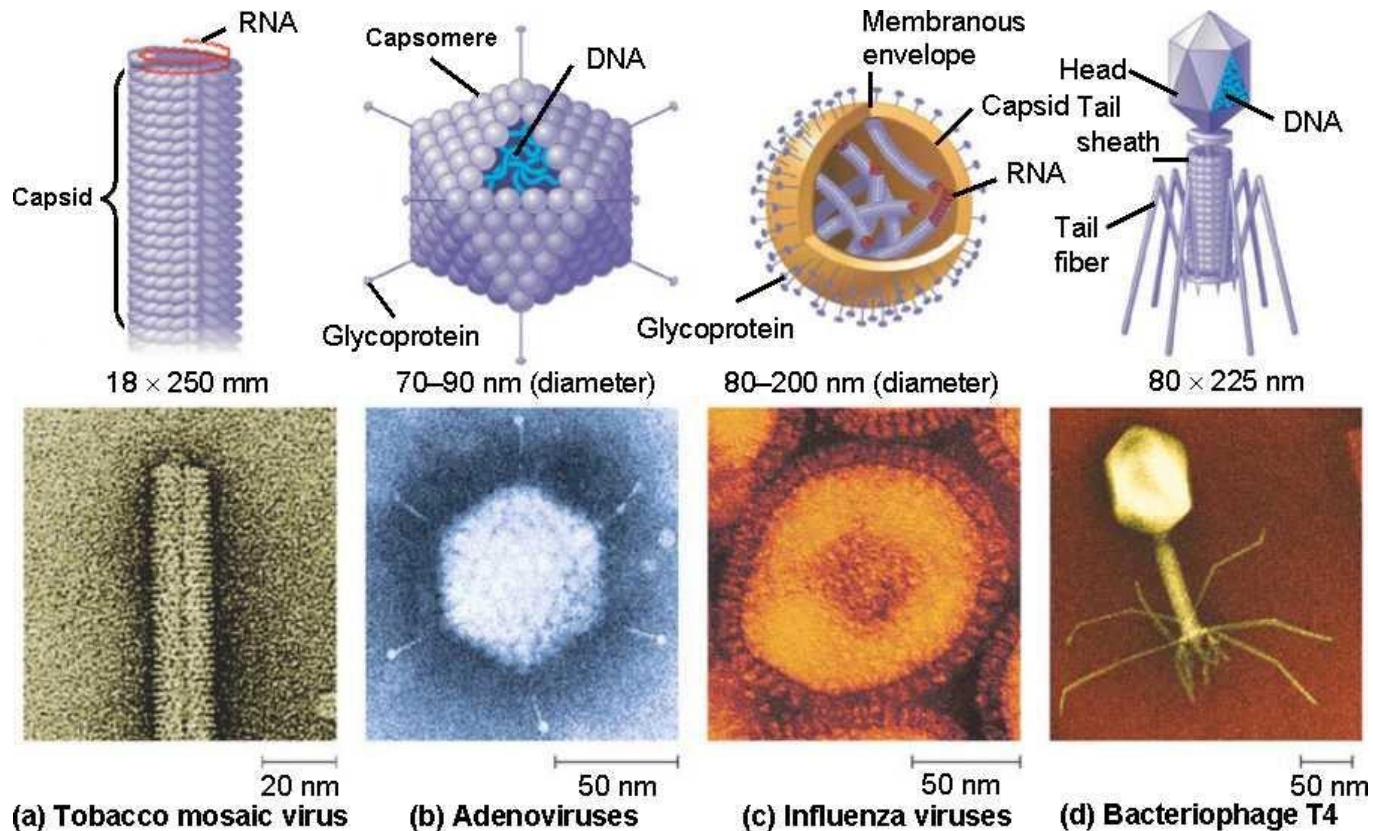


# Вирусы



# Живые ли вирусы или нет?

- Свойства живого:
  - Способность к адаптации;
  - Рост и развития;
  - Размножение;
  - Наличие обмена веществ;

**или**

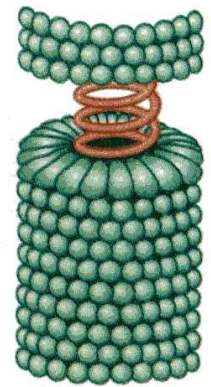
  - Способность изменяться;

**или**

  - Быть носителем информации;
- Только клетка полностью удовлетворяет всем эти признакам. Она является элементарной единицей живого.
- Про вирусы говорят, что это **неклеточная форма жизни**;

# Кто такие вирусы?

- **Вирус** (лат. *virus* — «яд») — неклеточный инфекционный агент, который может воспроизводиться только внутри живых клеток.
- Их размеры от 20 до 700 нм.
- Вирусы поражают все типы организмов, от растений и животных до бактерий и архей (вирусы бактерий обычно называют бактериофагами или просто фагами). Обнаружены также вирусы, поражающие другие вирусы (вирусы-сателлиты). Вирусы размножаются только в клетке.
- Вирусы являются облигатными паразитами, так как не способны размножаться вне клетки-хозяина.
- По типу активности разделяются на латентные, персистирующие и лизирующие.
- Впервые вирусы увидели на электронном микроскопе.

