

Занятие 8

Классификация, морфология и ультраструктура вирусов

Обсуждаемые вопросы

- 1. Особенности вирусов, их отличие от других микроорганизмов.
- 2. Морфология вирусов.
- 3. Строение вириона: нуклеиновые кислоты, капсид, типы симметрий вирусного капсида, суперкапсид.
- 4. Современные принципы классификации вирусов.
- 5. ДНК-содержащие вирусы.
- 6. РНК-содержащие вирусы.
- 7. Информация о прионах.
- 8. Информация о вироидах.

Цель занятия:

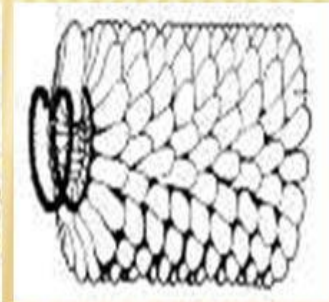
- дать сведения о микроорганизмах, не имеющих клеточного строения (вирусы, прионы, вириды). Ознакомить студентов с общими свойствами, классификацией, морфологией и особенностями строения вирусов.

✓ *“Virus”* в переводе от латинского означает *“яд”* .

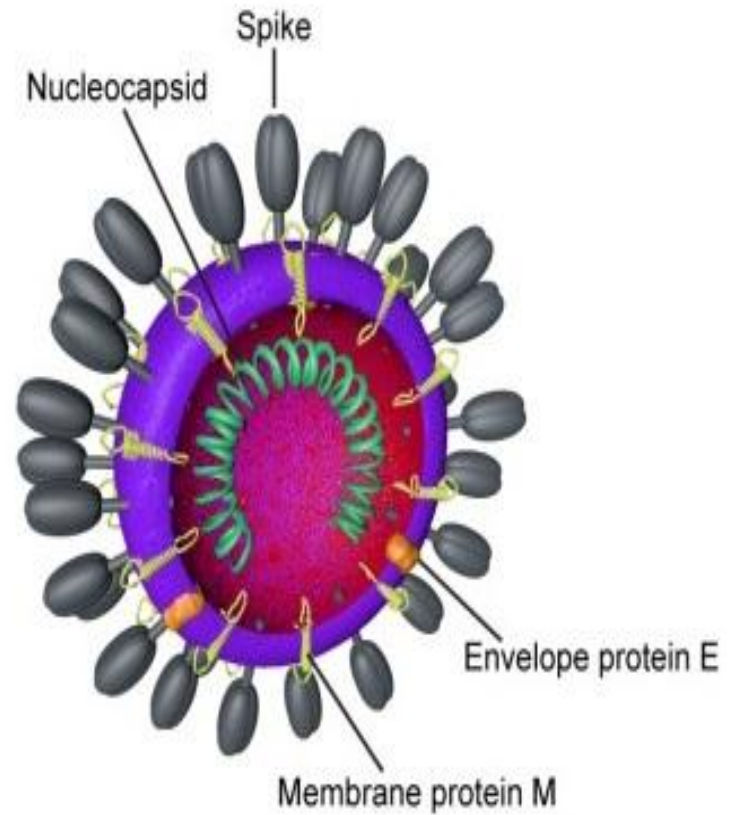
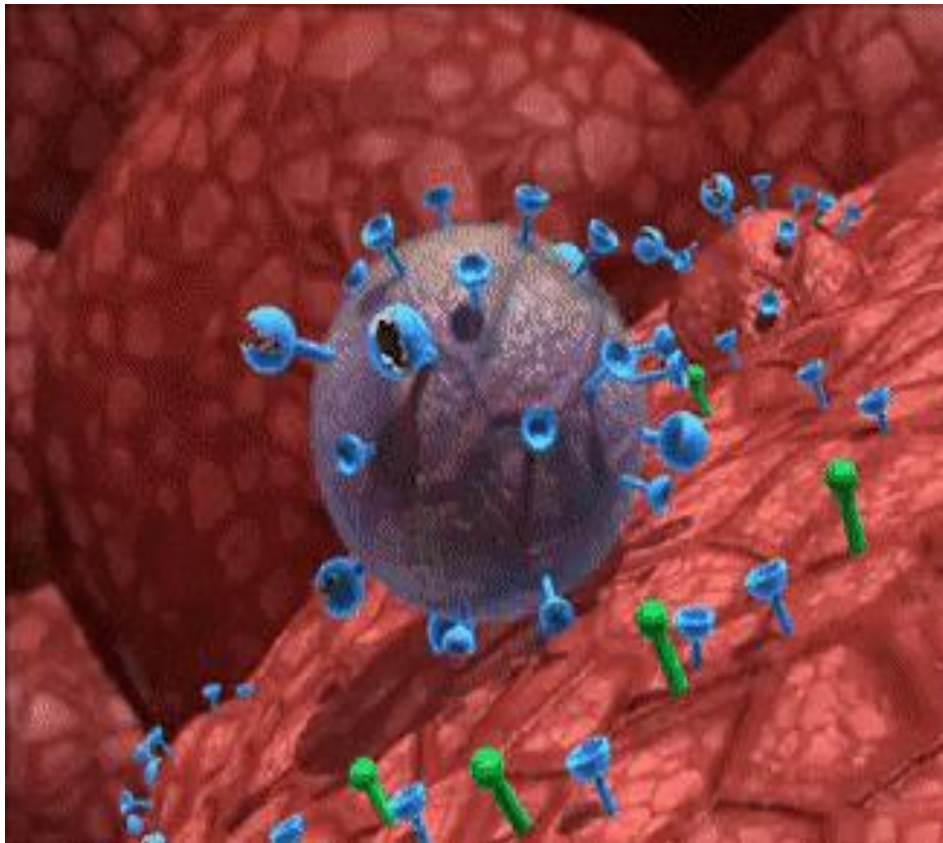
✓ Впервые этот термин был использован Л. Пастером для инфекционных агентов, проходящих через бактериальные фильтры.

