

Вирусы

Вирус – это неклеточное живое существо с РНК- или ДНК геномом, без генов рРНК и генов системы ассимиляции энергии; размножается только в клетке-хозяине и способно существовать в трёх формах: геномной нуклеиновой кислоты, репликативного интермедиата и вириона, содержащего нуклеиновую кислоту микрокомпартамента собственного и/или гетерологичного кодирования.

- Вирусы (лат. *virus* — «яд») — это уникальные микроорганизмы, составляющие третье царство живой природы — царство *Vira*.
- Являясь облигатными внутриклеточными паразитами, вирусы размножаются в цитоплазме или ядре клетки.
- Вне клетки вирусные частицы не проявляют признаки живого и ведут себя как частицы биополимеров.
- Сформированная вирусная частица называется вирионом.

- Вирусы были открыты в конце 19 века.
- 12 февраля 1892 г. на заседании Российской академии наук Дмитрий Ивановский сообщил, что возбудителем мозаичной болезни табака является фильтрующийся вирус.
- Эту дату можно считать днем рождения вирусологии, а Д.И.Ивановского - ее основоположником.

- Вирусы обнаружены почти в каждой экосистеме на Земле, являясь самой многочисленной биологической формой.
- Вирусы поражают все типы организмов, от растений и животных до бактерий и архей.
- Вирусы бактерий обычно называют бактериофагами.
- Обнаружены также вирусы, поражающие другие вирусы (вирусы-сателлиты).
- Изучением вирусов занимается наука вирусология, раздел микробиологии.

- В отличие от всех организмов вирусы характеризуются следующими признаками:
 1. содержат лишь один тип нуклеиновой кислоты – ДНК или РНК;
 2. не имеют собственных белоксинтезирующих и энергетических систем;
 3. не имеют клеточной организации;
 4. обладают уникальным разобщенным (дисъюнктивным) способом репродукции: синтез основных структурных компонентов вирусов (белков и НК) происходит в разное время и в разных местах пораженной клетки, т. е. разобщен во времени и пространстве;

5. являются **облигатными внутриклеточными паразитами**;
6. генетический аппарат вирусов может полностью или частично **встраиваться в клеточный геном** и в дальнейшем функционировать и воспроизводиться как его часть;
7. **фильтруемость** — прохождение вирусов через бактериальные фильтры, что связано с малыми размерами вирусов (их размеры выражаются в нанометрах, т. е. они в тысячи раз меньше клеток).

- Форма вирионов может быть различной:
 - палочковидной (вирус табачной мозаики),
 - пулевидной (вирус бешенства),
 - сферической (вирусы полиомиелита, ВИЧ),
 - в виде сперматозоида (многие бактериофаги).

- **Морфологию вирусов** изучают с помощью электронной микроскопии, так как их **размеры малы (18-400 нм)** и сравнимы с толщиной оболочки бактерий.

- Различают просто устроенные и сложно устроенные вирусы.

1. Простые, или безоболочечные, вирусы состоят из нуклеиновой кислоты и белковой оболочки, называемой капсидом.

- **Капсид** состоит из повторяющихся морфологических субъединиц — капсомеров.
- Нуклеиновая кислота и капсид взаимодействуют друг с другом, образуя нуклеокапсид.

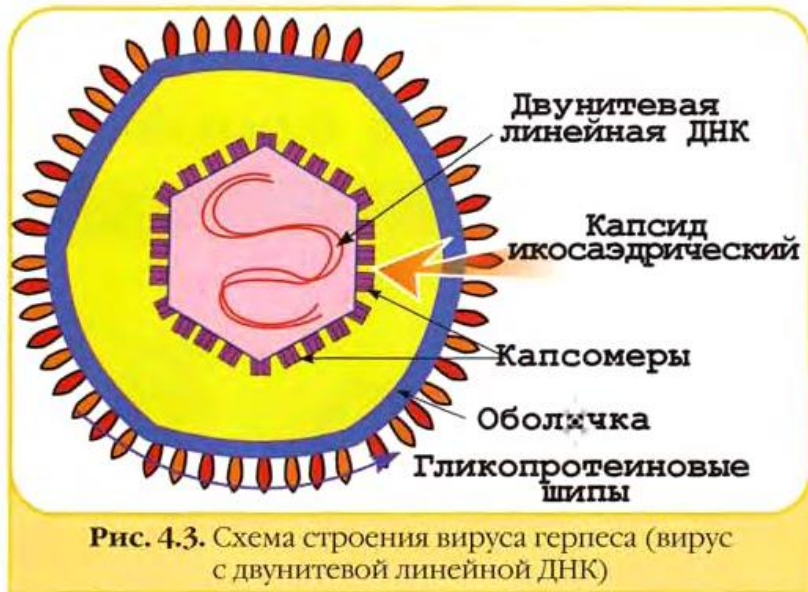
Простые (безоболочечные) вирусы



2. Сложные, или оболочечные, вирусы снаружи капсида окружены липопротеиновой оболочкой (суперкапсидом).

- Эта оболочка является производной структурой от мембран вирус-инфицированной клетки.
- На оболочке вируса расположены гликопротеиновые шипы, или шипики (пепломеры).

