

# Свойства живого

- Живые организмы:
  - Единство биохимического состава
  - Состоят из (зависят от)\* клеток (клеточное строение)
  - Реагируют на окружающую среду (раздражимость)
  - Могут расти, развиваться и размножаться
  - Получают и используют энергию и строительный материал (питание, использование энергии, здесь же - дыхание)
  - Поддерживают внутренний баланс (гомеостаз)
  - Имеют возможность эволюционной адаптации

\*вирусы?

# Уровни организации

## 1. Клеточный

• атомы → молекулы → органеллы → клетки

## 2. Организменный

• ткани → органы → системы органов

## 3. Популяционный

• популяции → виды → биологические сообщества

## 4. Экосистемный

• биологические сообщества + физическая среда  
(почва, вода, атмосфера)

## 5. Биосфера

• Планета как экосистема

# Уровни организации

- Каждый уровень основан на предыдущем но часто демонстрирует новые черты
- **Возникающие свойства**: новые свойства могут отсутствовать на предыдущем уровне и быть больше, нежели сумма предшествующих свойств

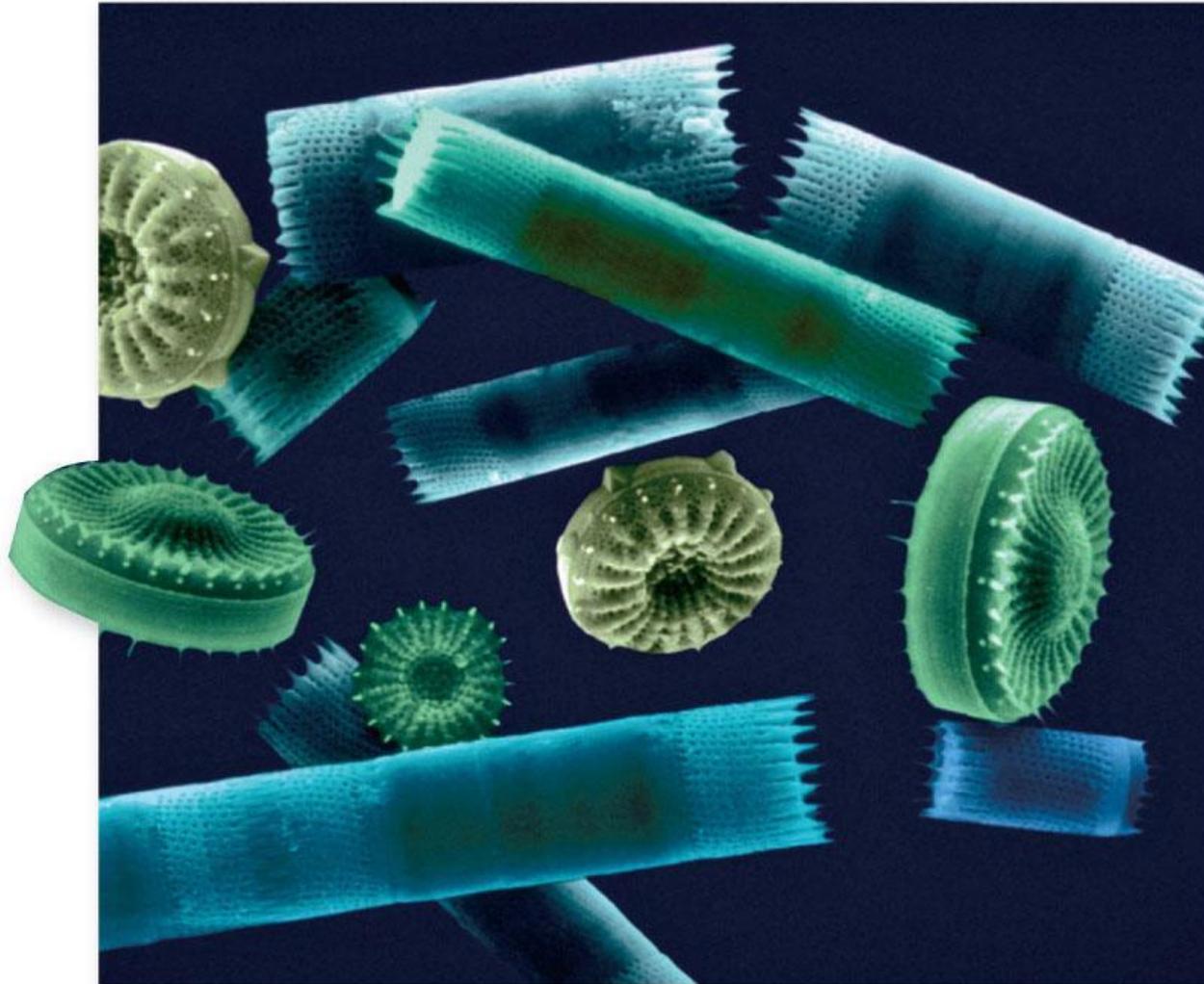


# Общебиологические принципы

- **Клеточная теория**
- Клеточная теория описывает организацию живых систем
- Все живущие организмы состоят из клеток и все живые клетки происходят из предшествующих клеток

# Single Celled Organisms

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



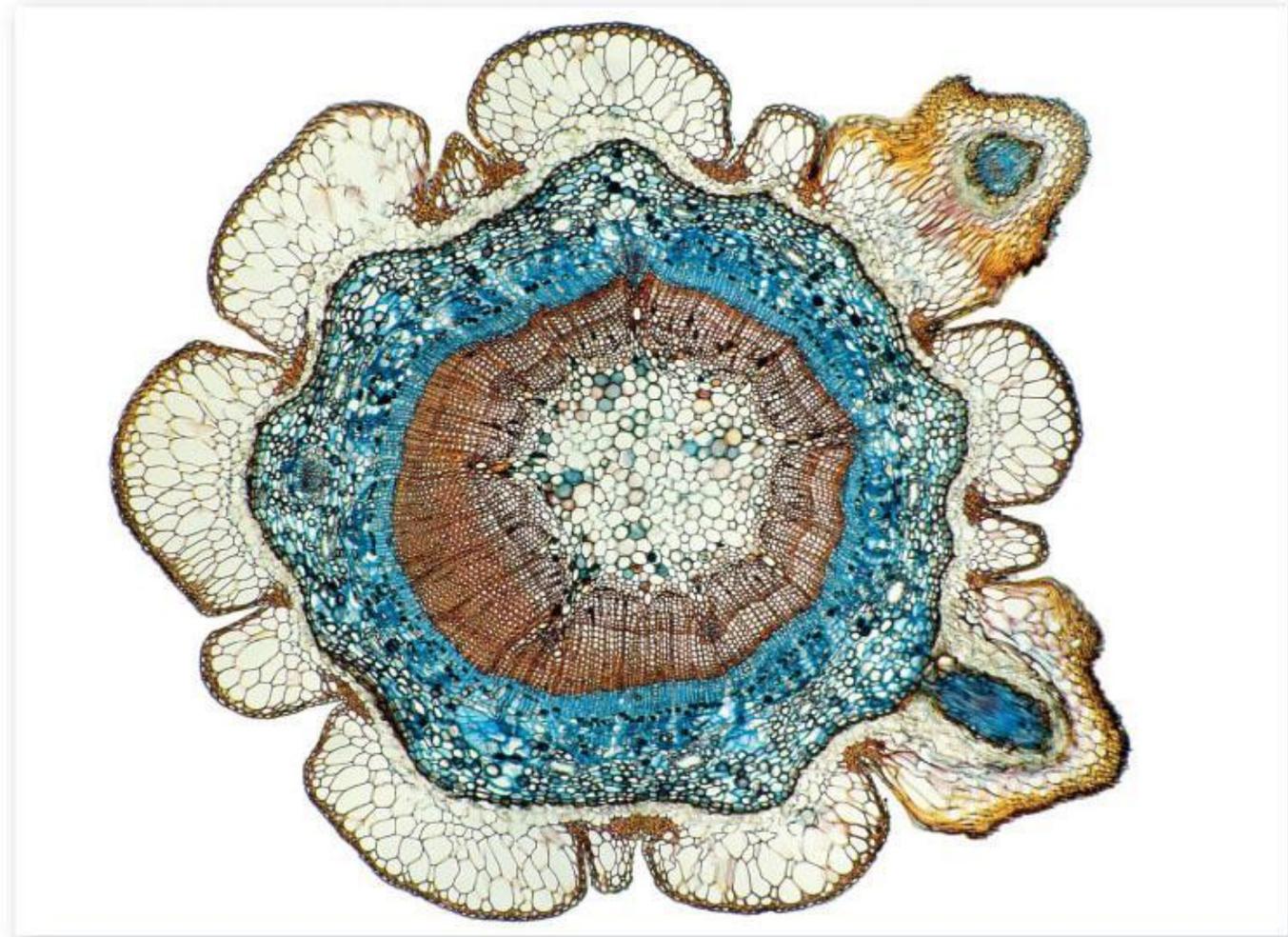
*a.*

60  $\mu\text{m}$

© Dennis Kunkel/Phototake

# Multi-Cellular Organisms

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



*b.*

568  $\mu\text{m}$

© H. E. Deckert/Phototake

Fig. 1.11b

# Классификация

- Биология пытается классифицировать огромное разнообразие живого на основе общих принципов
- На данный момент всё живое делится на 3 домена, подразделяющиеся на царства (таксономия)
- Классификация живого – постоянно идущий процесс 😊

# Система природы К.Линнея

- **Naturae (природа) делится на три царства:**

Животные	растут лишь до тех пор, пока не становились взрослыми; <i>могут:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>· активно передвигаться;</li><li>· дышать;</li><li>· активно заглатывать пищу</li></ul>
Растения	растут неограниченно долго; <ul style="list-style-type: none"><li>· <i>не могут</i> активно двигаться,</li><li>· не дышат,</li><li>· не питаются</li></ul>

- Середина XX в.  
По:  
Жизнь растений, 1974;  
Жизнь животных, 1975)

## Животные

- лишены клеточной стенки;
- гетеротрофы (не способны самостоятельно осуществлять синтез органических веществ из неорганических);
- лишены фотосинтетических пигментов;
- активно передвигаются (хотя бы на одной из стадий ж. цикла);
- фаготрофы (т.е. питаются, заглатывая пищу)

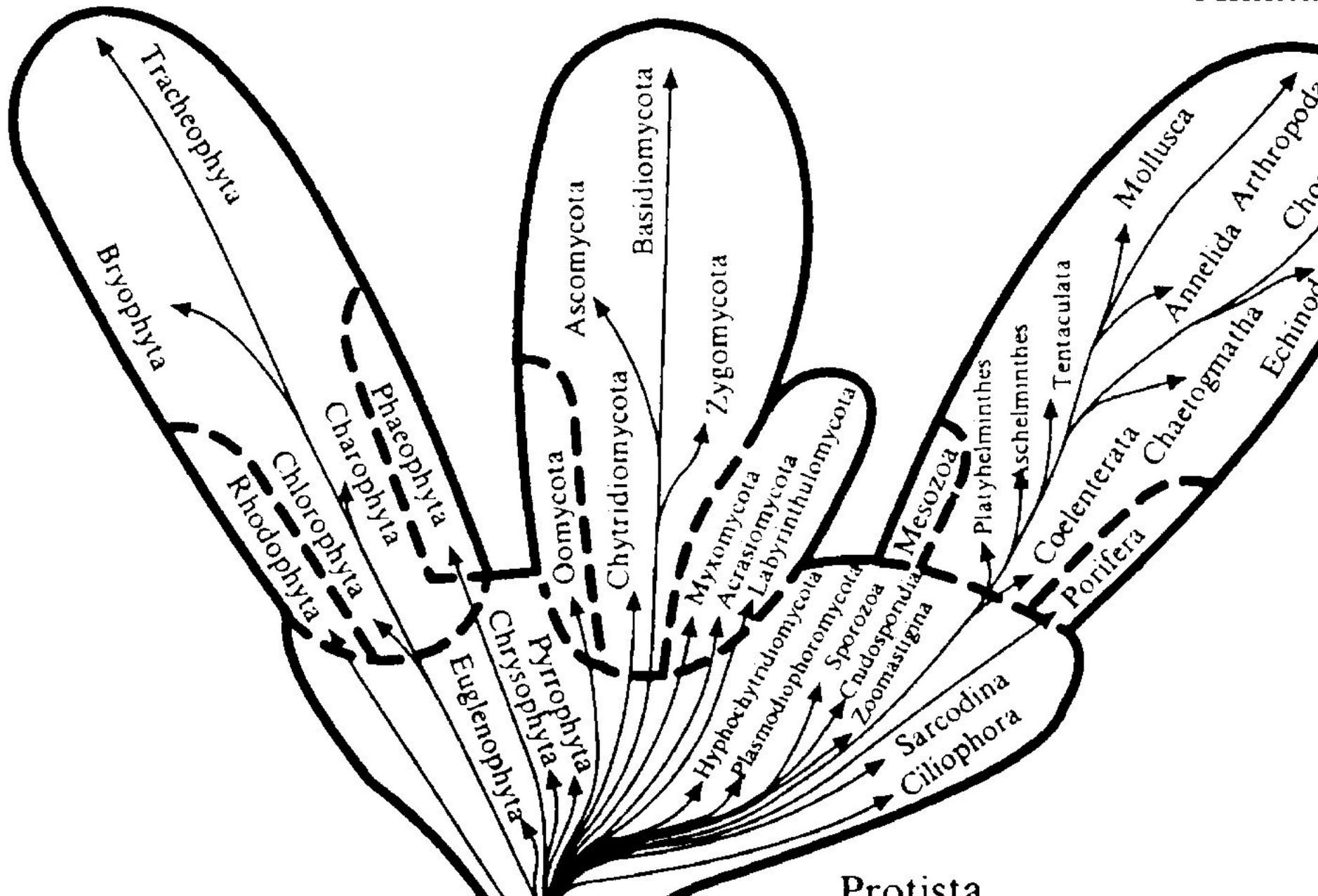
## Растения

- имеют клеточную стенку;
- преимущественно автотрофы (грибы и некоторые бактерии гетеротрофны);
- преимущественно пигментированы (т.е. содержат хлорофилл и др. фотосинтетические пигменты);
- не способны к активной локомоции (за исключением гамет и зооспор);
- осмотрофы (поглощают питательные в-ва в растворенном состоянии осмотически)

Plantae

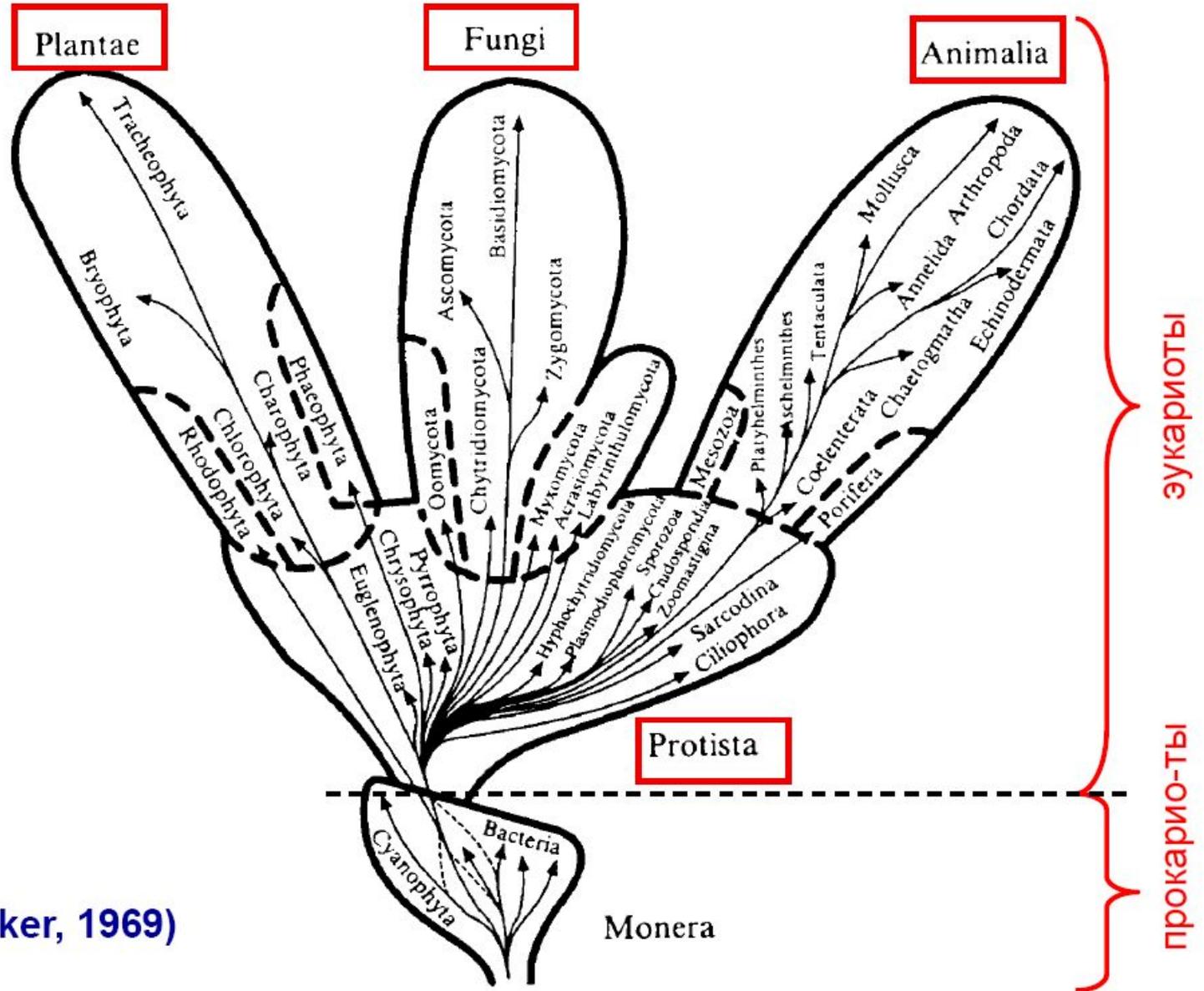
Fungi

Animalia



Protista

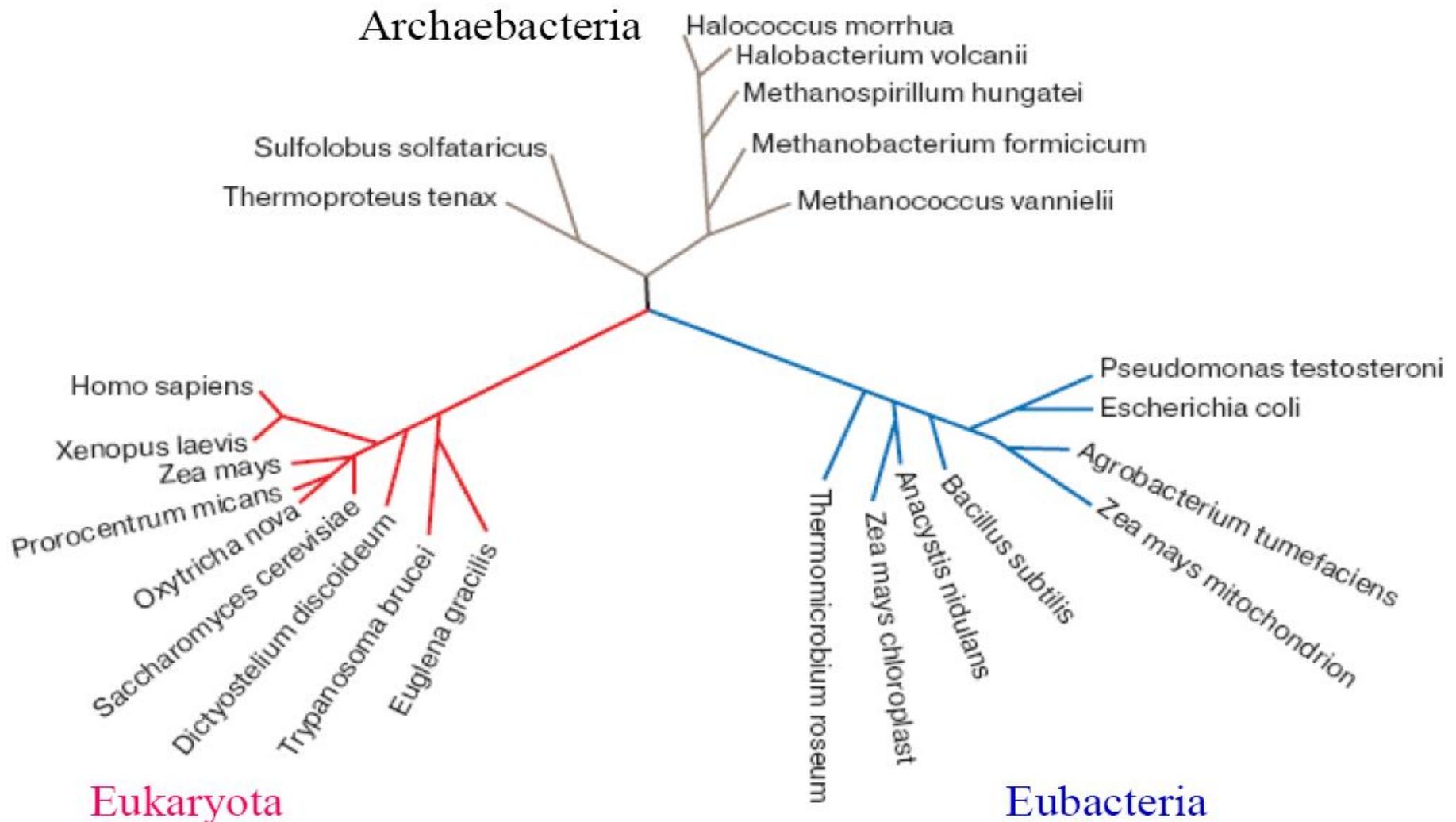
# Четырехцарственная система эукариот



(no Whittaker, 1969)

Monera

# Глобальное филогенетическое древо молекул 16-18S рибосомальной РНК



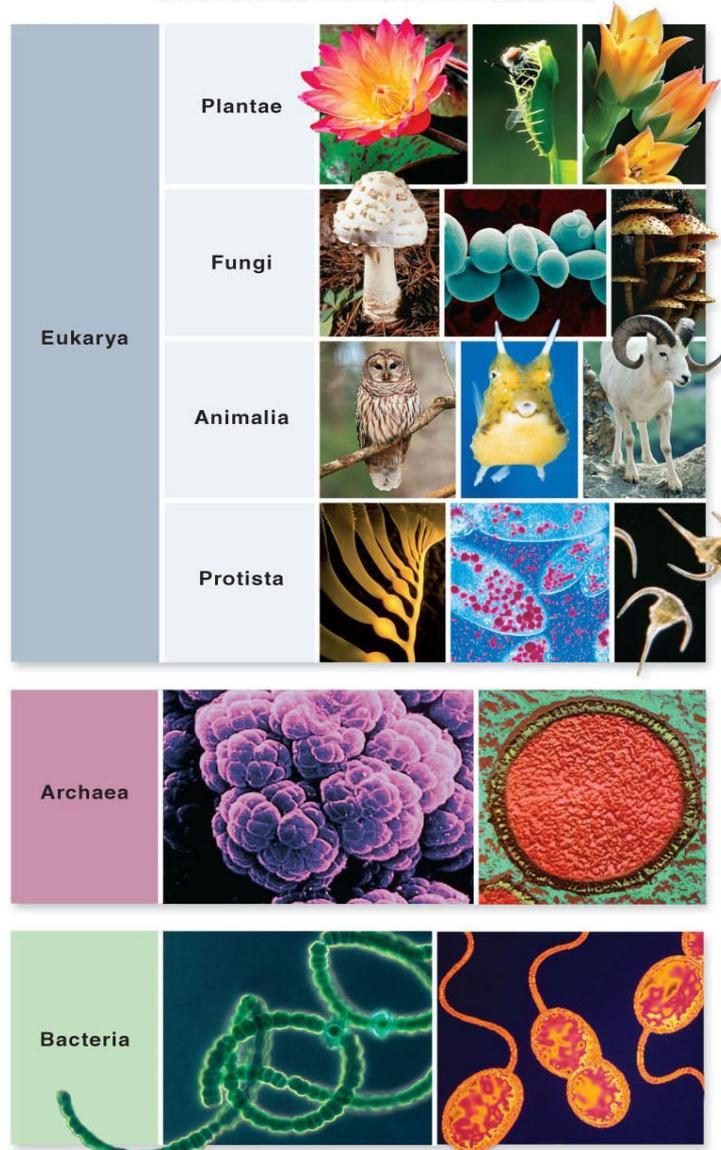
По Woese, Fox, 1997 из Ратнер, 1998

# Разнообразие живого

- Три домена:
- Three Domains:
1. Eukarya
  2. Archaea
  3. Bacteria

- 1. Эукариоты
- 2. Археи
- 3. Бактерии

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



(1st row-left): © Alan L. Detrick/Photo Researchers Inc.; (center): © David M. Dennis/Animals Animals-Earth Scenes; (right): Corbis/Volume 46; (2nd row-left): © Roy L. Chittenden/CORBIS; (center): © Mediscan/CORBIS; (right): © PhotoDisc 55/Volume 15/Getty Images; (3rd row-left): © Royalty-Free/Corbis; (center): © Tom Brakefield/CORBIS; (right): © PhotoDisc/Volume 44/Getty Images; (4th row-left): Corbis/Volume 64; (center): © T.E. Adams/Visuals Unlimited; (right): © Douglas P. Wilson/Frank Lane Picture Agency/CORBIS; (5th row-left): © R. Robinson/Visuals Unlimited; (right): © Kari Lounatman/Photo Researchers Inc.; (6th row-left): © Dwight R. Kuhn; (right): © Alfred Pasieka/Science Photo Library/Photo Researchers Inc.