История открытия

Подлинным открывателем мира вирусов стал Д. И. Ивановский, открывший в 1892 году фильтрующиеся ультрамелкие инфекционные частицы-вирус мозаичной болезни табака.



Морфология вирусов



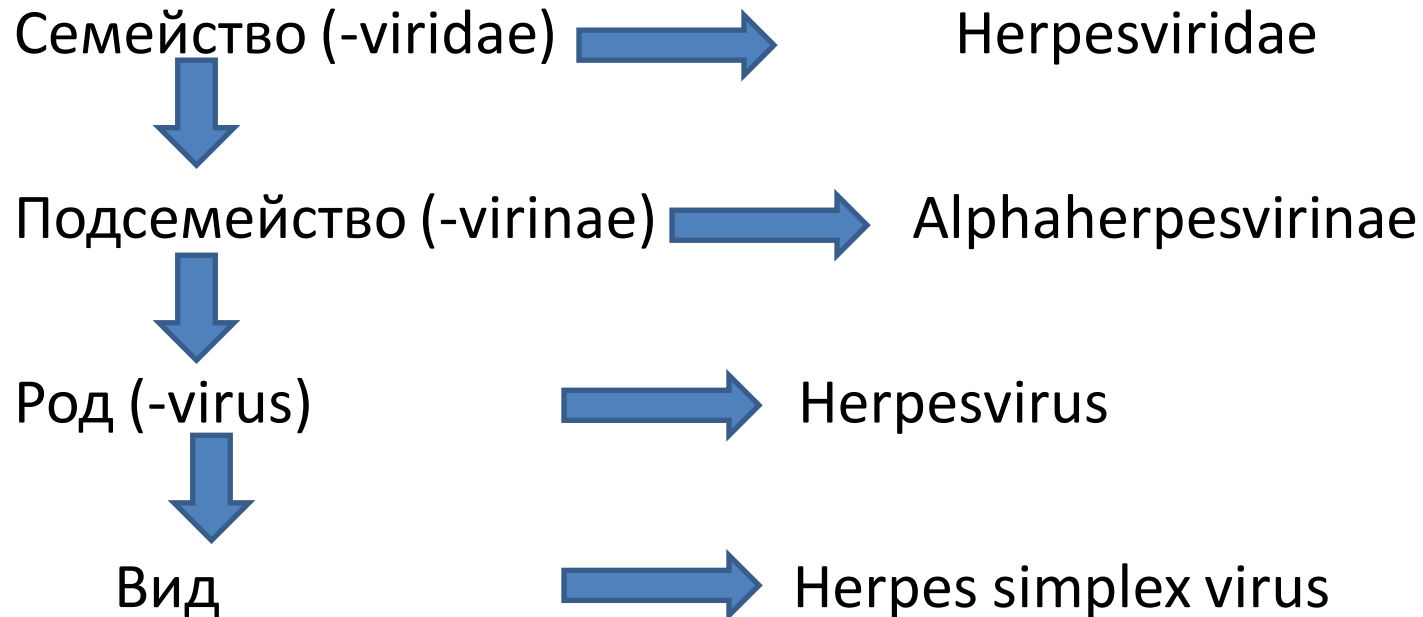
Отличительные особенности вирусов от других микроорганизмов