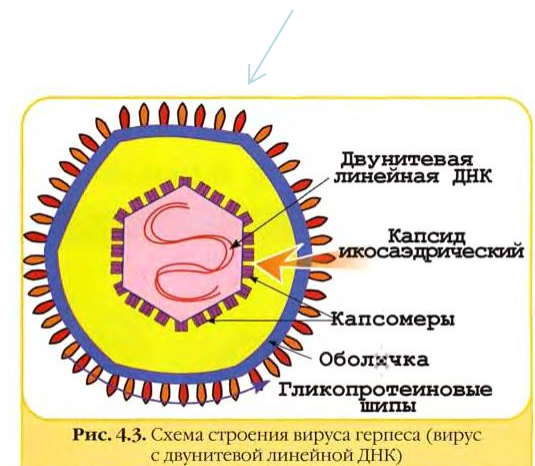
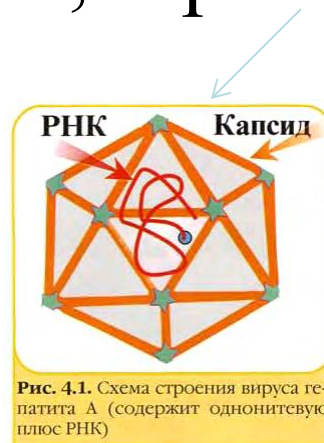
Сложные (оболочечные) вирусы



- Капсид или нуклеокапсид могут иметь спиральный, икосаэдрический (кубический) или сложный тип симметрии.

1. Икосаэдрический тип симметрии

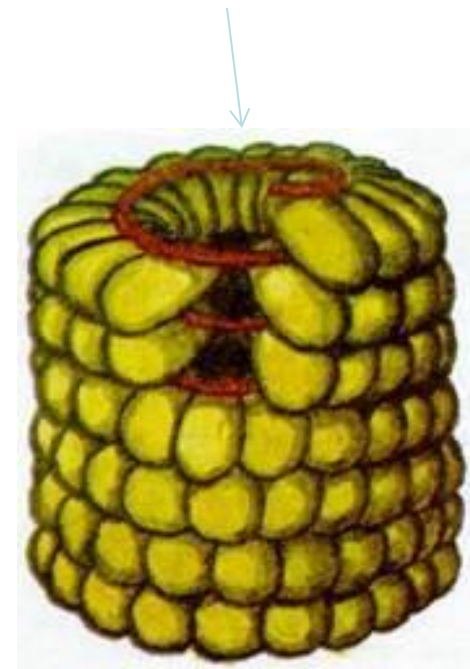
обусловлен образованием изометрически полого тела из капсида, содержащего вирусную нуклеиновую кислоту (например, у вирусов гепатита А, герпеса, полиомиелита).



2. Спиральный тип симметрии обусловлен винтообразной структурой нуклеокапсида (например, у вируса гриппа, вируса



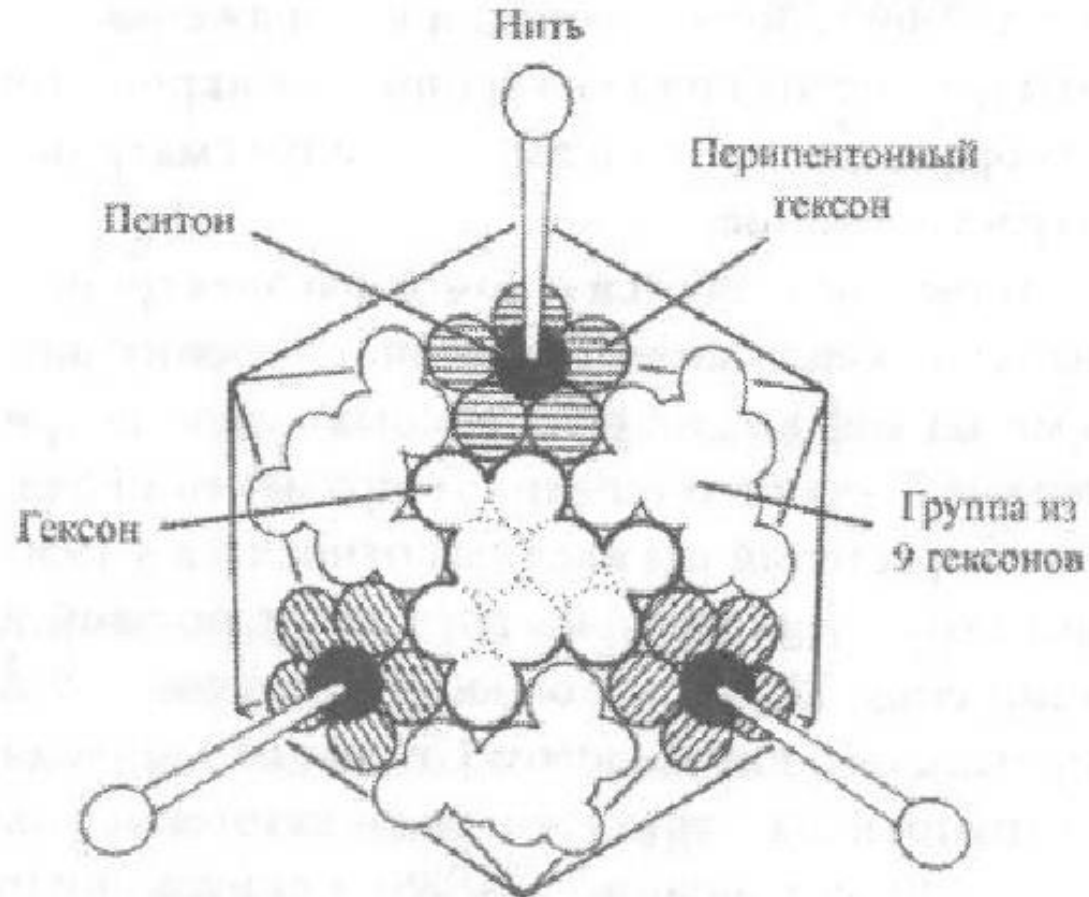
1).