Fig. 1.13

# Домен Эукариоты делится на 4 царства:

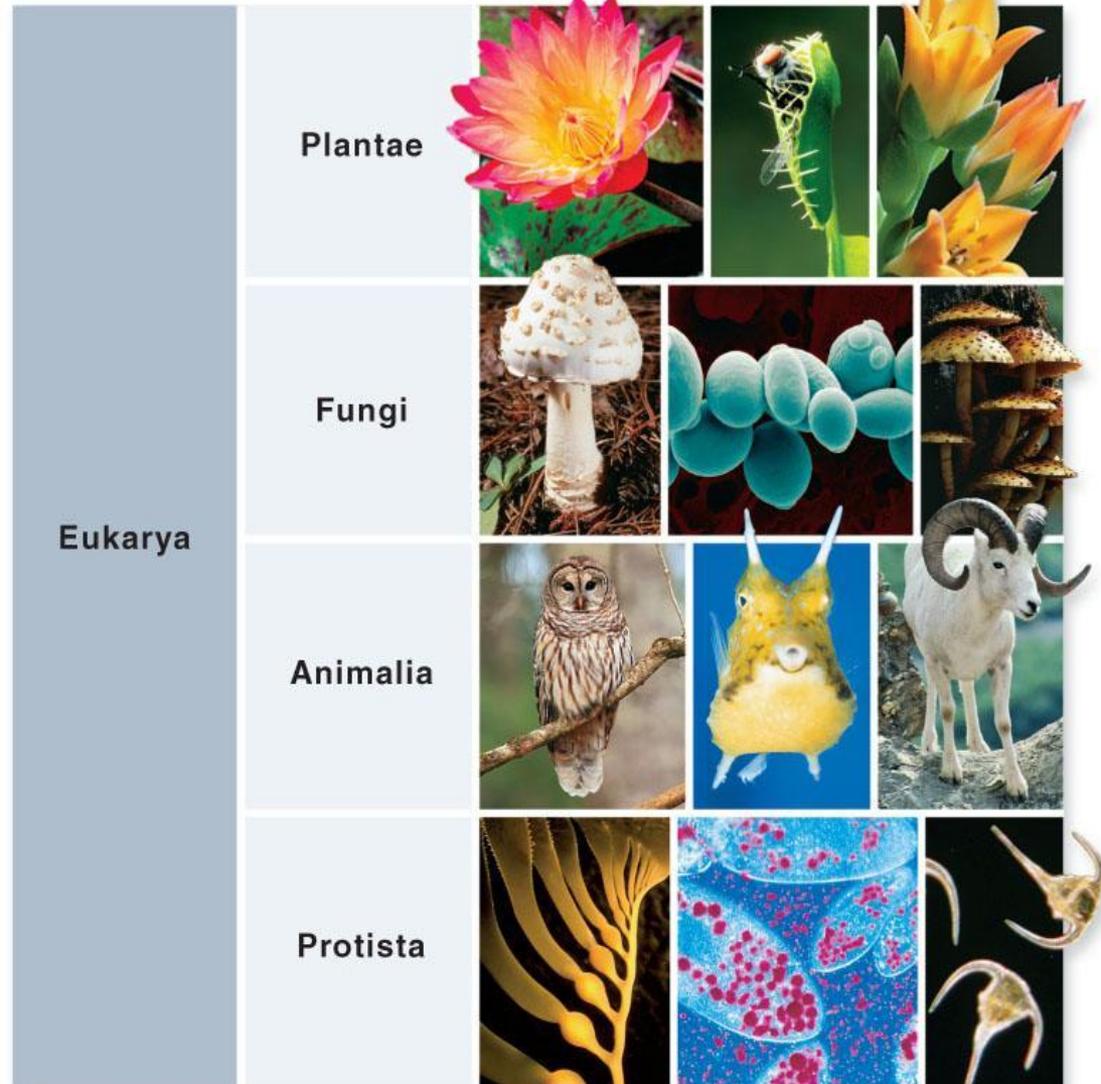
Domain Eukarya is

Divided into four

Kingdoms:

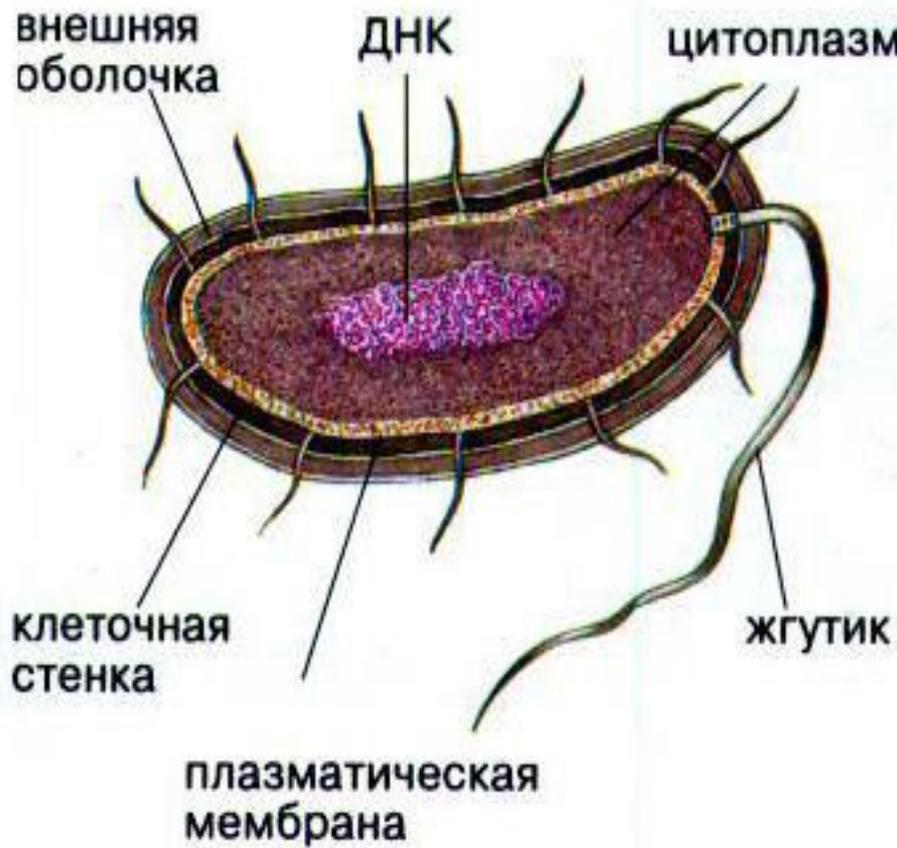
1. Plantae
2. Fungi
3. Animalia
4. Protista

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

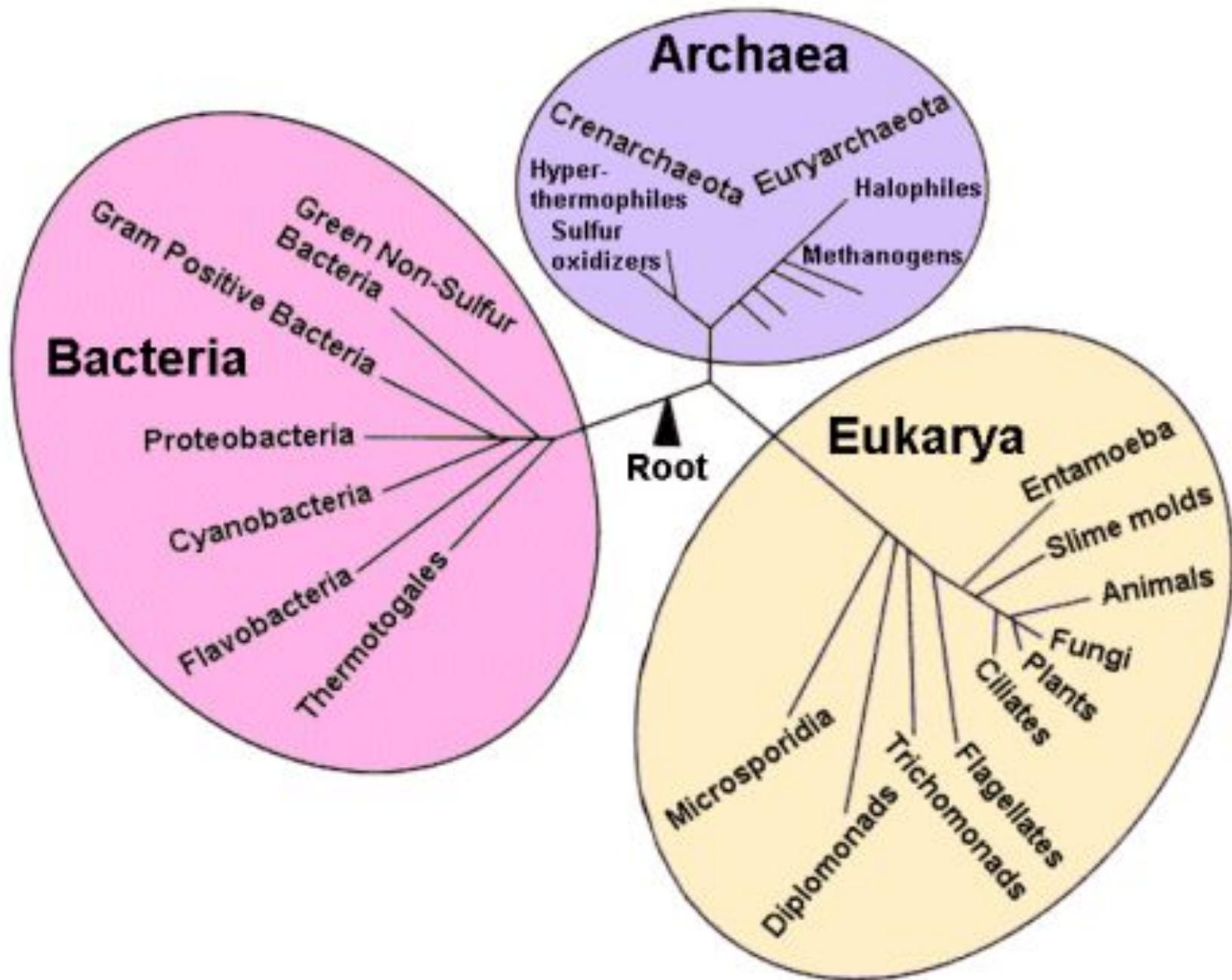


(1st row-left): © Alan L. Detrick/Photo Researchers Inc; (center): © David M. Dennis/Animals Animals-Earth Scenes; (right): Corbis/Volume 46;  
(2nd row-left): © Royalty-Free/CORBIS; (center): © Mediscan/CORBIS; (right): © PhotoDisc BS/Volume 15/Getty Images;  
(3rd row-left): © Royalty-Free/Corbis; (center): © Tom Brakefield/CORBIS; (right): © PhotoDisc/Volume 44/Getty Images;  
(4th row-left): Corbis/Volume 64; (center): © T.E. Adams/Visuals Unlimited; (right): © Douglas P. Wilson/Frank Lane Picture Agency/CORBIS;

Fig. 1.13-1

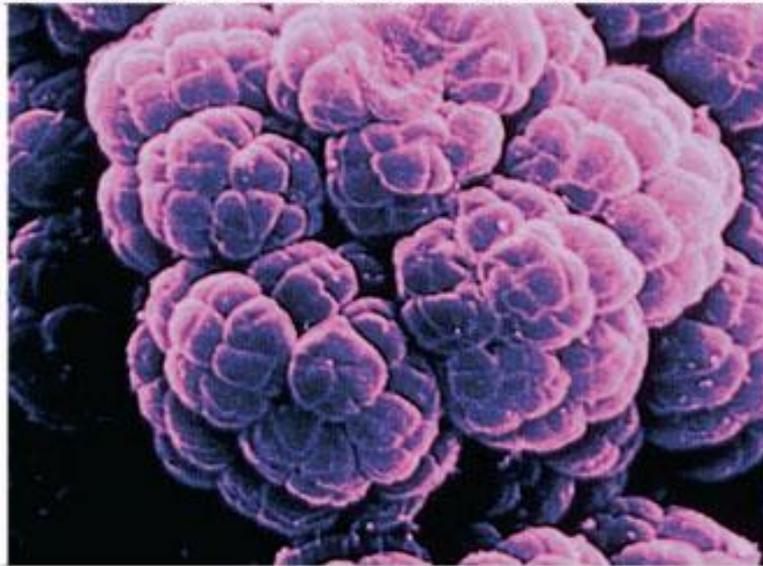


	<b>Прокариоты</b>	<b>Эукариоты</b>
Размер	0,5 – 10 мкм	10-100 мкм
органеллы	Мало, без двойной мембраны	много органелл, в том числе двойной мембраной (ядро, митохондрии, пластиды)
Генетический материал	кольцевая ДНК в цитоплазме, без белков	Линейная ДНК ассоциированная с белками ядре и кольцевая – в митохондриях и пластидах
Размножение	Бесполое, простым делением,	Половое – митоз и мейоз
Синтез белка	70S рибосомы, нет ЭПР	80S рибосомы, ЭПР
Жгутик	Простой, распространен	Сложный (цитоскелет)
«Устаревшие» различия	Гомологи цитоскелета, редко эндоцитоз	Классические цитоскелет, эндоцитоз, многоклеточность



Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

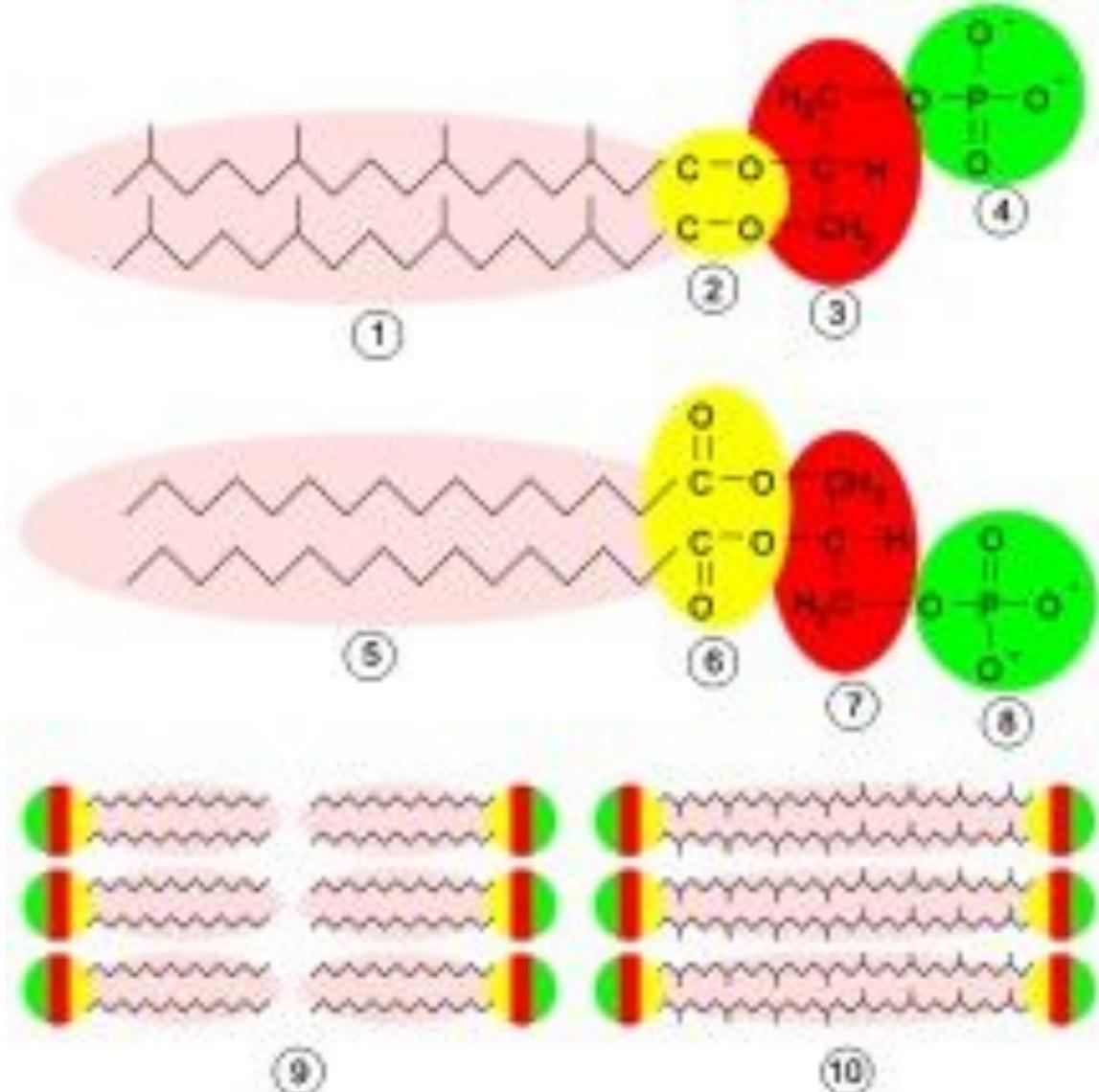
# Archaea



(middle): © R. Robinson/Visuals Unlimited; (right): © Kari Lounatman/Photo Researchers Inc.

## Основные факты

- Археи имеют ряд биохимических особенностей:
  - Особенности строения мембран
  - Генетическое сходство с эукариотами (факторы трансляции и транскрипции) и прокариотами (большая часть метаболизма).



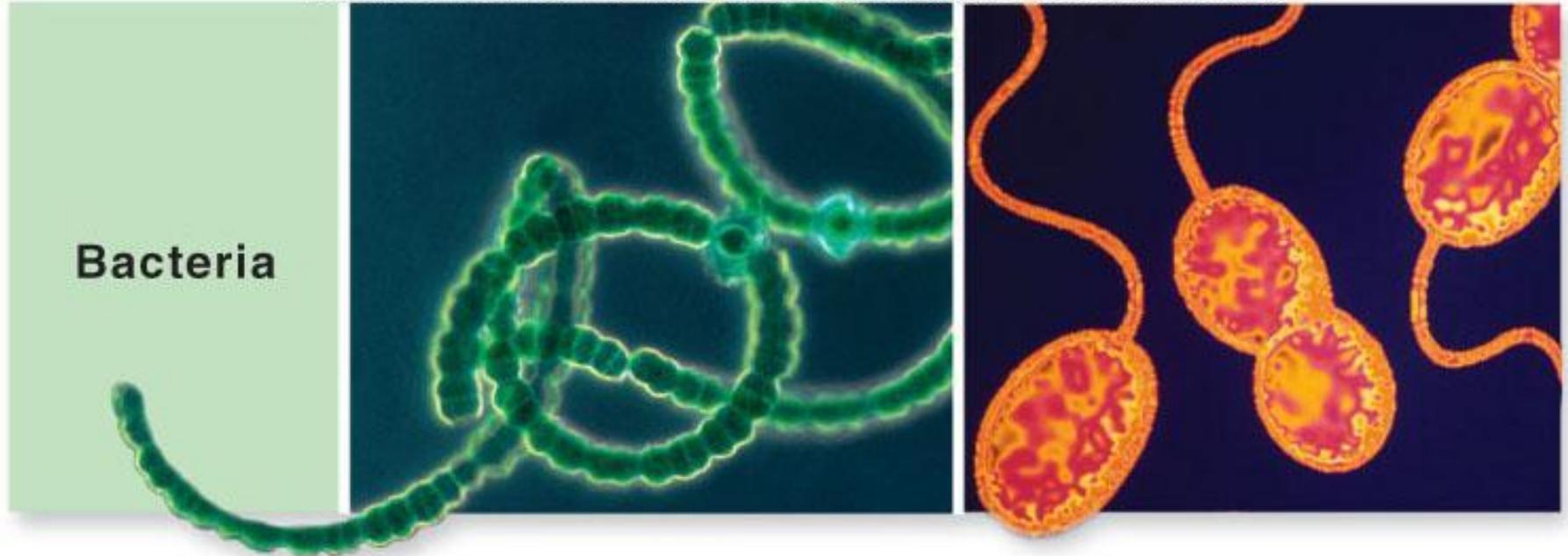
- Структура мембран. **Вверху** — фосфолипиды архей: **1** — изопреновые цепочки; **2** — простые эфирные связи; **3** — остаток L-глицерина; **4** — фосфатная группа. **Посередине** — бактериальные или эукариотические фосфолипиды: **5** — цепочки жирных кислот; **6** — сложноэфирные связи; **7** — остаток D-глицерина; **8** — фосфатная группа. **Снизу**: **9** — липидный бислой бактерий и эукариот; **10** — липидный монослой некоторых архей

# Представители архей

- Могут существовать без кислорода
- Многие фотосинтезируют
- «Экстремалы» разные представители живут:
  - Живут при высоких температурах (до 122 С)
  - В очень кислой или очень щелочной среде
  - При солености до 15% (океан – 4%)
  - Выдерживать высокие дозы радиации
  - Выдерживают перепады давления

# • Бактерии

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



(middle): © Dwight R. Kuhn; (right): © Alfred Pasieka/Science Photo Library/Photo Researchers Inc.