- Вирусы не имеют клеточного строения. В отличие от других микроорганизмов вирусы лишены клеточной мембраны, цитоплазмы с включениями, нуклеоида и др. ;
- Вирусы не имеют рибосом
- Имеют очень мелкие размеры, исчисляемые в нм ($1 \text{ нм} = 10^{-3} \text{ мкм}$), их размеры колеблются в пределах от 15-20 нм до 350-400 нм ;

Отличительные особенности вирусов от других микроорганизмов

- Вирусы содержат только один тип нуклеиновой кислоты, ДНК или РНК ;
- Вирусы не воспроизводятся самостоятельно, они – облигатные внутриклеточные паразиты на молекулярном уровне, не имеющие собственных систем синтеза белка;
- Для вирусов характерен особый разобщенный (дизъюнктивный) способ размножения(репродукции).

Номенклатура вирусов



Современные принципы классификации вирусов

В основу классификации вирусов положены следующие категории:

- 1.Морфология, размеры и формы
- 2.Наличие оболочки (суперкапсида)
- 3.Тип симметрии нуклеокапсида
- 4.Особенности нуклеиновой кислоты : молекулярная масса, тип, ее структура, количество нитей и др.

Классификация вирусов

- По типу нуклеиновой кислоты вирусы делятся на 2 группы:
- РНК-содержащие
- ДНК-содержащие