Нить РНК окружают «кирпичики» белка.

Капсид аденовируса.

- Выступы капсомеров на поверхности вириона называются **пепломерами**. У аденовирусов пепломеры имеют форму нити с расширением на конце.





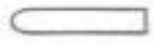
Parvoviridae



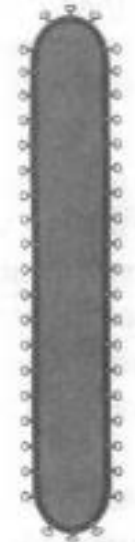
Togaviridae



Phycodnaviridae



Inoviridae
Plectrovirus



Filoviridae



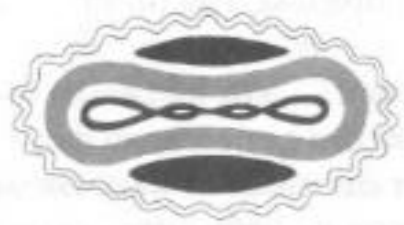
Closteroviridae



Fuselloviridae



Sphoviridae

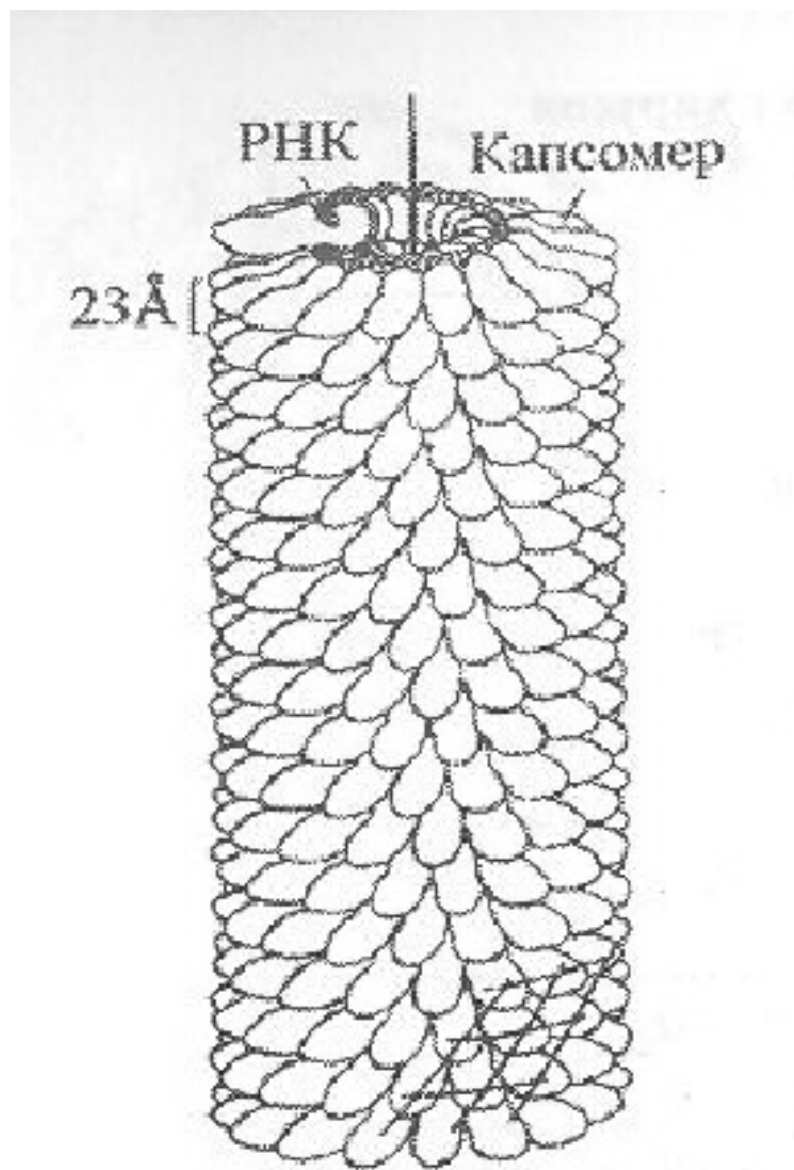


Poxviridae
Chordopoxvirinae

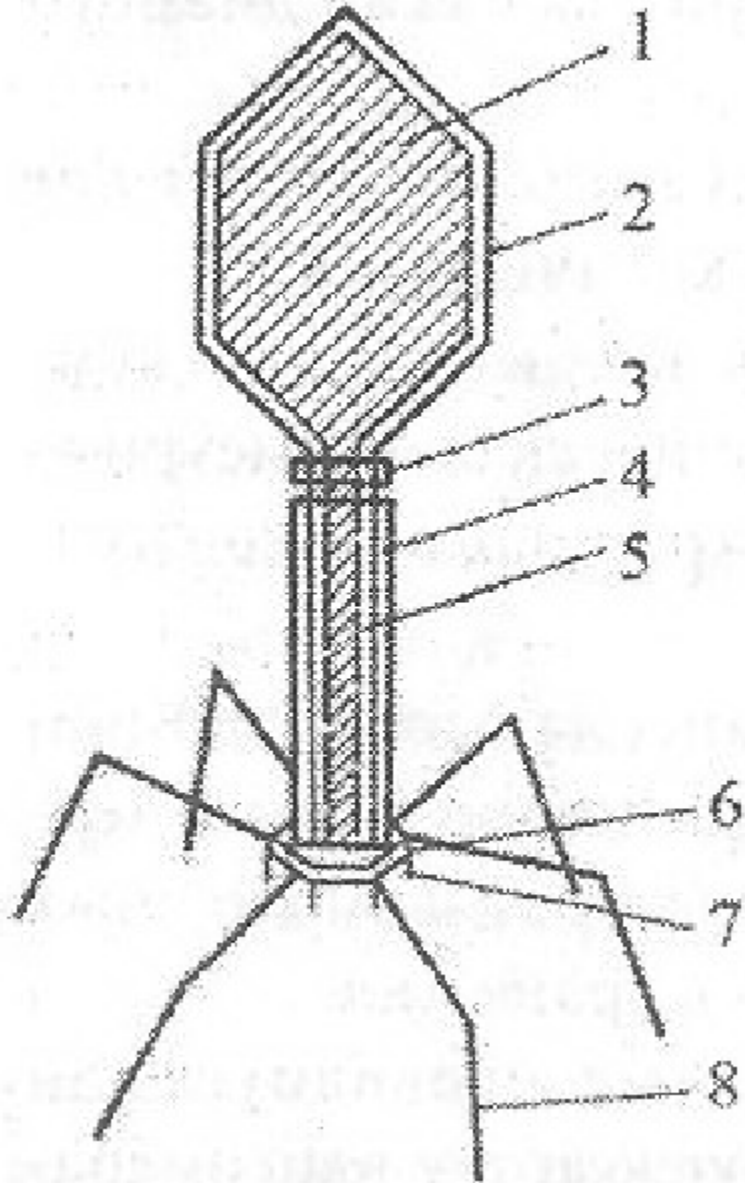


100 nm

Вирион со спиральной симметрией. Вирус табачной
МОЗАИКИ.



Вирион со сложной симметрией. Бактериофаг Т – четной серии.



1 – ДНК

2 – головка

3 – воротничок

4 – чехол стержня хвостового отростка

5 – стержень хвостового отростка

6 – базальная пластинка

7 – зубец базальной пластинки

8 – нить хвостового отростка

- В настоящее время общепризнано, что вирусы не только исключительно разнообразны, но и поистине неисчислимы. В свободной акватории Мирового океана их популяция достигает 10^{31} степени, что делает их крупнейшим резервуаром генов на нашей планете.

- На основании результатов секвенирования клеточных геномов было выявлено, что в составе ДНК различных живых организмов широко представлены интегрированные вирусные последовательности. Так в составе генома *Homo sapiens* 10 % ДНК составляют интегрированные последовательности ретровирусов.

В основу классификации вирусов положены следующие категории:

- тип нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК), ее структура, количество нитей (одна или две), особенности воспроизводства вирусного генома;
- размер и морфология вирионов, количество капсомеров и тип симметрии;
- наличие суперкапсида;
- место размножения в клетке;
- антигенные свойства и др.

- По классификации ICTV (международный комитет по таксономии вирусов) основными таксономическими единицами являются:

- Отряд (*-virales*)
- Семейство (*-viridae*)
- Подсемейство (*-virinae*)
- Род (*-virus*)
- Вид (*-virus*)

- **Классификация вирусов по Балтимору** основывается на механизме образования мРНК:

1. Вирусы, содержащие **двуцепочечную ДНК** и **не имеющие РНК-стадии** (например, *герпесвирусы*).

- Репликация двунитевых вирусных ДНК проходит обычным полуконсервативным механизмом: после расплетения нитей ДНК к ним комплементарно достраиваются **новые нити**.

2. Вирусы, содержащие **одноцепочечную молекулу ДНК** (например, *парвовирусы*).

- Используют клеточные ДНК-полимеразы для создания двунитевого вирусного генома.

3. Вирусы, содержащие **двухцепочечную РНК** (например, *ротавирусы*).

- Механизм репродукции этих вирусов сходен с репродукцией минус-однонитевых РНК-вирусов.

4. Плюс-однонитевые РНК-вирусы (например, *флавивирусы*).

- У них геномная плюс-нить РНК выполняет функцию иРНК.

5. Минус-однонитевые РНК-вирусы (*рабдодовирусы, парамиксовирусы, ортомиксовирусы*) имеют в своем составе **РНК-зависимую РНК-полимеразу**, которая трансформирует минус-нить РНК в неполные и полные плюс-нити РНК.