## *Характеристика бактерий*

Распространены повсеместно: в воде, почве, воздухе, живых организмах. Они обнаруживаются как в самых глубоких океанических впадинах, так и на высочайшей горной вершине Земли — Эвересте, как во льдах Арктики и Антарктиды, так и в горячих источниках. В почве они проникают на глубину 4 и более км, споры бактерий в атмосфере встречаются на высоте до 20 км, гидросфера вообще не имеет границ обитания этих организмов.

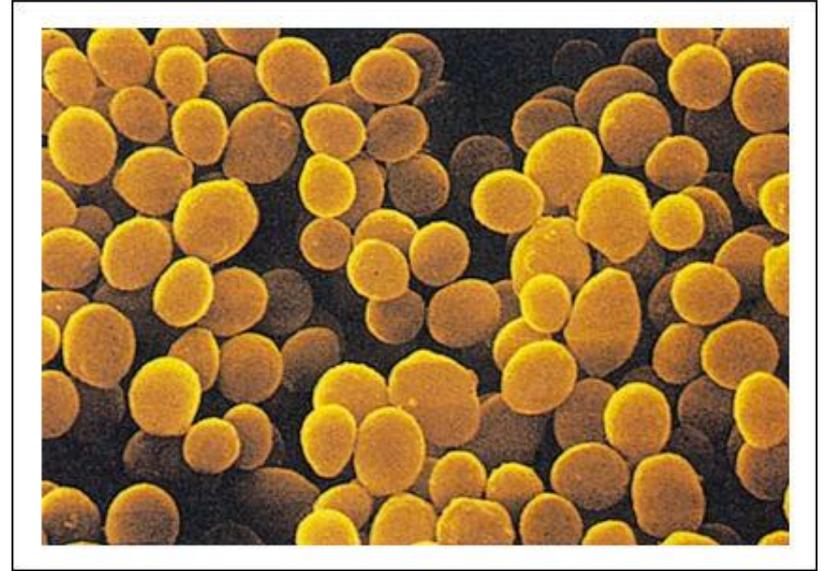
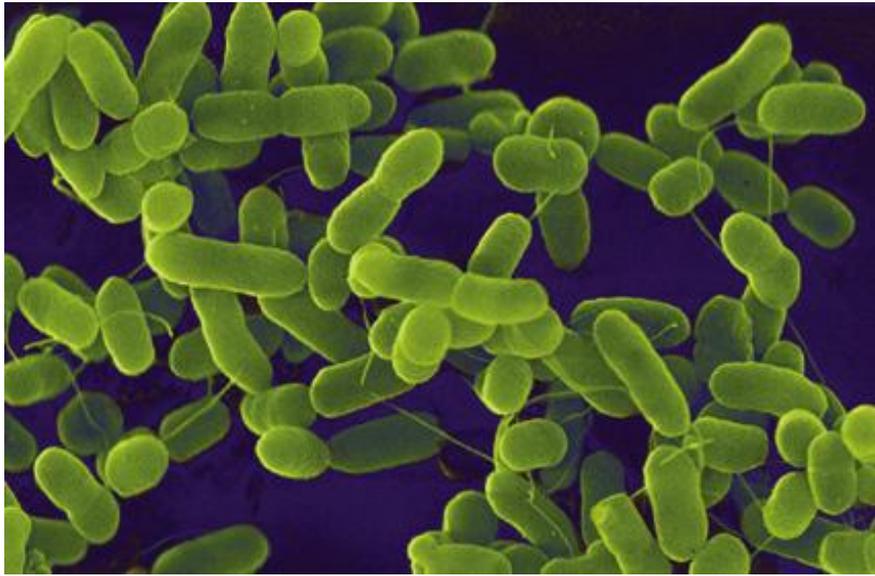
Бактерии способны поселяться практически на любом как органическом, так и неорганическом субстрате. Несмотря на простоту строения, они обладают высокой степенью приспособленности к самым разнообразным условиям среды. Это возможно благодаря способности бактерий к быстрой смене поколений. При резкой смене условий существования среди бактерий быстро появляются мутантные формы, способные существовать в новых условиях среды.

## Классификация: по форме

Палочки, бациллы - Bacillus (rod-shaped)

Шарики, кокки - Coccus (round-shaped)

Извитые – вибрионы, спириллы,  
спирохеты - Spirillum (spiral-shaped)



## Характеристика бактерий

Размеры от 1 до 15 мкм.

По форме клеток различают: **Шаровидные — кокки:**

*микрочкокки* — делятся в разных плоскостях, лежат одиночно;

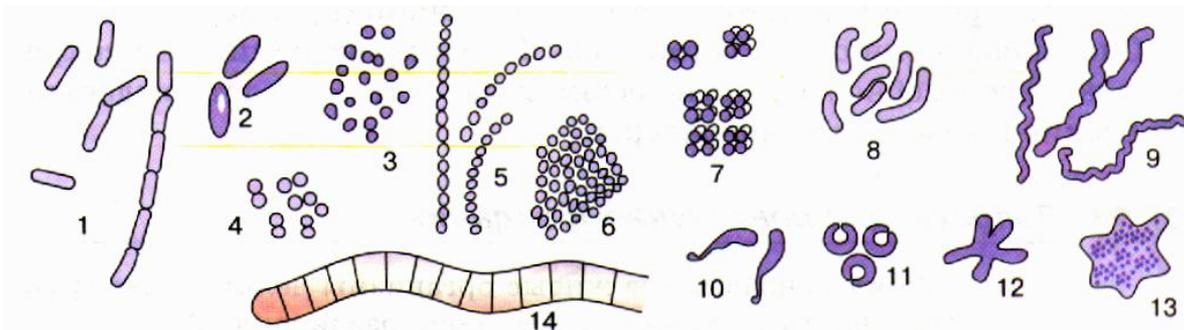
*диплококки* — делятся в одной плоскости, образуют пары;

*тетракокки* — делятся в двух плоскостях, образуют тетрады;

*стрептококки* — делятся в одной плоскости, образуют цепочки;

*стафилококки* — делятся в разных плоскостях, образуют скопления, напоминающие грозди винограда;

*сарцины* — делятся в трех плоскостях, образуют пакеты по 8 особей.



**Рис. 64.** Формы бактерий: 1 — палочковидные бактерии, 2 — веретеновидные палочки; 3 — кокковидные бактерии, 4 — диплококки, 5 — стрептококки, 6 — стафилококки, 7 — сарцины, 8 — вибрионы, 9 — спириллы, 10 — стебельковые бактерии, 11 — тороиды, 12 — звездообразные бактерии, 13 — шестиугольные клетки, 14 — многоклеточная бактерия

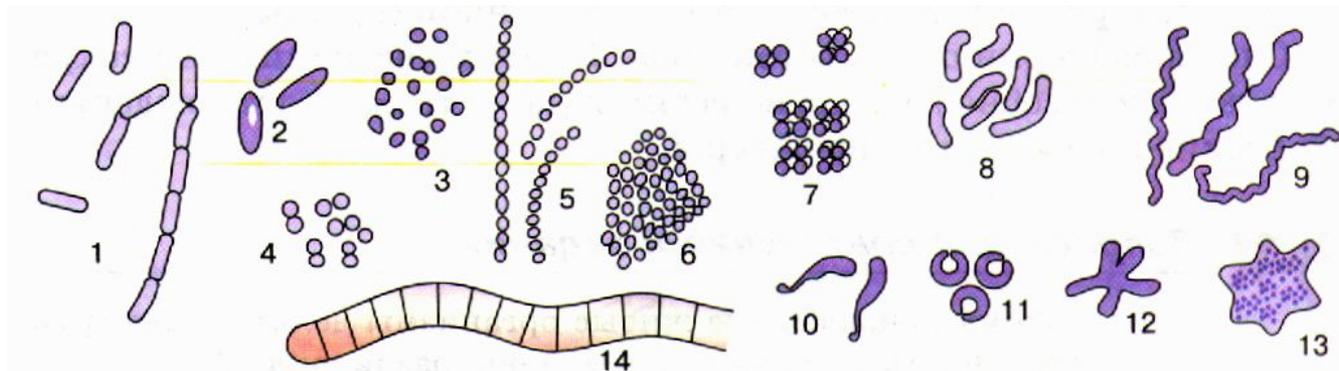
## Характеристика бактерий

Вытянутые — *бациллы* (палочковидные) — делятся в разных плоскостях, лежат одиночно;

Извитые — *вибрионы* (в виде запятой); *спириллы* — имеют от 4 до 6 витков;

*спирохеты* — длинные и тонкие извитые формы с числом витков от 6 до 15.

Помимо основных, в природе встречаются и другие, весьма разнообразные, формы бактериальных клеток.



**Рис. 64.** Формы бактерий: 1 — палочковидные бактерии, 2 — веретеновидные палочки; 3 — кокковидные бактерии, 4 — диплококки, 5 — стрептококки, 6 — стафилококки, 7 — сарцины, 8 — вибрионы, 9 — спириллы, 10 — стебельковые бактерии, 11 — тороиды, 12 — звездообразные бактерии, 13 — шестиугольные клетки, 14 — многоклеточная бактерия

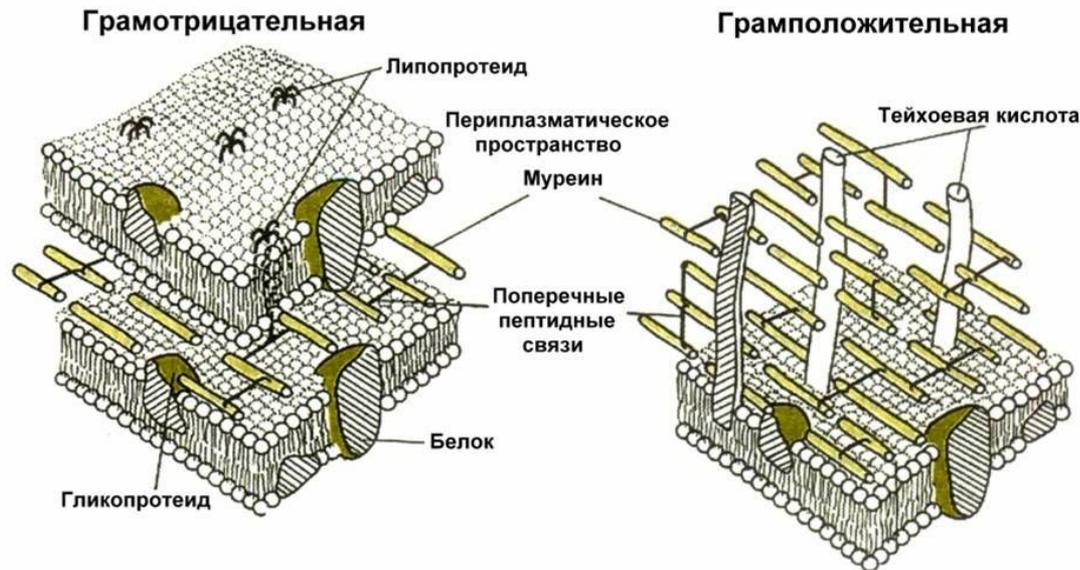
# Классификация: по окрашиванию

Клеточная стенка. Бактериальная клетка заключена в плотную, жесткую клеточную стенку, на долю которой приходится от 5 до 50% сухой массы клетки.

Клеточная стенка выполняет роль наружного барьера клетки, устанавливающего контакт микроорганизма со средой.

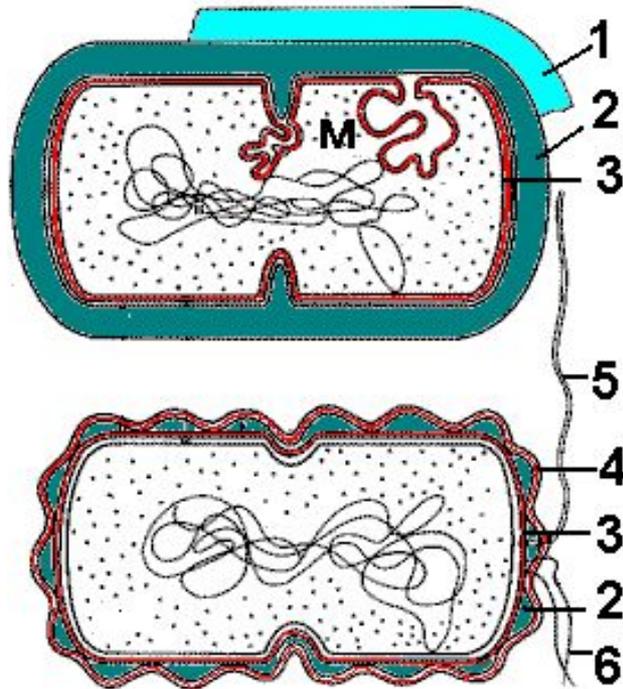
Основным компонентом клеточной стенки бактерий является полисахарида — **муреин**. По строению клеточной стенки все бактерии подразделяются на две группы:

**грамположительные и грамотрицательные.**



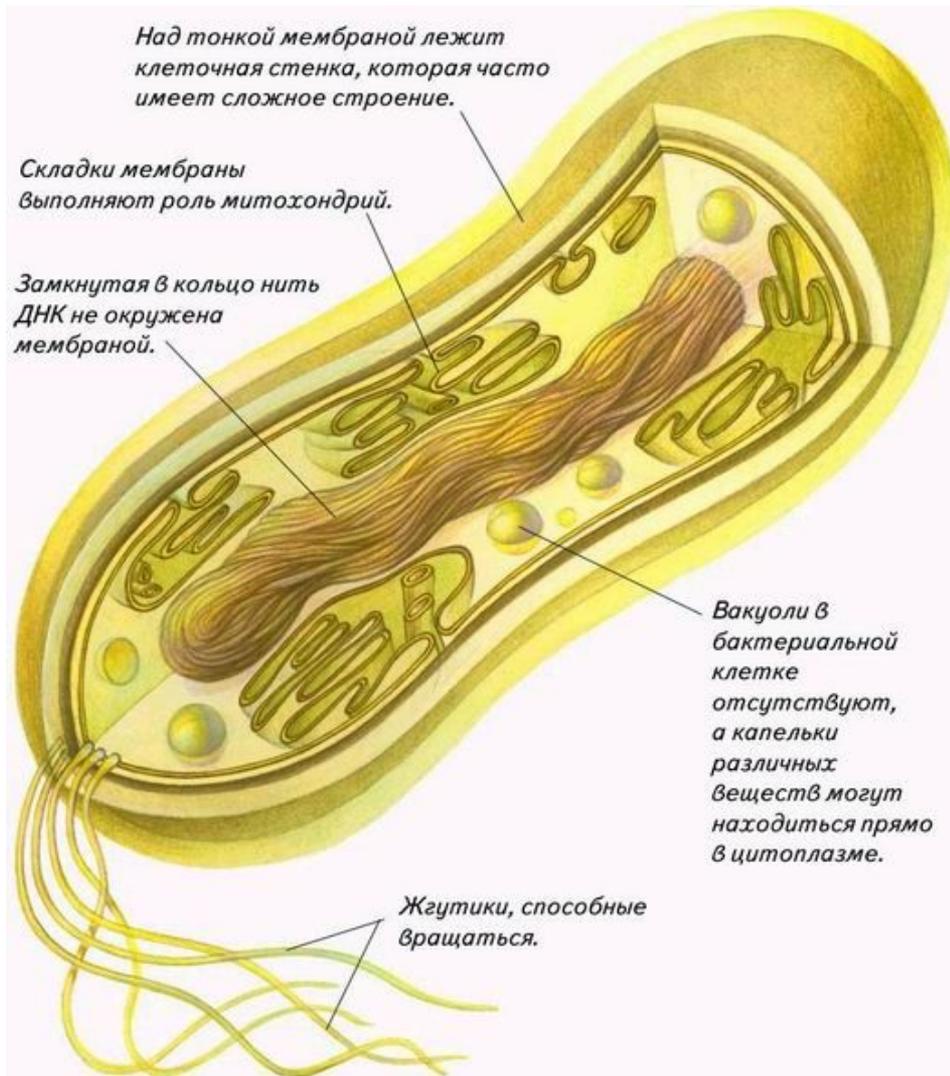


## Характеристика бактерий



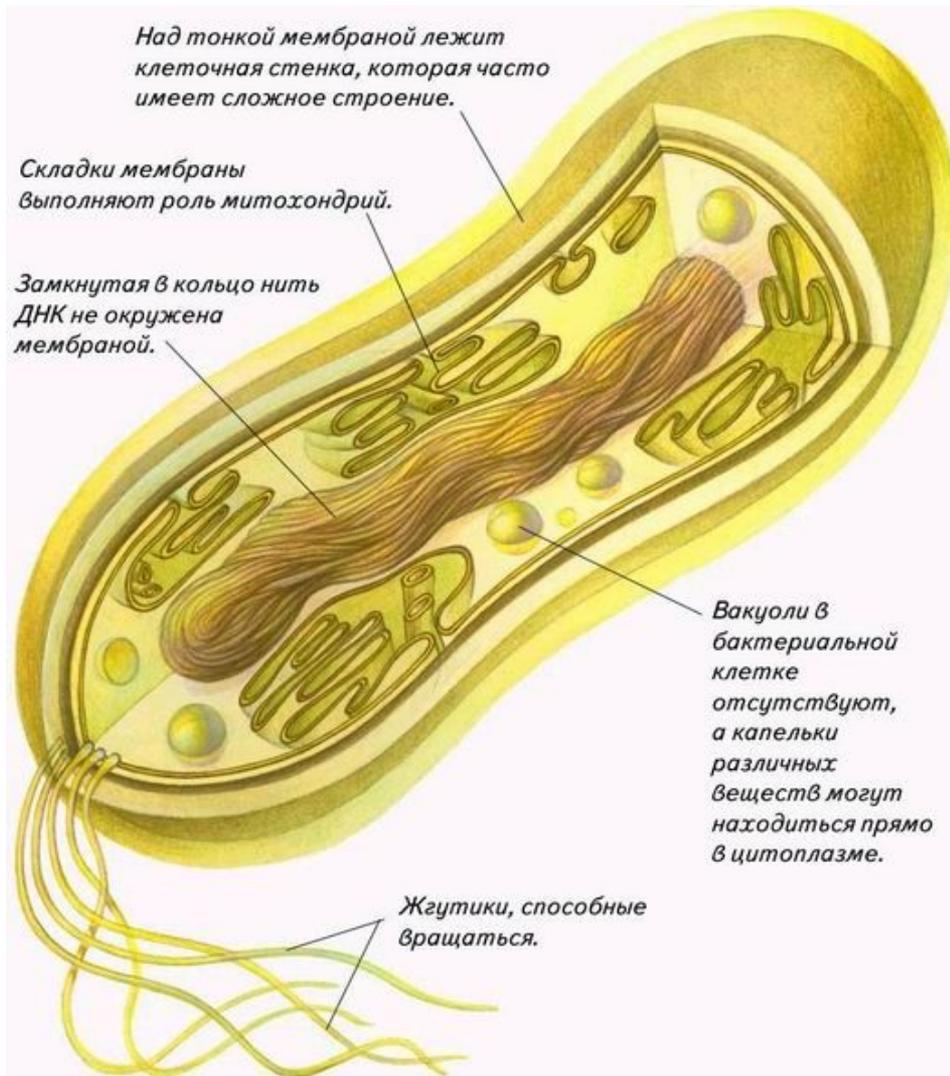
У многих бактерий поверх клеточной стенки располагается слизистый матрикс — **капсула**. Капсулы образованы полисахаридами. Иногда в состав капсулы входят полипептиды. Как правило, капсула выполняет защитную функцию, предохраняя клетку от действия неблагоприятных факторов среды. Кроме того, она может способствовать прикреплению к субстрату и участвовать в передвижении.

## Характеристика бактерий



Цитоплазматическая мембрана регулирует поступление питательных веществ в клетку и выход продуктов метаболизма наружу. Обычно темпы роста цитоплазматической мембраны опережают темпы роста клеточной стенки. Это приводит к тому, что мембрана часто образует многочисленные инвагинации (впячивания) различной формы — *мезосомы*.

## Характеристика бактерий

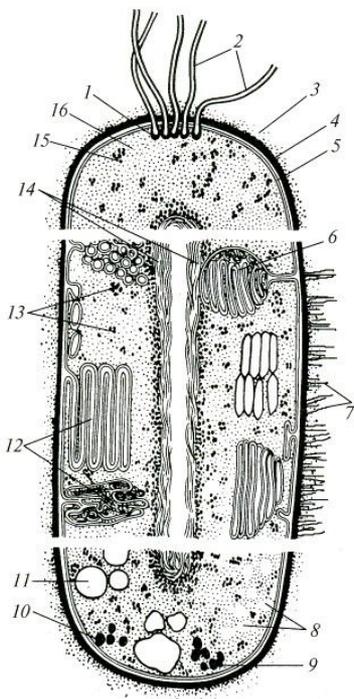


Мезосомы, связанные с нуклеоидом, играют определенную роль в репликации ДНК и последующем расхождении хромосом.