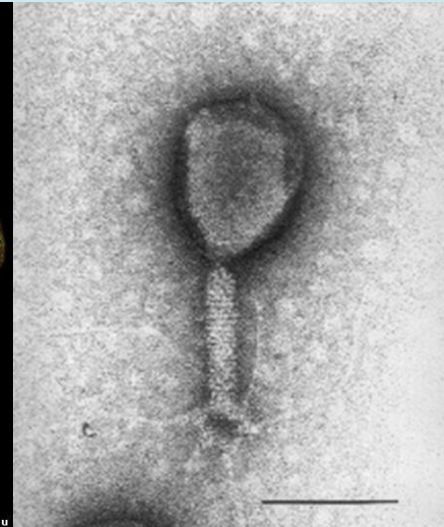
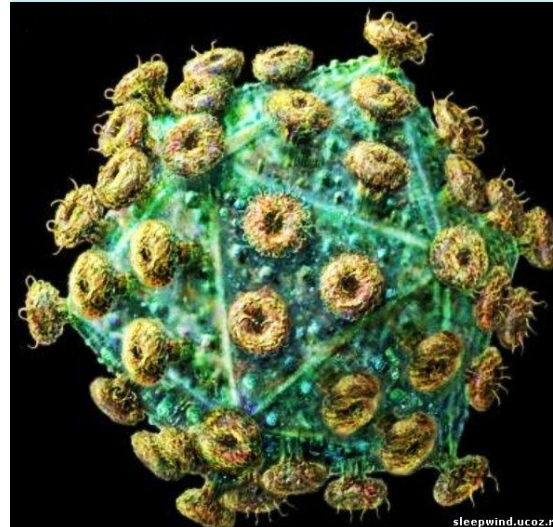
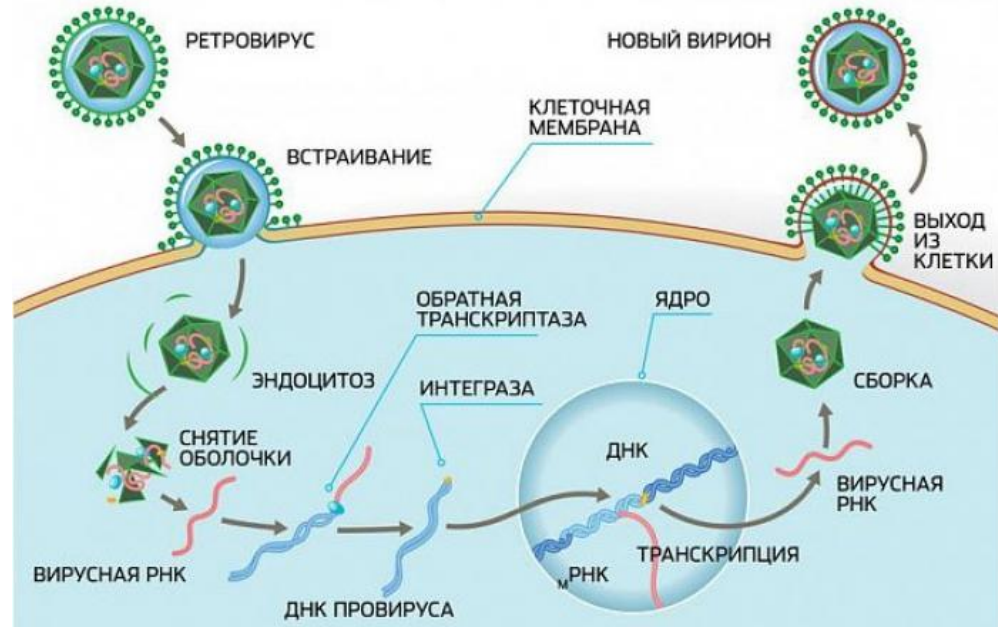


Вирус табачной мозаики



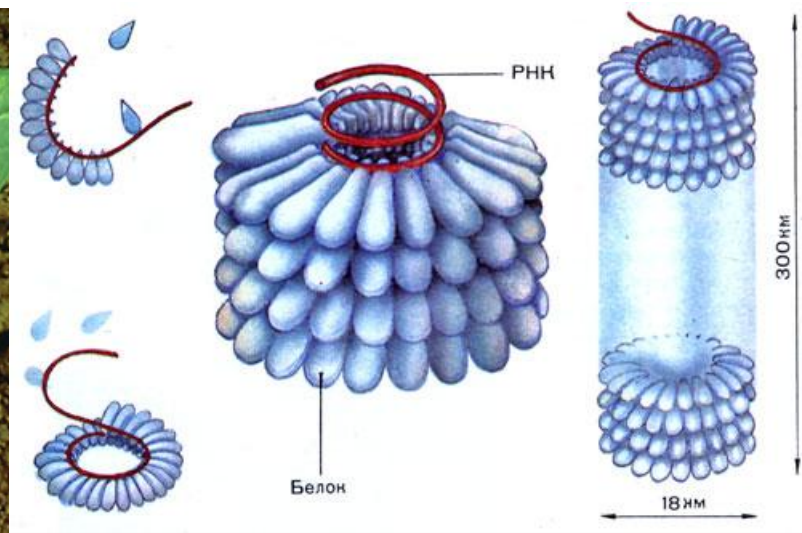
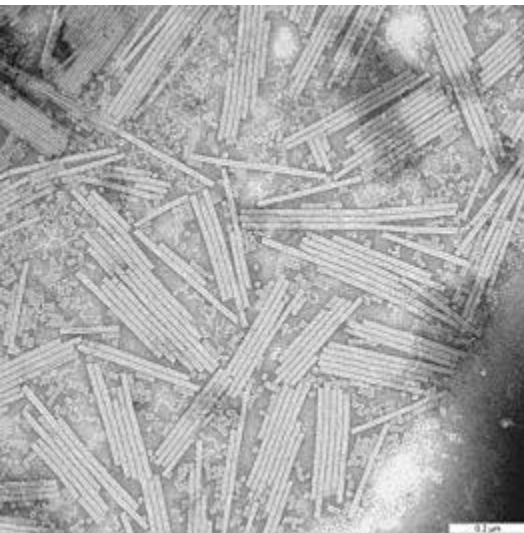
# Разнообразие вирусов

- *ДНК-содержащие вирусы*
  - 1 -- вирусы черной оспы;
  - 2 -- вирусы герпеса;
  - 3 -- аденовирусы;
  - 4 -- вирус бешенства
  - 5 – гепатит
  - 6 – Папилломавирус
- *РНК-содержащие вирусы*
  - 1 -- ОРВИ
  - 2 -- вирусы гриппа;
  - 3 -- ВИЧ
  - 4 – вирус Эбола
  - 5 -- ретровирусы;



# История открытия

- В 1892 году русский биолог Дмитрий Иосифович Ивановский использовал фильтр, поры которого меньше бактерий, для изучения вида, сейчас известного как вирус табачной мозаики (ВТМ). Его эксперименты показали, что экстракт перетёртых листьев заражённых растений табака сохраняет инфекционные свойства и после фильтрации. Ивановский также отметил скопление вирусов в клетке. Кроме размера второй особенностью инфекционного агента является, то что его нельзя вырастить на искусственных питательных средах.

