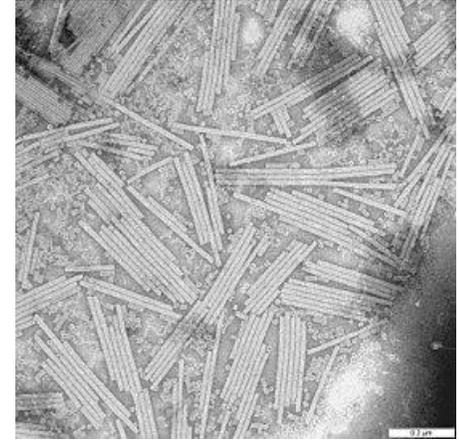


Вирусы

Немного

ИСТОРИИ

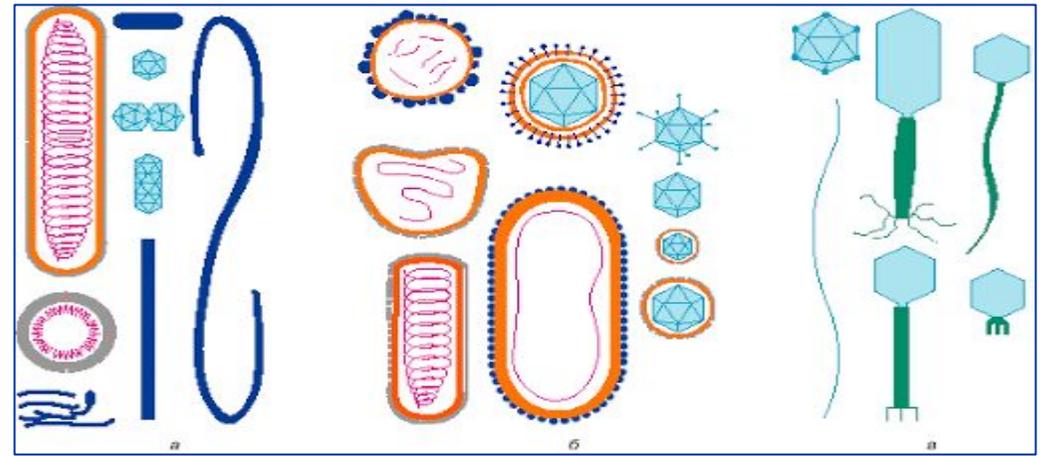
- **1892** г.: **Дмитрий Ивановский** опубликовал статью о неизвестном патогене небактериальной природы, который поражает листья табака и проходит через мельчайшие поры фильтра, непроницаемые для бактерий.
- **1898** г.: **Мартин Бейеринк** независимо от Ивановского провел те же эксперименты по фильтрации экстрактов из зараженных растений табака. В дальнейшем он показал, что патоген способен репродуцироваться и распространяться в клетках хозяина, но не может быть культивирован в питательной среде подобно бактериям.
- **1935** г.: **Уэнделл Стэнли** получил первый очищенный кристаллический препарат ВТМ из зараженного растения табака
- **1939** г.: появились первые электронные микрофотографии ВТМ



ВТ
М

Классификации вирусов

1. По группам организмов,
клетки которых они заселяют



Вирусы
растени
й

Вирусы
животных

Вирусы
бактерий
= фаги

2. По структуре
генома

ДНК-

вирусы

оцДНК
(ssDNA)

дцДНК
(dsDNA)

РНК-

вирусы

оцРНК
(ssRNA)

дцРНК
(dsRNA)

+оцРНК
К
(ssRNA)

-
оцРНК
(ssRNA)

+оцРНК
ретро-
вирусы

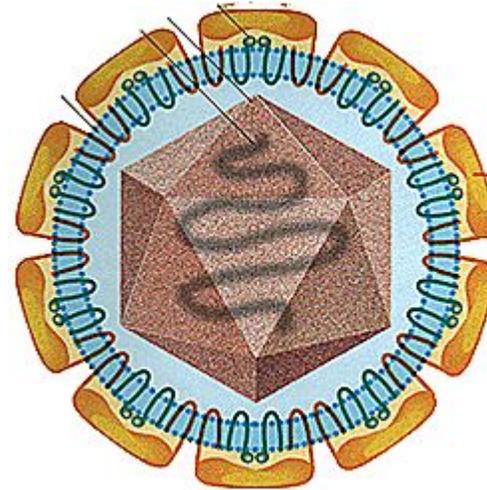
Что собой представляют

— это **паразитические вирусные комплексы**.

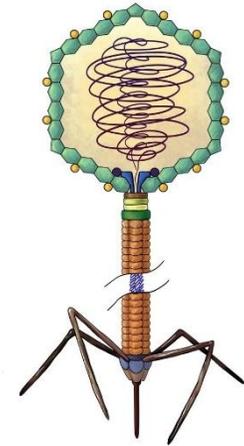
Наиболее простые вирусы имеют в своем составе одну или несколько молекул нуклеиновой кислоты: ДНК или РНК (но НЕ обе вместе) и оболочку из молекул белка – капсид. Более сложные вирусы поверх капсида покрыты липопротеиновой мембраной, сходной с мембранами клеток

С точки зрения молекулярной биологии, вирусы – это **репликаторы**, которые в современном мире способны реплицировать (размножать) свой геном **только внутри клеток**.