Возможно, мезосомы обеспечивают разделение клетки на отдельные обособленные отсеки, создавая тем самым благоприятные условия для протекания ферментативных процессов.

## Характеристика бактерий

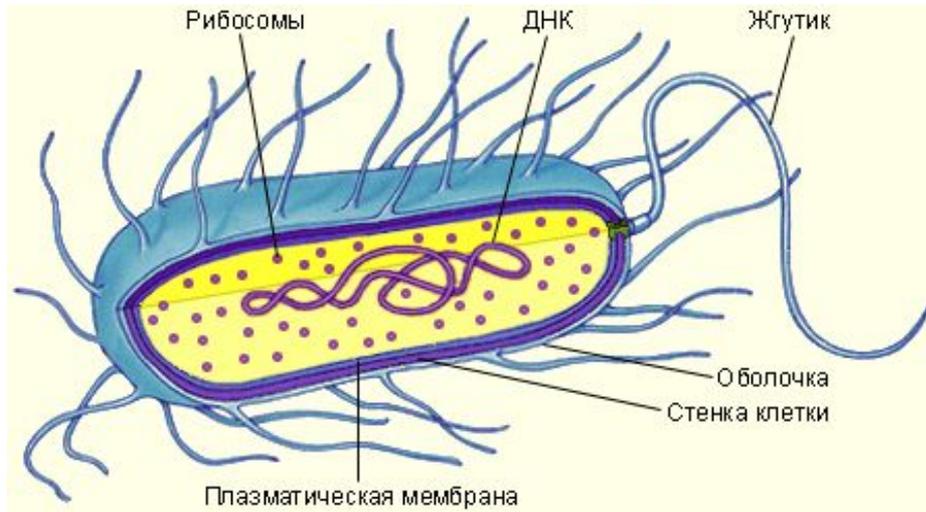
В клетках фотосинтезирующих бактерий имеются внутрицитоплазматические мембранные образования — *хлоросомы*, обеспечивающие протекание бактериального фотосинтеза.



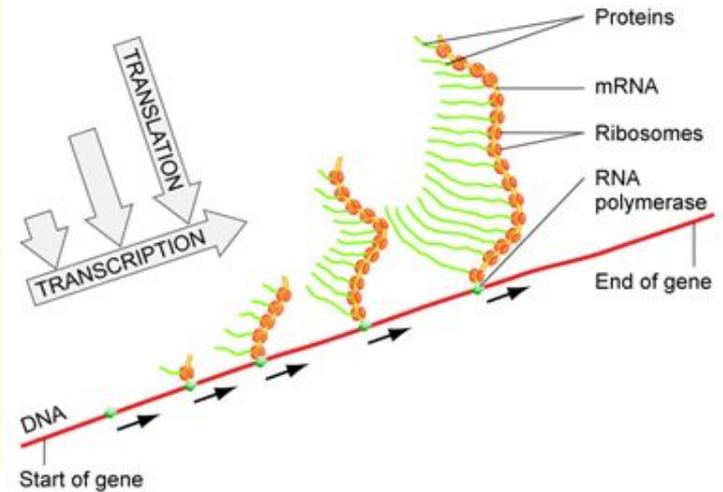
**Рис. 14.** Схема строения бактериальной клетки (по: Г. Шлегель): *вверху* — основные структуры бактериальной клетки; *в центре* — мембранные структуры (*слева* — фотосинтезирующего микроорганизма, *справа* — нефотосинтезирующего); *внизу* — резервные вещества, или включения:  
1 — базальное тельце; 2 — жгутики; 3 — капсула; 4 — клеточная стенка; 5 — цитоплазматическая мембрана; 6 — мезосома; 7 — фимбрии; 8 — полисахаридные капсулы; 9 — гранулы полифосфатов; 10 — липидные капли; 11 — включения серы; 12, 13 — мембранные структуры: ламеллы, хроматофоры; 14 — нулеоид; 15 — рибосомы; 16 — цитоплазма



## Характеристика бактерий

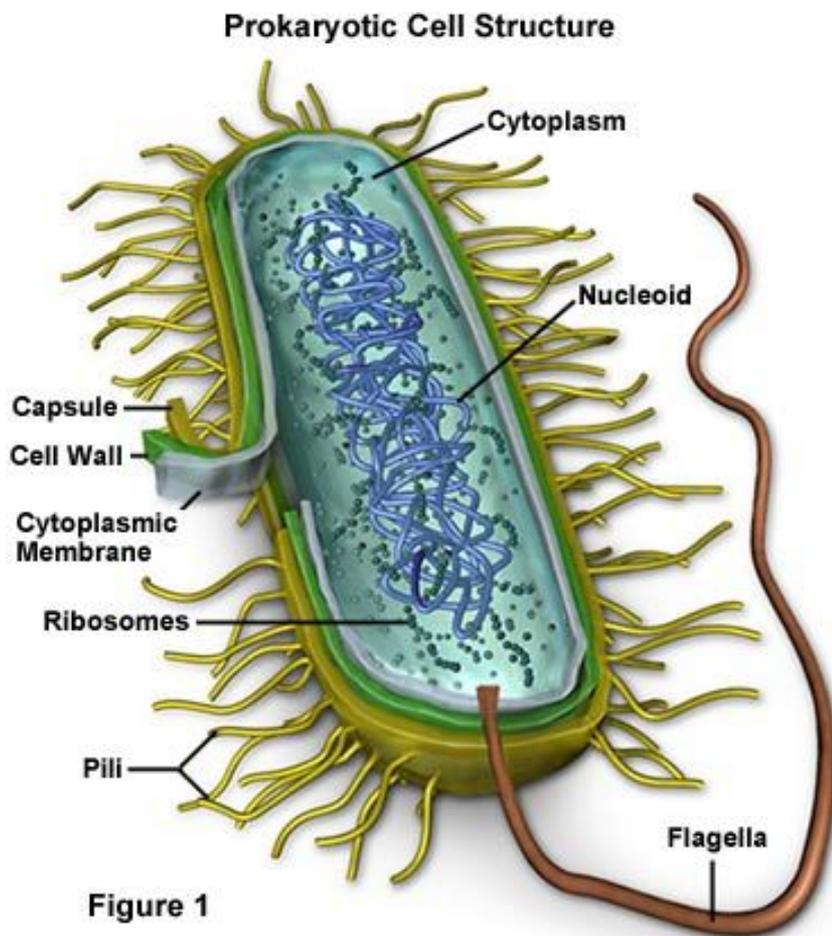


(b) Interpretation of micrograph



Для бактерий характерны **70S-рибосомы**. Рибосомы бактериальных клеток собраны в **полисомы**, образованные десятками рибосом.

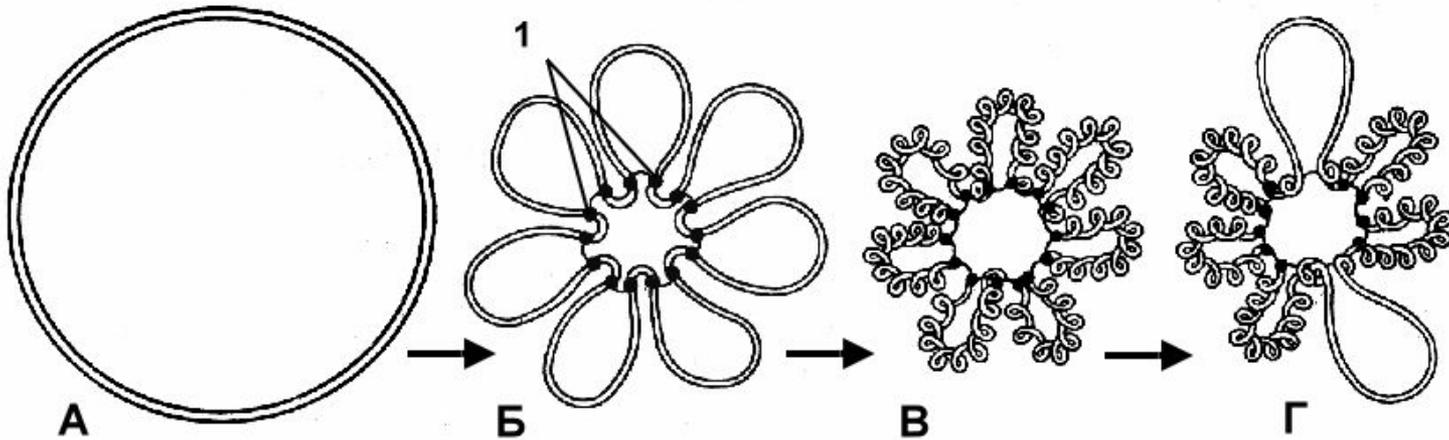
## Характеристика бактерий



Бактериальные клетки могут иметь разнообразные цитоплазматические включения — газовые пузырьки, пузырьки, содержащие бактериохлорофилл, полисахариды, отложения серы и другие.

**Нуклеоид.** Бактерии не имеют структурно оформленного ядра. Генетический аппарат бактерий называют *нуклеоидом*. Он представляет собой молекулу ДНК, сосредоточенную в ограниченном пространстве цитоплазмы.

## Характеристика бактерий

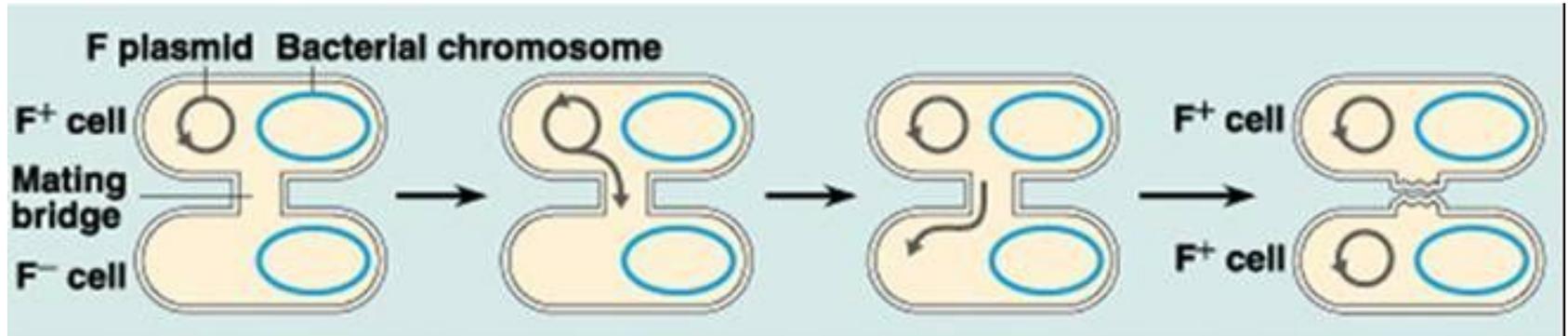


Молекула ДНК имеет типичное строение. Она состоит из двух полинуклеотидных цепей, образующих двойную спираль. В отличие от эукариот, ДНК обычно имеет **кольцевую структуру**, а не линейную.

Молекулу ДНК бактерий отождествляют с одной хромосомой эукариот. Но если у эукариот в хромосомах ДНК связана с белками, то у бактерий ДНК комплексов с белками не образует.

ДНК бактерий закреплена на цитоплазматической мембране в области мезосомы.

## Характеристика бактерий



Клетки многих бактерий имеют нехромосомные генетические элементы — *плазмиды*. Они представляют собой небольшие кольцевые молекулы ДНК, способные реплицироваться независимо от хромосомной ДНК. Среди них различают *F-фактор* — плазмиду, контролирующую половой процесс.

## *Характеристика бактерий*

**Жгутики.** Среди бактерий имеется много подвижных форм.

Основную роль в передвижении играют жгутики.

Жгутики бактерий только внешне похожи на жгутики эукариот, строение же их иное.

Жгутики бактерий состоят из трёх субструктур:

Филамент (фибрилла, пропеллер) — полая белковая Филамент

(фибрилла, пропеллер) — полая белковая нить толщиной 10—20 нм и длиной 3—15 мкм, состоящая из флагеллина Филамент (фибрилла,

пропеллер) — полая белковая нить толщиной 10—20 нм и длиной 3—15 мкм, состоящая из флагеллина, субъединицы которого

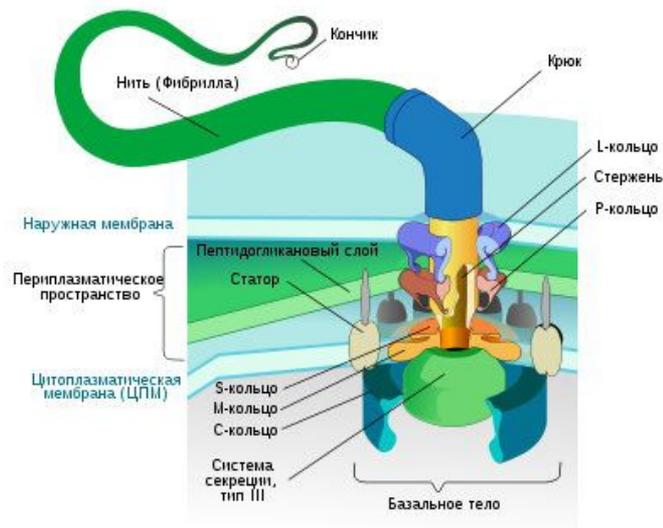
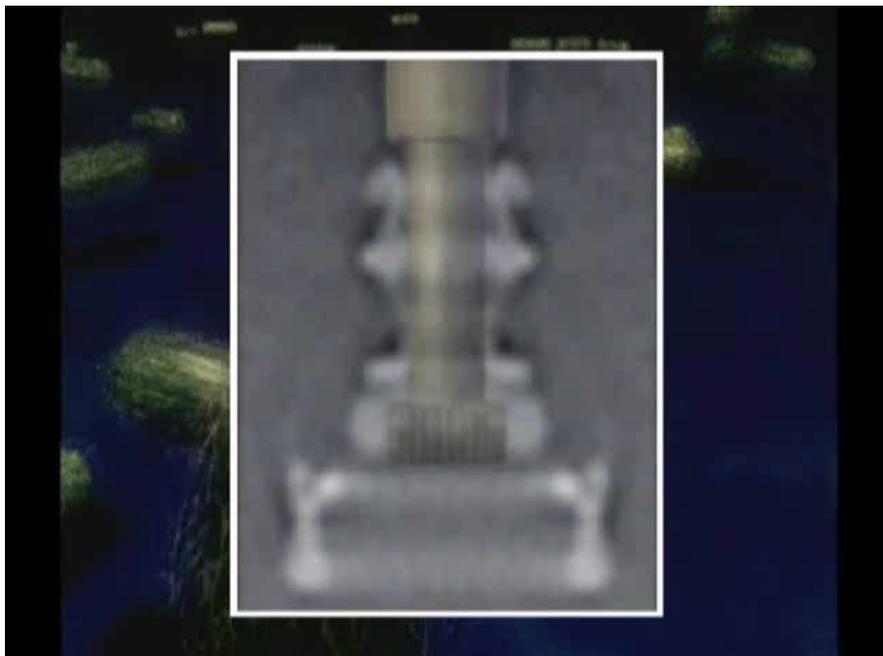
уложены по спирали Филамент (фибрилла, пропеллер) —

полая белковая нить толщиной 10—20 нм и длиной 3—15 мкм, состоящая из флагеллина, субъединицы которого уложены

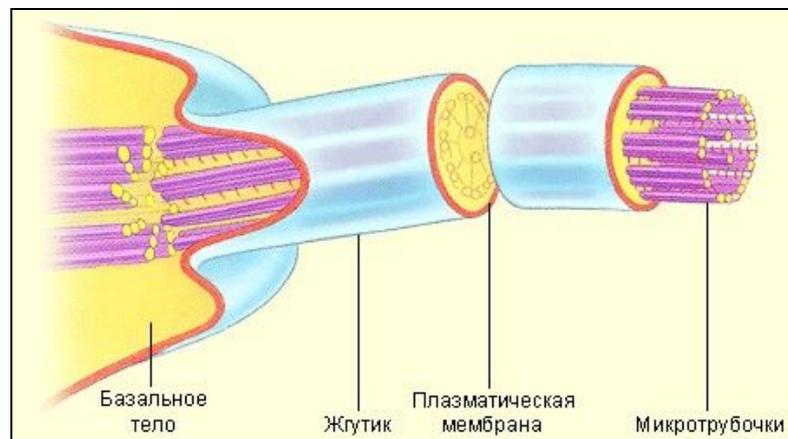
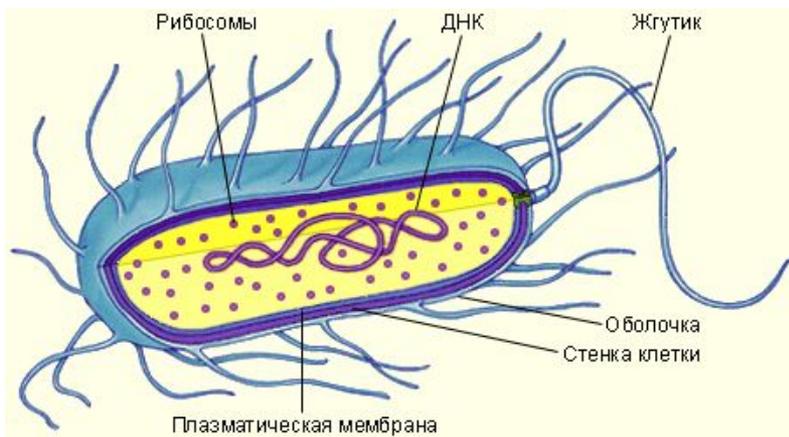
по спирали. Полость внутри используется при синтезе жгутика —

он происходит в направлении от плазматической мембраны. По

# Характеристика бактерий

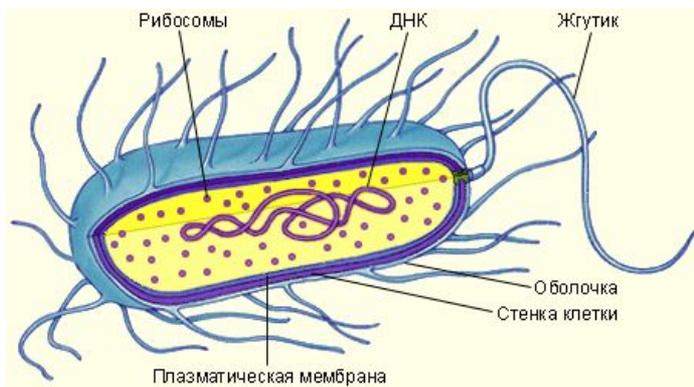
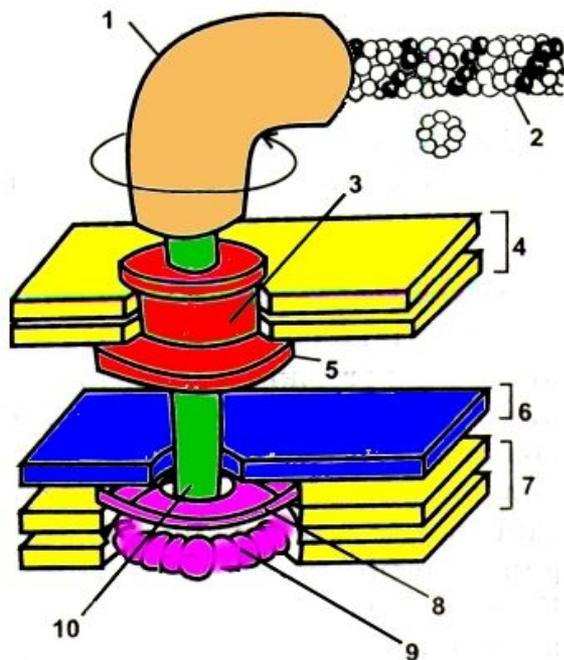


Жгутик прокариот



Жгутик эукариот

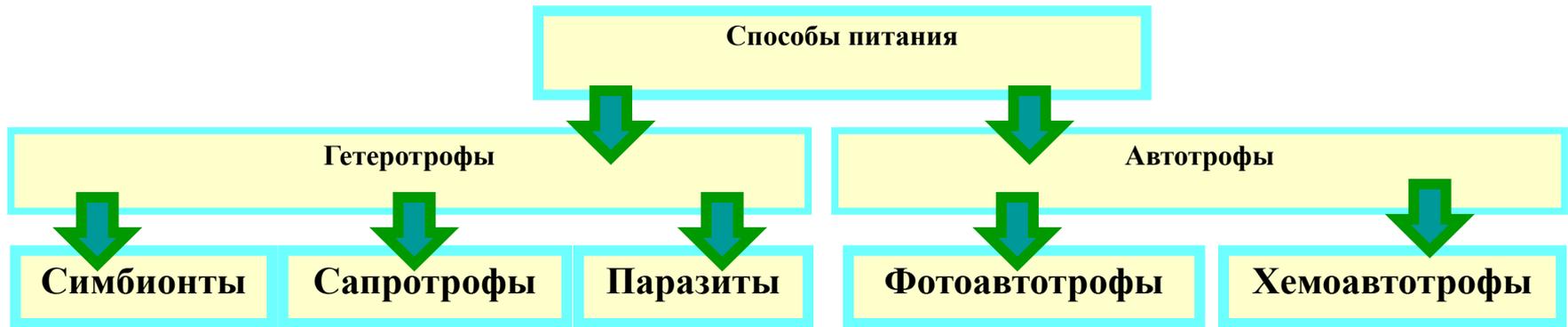
## Характеристика бактерий



У основания располагается крюк и парные диски, соединяющие нить с цитоплазматической мембраной и клеточной стенкой. Двигутся жгутики, вращаясь в мембране. Число и расположение жгутиков на поверхности клетки может быть различно.

**Фимбрии** — это тонкие нитевидные структуры на поверхности бактериальных клеток, представляющие собой короткие прямые полые цилиндры, образованные белком пилином. Благодаря фимбриям, бактерии могут прикрепляться к субстрату или сцепляться друг с другом. Особые фимбрии — *половые фимбрии*, или *F-пили* — обеспечивают обмен генетического материала между клетками.

# Физиология бактерий



Автотрофные организмы – организмы, синтезирующие органические вещества из **неорганических** за счет энергии солнечного света – *фотоавтотрофы* или за счет энергии окисления неорганических соединений – *хемоавтотрофы*.