- Неполные копии выполняют роль **иРНК** для синтеза вирусных белков.
- Полные копии являются промежуточной **матрицей** для синтеза минус-нитей геномной РНК потомства.

6. Вирусы, содержащие **одноцепочечную молекулу РНК** и имеющие в своем жизненном цикле **стадию синтеза ДНК на матрице РНК** (*ретровирусы, например, ВИЧ*).
7. Вирусы, содержащие **двуцепочечную ДНК** и имеющие в своём жизненном цикле **стадию синтеза ДНК на матрице РНК** (*например, вирус гепатита В*).

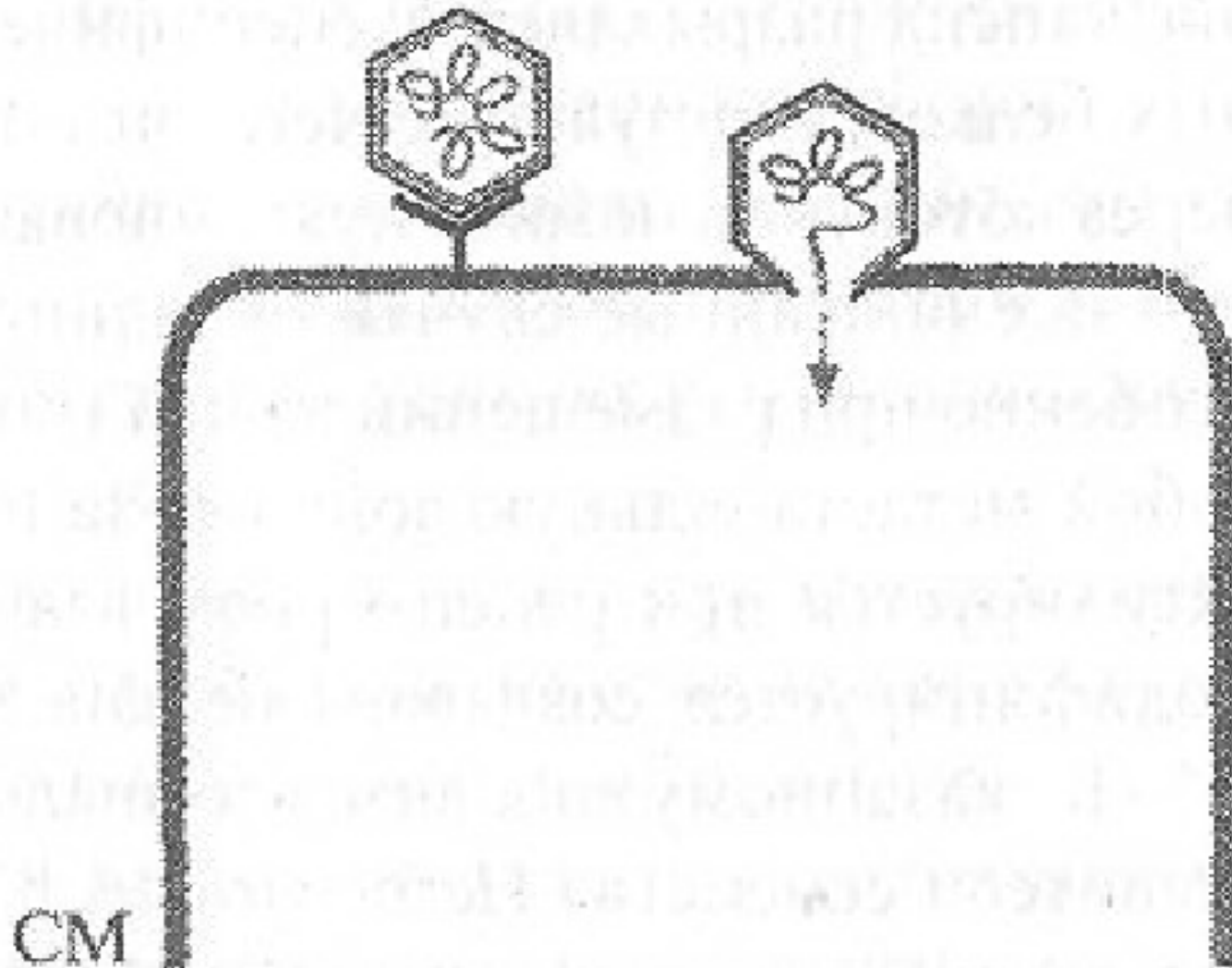
Различают три типа взаимодействия вируса с клеткой:

- 1. продуктивный тип**, при котором образуются новые вирионы, по-разному выходящие из клетки:
 - при ее лизисе, т. е. «взрывным» механизмом (безоболочечные вирусы);
 - путем «почкования» через мембраны клетки (оболочечные вирусы), в результате экзоцитоза;
- 2. абортивный тип**, характеризующийся прерыванием инфекционного процесса в клетке, поэтому новые вирионы не образуются;