Чтобы лучше понять, как они это делают, нужно вспомнить некоторые «азы» процессов матричного синтеза, проходящих в клетке

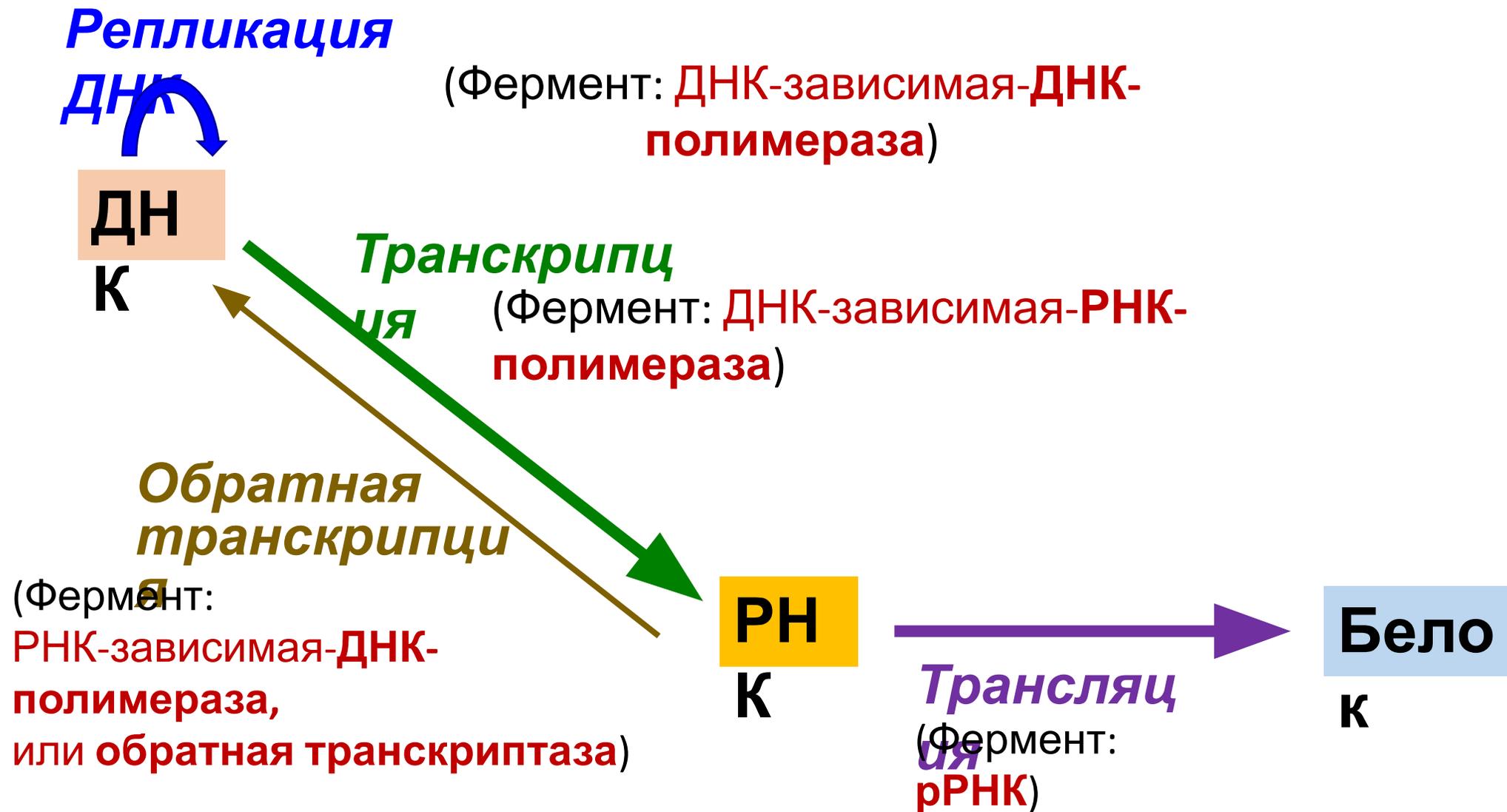


**Вирус
клещевого
энцефалита**



**Фаг
лямбда**

Передача генетической информации в клетке



Передача генетической информации у вирусов

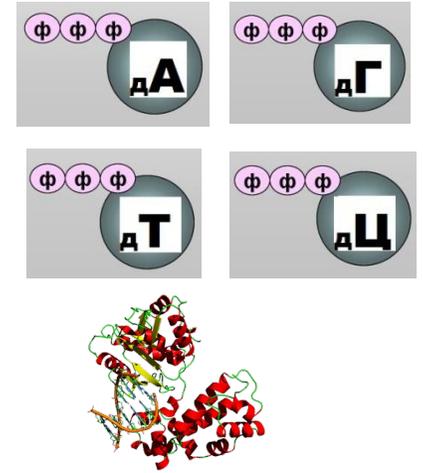


Для размножения (репликации) ДНК, как и для синтеза РНК, необходимы:

- **Сырьё:** 4 вида нуклеотидов

- **Энергия:** нуклеотиды должны быть энергетически активированы (иметь на 5'-конце три фосфата с макроэргическими связями)

- **Катализаторы:** белки-ферменты, т.к. без них процесс идет крайне медленно



Живая **клетка** – это **специальная система, возникшая для создания условий репликации ДНК**. В ходе обмена веществ клетка производит **нуклеотиды**, добывает **энергию** и синтезирует **ферменты**. Всё это делается с помощью различных **белков**, строение которых закодировано в **генах** самой **молекулы-репликатора – ДНК**.