# Физиология бактерий

## Питание бактерий.

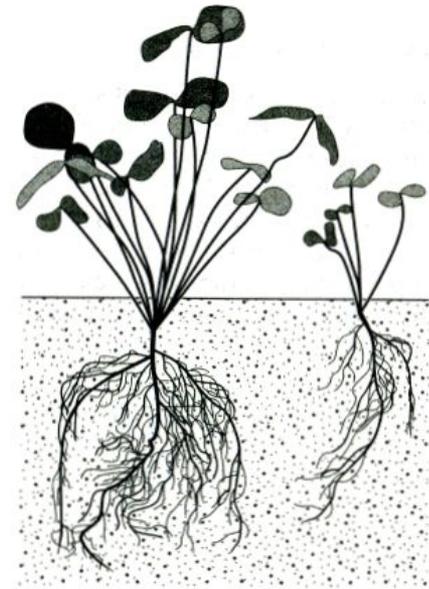
Вместе с пищей бактерии, как и другие организмы, получают энергию для процессов жизнедеятельности и строительный материал для синтеза клеточных структур.

Среди бактерий различают:  
**гетеротрофов**, потребляющих готовое органическое вещество. Они могут быть:

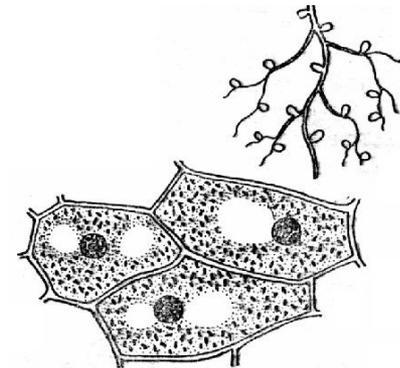
*сапротрофами*, то есть питаться мертвым органическим веществом;

*паразитами*, то есть потреблять органическое вещество живых растений и животных;

*симбионтами*, живущими совместно с другими организмами (кишечная палочка, клубеньковые бактерии).



**Рис. 48.** Растения клевера, зараженные клубеньковыми бактериями: *слева* — растения, зараженные, активным штаммом; *справа* — растения, зараженные неактивным штаммом



## Физиология бактерий

Другая группа, *автотрофы*, способна синтезировать органические вещества из неорганических. Среди них различают:

*фотоавтотрофов*, синтезирующих органические вещества за счет энергии света, и *хемоавтотрофов*, синтезирующих органические вещества за счет химической энергии окисления неорганических веществ: серы, сероводорода, аммиака и т.д. К ним относятся нитрифицирующие бактерии, железобактерии, водородные бактерии и т.д.

### *Фотоавтотрофы:*

*Фотосинтезирующие серобактерии (зеленые и пурпурные)* Имеют фотосистему-1 и при фотосинтезе не выделяют кислород, донор водорода –  $\text{H}_2\text{S}$ :



*У цианобактерий (синезеленых)* появилась фотосистема-2 и при фотосинтезе кислород выделяется, донором водорода для синтеза органики является  $\text{H}_2\text{O}$ :

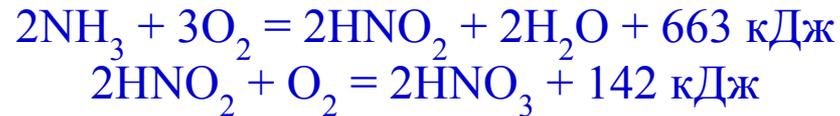


# Физиология бактерий

## Хемоавтотрофы:

Хемоавтотрофы используют энергию химических связей. Открыты в 1887 году С.Н.Виноградским.

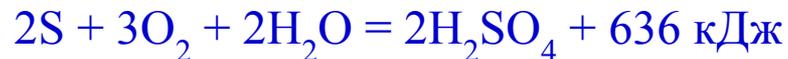
Важнейшая группа хемоавтотрофов – *нитрифицирующие бактерии*, способные окислять аммиак, образующийся при гниении органических остатков, сначала до азотистой, а затем до азотной кислоты:



*Бесцветные серобактерии* окисляют сероводород и накапливают в своих клетках серу:



При недостатке сероводорода бактерии производят дальнейшее окисление серы до серной кислоты:



*Железобактерии* окисляют двухвалентное железо до трехвалентного:



*Водородные бактерии* используют энергию, выделяющуюся при окислении молекулярного водорода:



# Физиология бактерий

## Размножение бактерий.

Бактерии способны к интенсивному размножению. Половое размножение у бактерий отсутствует, известно только бесполое размножение. Некоторые бактерии при благоприятных условиях способны делиться каждые 20 минут.

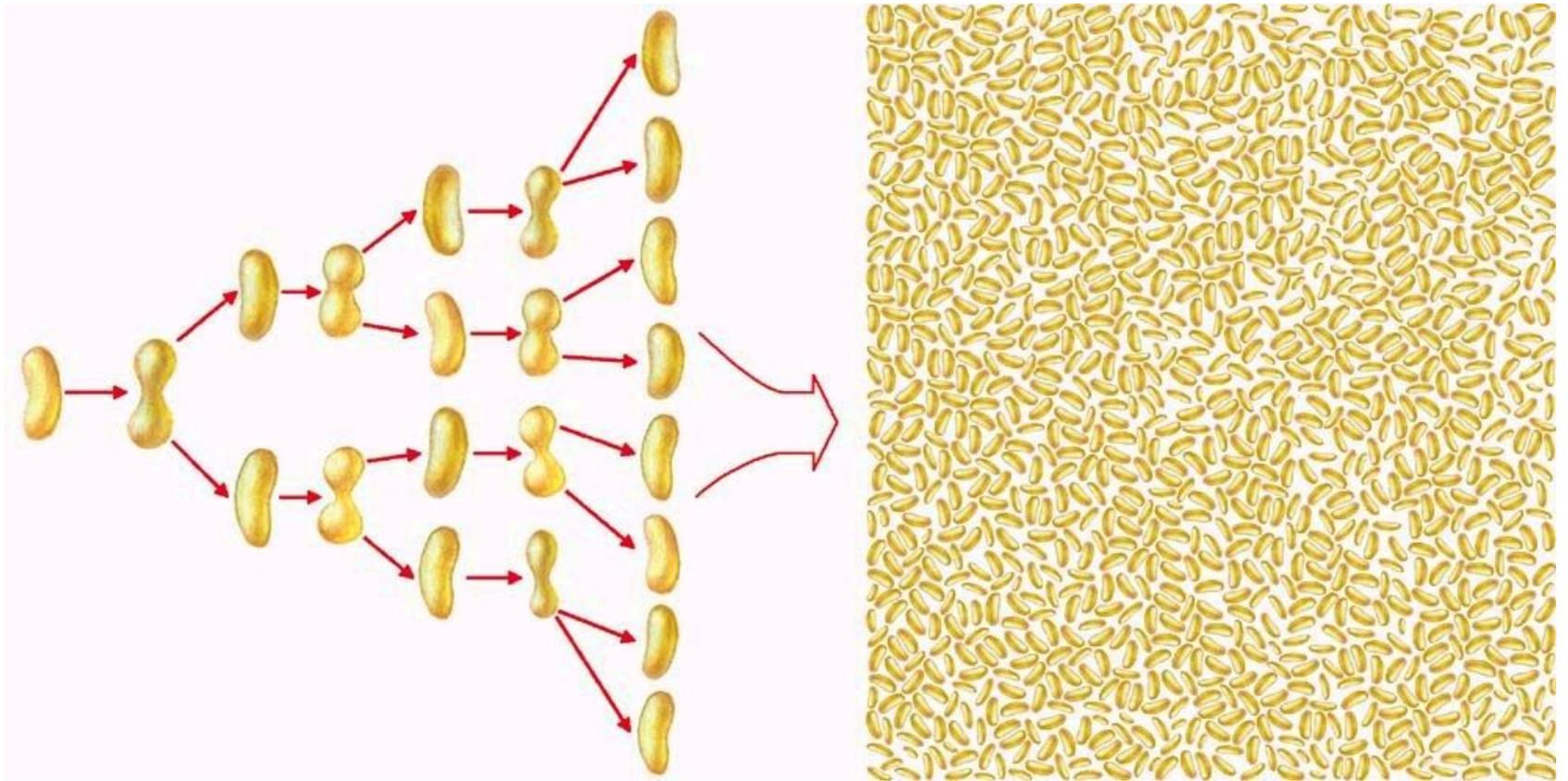
### Бесполое размножение

Бесполое размножение является основным способом размножения бактерий. Оно может осуществляться путем бинарного деления и почкования.

Большинство бактерий размножается путем бинарного равновеликого поперечного деления клеток. При этом образуются две одинаковые дочерние клетки. Перед делением происходит репликация ДНК.

Почкование. Некоторые бактерии размножаются путем почкования. При этом на одном из полюсов материнской клетки образуется короткий вырост — *гифа*, на конце которого формируется почка, в нее переходит один из поделившихся нуклеоидов. Почка разрастается, превращаясь в дочернюю клетку, и отделяется от материнской в результате формирования перегородки между почкой и гифой.

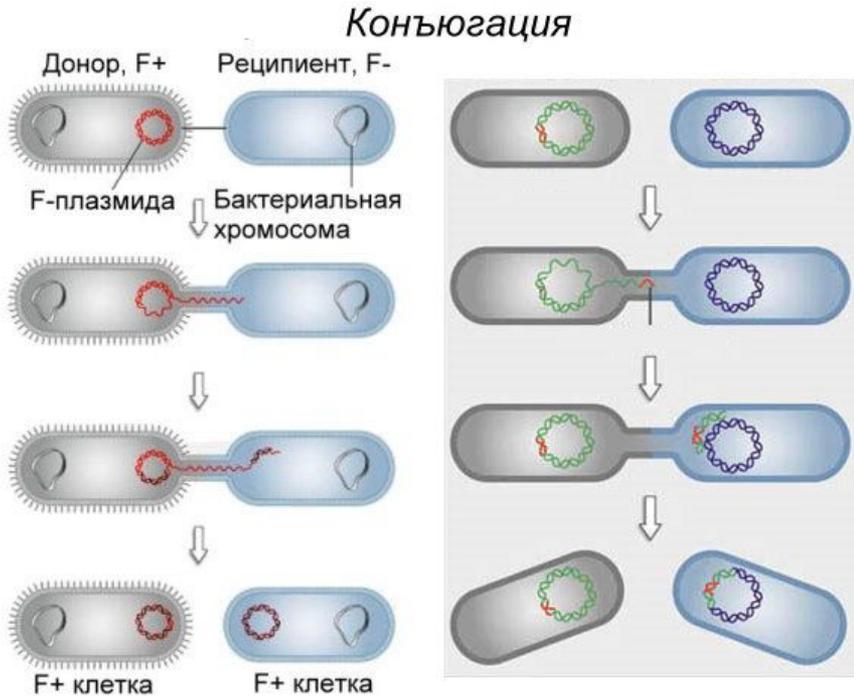
# *Физиология бактерий*



# Физиология бактерий

## Половой процесс, или генетическая рекомбинация.

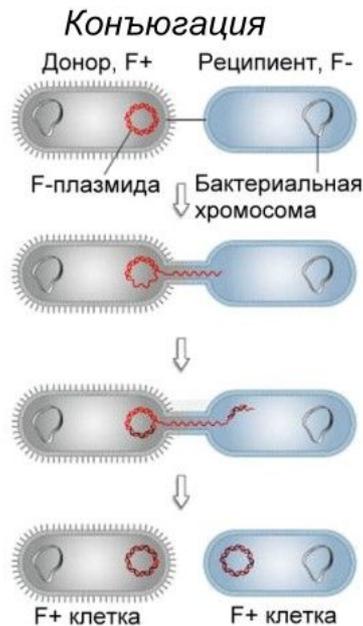
Половое размножение отсутствует, но известен половой процесс. Гаметы у бактерий не образуются, слияния клеток нет, но происходит главное событие полового процесса — обмен генетической информацией. Этот процесс называют *генетической рекомбинацией*. Часть ДНК (реже вся) клеткой-донором передает клетке-реципиенту и замещает часть ДНК клетки-реципиента. Образовавшуюся ДНК называют *рекомбинантной*. Она содержит гены обеих родительских клеток.



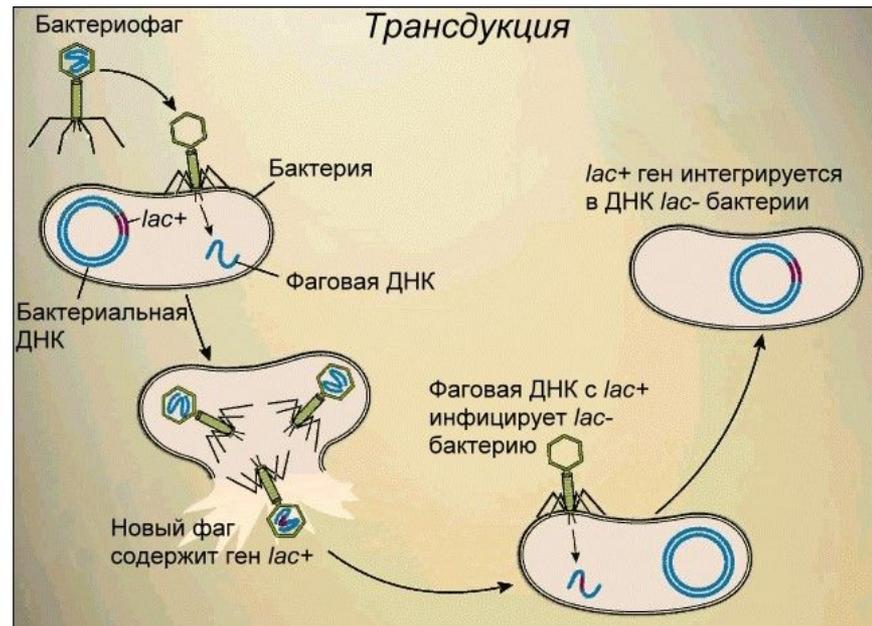
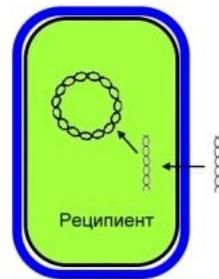
# Физиология бактерий

Различают три способа генетической рекомбинации: конъюгация, трансдукция, трансформация;

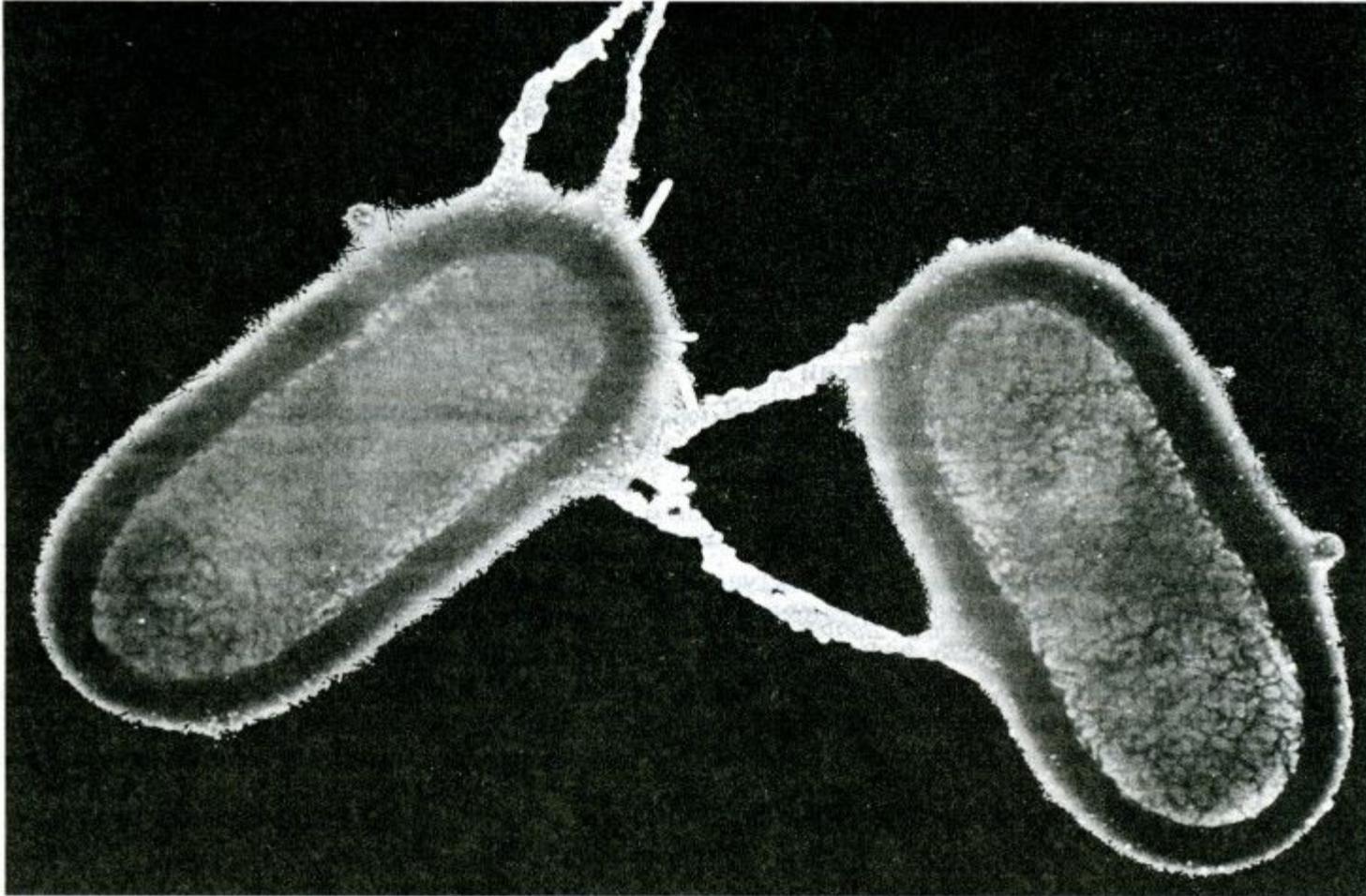
**Конъюгация** — это прямая передача участка ДНК от одной клетки другой во время непосредственного контакта клеток друг с другом. Клетка-донор образует называемых F-пилю, ее образование контролируется особой плазмидой — *F-плазмидой*. Во время конъюгации ДНК передается только в одном направлении (от донора к реципиенту), обратной передачи нет.



**Трансформация**

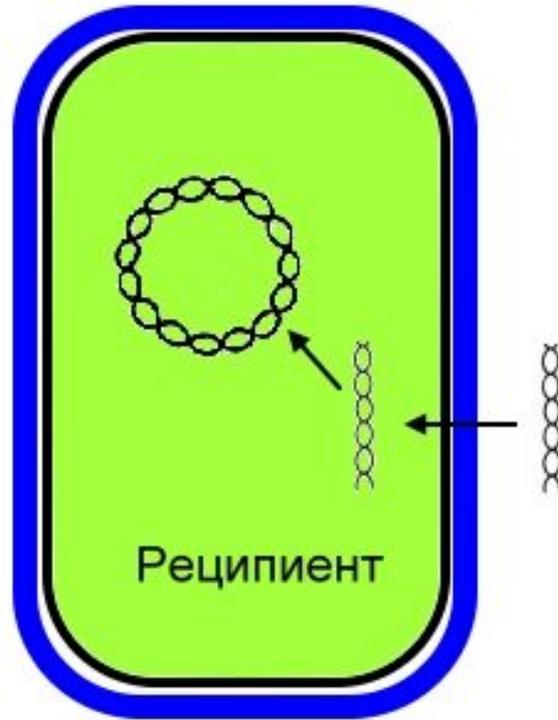


## Физиология бактерий



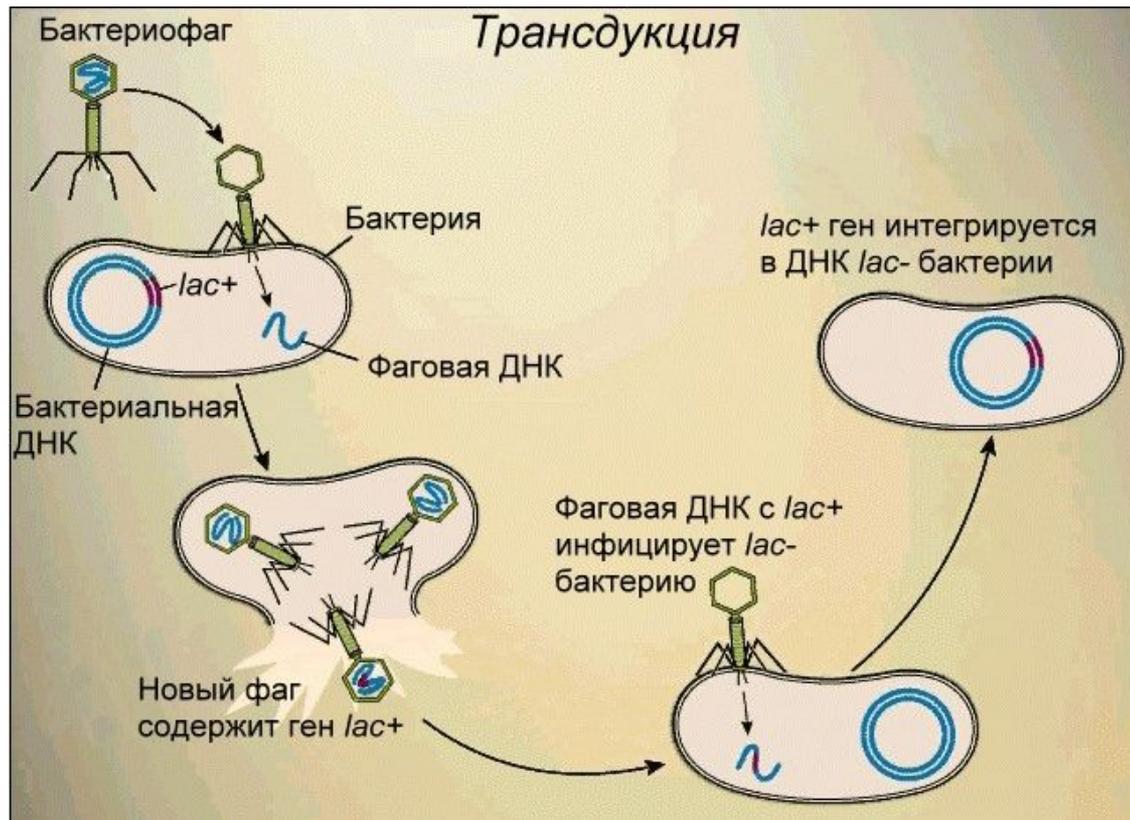
*Рис. 2.12. Конъюгация у бактерий. Одна мужская клетка (слева) конъюгирует с двумя «женскими» клетками ( $\times 19\,475$ ). Второй «женской» клетки на фотографии не видно, так как она находится сверху за пределами фотографии.*

## Физиология бактерий



Трансформация – передача генетической информации без непосредственного контакта клеток (например, встраивание в собственную «хромосому» поглощенных фрагментов ДНК погибших бактерий).