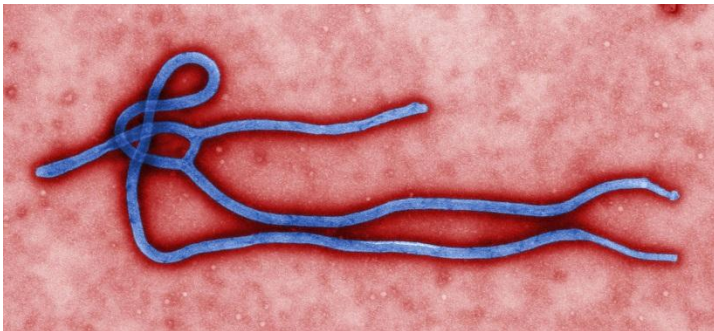


# Особенности вирусов

- Ни один из известных вирусов не способен к самостоятельному существованию. Вне клетки они ведут себя как частицы биополимеров. Они получили название - *вирионы*. При контакте с клеткой вирион активизируется и образует комплекс «вирус—клетка». Внутри клетки вирус переключает биохимические механизмы клетки на воспроизведение себе подобных.
- От живых паразитарных организмов вирусы отличаются полным отсутствием пластического и энергетического обмена, отсутствием сложнейшего элемента живых систем — аппарата трансляции (синтеза белка), степень сложности которого превышает таковую самих вирусов.
- Вирусные частицы (*вирионы*) состоят из двух или трёх компонентов: генетического материала в виде ДНК или РНК, белковой оболочки (*капсида*), защищающей эти молекулы, и, в некоторых случаях, — дополнительных *липидных оболочек*.
- Внутри каждого вириона находится **генетический материал**. Он

# Вирионы

- ДНК и РНК могут быть линейными или кольцевыми, одноцепочечными или двуцепочечными.
- Число молекул РНК может быть от одной до десяти.
- Некоторые вирусы, например, мимивирусы, имеют оба типа молекул. (вирус Пандора).
- Две одинаковые одноцепочечные молекулы РНК содержат некоторые онкогенные (вызывающие опухоль) вирусы.
- Вирусы высоко специфичны к своим клеткам хозяевам.



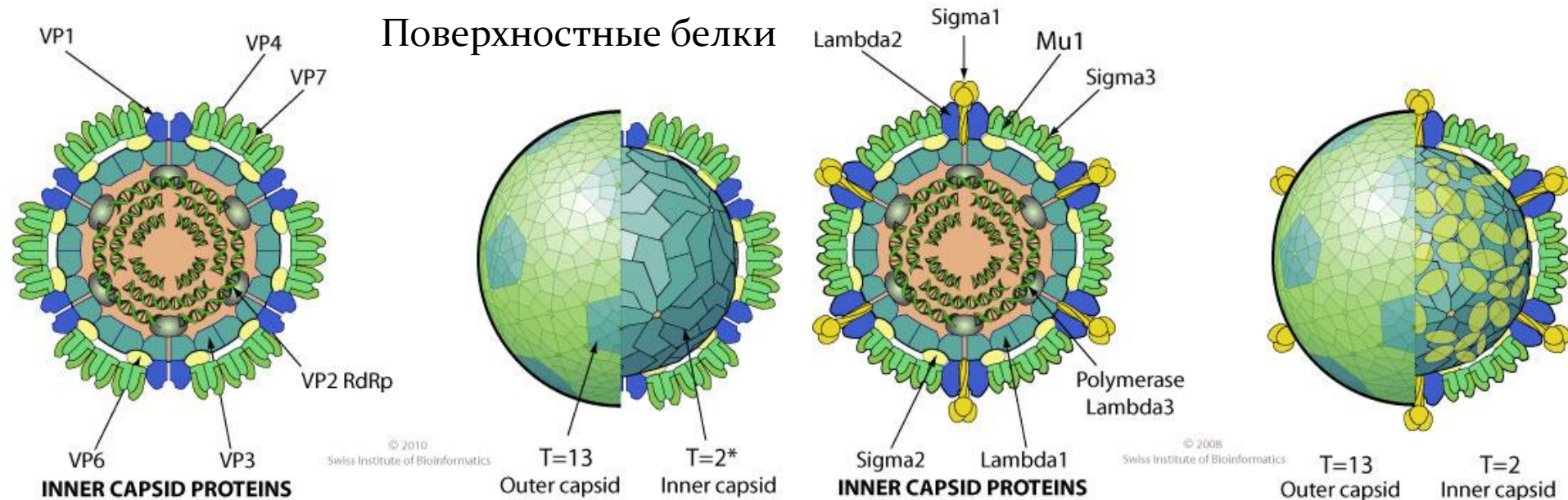
*Вирус Эболы*



# Строение капсида

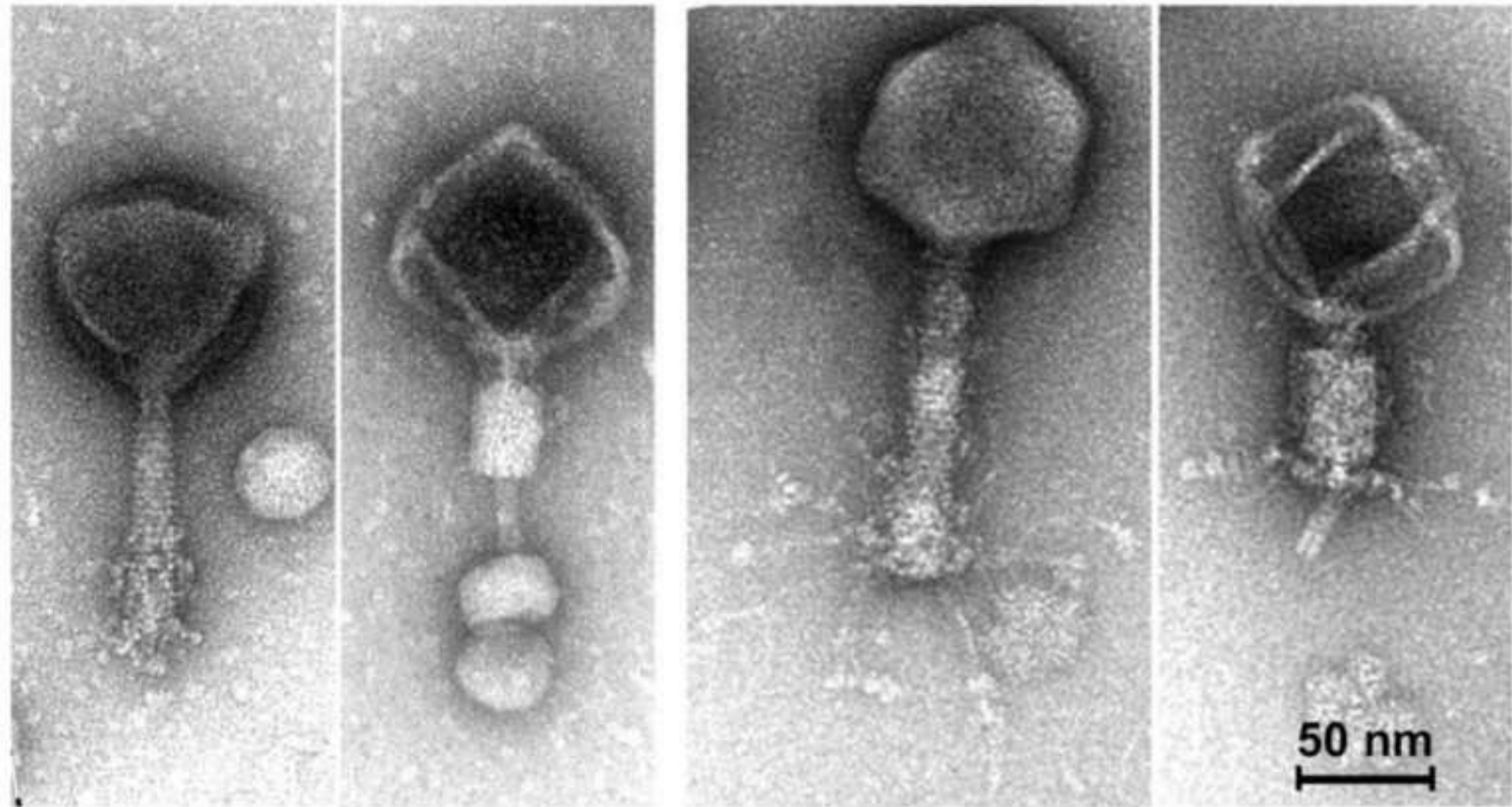
- Генетический материал окружен белковой оболочкой – **капсидом**. Эта структура защищает внутреннее содержимое от ферментов (нуклеаз) и УФ-излучения. Имеются внутренний и внешний слой белков. В целом их разнообразие не велико. Они полностью покрывают и изолируют генетический материал от окружающей среды. Образование и сборка белка контролируется вирусом.
- Белки капсида могут быть соединены с сахарами к гликопротеидные комплексы, а также может включать фосфолипидный двойной слой (жир). Слой жира вирус забирает из плазматической мембраны клетки-хозяина.