По сути, клетки (и многоклеточные организмы) – это лишь аппараты, обслуживающие репликацию своей ДНК

У вирусов, в отличие от клеток, нет ничего (или почти ничего), что могло бы обеспечить их размножение: ни сырья, ни энергии, ни (за редким исключением) необходимых ферментов. **Всё это вирусы получают из «приютившей» их клетки**

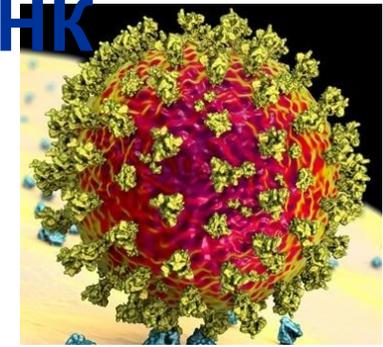
Вирусы – живые существа или неживые саморазмножающиеся молекулы?

Чтобы ответить на этот вопрос, надо прежде всего определить, **какие системы мы относим к живым.**

Если считать живой систему, состоящую из биополимеров (белков и нуклеиновых кислот), способную к репликации своего генома и эволюционирующую путем мутаций и отбора – то вирусы, безусловно, живые.

Если же считать живыми только те системы, которые, наряду с перечисленным, **сами способны обеспечить** размножение своих геномов, добывая для этого вещества и энергию – то вирусы нельзя считать живыми существами. Как, например, мы не относим к живым системам молекулы ДНК или РНК, размножающиеся в пробирке

Вирусы с РНК-геномами. Варианты: +оцРНК, -оцРНК, дцРНК



Вирусы с +оцРНК-геномами – примеры:
полиовирус, вир. клещ. энцефалита,
коронавирусы, ВТМ

Общая схема размножения +оцРНК- вирусов

Проникнов. в
клетку



**Фермент репликаза закодирован в геноме
вируса**

Синтез фермента РНК-завис. РНК-полимеразы
(репликазы)



+оцРНК
К

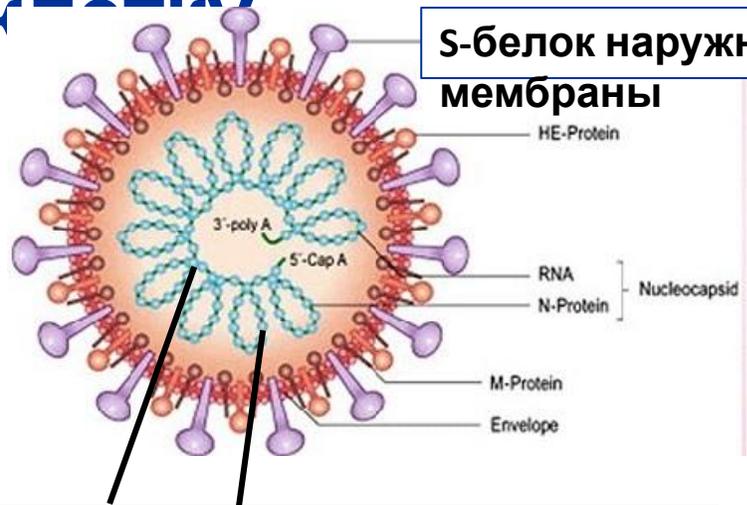
=
мРНК

Репликация –РНК, а с неё обратно
+РНК

Параллельно – синтез вирусных белков для капсида и
оболочки

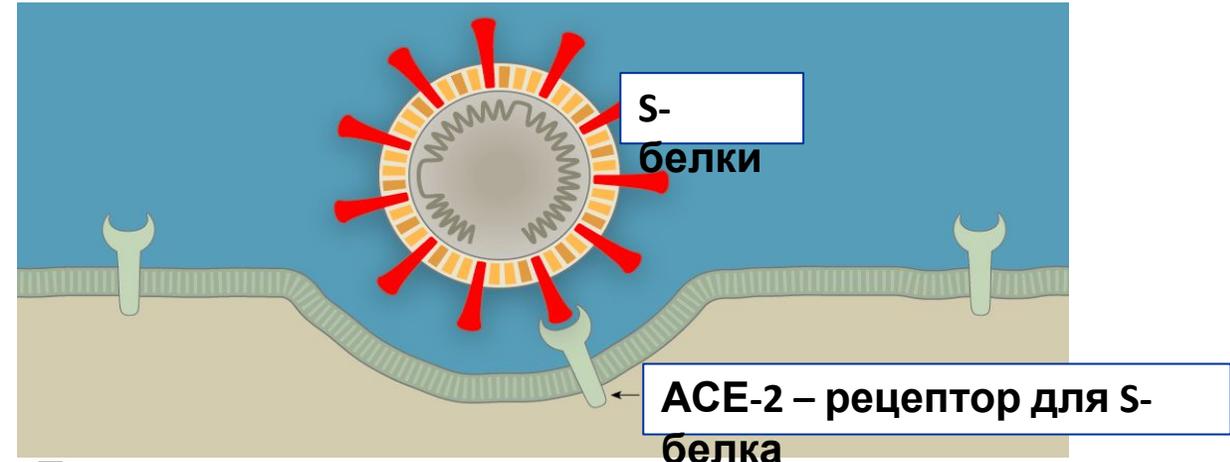
Коронавирусы: строение и проникновение в