# Физиология бактерий



Трансдукция – перенос фрагментов ДНК от одной бактерии к другой с помощью бактериофагов.

Бактериофаги – вирусы, паразитирующие в бактериях.

## *Значение бактерий*

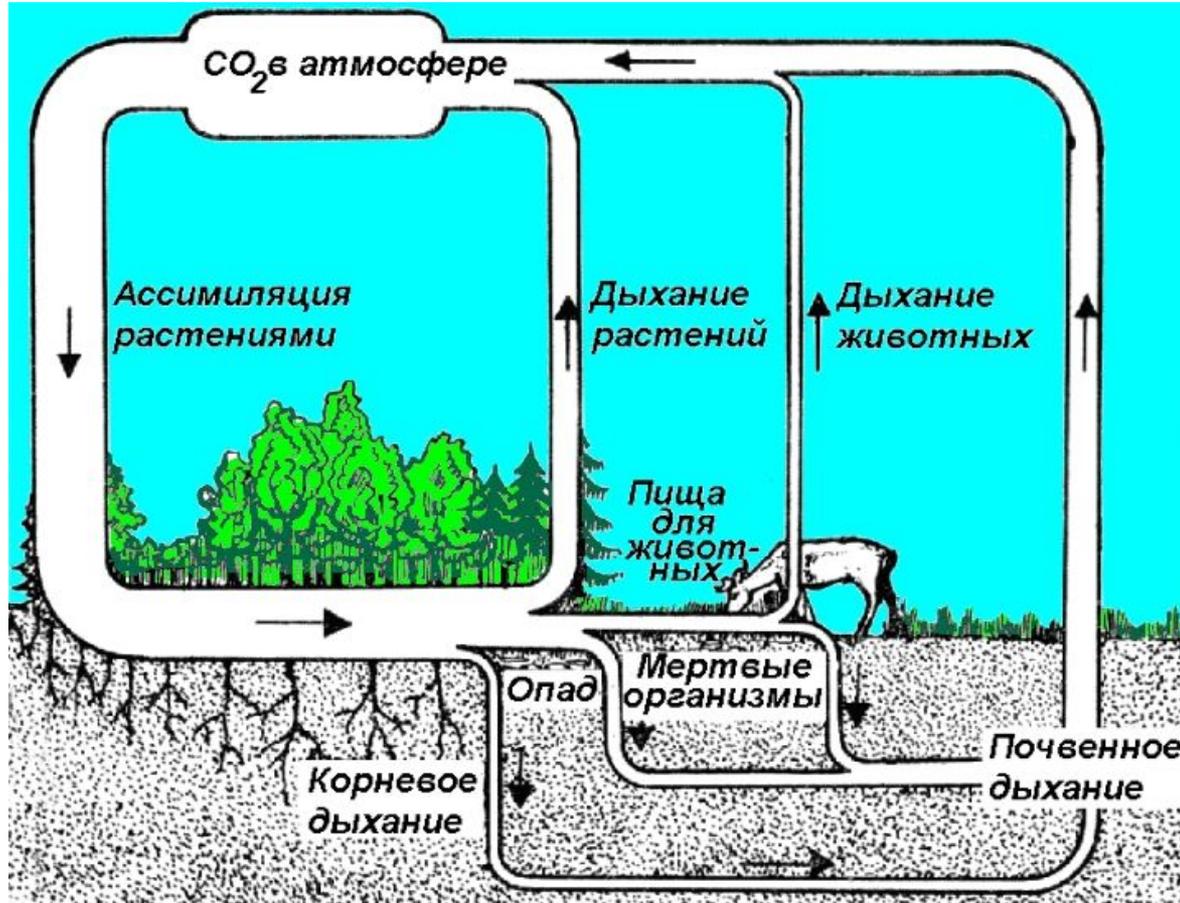
Участие в круговороте химических элементов (азота, углерода, кислорода и др.).

### *Группы бактерий, принимающих участие в круговороте азота*

<b>Азотфиксирующие бактерии</b>	Использование свободного азота для образования соединений, доступных другими организмами	Обогащение почвы соединениями азота
<b>Аммонифицирующие бактерии</b>	Разложение азотсодержащих веществ (белков, нуклеиновых кислот) с образованием аммиака	Минерализация
<b>Нитрифицирующие бактерии</b>	Окисление солей аммиака в нитриты, затем в нитраты	Минерализация
<b>Денитрифицирующие бактерии</b>	Восстановление нитритов и нитратов до свободного азота	Минерализация

# Значение бактерий

Бактерии, принимающие участие в круговороте углерода



## *Значение бактерий*

Разрушение органических остатков.

Участие в почвообразовании.

Участие в образовании атмосферы.

Использование в пищевой промышленности для получения молочно-кислых продуктов

Получение антибиотиков, аминокислот, витаминов и др.

Очистка сточных вод, образование метана

Симбионты многих организмов (кишечная палочка у человека)

Вызывают инфекционные заболевания (туберкулёз, ангина)

В настоящее время, используя трансформированные кишечные палочки, получают **инсулин, соматотропный гормон, интерферон**

# Получение энергии

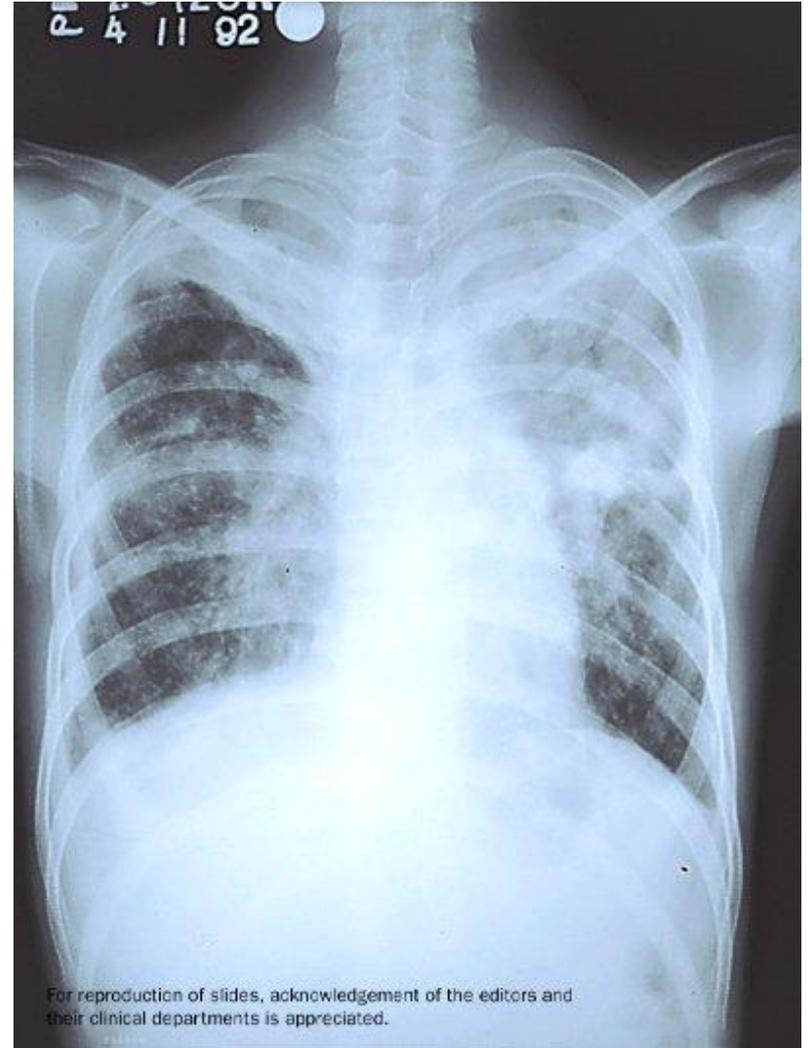
Фотосинтетики

Хемоавтотрофы

Гетеротрофы

# Болезнетворные бактерии

1. Питаются тканями человека (*например Mycobacterium tuberculosis*)
2. Выделяют опасные токсины (*например Clostridium botulinum*)

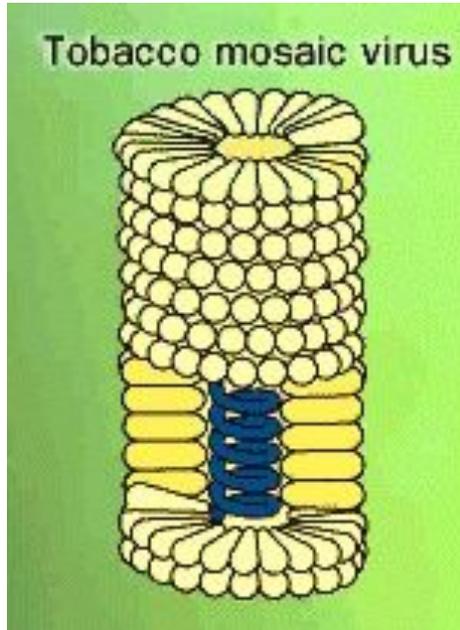


# Бактерии, «полезные для человека»

- Редуценты
- Продуценты
- Пробиотики
- Пищевые – сыр, уксус и т.п.



## Характеристика вирусов



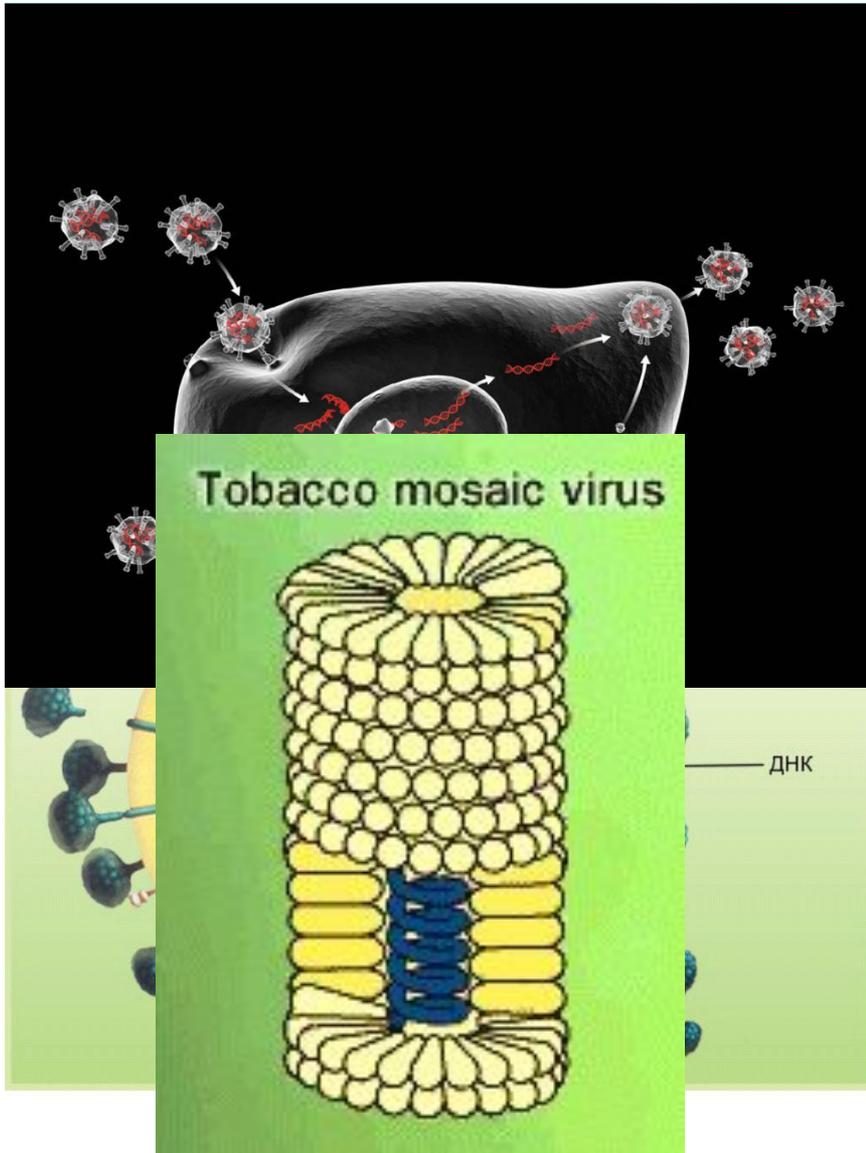
Вирус МБТ  
(мозаичной болезни  
табака, РНК-геномный)

Вирусы открыты в 1892 г. Д.И.Ивановским и в 1898 году Вирусы открыты в 1892 г. Д.И.Ивановским и в 1898 году Мартинем Бейеринком при изучении мозаичной болезни табака.

Вирусы:

- не имеют клеточного строения
- содержат только один тип нуклеиновой кислоты (или ДНК, или РНК)
- не имеют собственного метаболизма
- не способны к росту и размножению
- являются внутриклеточными паразитами (ультрапаразитами)
- проявляют признаки, характерные для живых организмов, только паразитируя в клетках других организмов

## Характеристика вирусов

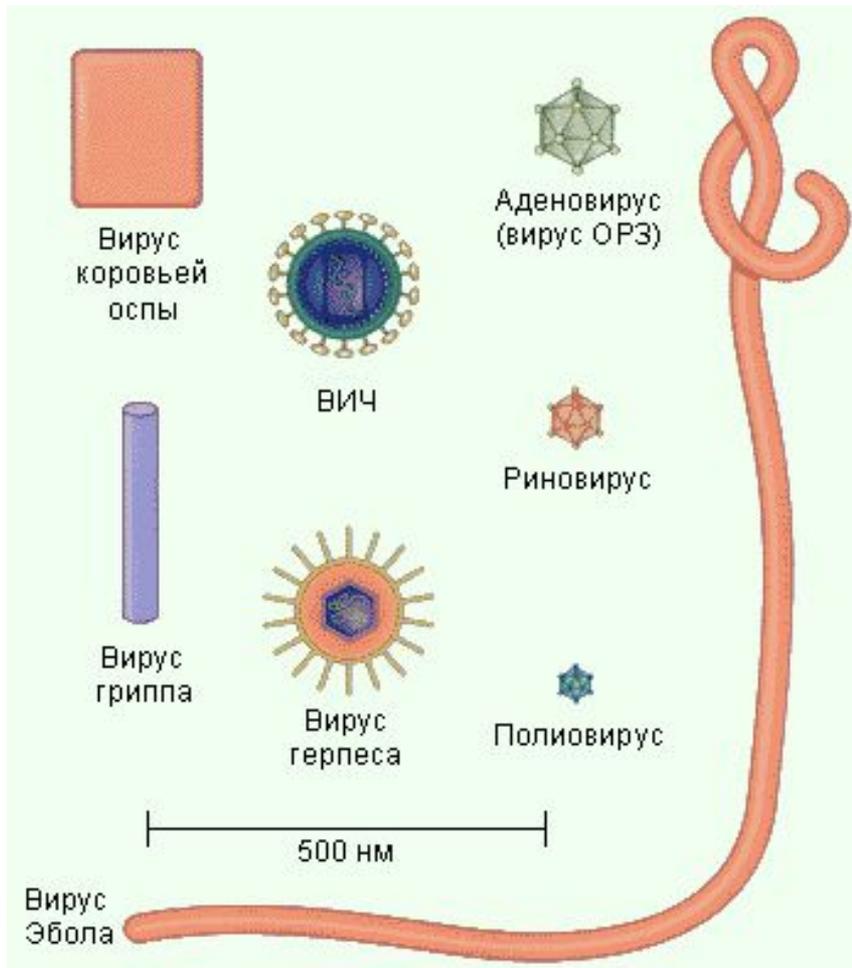


- Если вирус находится внутри клетки-хозяина, то он существует в форме нуклеиновой кислоты.
- Если вирус вне клетки хозяина, то он существует в форме вириона.

Компоненты вириона (2 или 3):

1. **Сердцевина** – генетический материал (или ДНК, или РНК)
2. **Капсид** – белковая оболочка, окружающая нуклеиновую кислоту
3. Иногда - **Суперкапсид** – дополнительные оболочки

## Характеристика вирусов



Размеры вирусов колеблются от 10 до 300 нм. Форма вирусов разнообразна: шаровидная, палочковидная, нитевидная, цилиндрическая и др.

Вирусы содержат всегда один тип нуклеиновой кислоты — либо ДНК, либо РНК. Причем обе нуклеиновые кислоты могут быть как одноцепочечными, так и двуцепочечными, как линейными, так и кольцевыми.

В зависимости от типа нуклеиновой кислоты, входящей в состав вируса, различают:

*ДНК-геномные вирусы;*  
*РНК-геномные вирусы.*

## *Характеристика вирусов*

**ДНК-содержащие вирусы.** Репликация генома у большинства ДНК-содержащих вирусов происходит в клеточном ядре. Если клетка имеет соответствующий рецептор на своей поверхности, эти вирусы проникают в клетку либо путём непосредственного слияния с клеточной мембраной (напр. герпесвирусы). Репликация генома у большинства ДНК-содержащих вирусов происходит в клеточном ядре. Если клетка имеет соответствующий рецептор на своей поверхности, эти вирусы проникают в клетку либо путём непосредственного слияния с клеточной мембраной (напр. герпесвирусы), либо — что бывает чаще —

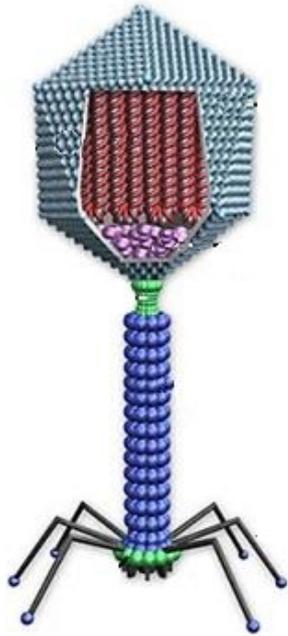
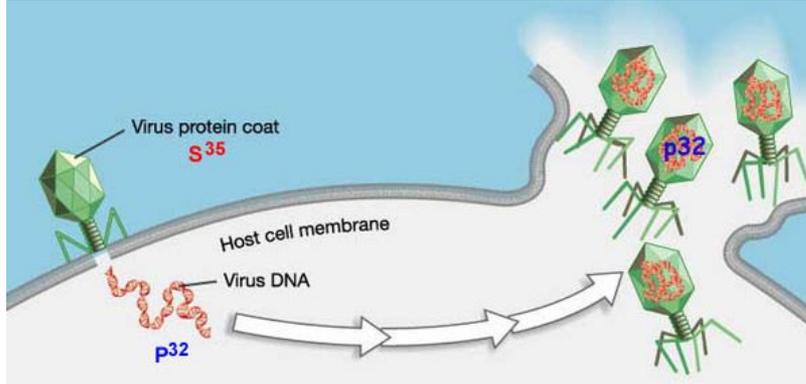
## *Характеристика вирусов*

**РНК-содержащие вирусы.** Репликация таких вирусов обычно происходит в цитоплазме. РНК-содержащие вирусы можно подразделить на 4 группы в зависимости от способа их репликации. Механизм репликации определяется тем, является ли геном вируса одноцепочечным или двухцепочечным, вторым важным фактором в случае одноцепочечного генома является его полярность (может ли он непосредственно служить матрицей для синтеза белка рибосомами). Все РНК-вирусы используют собственную **РНК-репликазу** для копирования своего генома

## *Характеристика вирусов*

**Вирусы, использующие обратную транскрипцию.** Эти вирусы содержат одноцепочечную РНК или двухцепочечную ДНК. В обоих случаях используется обратная транскриптаза. Эти вирусы содержат одноцепочечную РНК или двухцепочечную ДНК. В обоих случаях используется обратная транскриптаза, или РНК-зависимая-ДНК-полимераза. Ретровирусы встраивают ДНК, образующуюся в процессе обратной транскрипции, в геном хозяина, такое состояние вируса называется провирусом. Эти вирусы содержат одноцепочечную РНК или двухцепочечную ДНК. В обоих случаях

## Характеристика вирусов



Некоторые вирусы (*бактериофаги*) являются паразитами бактерий.

Они способны проникать в бактериальную клетку и разрушать ее. Бактериофаг состоит из головки, хвостика и хвостовых отростков, с помощью которых он осаждается на оболочке бактерий. В головке содержится НК. Фаг частично растворяет клеточную стенку и мембрану бактерии и за счет сократительной реакции хвостика впрыскивает свою ДНК в ее клетку.