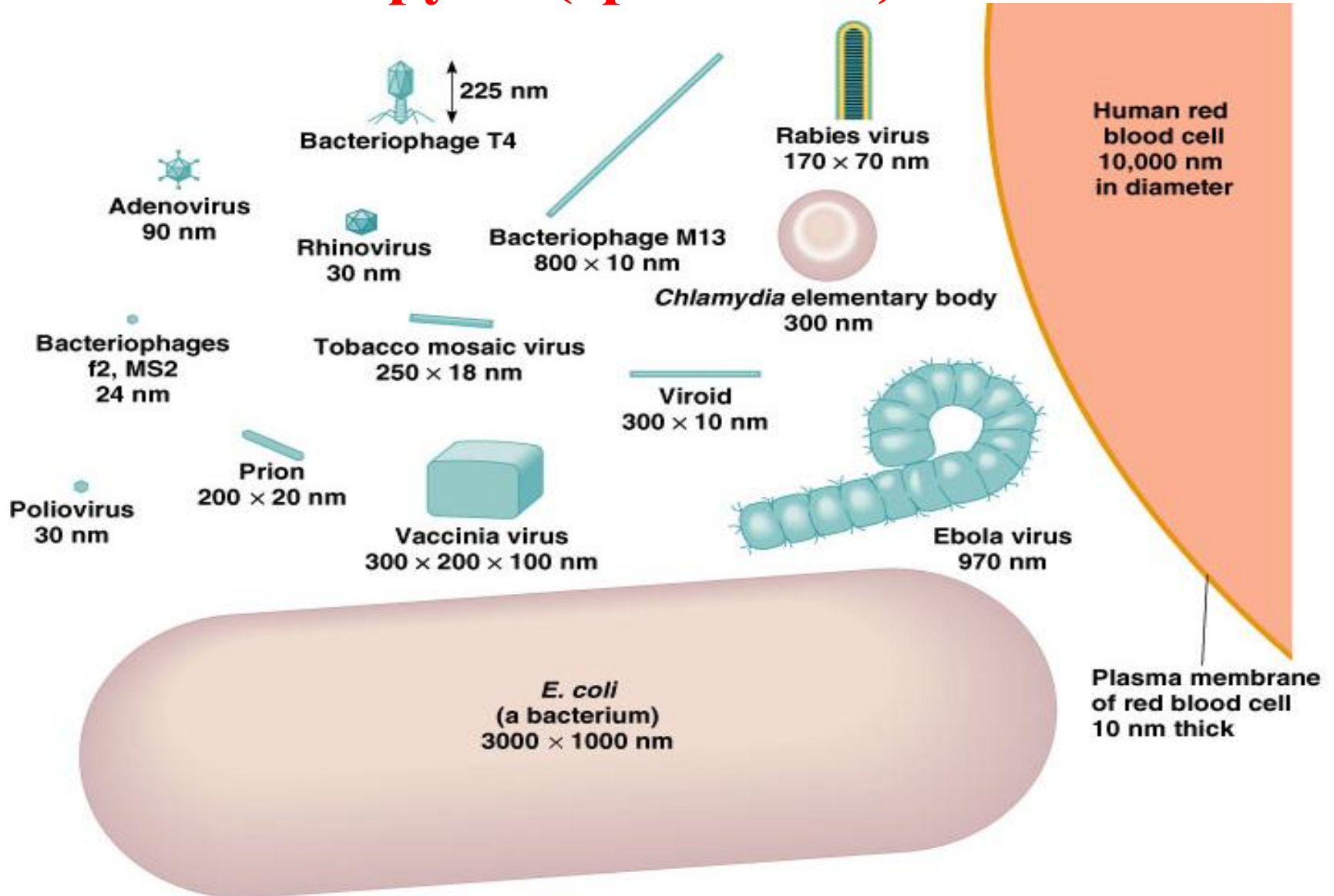
РНК-содержащие вирусы

Семейства	Представители
Picornaviridae	Вирусы полиомиелита , гепатита А и др.
Togaviridae	Вирус краснухи и др.
Flaviviridae	Вирусы гепатита С, желтой лихорадки, Японского энцефалита и др.
Caliciviridae	Вирусы гастроэнтерита
Coronaviridae	Коронавирусы человека, вирус SARS , COVID-19
Retroviridae	Вирус иммунодефицита человека
Filoviridae	Вирусы Марбург,Эбола
Bunyaviridae	Вирусы геморрагической лихорадки и др.
Arenaviridae	Вирус лимфоцитарного хориоменингита.
Orthomyxoviridae	Вирусы гриппа
Paramyxoviridae	Вирусы кори,парагриппа,эпидемического паротита
Rhabdoviridae	Вирусы бешенства и др.