клетку



S-белок наружной мембраны

оцРНК + N-белки =
нуклеокапсид



ACE-2 – рецептор для S-белка

Проникновение вируса в клетку путем рецептор-опосредованного эндоцитоза

Наиболее значимые для человека коронавирусы (геномы (+)ssRNA):

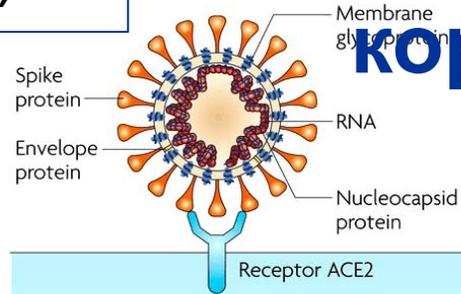
SARS-CoV, вызывающ. тяжелый острый респираторный синдром (*Severe acute respiratory syndrome*). Эпидемия 2002–2004

MERS-CoV, вызывающ. Ближневосточный респираторный синдром (*Middle East respiratory syndrome*). 2012-2015

SARS-CoV-2 – сейчас. Вызывает COVID-19.

Размножение коронавирусов

1. Адгезия на клет. мембране с помощью S-белка «короны»



2. Проникновение вируса в клетку (эндоцитоз)

3. Выход мРНК из капсида

4. Трансляция длинного вирусного белка на рибосомах клетки по мРНК

5. Разрезание (протеолиз) длинного белка. Один из кусочков – репликаза

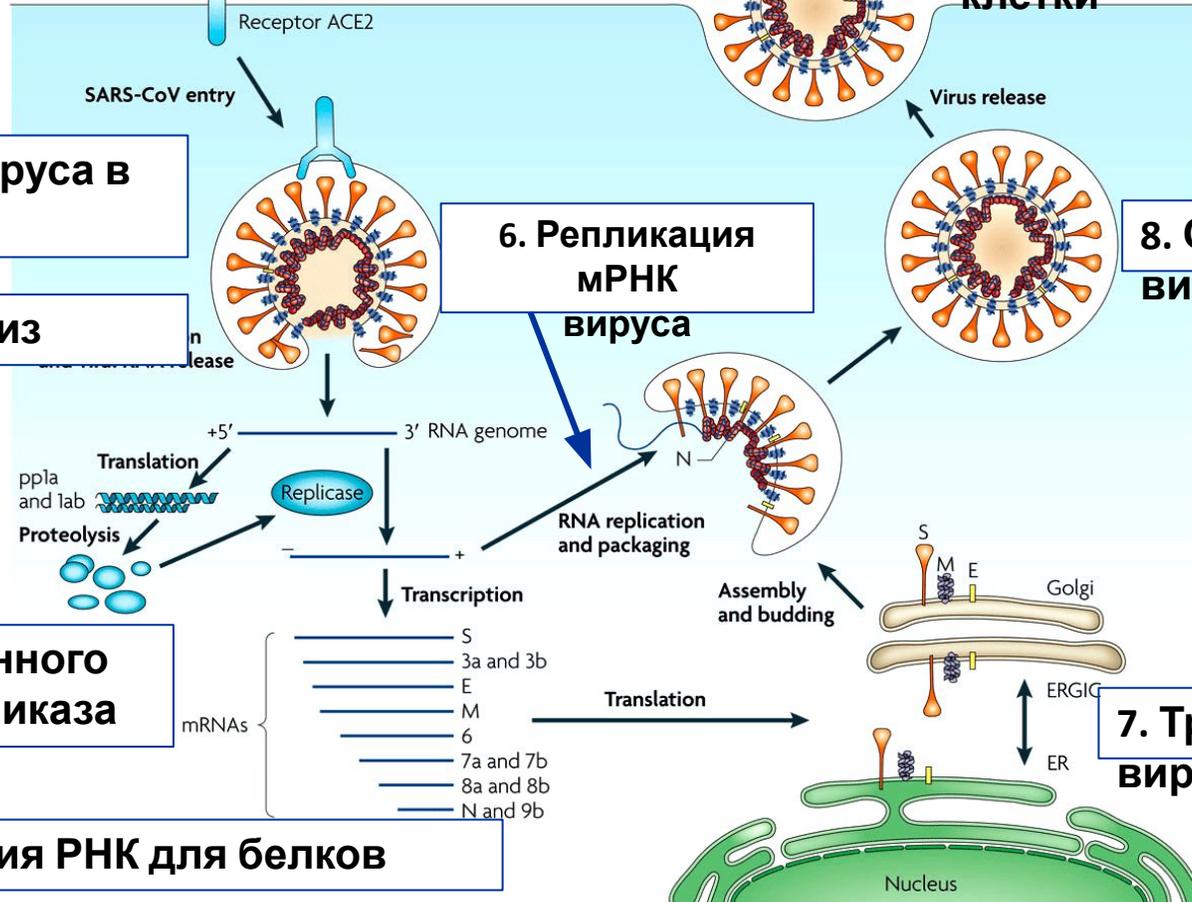
6. Транскрипция РНК для белков капсида

6. Репликация мРНК вируса

9. Выход из клетки

8. Сборка новых вирионов

7. Трансляция белков вируса



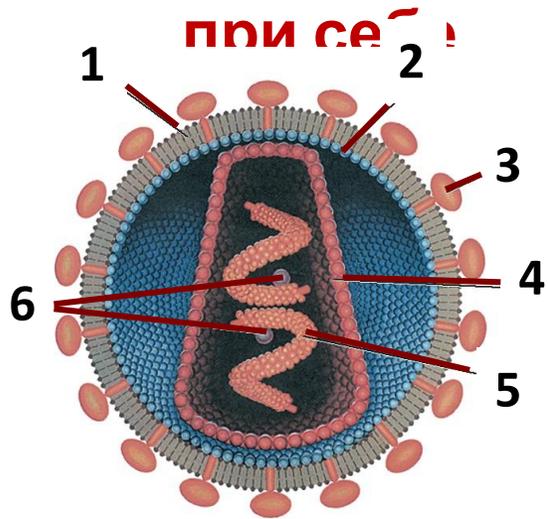
Вирусы с РНК-геномами, вариант +оцРНК- ретровирусы

Пример:
ВИЧ

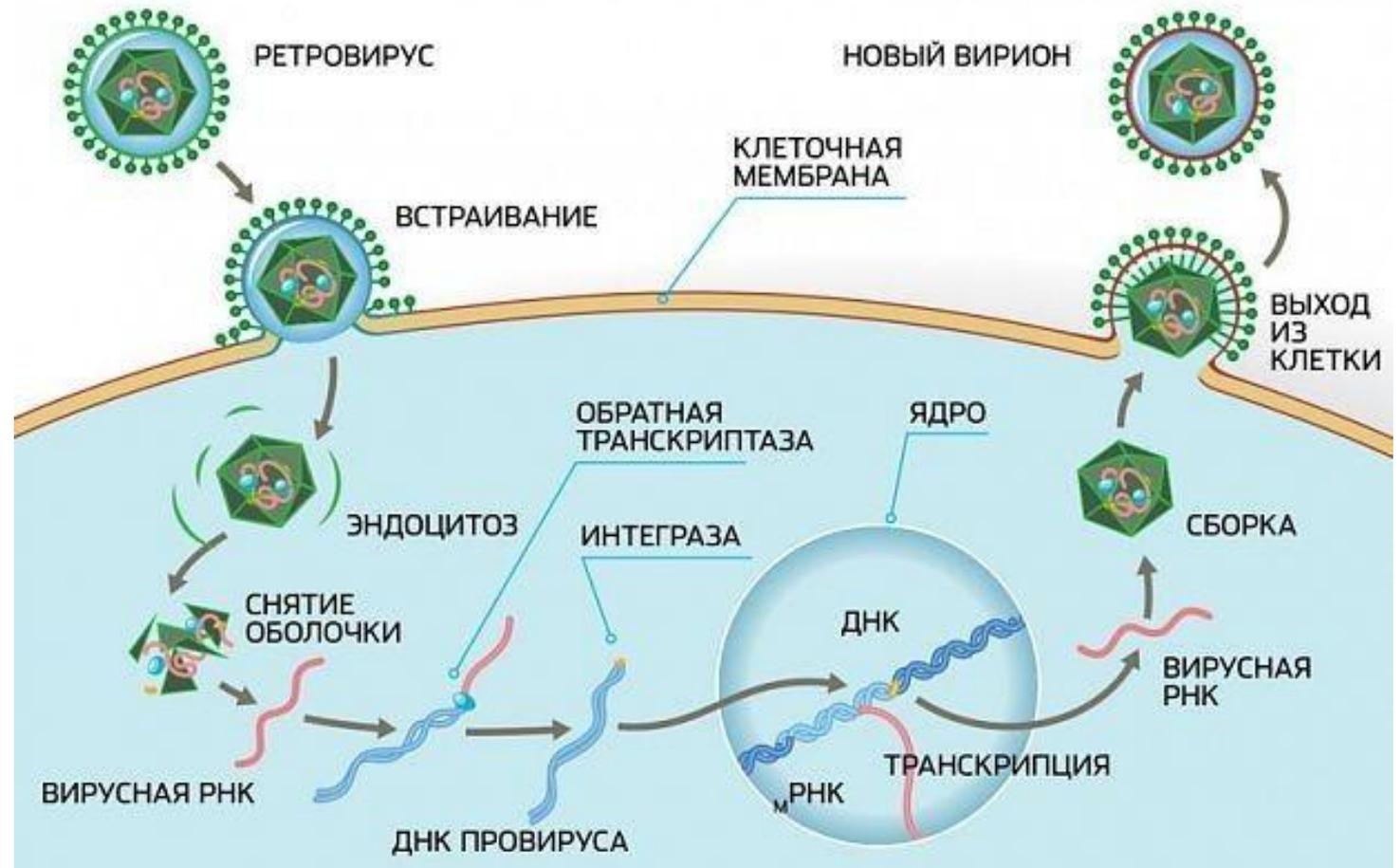
Схема размножения включает обратную

Фермент обратную транскриптазу вирус уже имеет при себе!