## *Характеристика вирусов*

### **Гипотезы о происхождении вирусов:**

**-регрессивная гипотеза** (согласно этой гипотезе, вирусы когда-то были мелкими клетками, паразитирующими в более крупных клетках Эта гипотеза основывается на наблюдении, что некоторые бактерии, а именно риккетсии (согласно этой гипотезе, вирусы когда-то были мелкими клетками, паразитирующими в более крупных клетках Эта гипотеза основывается на наблюдении, что некоторые бактерии, а именно риккетсии и хламидии, представляют собой клеточные организмы, которые, тем не менее, подобно вирусам могут размножаться только внутри другой клетки. Эту гипотезу также называют *гипотезой дегенерации* или *гипотезой редукции*

## Характеристика вирусов

### Гипотезы о происхождении вирусов:

- гипотеза клеточного происхождения;

Некоторые вирусы могли появиться из фрагментов ДНК или РНК, которые «высвободились» из генома более крупного организма. Такие фрагменты могут происходить от плазмид (фрагментов ДНК или РНК, которые «высвободились» из генома более крупного организма. Такие фрагменты могут происходить от плазмид (молекул ДНК, способных передаваться от клетки к клетке) или от транспозонов (молекул ДНК, реплицирующихся и перемещающихся с места на место внутри генома). Эту гипотезу также называют *гипотезой кочевания* или *гипотезой побега*

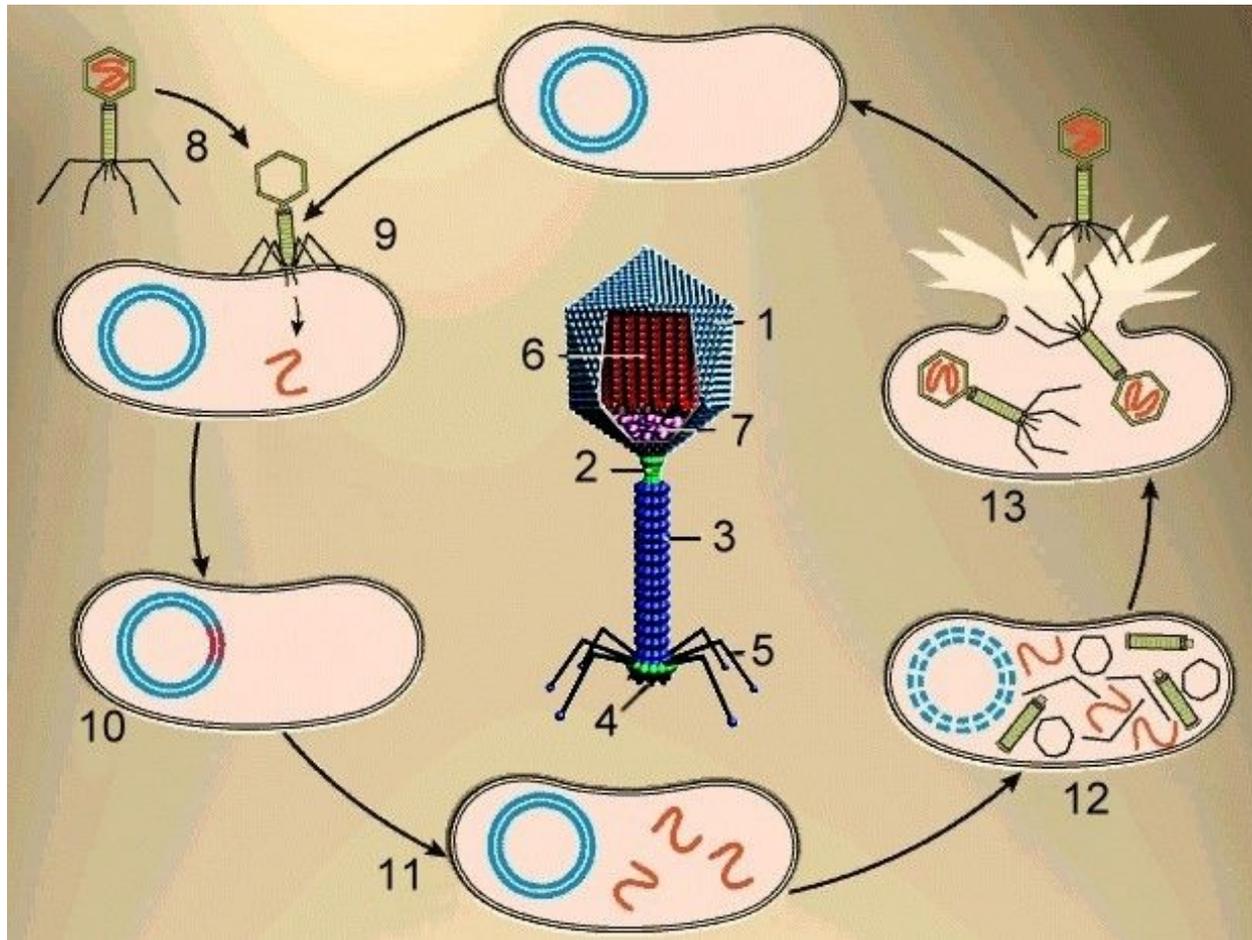
## *Характеристика вирусов*

### **Гипотезы о происхождении вирусов:**

#### **-гипотеза коэволюции.**

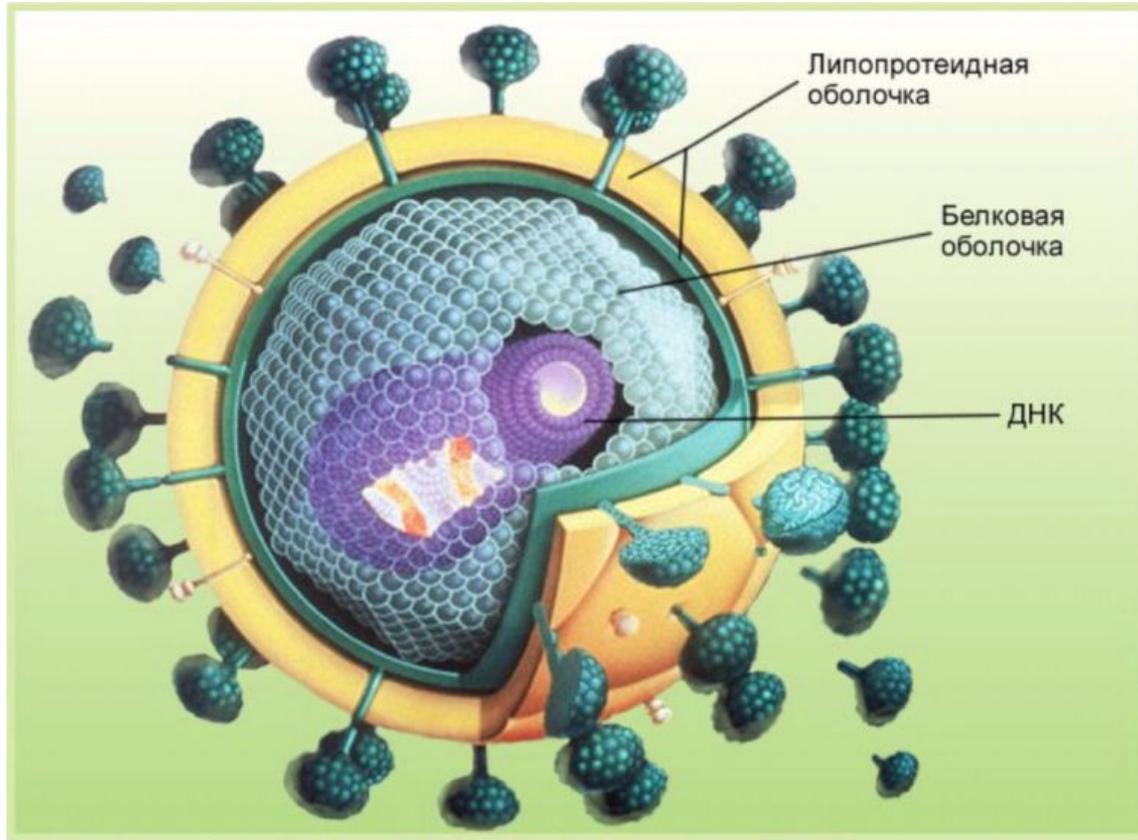
Эта гипотеза предполагает, что вирусы возникли из сложных комплексов белков и нуклеиновых кислот в то же время, что и первые на Земле живые клетки, и зависят от клеточной жизни вот уже миллиарды лет.

## Характеристика вирусов



*Капсид* выполняет, прежде всего, защитную функцию. Кроме того, обеспечивает осаждение вируса на поверхности клеточных мембран (содержит рецепторы, комплементарные рецепторам мембран клеток).

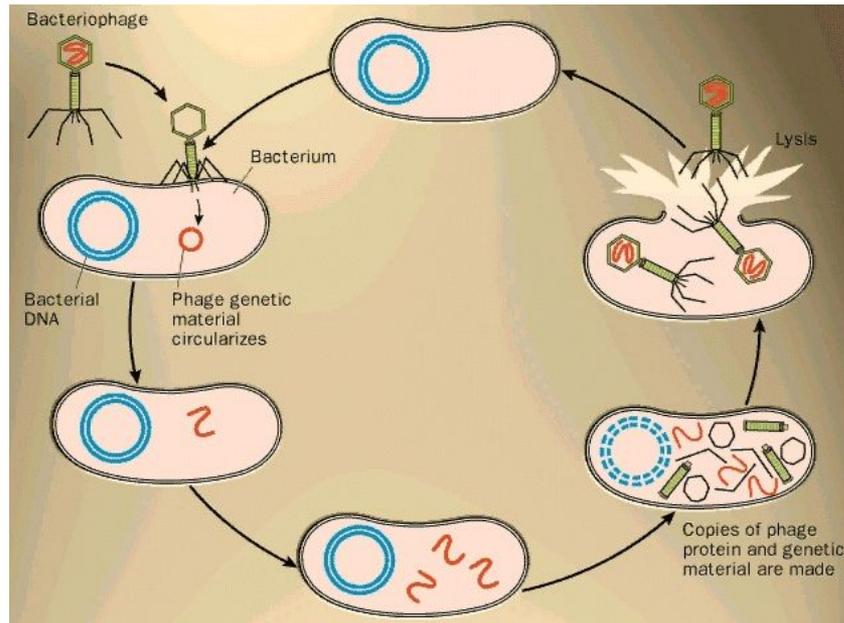
## Характеристика вирусов



Строение вируса.

*Суперкапсид* характерен для сложноорганизованных вирусов (вирусы ВИЧ, гриппа, герпеса). Возникает во время выхода вируса из клетки-хозяина. Он представляет собой модифицированный участок ядерной или наружной цитоплазматической мембраны клетки-хозяина.

## Репродукция вирусов



Только внедряясь в клетку-хозяина вирус может воспроизводить себе подобных, он подавляет процессы транскрипции и трансляции веществ, необходимых самой клетке, и "заставляет" ее ферментные системы осуществлять репликацию своей нуклеиновой кислоты и биосинтез белков вирусных оболочек. После сборки вирусных частиц клетка либо погибает, либо продолжает существовать и производить новые поколения вирусных частиц.

# Репродукция вирусов



Цикл репродукции вируса складывается из нескольких стадий:

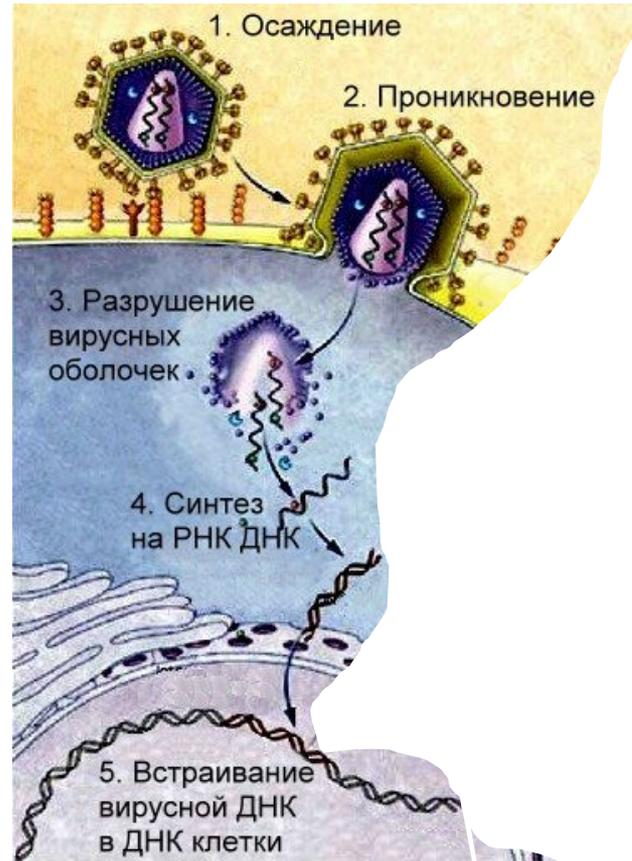
*1. Осаждение вируса* на поверхность мембраны клетки. Возможно в том случае, если рецепторы клеточных мембран и капсида вируса комплементарны.

## Репродукция вирусов



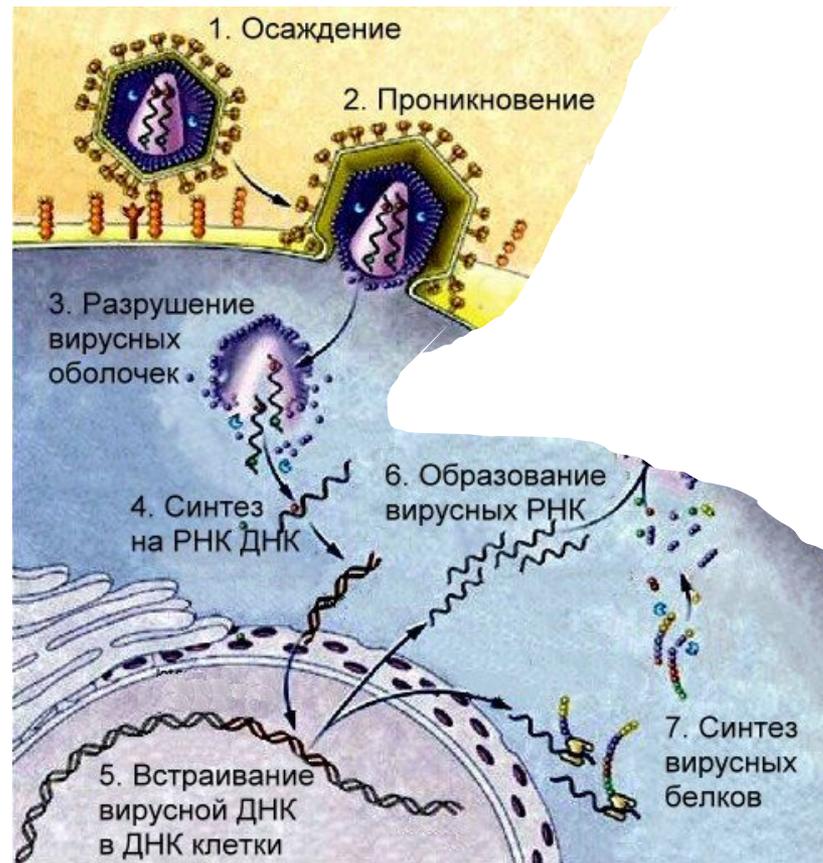
**2. Проникновение вируса в клетку.** Многие вирусы проникают в клетку путем эндоцитоза. Происходит слияние мембраны вируса и наружной цитоплазматической мембраны, и вирус оказывается в цитоплазме клетки. Ферменты лизосом разрушают капсид вируса, и его нуклеиновая кислота освобождается.

## Репродукция вирусов



*3. Разрушение вирусных оболочек. 4. Синтез на РНК ДНК.  
5. Встраивание вирусной ДНК в ДНК клетки. Происходит подавление функционирования генетического аппарата клетки, прекращается синтез белков и нуклеиновых кислот клетки, белок-синтезирующий аппарат клетки переводится под контроль генома вируса.*

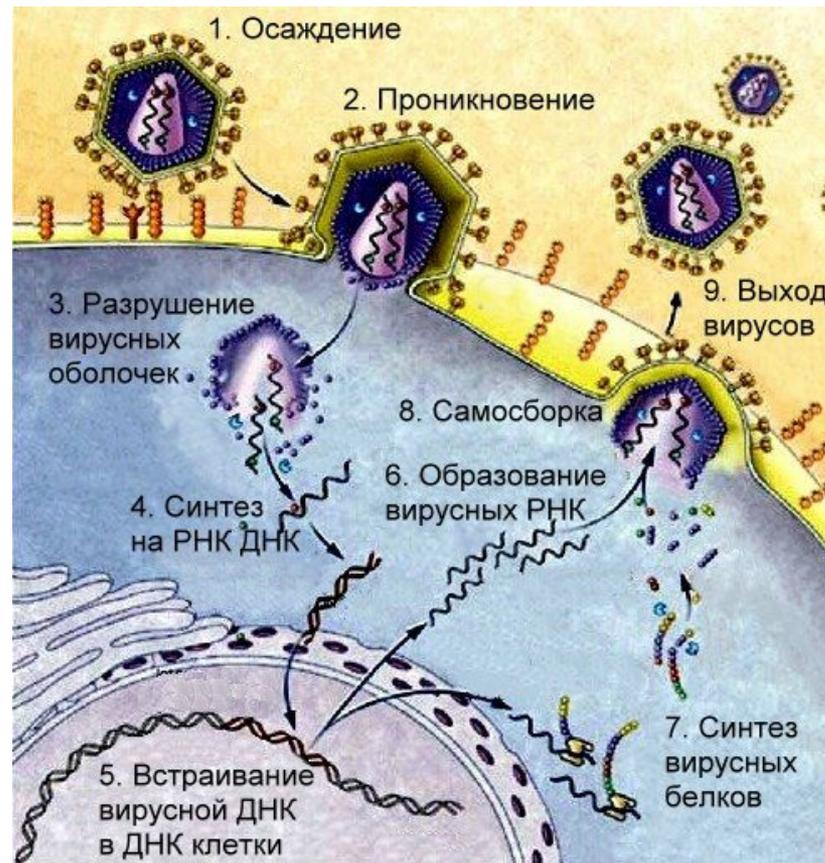
## Репродукция вирусов



*6. Репликация нуклеиновой кислоты вируса.*

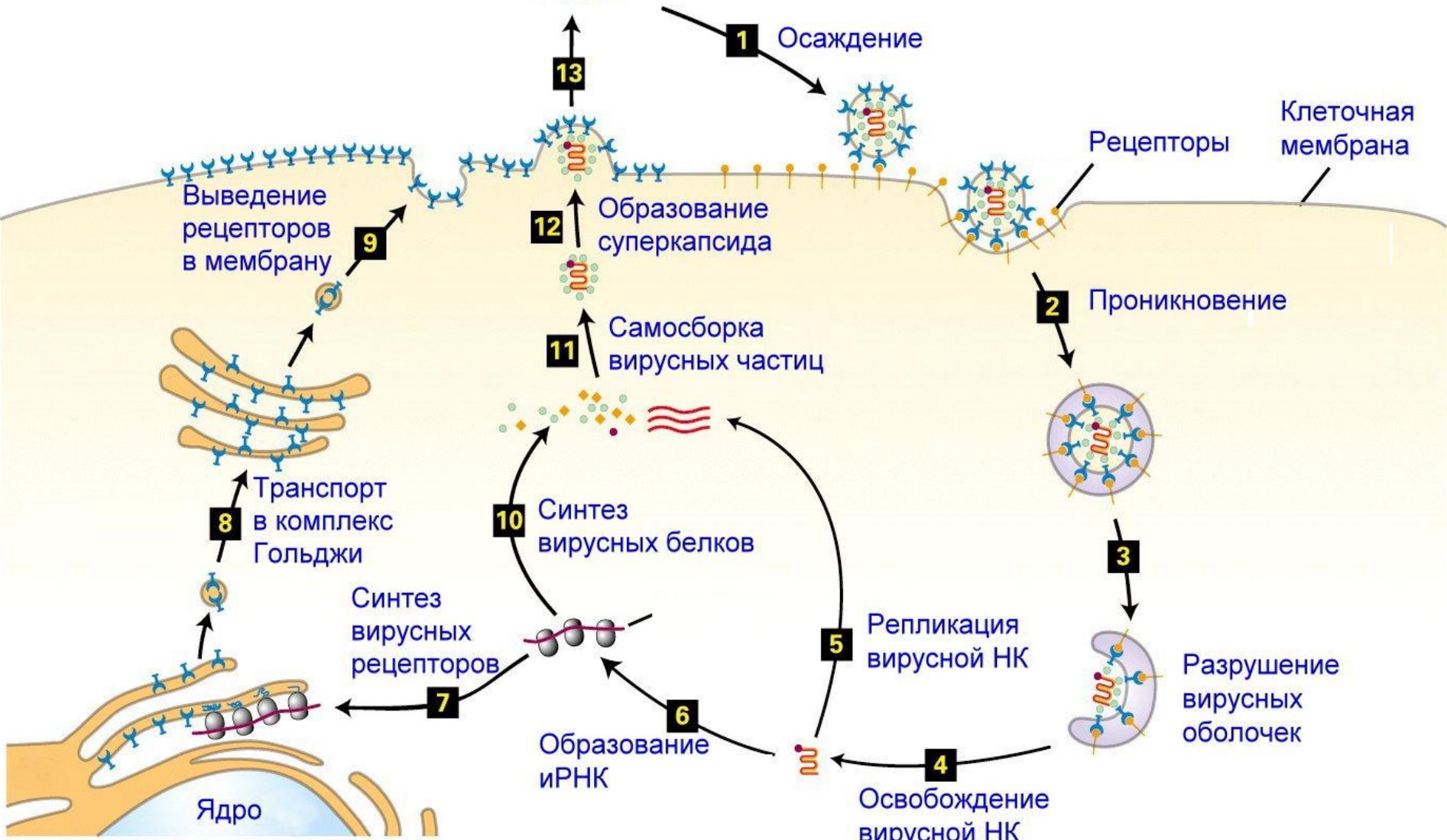
*7. Синтез белков капсида.* Биосинтез белков капсида вируса начинается позже репликации, причем используется белоксинтезирующий аппарат клетки-хозяина.

## Репродукция вирусов



**8. Сборка вирионов.** Сборка вирусных частиц начинается после того, как количество компонентов вируса в клетке достигает определенного предела.

**9. Выход вирусов из клетки.** Сложноорганизованные вирусы выходят из клетки путем почкования, при этом они приобретают суперкапсид.