ДНК-содержащие вирусы

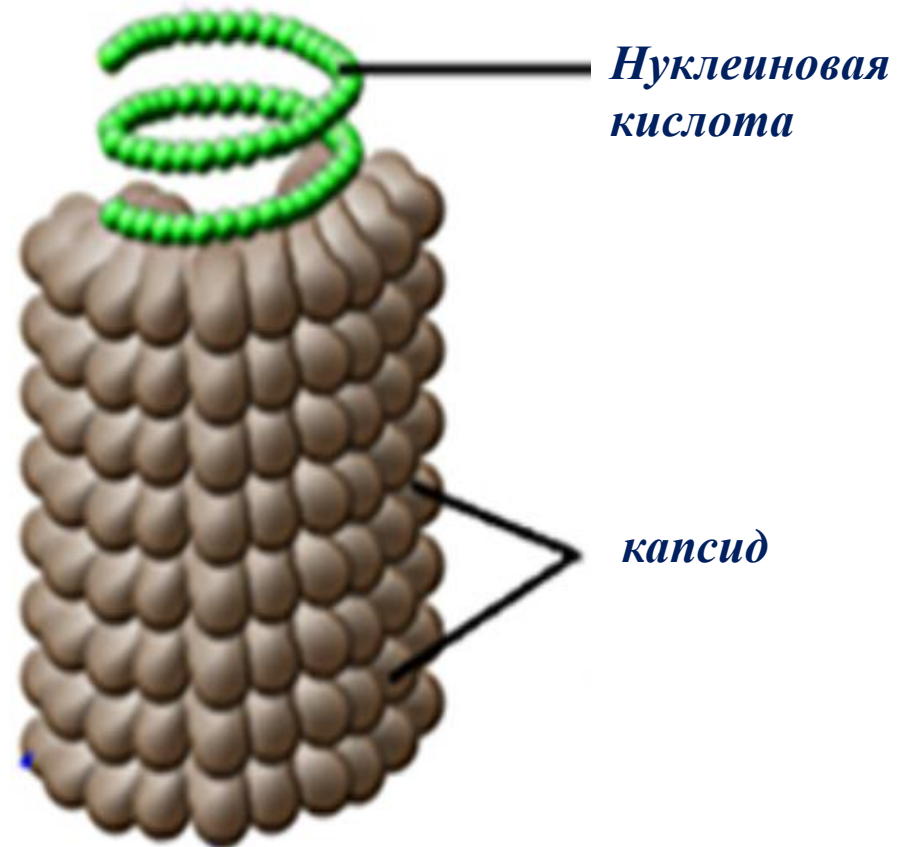
семейство	представители
Parvoviridae	Парвовирусы человека
Polyomaviridae	Полиомавирусы человека
Papillomaviridae	Папилломавирусы человека
Adenoviridae	Аденовирусы человека
Herpesviridae	ВПГ, ЦМВ и пр.
Poxviridae	Вирус натуральной оспы
Hepadnaviridae	Вирус гепатита В

Размеры вирусов(сравнение)



Строение вириона

- В центре вириона расположена нуклеиновая кислота (ДНК или РНК).
- Нуклеиновая кислота покрыта капсидом (от лат. *capsa* - футляр), состоящим из белковых субъединиц-капсомеров.
- Т.о., зрелый вирион состоит из нуклеокапсида.



Морфология вирусов

По форме вириона вирусы подразделяют на группы :

Сферические : вирусы гриппа , паротита, кори

Палочковидные : табачной мозаики

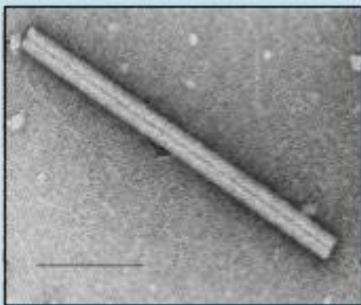
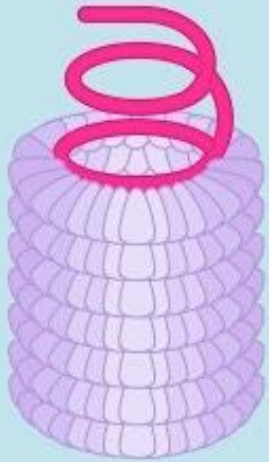
Пулевидные: вирус бешенства

Кубические: вирусы натуральной оспы, папилломавирусы, аденовирусы, энтеровирусы, реовирусы

Сперматозоидные: бактериофаги

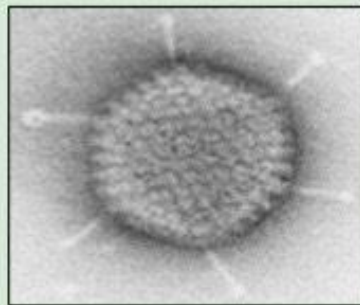
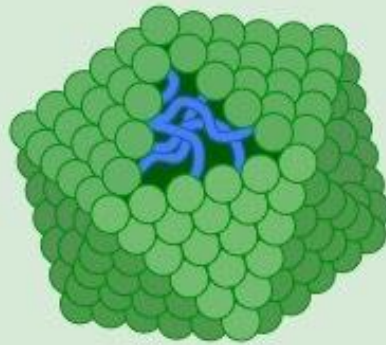
Морфология вирусов