транскрипцию



- 1 – липопротеиновая оболочка; 2 – белковый матрикс;
- 3 – гликопротеин;
- 4 – капсид;
- 5 – молекула РНК, окружённая нуклеокапсидным белком;
- 6 – обратная транскриптаза

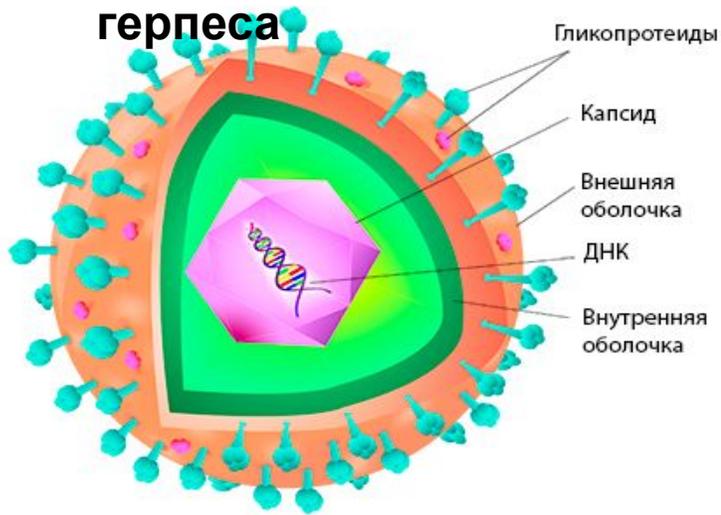


Вирусы с геномом

ДНК

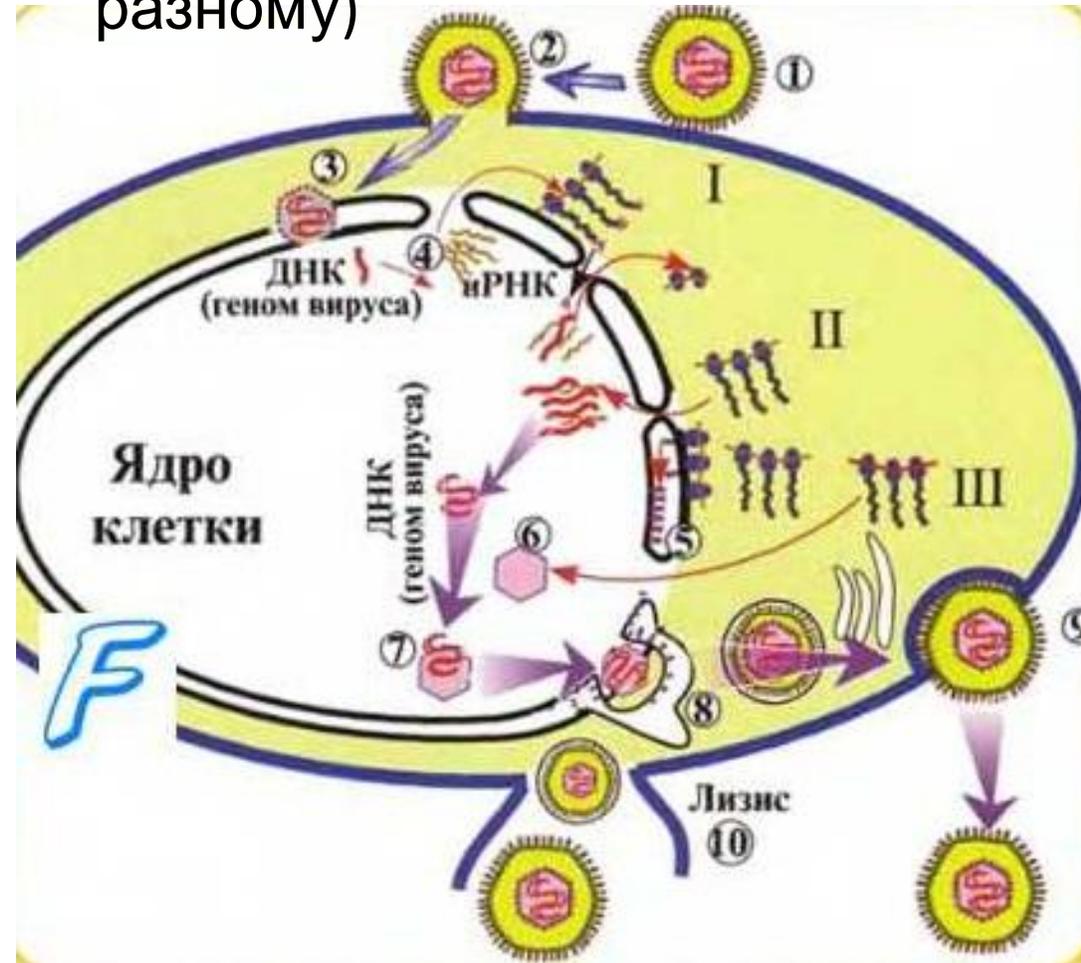