# Стадии репродукции ДНК-содержащих вирусов на примере бактериофагов

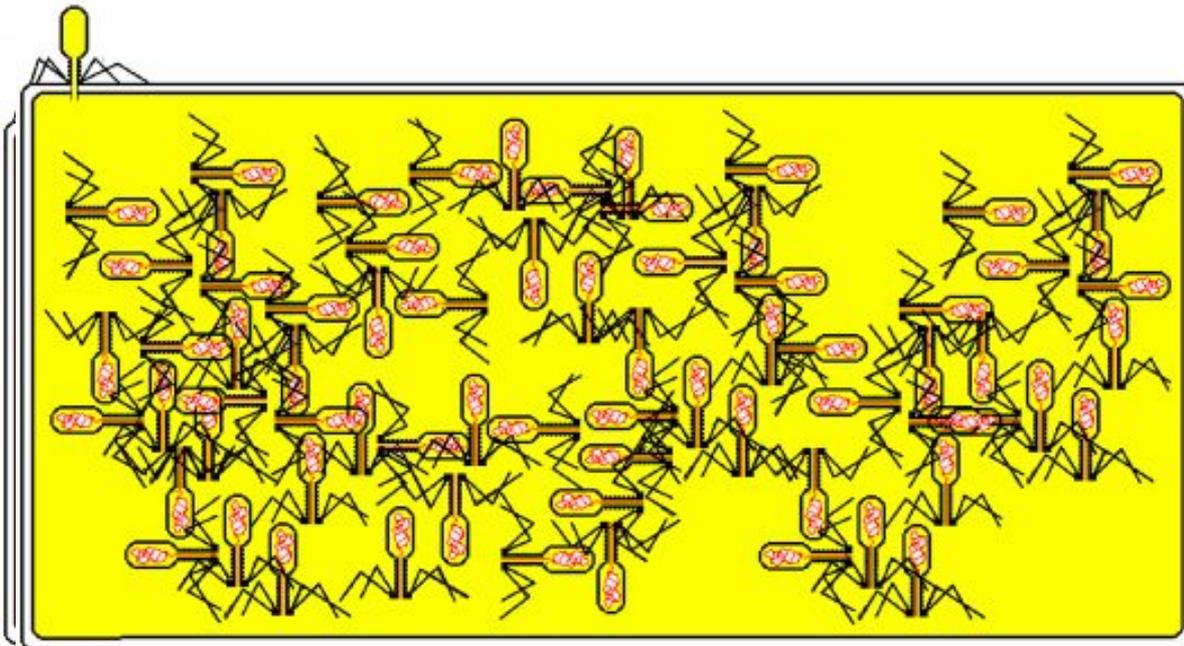
Выход вирусов из клетки

Репликация нуклеиновых кислот вируса  
Синтез вирусных белков

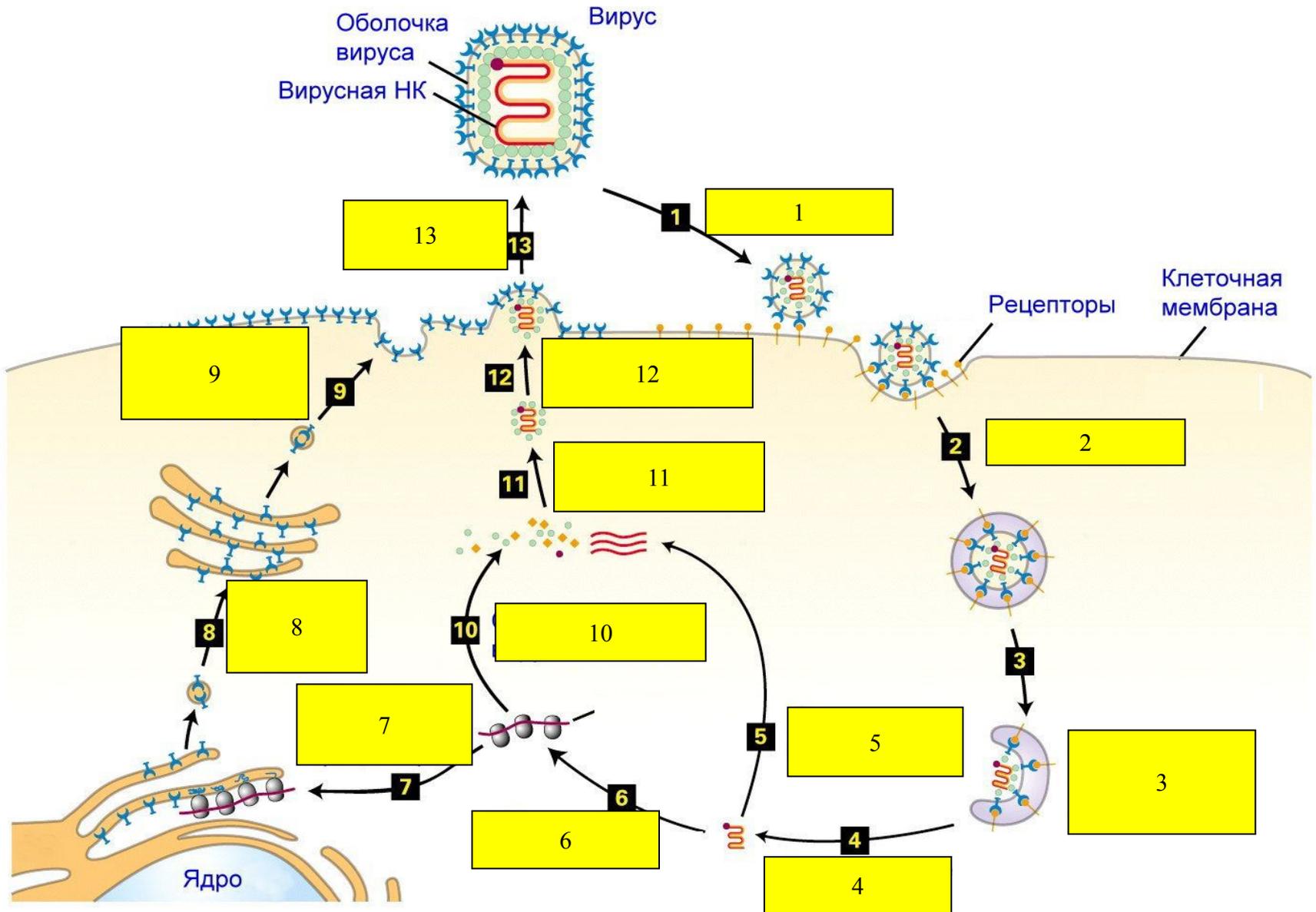
Встраивание вирусной ДНК в хромосомную ДНК клетки-хозяина

Проникновение вируса – введение вирусной ДНК в клетку-хозяина  
Осаждение на поверхности бактериальной клетки

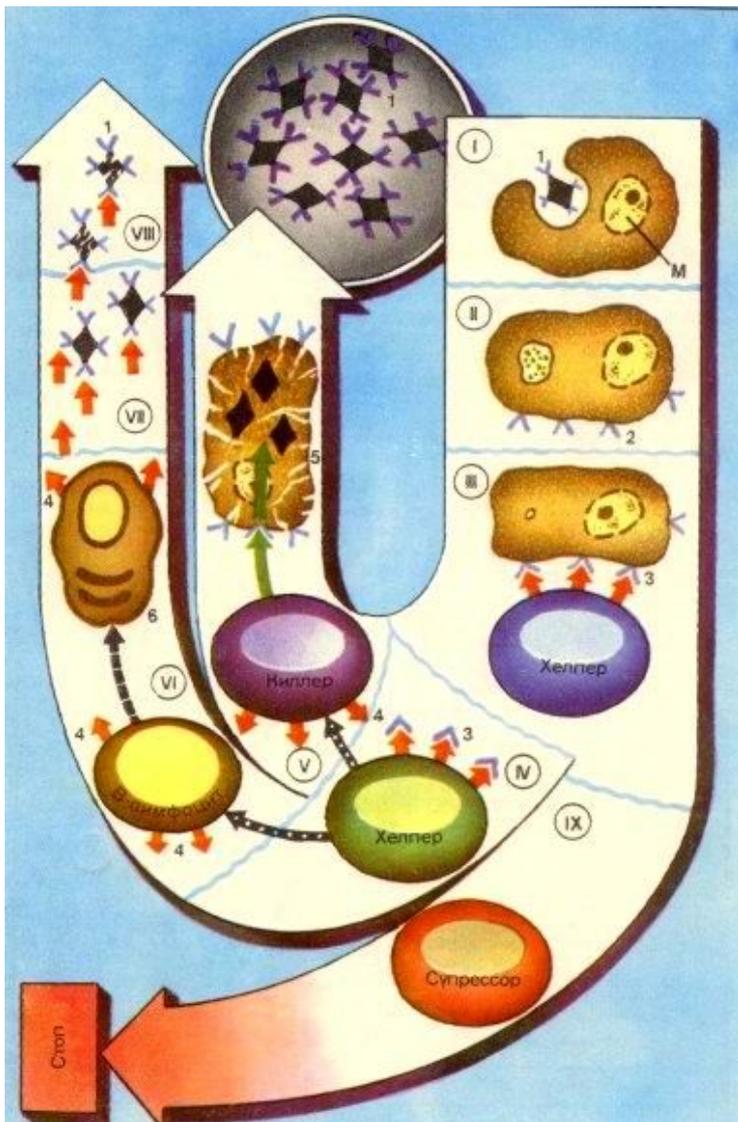
Самосборка вирусов



# Подведем итоги:

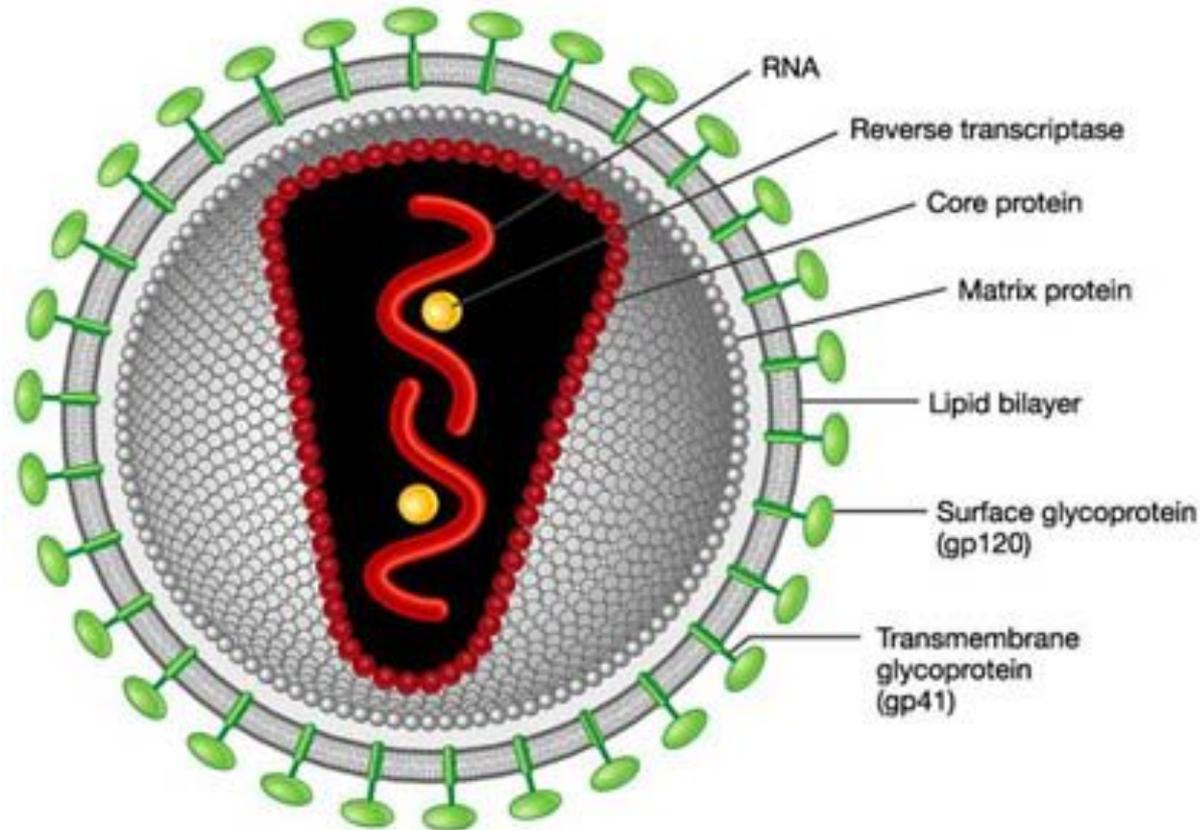


## Вирус иммунодефицита человека (ВИЧ)



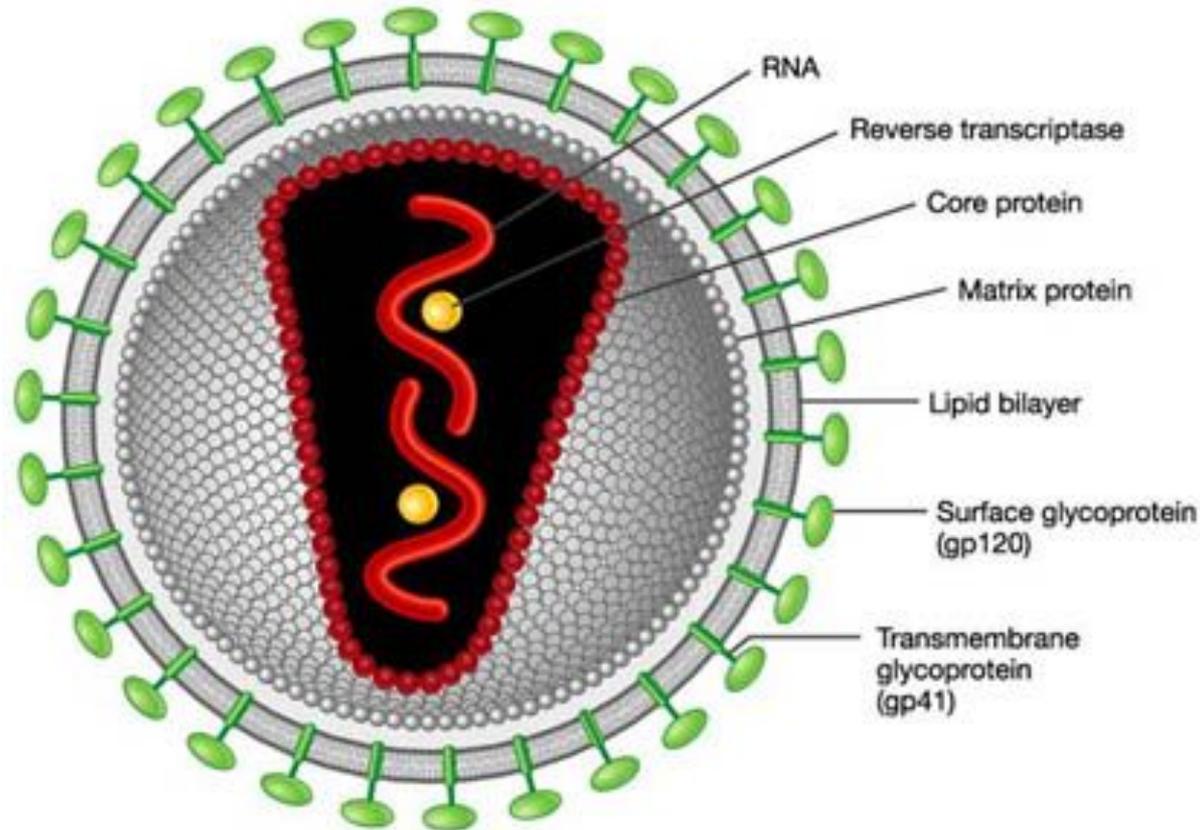
Вирус иммунодефицита человека внедряется в чувствительные клетки. Основные клетки-мишени —  $CD_4$ -лимфоциты (хелперы), так как на их поверхности есть белки  $CD-4$  — рецепторы, способные связываться с поверхностным белком ВИЧ. В меньшем числе они содержатся на мембранах макрофагов, еще в меньшем — на мембранах В-лимфоцитов. Кроме того, ВИЧ поражает нервные клетки, клетки кишечника.

## Вирус иммунодефицита человека (ВИЧ)



**Строение.** Возбудитель СПИДа (ВИЧ) — относится к *ретровирусам*. Диаметр 100-150 нм. Наружная оболочка вируса состоит из мембраны, образованной из клеточной мембраны клетки-хозяина. В мембрану встроены рецепторные образования, по виду напоминающие грибы. Рецепторы на белок CD-4.

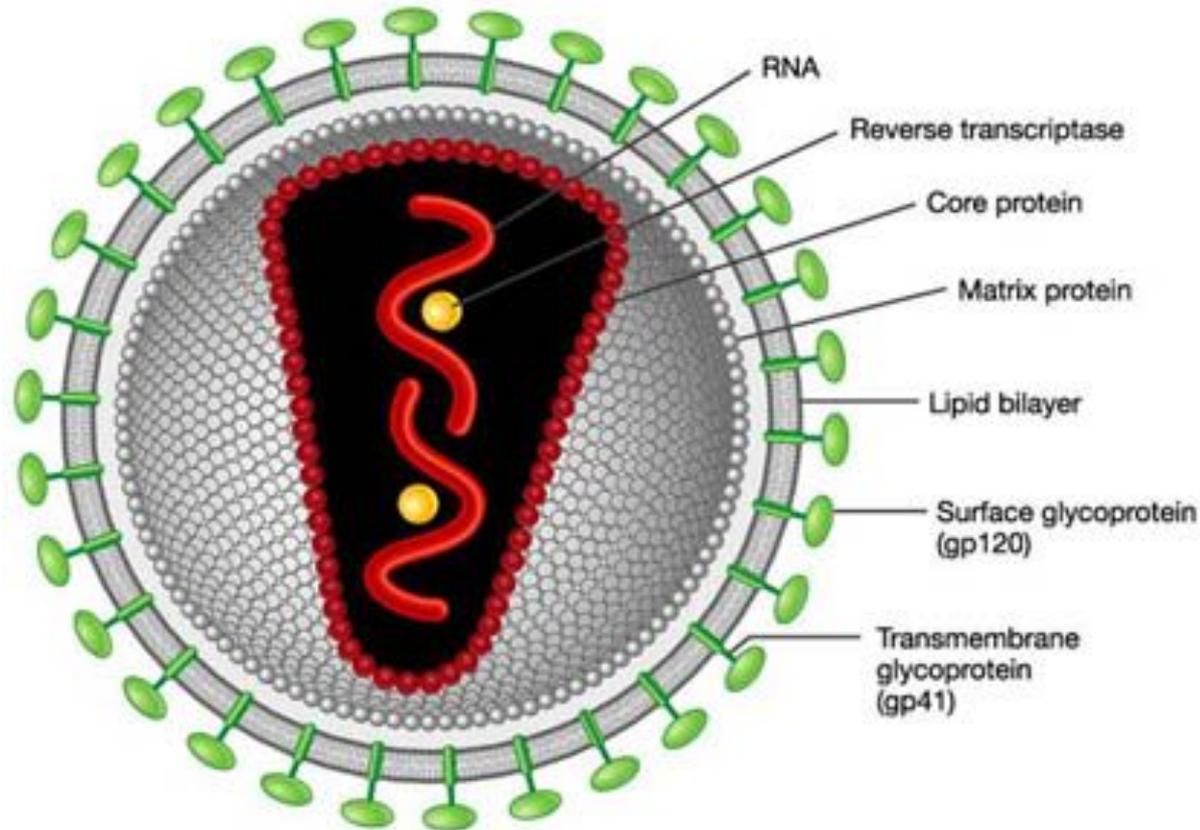
## Вирус иммунодефицита человека (ВИЧ)



Под наружной оболочкой белковый вироскелет, в центре – сердцевина вируса, в форме усеченного конуса и образована особым белком.

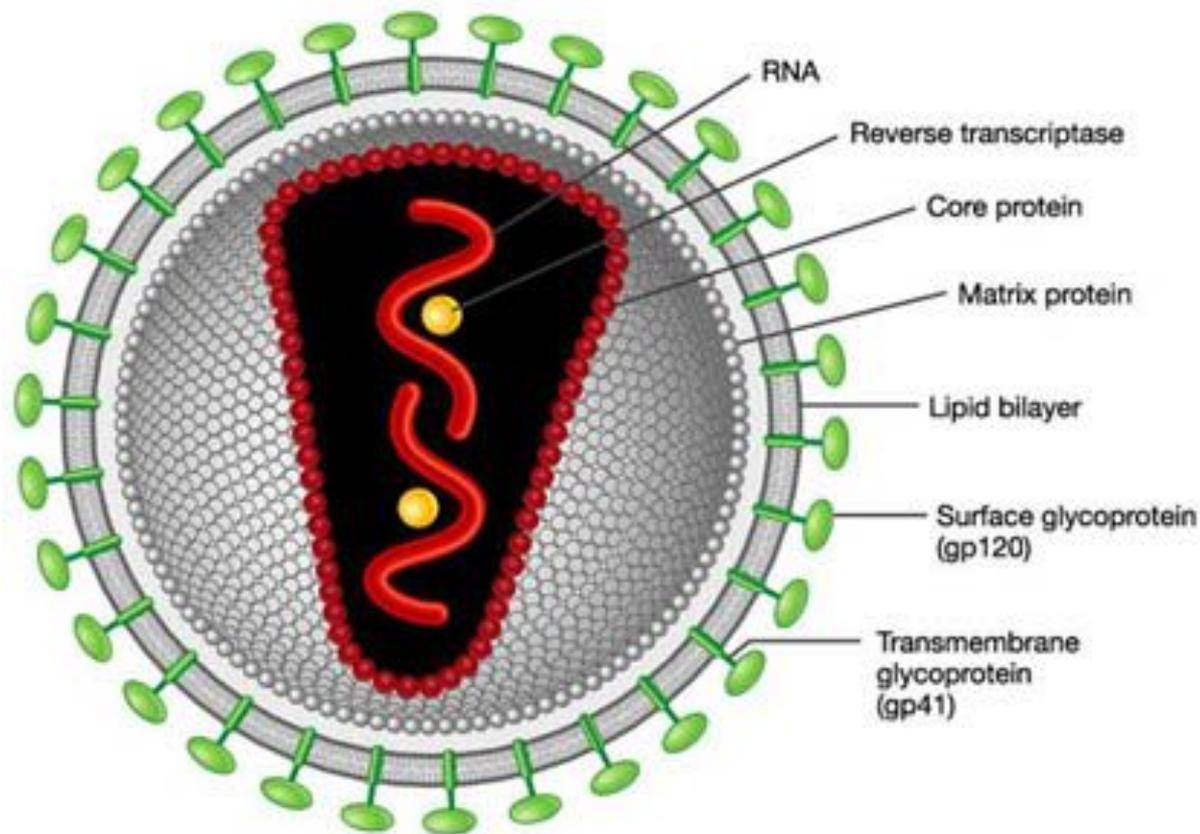
Внутри сердцевины располагаются *две молекулы вирусной РНК*, связанные с низкомолекулярными белками основного характера.

## *Вирус иммунодефицита человека (ВИЧ)*



Каждая молекула РНК содержит 9 генов ВИЧ. Три из них являются структурными, три — регуляторными и три — дополнительными. Кроме того, сердцевина содержит фермент обратную транскриптазу, осуществляющую синтез вирусной ДНК с молекулы вирусной РНК.

## Вирус иммунодефицита человека (ВИЧ)



### Заражение:

половые контакты; переливание крови; пересадка органов; загрязненные медицинские инструменты; во время беременности; при родах; материнским молоком.

# *Значение вирусов*

Вирусы способны поражать большинство существующих живых организмов, вызывая различные заболевания.

**К числу вирусных заболеваний человека** относятся, например, грипп, герпес, клещевой энцефалит, оспа, бешенство, корь, желтая лихорадка, инфекционный насморк и т.д.

**У животных** – ящур, коровья оспа, бешенство и др.

**У растений** – МБТ (мозаичная болезнь табака), вирусы могут определять пятнистость окраски цветков (например, у тюльпана), изменения окраски листьев у многих растений.