## Поверхностные белки



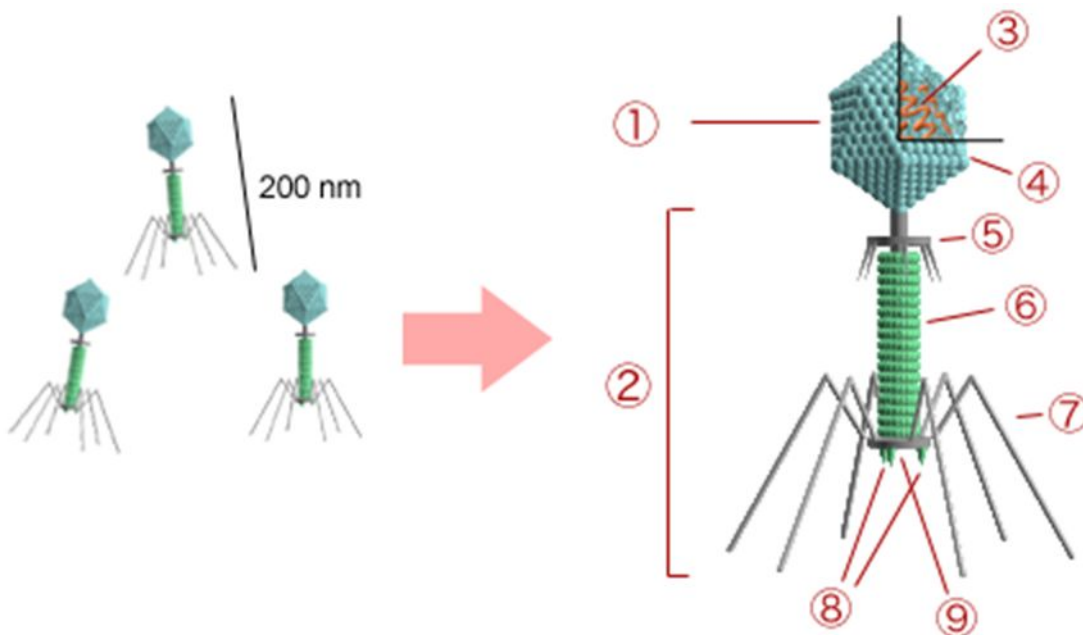


# Вирусы видны только в электронный микроскоп



# Строение бактериофага

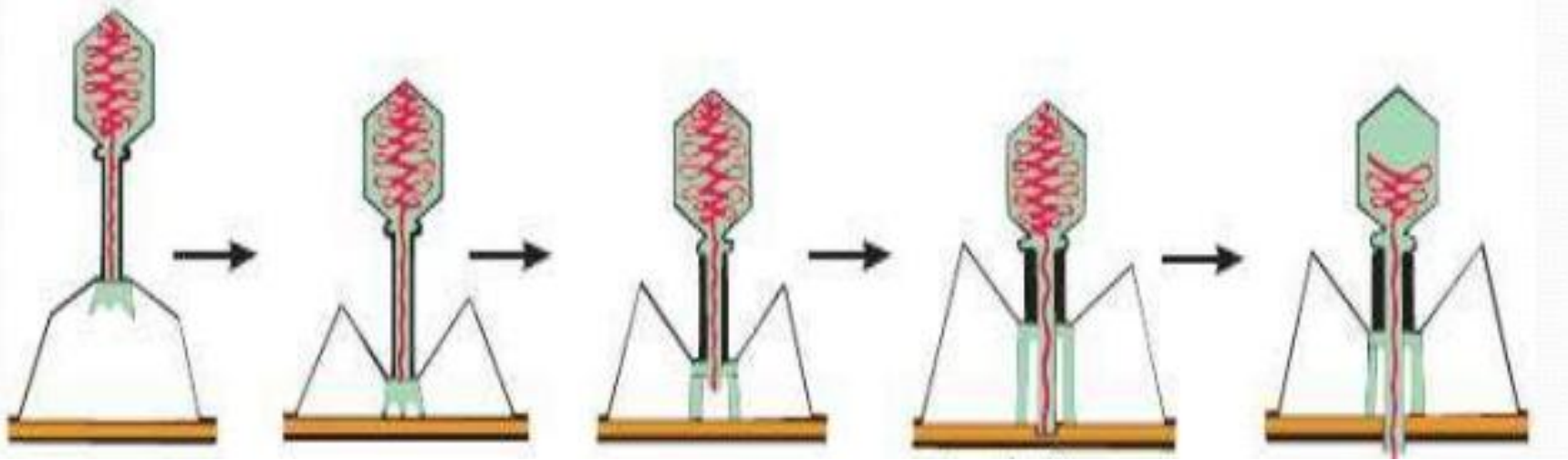
- У вирусов, вызывающих болезни человека и животных капсид имеет форму правильного многогранника (икосаэдра).
- Большинство вирусов имеет палочковидную форму (ВТМ, Эбола). Такие вирусы являются паразитами растений.
- С помощью капсида вирус прикрепляется к клеточной мембране. Белки, остающиеся от вириона на поверхности клетки, служат «мишенью» для иммунной системы также.
- Некоторые вирусы имеют более сложное строение и состоят из нескольких частей (см. рис). Такая сложная конструкция обеспечивает впрыскивание генетического материала внутрь бактериальной клетки.