Примеры: вирус герпеса,
оспы

Строение вируса
герпеса

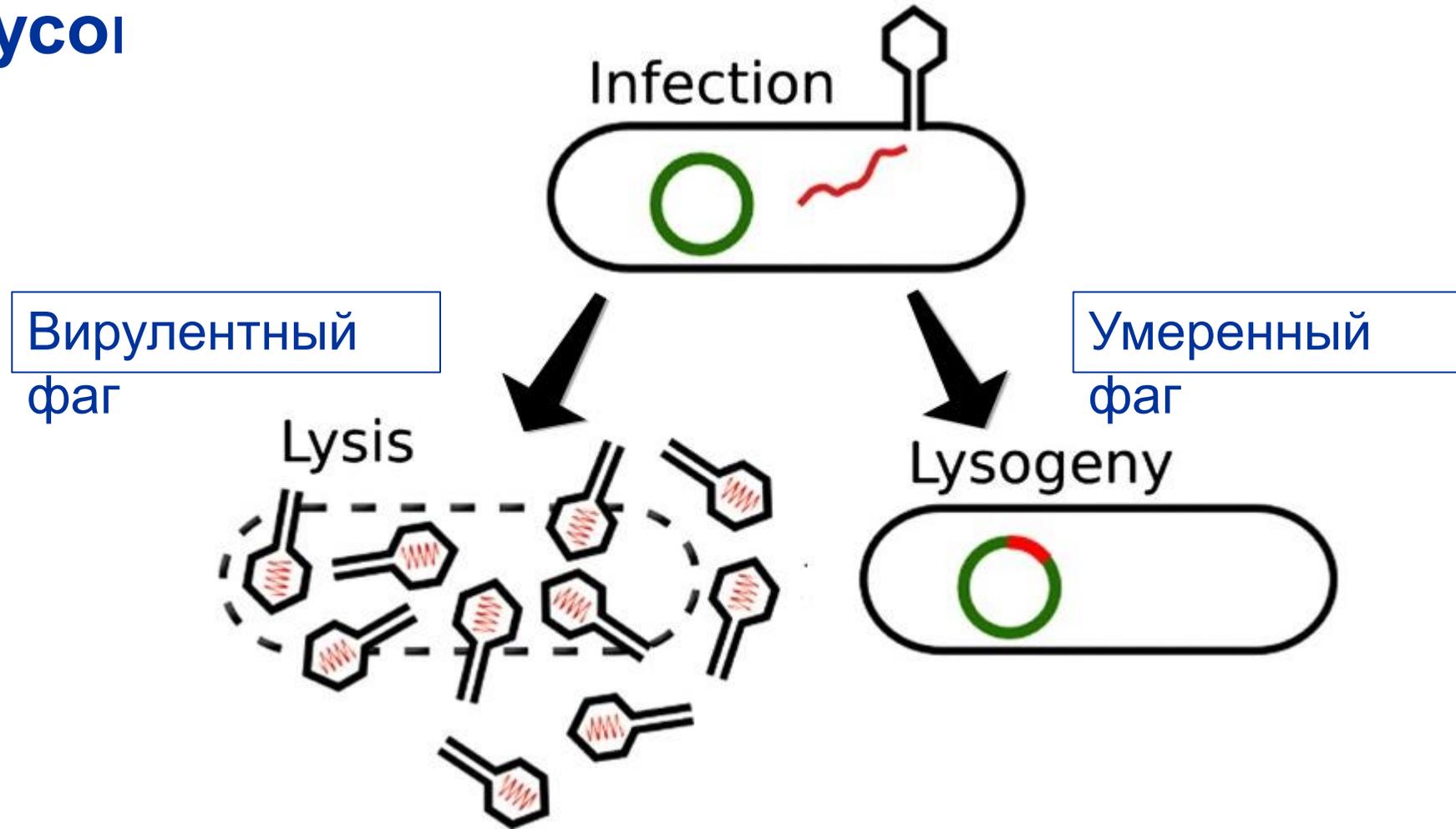


Особенности цикла размножения:

- У эукариот происходит в ядре клетки
- **Фермент – ДНК-полимераза**; используется либо клеточная, либо вирусная (у разных по-разному)