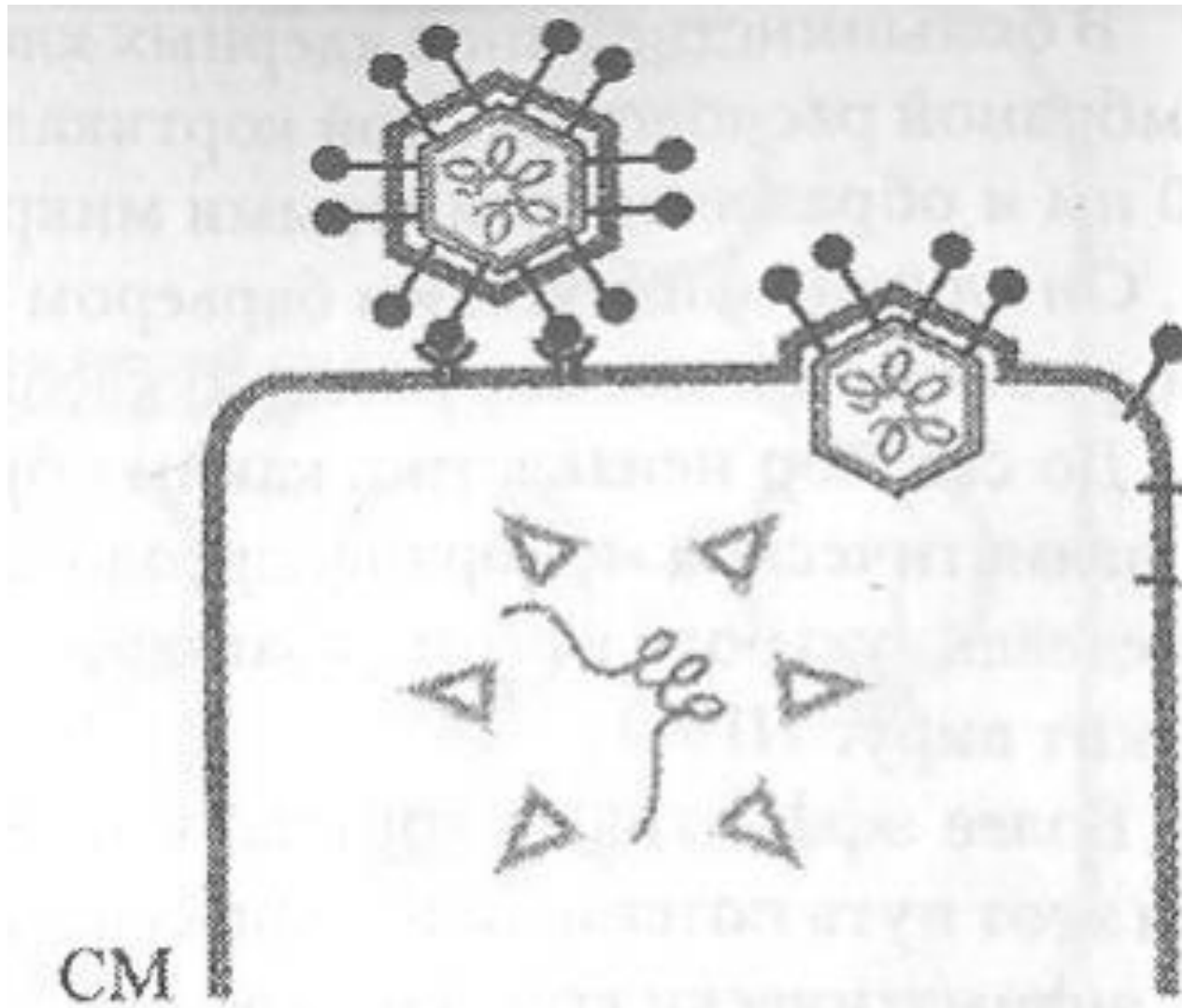
3. интегративный тип, или виrogenия, заключающийся в интеграции, т.е. встраивании вирусной ДНК в виде **провируса в хромосому клетки и их совместном сосуществовании (совместная репликация).**

- При продуктивном типе взаимодействия репродукция вируса проходит несколько стадий:
 1. адсорбция вирионов на клетке;
 2. проникновение вируса в клетку;
 3. «раздевание» и высвобождение вирусного генома (депротеинизация вируса);
 4. синтез вирусных компонентов;
 5. формирование вирусов;
 6. выход вирионов из клетки.