Строение бактериофага T4.

- 1 — головка, 2 — хвост,
- 3 — нуклеиновая кислота,
- 4 — капсид,
- 5 — "воротничок",
- 6 — белковый чехол хвоста,
- 7 — фибрилла хвоста,
- 8 — шипы,
- 9 — базальная пластинка

# Внедрение вируса Т4



Посадка

Прикрепление

Контакт хвоста  
с клеточной  
стенкой

Внедрение  
и  
разрушение  
КС

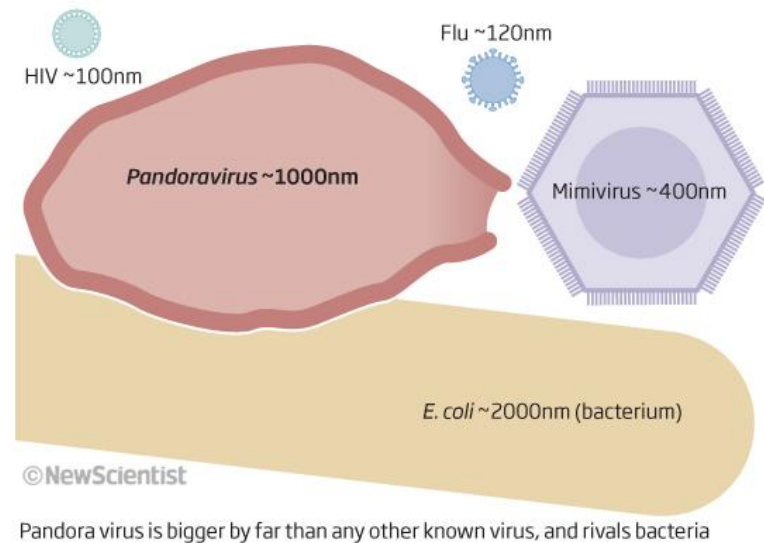
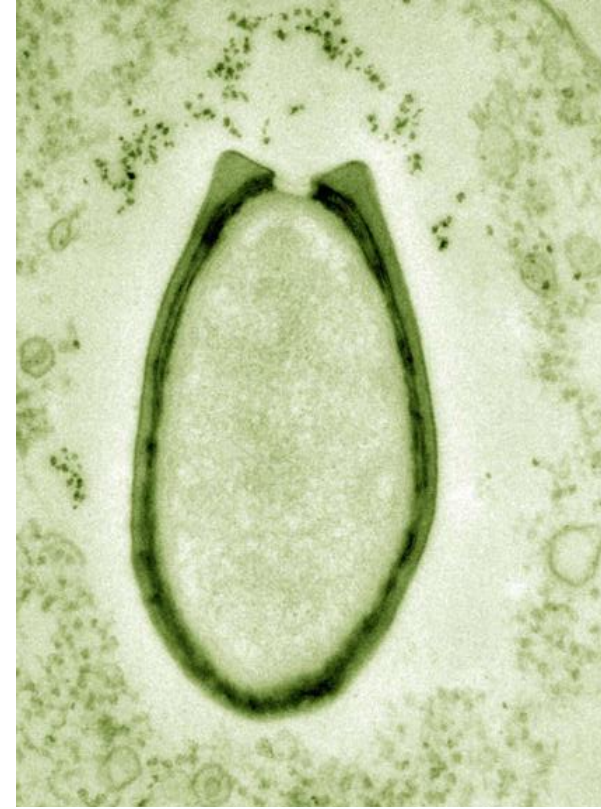
Инъекция ДНК

# Размножение вирусов в клетке

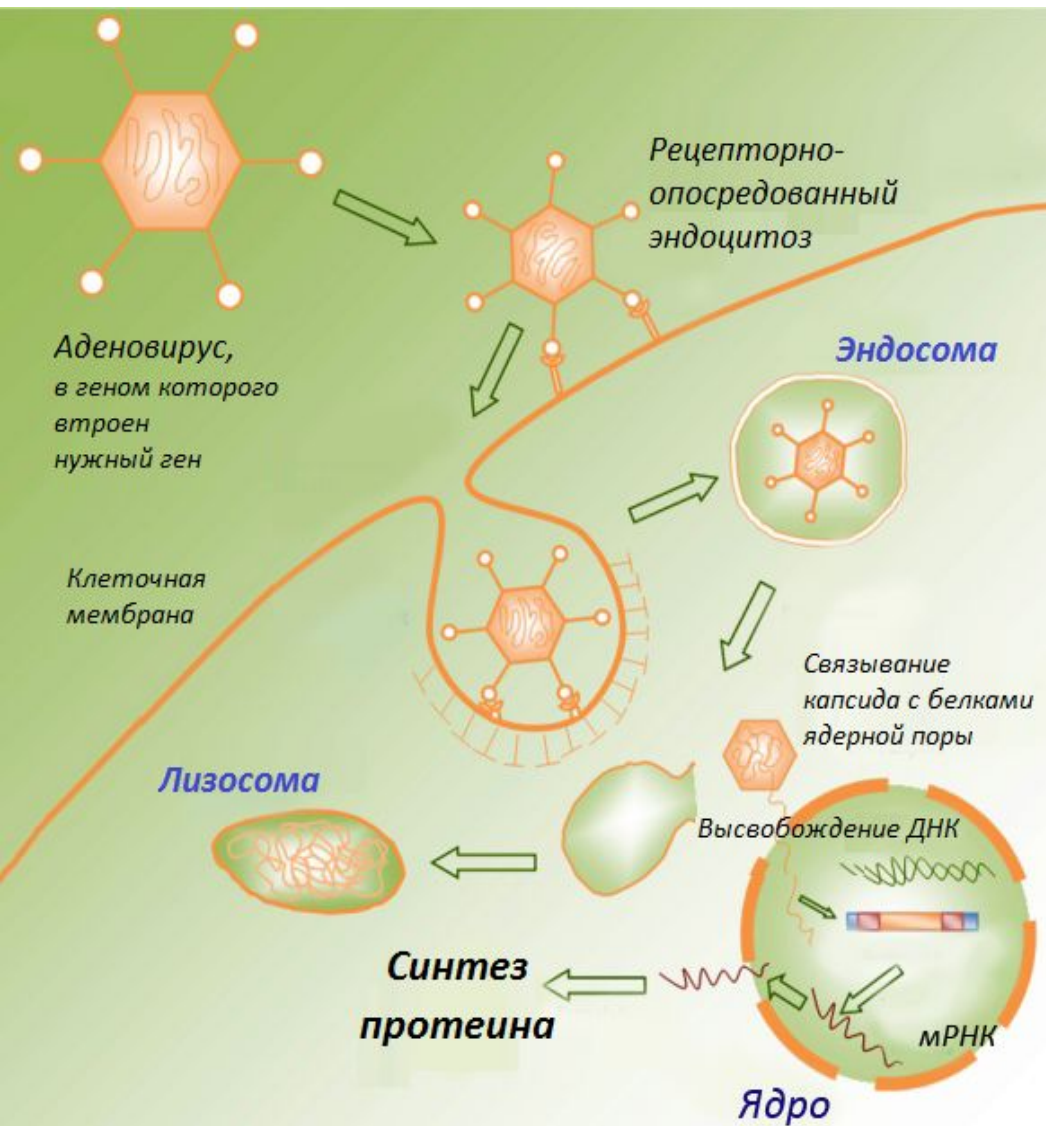
- Размножаются они путем репродукции. Это означает, что вначале воспроизводятся их нуклеиновые кислоты и белки. А потом из созданных компонентов комплектуются вирусы.
- Нуклеиновая кислота вируса встраивается в ДНК клетки. Внутри начинают активно создаваться многократные копии вирусной ДНК (РНК). Некоторые из новосозданных частиц соединяются с рибосомами, там же проходит процесс синтеза новых белков вируса.
- Как только достаточное число компонентов вируса будет накоплено, начнется процесс композиции. Он проходит возле клеточных стенок. Из компонентов собираются новые вирионы. В их составе можно обнаружить частицы клеток, в которых они находились. Часто процесс их формирования заканчивается тем, что они обволакиваются клеточным мембранным слоем.

