не содержит патогенные виды.

## Группа 4.

Грамотрицательные аэробные и микроаэрофильные палочки и кокки. Патогенные для человека виды включены в состав семейств *Legionellaceae*, *Neisseriaceae* и *Pseudomonadaceae*; в группу входят также патогенные и условнопатогенные бактерии родов *Acinetobacter*, *Aeripia*, *Alcaligenes*, *Bordetella*, *Brucella*, *Flavobacterium*, *Francisella*, *Kingella* и *Moraxella*.

## Группа 5.

Факультативно анаэробные грамотрицательные палочки. Группа образована тремя семействами — *Enterobacteriaceae*, *Vibrionaceae* и *Pasteurellaceae*, каждое из которых включает патогенные виды, а также патогенные и условно-патогенные бактерии родов *Calymmobacterium*, *Cardiobacterium*, *Eikenella*, *Gardnerella* и *Streptobacillus*.

## Группа 6.

Грамотрицательные анаэробные прямые, изогнутые и спиральные бактерии. Патогенные и условно-патогенные виды входят в состав родов *Bacteroides*, *Fusobacterium*, *Porphyromonas* и *Prevotella*.

## Группа 7.

Бактерии, осуществляющие диссимиляционное восстановление сульфата или серы. Не включает патогенные виды.

## Группа 8.

Анаэробные грамотрицательные кокки. Включает условно-патогенные бактерии рода *Veillonella*.

## Группа 9.

Риккетсии и хламидии. Три семейства — *Rickettsiaceae*, *Bartonellaceae* и *Chlamydiaceae*, каждое из которых содержит патогенные для человека виды.



## **Группы 10 и 11**

включают анокси- и оксигенные фототрофные бактерии, не патогенные для человека.

## **Группа 12.**

Аэробные хемолитотрофные бактерии и родственные организмы. Объединяет серо-, железо- и марганцеокисляющие и нитрифицирующие бактерии, не вызывающие поражения у человека.

## **Группы 13 и 14**

включают почкующиеся и/или обладающие выростами бактерии и бактерии, образующие футляры. Представлены свободноживущими видами, не патогенными для человека.



## Группы 15 и 16

объединяют скользящие бактерии, не образующие плодовые тела и образующие их. Группы не включают виды, патогенные для человека.

## Группа 17.

Грамположительные кокки. Включает условно-патогенные виды родов *Enterococcus*, *Leuconostoc*, *Peptococcus*, *Peptostreptococcus*, *Sarcina*, *Staphylococcus*, *Stomatococcus* и *Streptococcus*.

## Группа 18.

Спорообразующие грамположительные палочки и кокки. Включает патогенные и условно-патогенные палочки родов *Clostridium* и *Bacillus*.

## Группа 19.

Споронеобразующие грамположительные палочки правильной формы. Включает условно-патогенные виды родов *Erysipelothrix* и *Listeria*.

## Группа 20.

Споронеобразующие грамположительные палочки неправильной формы. В состав группы входят патогенные и условно-патогенные виды родов *Actinomyces*, *Corynebacterium*, *Gardnerella*, *Mobiluncus* и др.

## Группа 21.

Микобактерии. Включает единственный род *Mycobacterium*, объединяющий патогенные и условно-патогенные виды.

## Группы 22-29.

Актиномицеты. Среди многочисленных видов лишь нокардиоформные актиномицеты (**группа 22**) родов *Gordona*, *Nocardia*, *Rhodococcus*, *Tsukamurella*, *Jonesia*, *Oerskovia* и *Terrabacter* способны вызывать поражения у человека.

## Группа 30.

Микоплазмы. Патогенны для человека виды, включённые в состав родов *Acholeplasma*, *Mycoplasma* и *Ureaplasma*.

**Остальные группы — метаногенные бактерии (31), сульфатредуцирующие бактерии (32), экстремально галофильные аэробные археобактерии (33), археобактерии, лишённые клеточной стенки (34), экстремальные термофилы и гипертермофилы, метаболизирующие серу (35) — не содержат патогенные для человека виды.**