Литический и лизогенный циклы существования вирусов



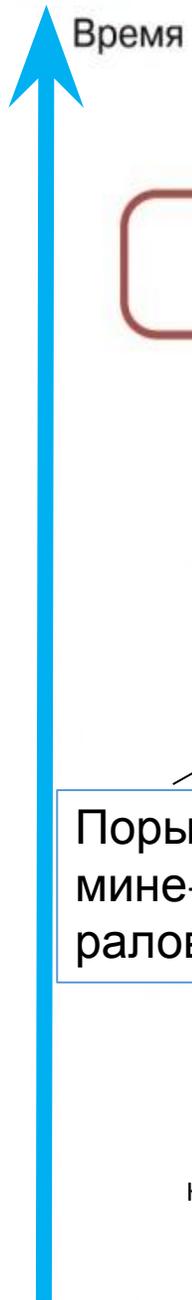
Аналогичные типы стратегий размножения встречаются не только у фагов, но и у вирусов высших организмов

Происхождение

Виробовые гипотезы:

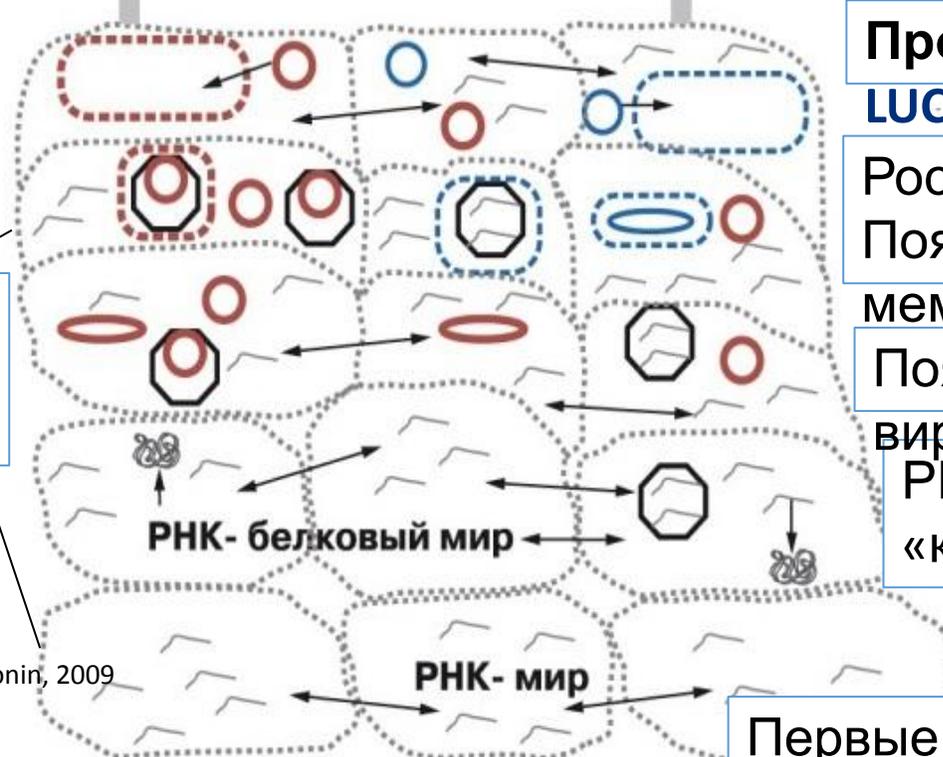
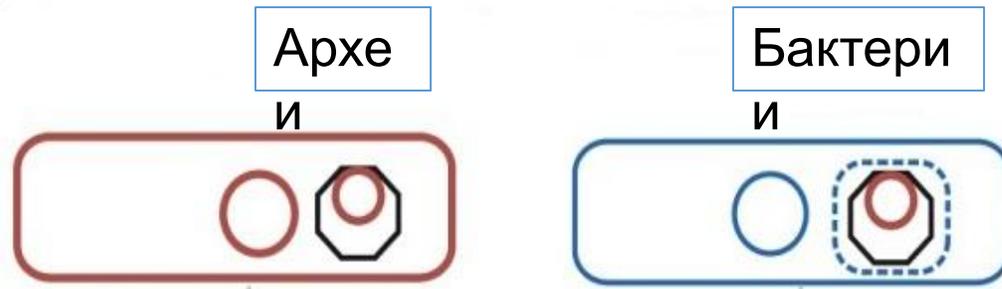
- **Клеточное** происхождение: вирусы – это «сбежавшие гены», которые «выпали» из клеточного генома и переключились на паразитический образ жизни
- **Регрессивная** гипотеза: вирусы – это дегенерировавшие одноклеточные паразиты
- Гипотеза **доклеточного происхождения**: вирусы возникли еще в РНК-мире, до появления клеток, и именно они впервые «ввели в употребление» ДНК-геном вместо РНК

Разработка гипотезы о «мире РНК», открытие новых форм вирусов и успехи в геномике делают наименее популярную в прошлом гипотезу **доклеточного происхождения все более весомой**. И то, что некоторые вирусные белки не обнаруживают гомологии с белками бактерий, архей и эукариот, свидетельствует об очень давнем обособлении этой группы



Гипотеза «Вирусного мира», перехода к ДНК и происхождения первых клеток

(Koonin, 2009)



Поры
минералов

Koonin, 2009

Протоклетки с мембранами –
LUCA

Рост разнообразия вирусов.
Появление вирусов с
мембранами

Появление ДНК-
вирусов

РНК-вирусы и
«кооперация эгоистов»

Первые генетические
элементы