# Пандоровирус виден в световой микроскоп

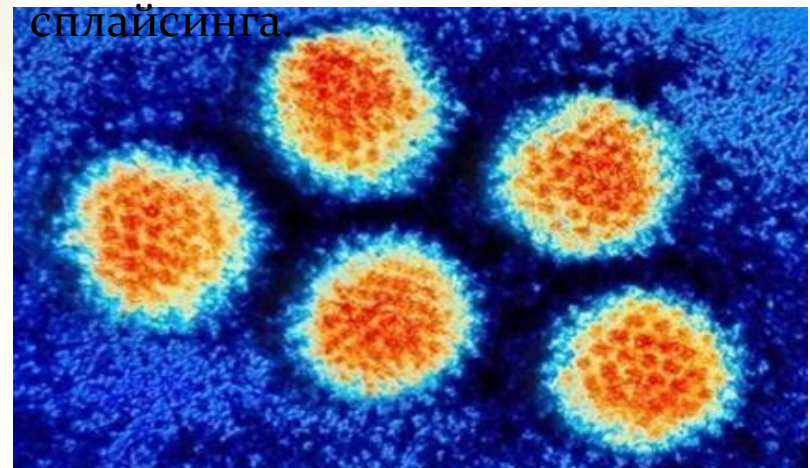
- Относится к семейству мимивирусов.
- Поражает амеб.
- Вирионы представляют собой яйцевидные частицы 0,8—1,2 мкм длиной и 0,5 мкм в диаметре.
- Имеет мембрану с одной единственной порой. При слиянии с мембраной амебы содержимое изливается в цитоплазмы клетки.
- Вирус проглатывается амебой путем фагоцитоза.
- В отличие от других ДНК-содержащих вирусов эукариот и фагов, у которых сначала образуется капсид, а потом он наполняется необходимым



# Аденовирус



от др.-греч. ἀδήν — железа). Семейство ДНК-содержащих вирусов позвоночных, лишённых липопротеиновой оболочки (70—90 нм). Аденовирусы содержат единичную двухцепочечную молекулу ДНК. Вызывают острые респираторные заболевания. На материале аденовирусов впервые было открыто явление альтернативного сплайсинга.

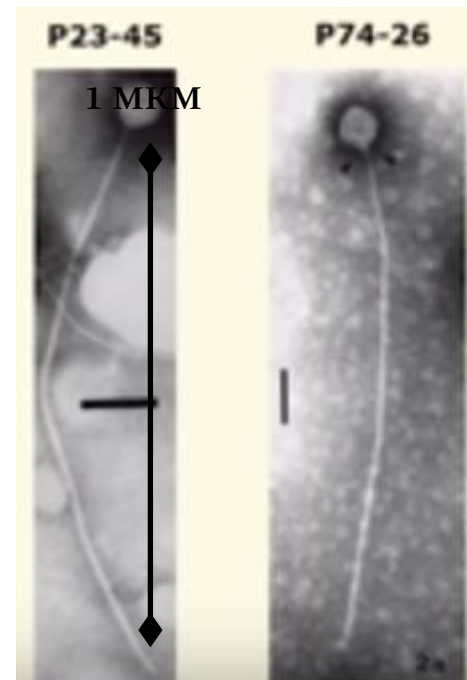


# Провирусы и Ретровирусы

- РНК-содержащие вирусы, необходимым этапом размножения которых является обратная транскрипция (фермент ревертаза или обратная транскриптаза), называют **ретровирусами** (от лат. retro – обратно, назад).
- В стадии **провируса** происходит пассивная репликация вирусной ДНК вместе с ДНК хозяина. Такой вирус латентно персистирует в клетках хозяина. Эта стадия называется латентной.
- Латентная инфекция может перейти в продуктивную фазу в случае изменения условий окружающей среды, при изменении иммунного статуса хозяина, при этом активируется транскрипция генома вируса. В результате экспрессии генов вируса и синтеза вирусных белков, клетка хозяина погибает.