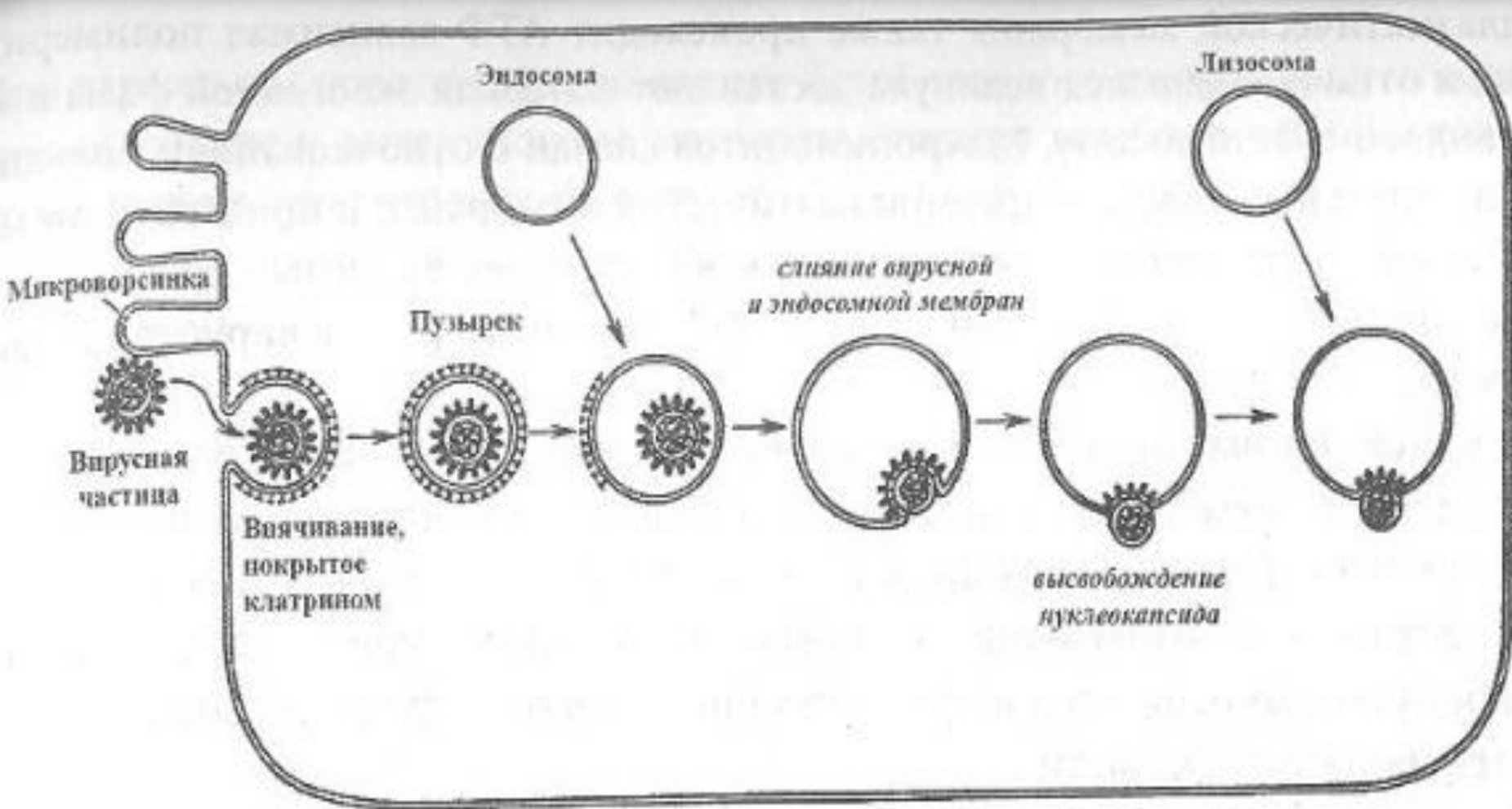
Проникновение безоболочного вируса с полным раздеванием на уровне ЦПМ



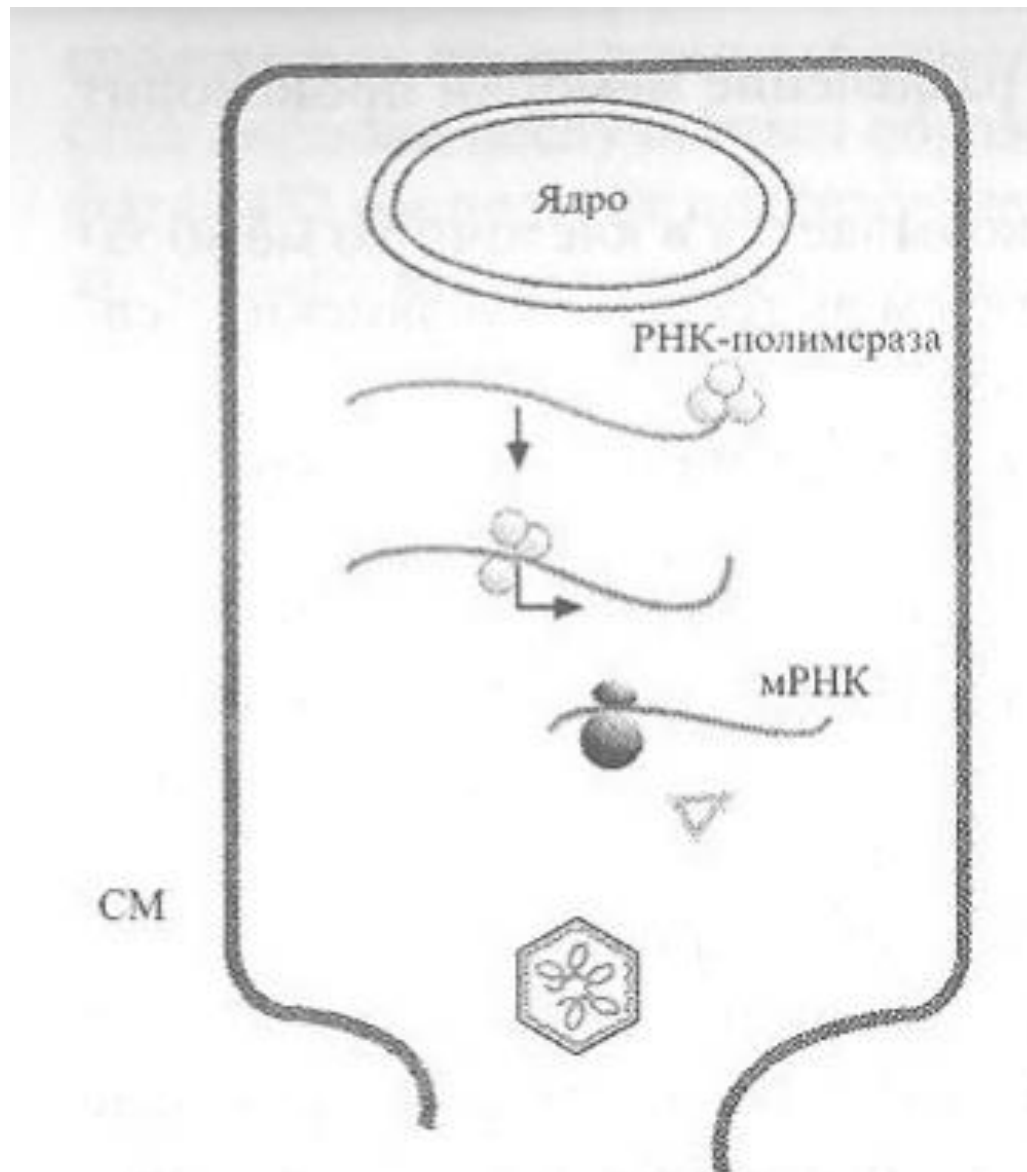
Проникновение оболочного вируса с частичным раздеванием на уровне ЦПМ и последующим декапсидированием.