# Разнообразие вирусов

- Хорошо изучены вирусы, которые паразитируют в *E. Coli.*: T4 и T7. Цикл размножения занимает 15 минут. Они подавляют работу РНК полимеразы клетки и транскрибируют свою собственную.
- Интересные вирусы бактерий рода *Thermus* (термофилы). Несмотря на то, что данные объекты весьма эндемичны и присутствуют только в горячих источниках тем не менее их генотипы сильно похожи. (р74 26, р23 45);



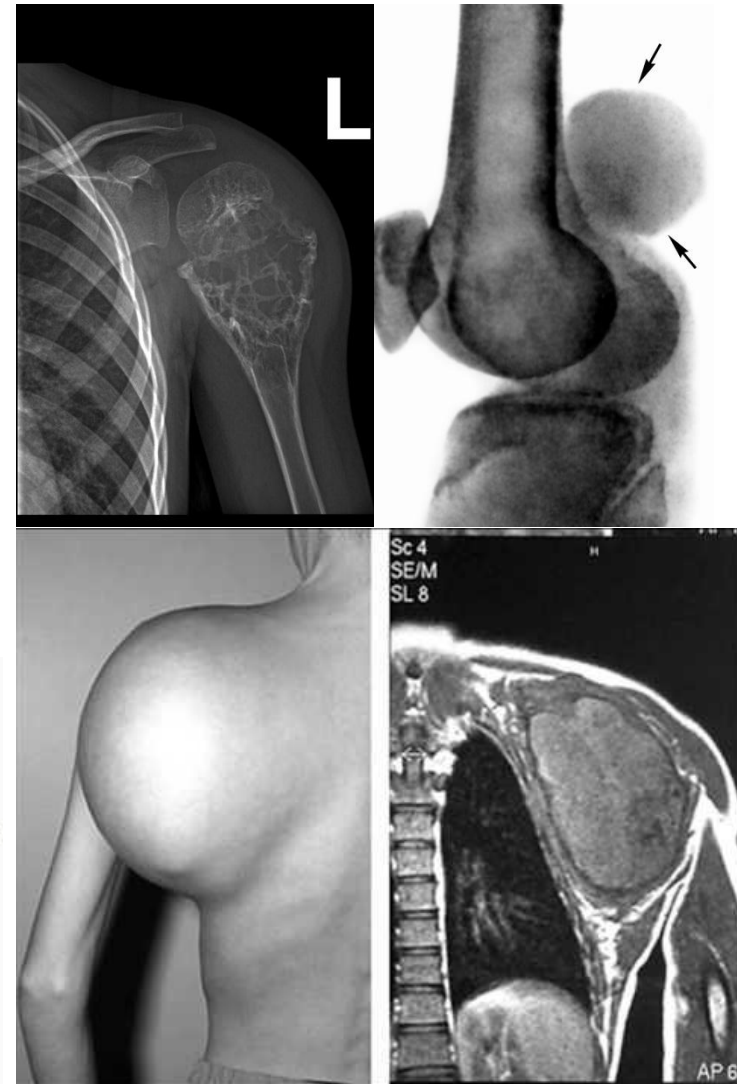
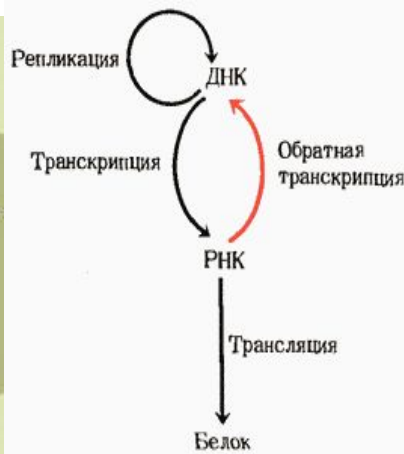
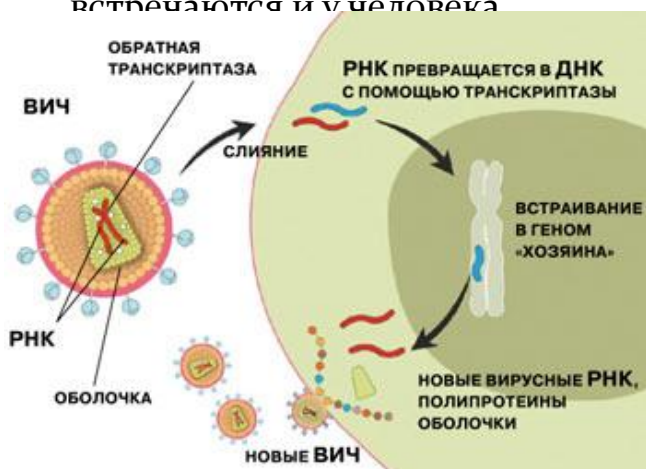


# Заражения вирусами

- Вирус гриппа распространяется воздушно-капельным путём при кашле и чихании с частичками мокроты и слизи.
- Норовирус и ротавирус, гепатит А, Е обычно вызывающие вирусные гастроэнтериты, передаются от заражённой пищи или воды (*пищевой путь*).
- ВИЧ, бешенство, гепатит В, являются одними из нескольких вирусов, передающихся половым путём и при переливании заражённой крови (*парентеральный путь*), при повторном использовании шприцов и иглолок, манипуляциях с недостаточно стерильными медицинскими инструментами, трансплантации органов, а также от матери ребенку во время родов.
- У животных вирусные инфекции вызывают иммунный ответ.
- Антибиотики не действуют на вирусы, однако было разработано несколько противовирусных препаратов.

# История

- Из онкогенных вирусов первым был открыт вирус саркомы Рауса, вызывающий злокачественные опухоли у кур.
- Изучение механизма трансформации клетки, т.е. превращения из нормальной в раковую, привело в 1970 году американских ученых Г. Тёмина и Д. Балтимора к открытию явления обратной транскрипции, отмеченному нобелевской премией. Вирус саркомы Рауса содержит фермент, называемой обратной транскриптазой. Этот фермент осуществляет синтез двуцепочечной ДНК, используя в качестве матрицы одноцепочечную вирусную РНК. Образовавшаяся молекула ДНК встраивается в хромосомы клетки-хозяина. Подобные злокачественные образования встречаются и у человека



# Это интересно!

- Провирусы становятся частью генетического материала клетки, реплицируются вместе с клеточной ДНК и при делении передаются дочерним клеткам.
- В скрытой форме провирус может пребывать неограниченно долгое время.
- Канцерогенные, т.е. приводящие к раку, факторы, такие как рентгеновские лучи, табачный дым, асбестовая пыль, некоторые продукты переработки нефти, бензол, и др., могут активировать провирус в отдельных клетках.
- В них образуются вирусные РНК и белки, происходит злокачественная трансформация.
- К настоящему времени насчитывается свыше 142 различных вирусов-возбудителей ОРВИ, в том числе вирусы гриппа, парагриппа, аденовирусы, респираторно-синцитиальный вирус, риновирусы и некоторые другие.
- Есть предположение, что ядро эукариот образовалось из вирусной ДНК. Последовательность кода ДНК-полимераз вирусов и человека очень похожи.
- 32% генов человека транспозонов похожи на вирусные.

# Гипотезы происхождения вирусов

- *РЕГРЕССИВНАЯ гипотеза.* Согласно этой гипотезе, вирусы когда-то были мелкими клетками, паразитирующими в более крупных клетках, с течением времени эти клетки предположительно утратили гены, которые были «лишними» при паразитическом образе жизни;
- *гипотеза КЛЕТОЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ.* Некоторые вирусы могли появиться из фрагментов ДНК или РНК, которые «высвободились» из генома более крупного организма;
- *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.

# РЕГРЕССИВНАЯ гипотеза

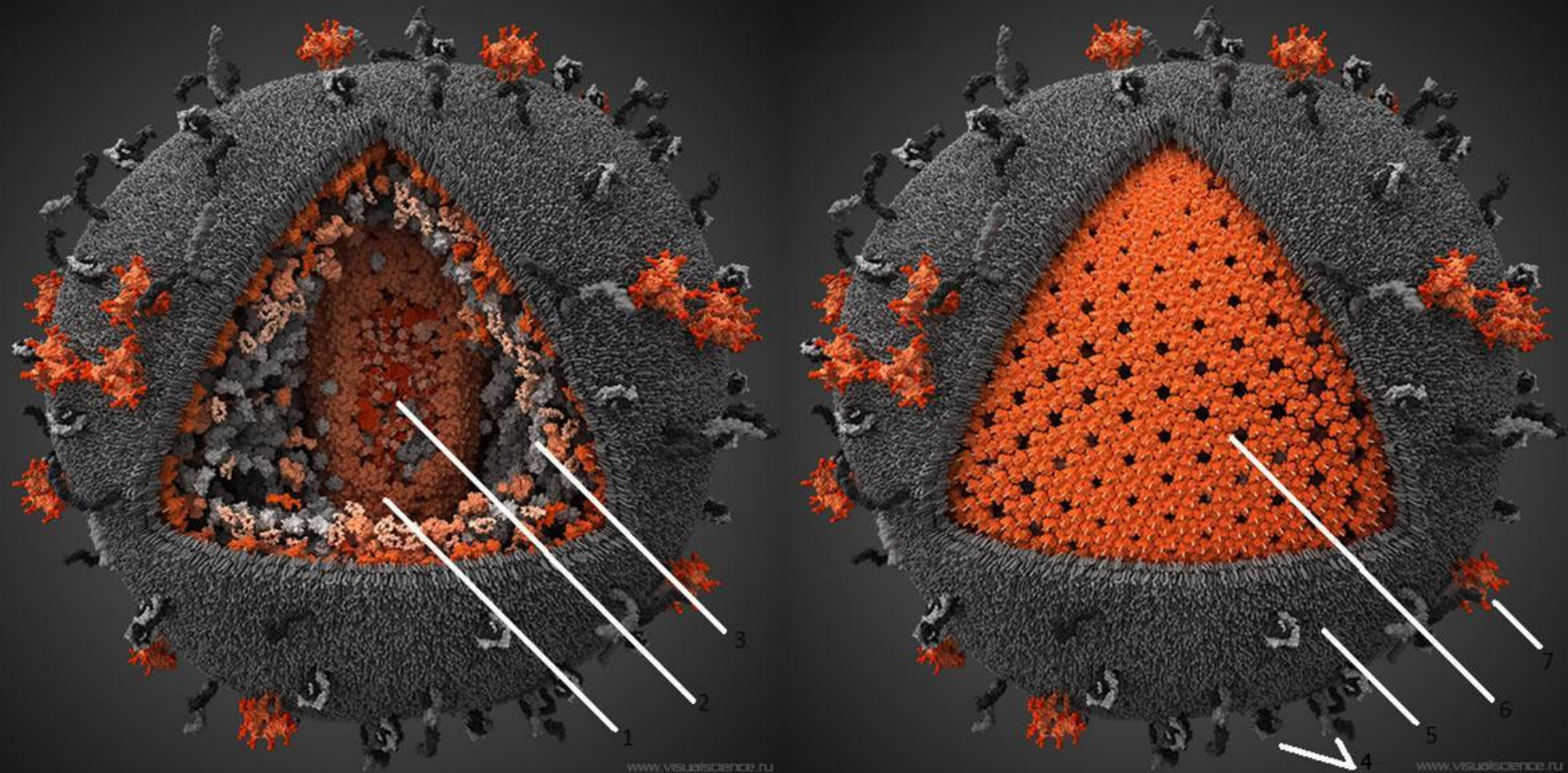
- Исследователи проанализировали белковые цепи 5080 организмов — 3460 вирусов и 1620 клеток, представляющих все ветки дерева жизни.
- В результате выяснилось, что 442 белковые цепи были общими для вирусов и клеток, и лишь 66 — уникальны для вирусов. Это позволяет предположить, что вирусы обладали однажды схожими с клетками функциями (и, таким образом, были живыми), а затем эволюционировали

# Практическое применение вирусов

- От болезни ящура;
- Лечение онкозаболеваний;
- В качестве вектора для доставки генов используются разнообразнейшие вирусы, при помощи которых возможно лечить наследственную слепоту, различные миопатии, гемофилию.

# Эволюционное значение вирусов

- В последнее десятилетие появилась теория вирусного эукариогенеза.
- В 2001 году были опубликованы две статьи, посвященные рассмотрению теории вирусного происхождения клеточного ядра. Масахару Такемура и Филип Джон Ливингстон Белл заметили, что крупные ДНК-содержащие вирусы, такие, как, например, вирус оспы, имеют много общего с ядром клетки. В предлагаемой теории древний вирус заразил безъядерную клетку. Вирус какое-то время существовал внутри клетки, не убивая ее. При этом клетки продолжали делиться, передавая вирус дочерним клеткам.
- Многоклеточность можно рассматривать как вариант противодействия вирусной угрозе.



1 — капсид вируса ВИЧ, 2 — Геном вируса, 3 — Различные белки, захваченные вирусом из хозяйской клетки. 4 — Человеческие белки, 5 — Внешняя оболочка ВИЧ (часть клеточной мембраны); 6 — матрикс, образованный тримерами белка р17; 7 — тримерные комплексы белков gp120 и gp41, при помощи которых вирус проникает в клетку.

<http://biomolecula.ru/content/1342>

Молчанов А.Ю. Биологический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова



# ССЫЛКИ

- <https://ru.wikipedia.org/wiki/%C2%E8%F0%F3%F1%FB>
- <http://fb.ru/article/225333/razmnojenie-virusov-v-kletke>
- <https://medi.ru/info/8804/>
- [https://ru.wikipedia.org/wiki/Вирус\\_бешенства](https://ru.wikipedia.org/wiki/Вирус_бешенства)
- <http://www.youtube.com/watch?v=nBqrXYgD1jQ>