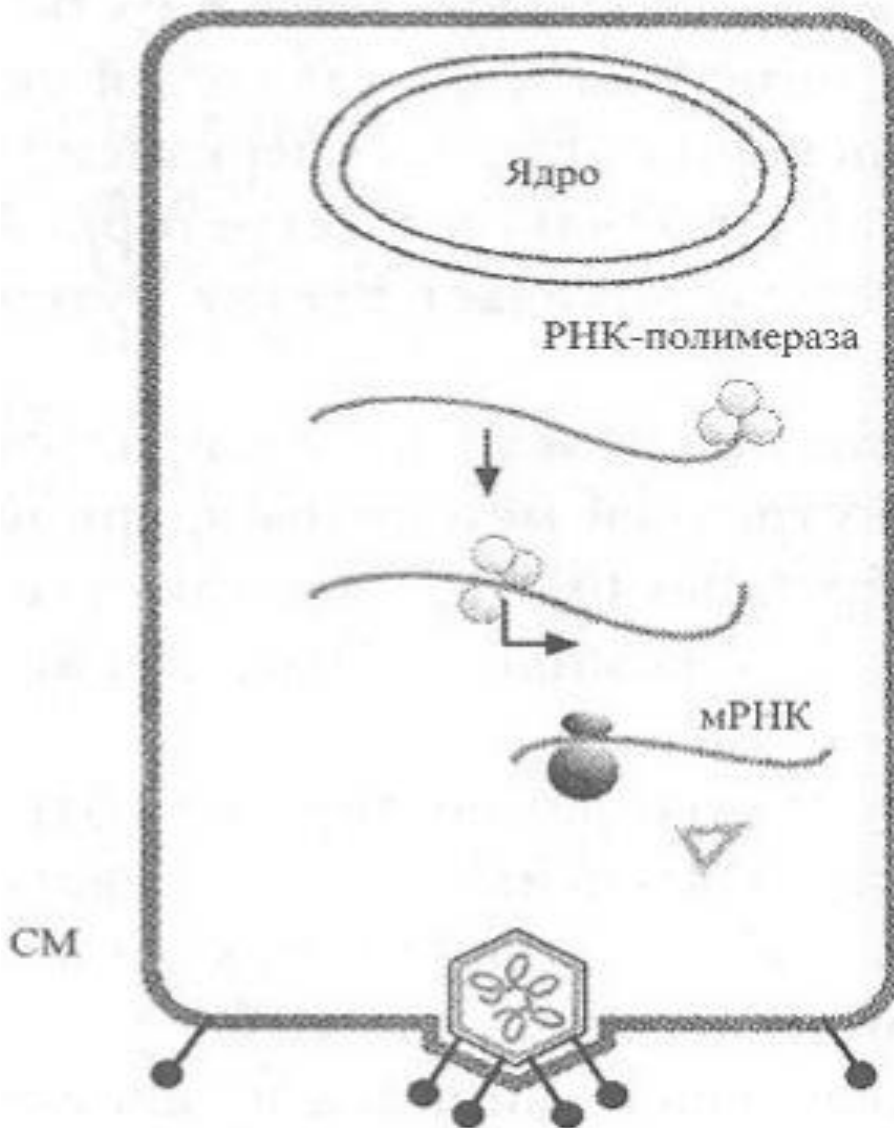
Проникновение оболочного вируса путем эндоцитоза с последующим частичным разведением на уровне мембраны ЭНДОСОМЫ.



Репродукция безоболочочного вируса и выход вириона путем лизиса клетки-хозяина



Репродукция оболочечного вируса и выход вириона путем отпочкования от ЦПМ.



Упаковка геномной ДНК бактериофага и сборка вириона.