Helical



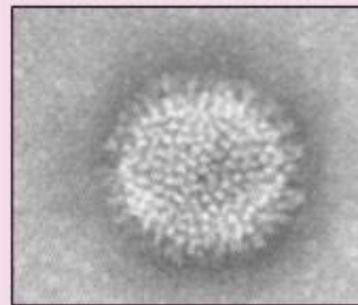
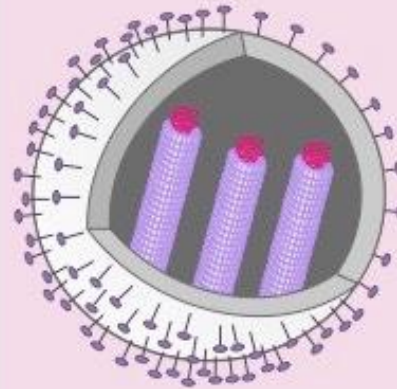
Tobacco Mosaic Virus

Polyhedral



Adenovirus

Spherical



Influenza Virus

Complex

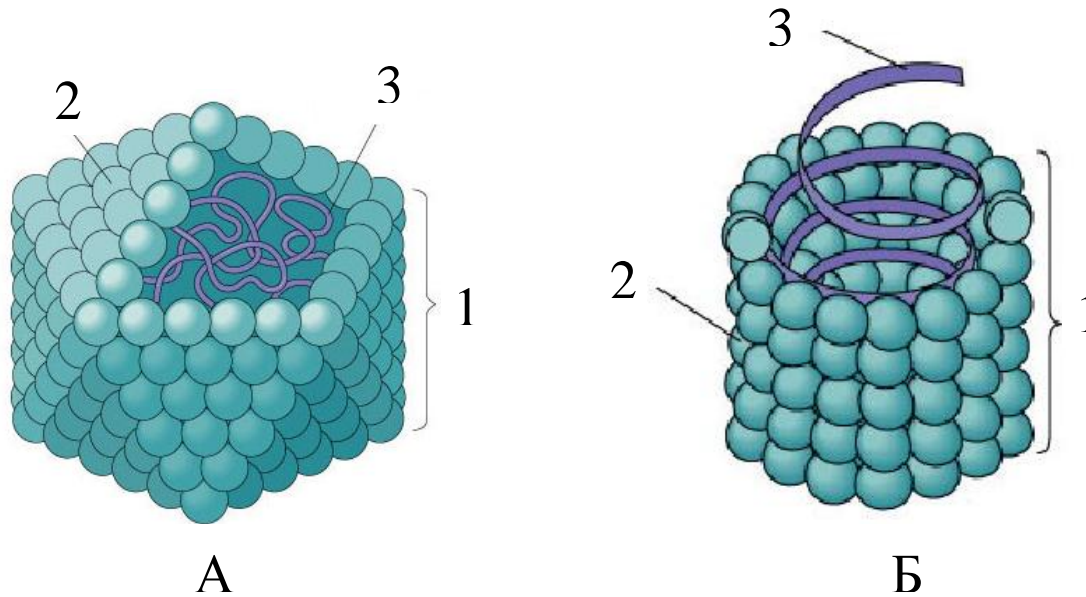


Bacteriophage

Капсомеры в капсиде располагаются в определенном порядке(симметрия), по характеру которого вирионы имеют различные типы симметрии:

- Нуклеокапсид обладает 3 типами симметрии.
- У некоторых вирусов нуклеиновая кислота окружена капсомерами, образующими фигуру икосаэдра- многогранника с 12 вершинами, 20 гранями и 30 углами. Такой тип симметрии называют кубический (икосаэдрический). К вирусам с икосаэдрическим типом капсида относят аденовирусы, реовирусы, герпесвирусы, пикорнавирусы.
- Если капсомеры расположены вокруг нуклеиновой кислоты по оси вращения, то капсид принимает форму спирали. Спиральный тип симметрии капсида присущ палочковидным вирусам (вирус бешенства), и сферическим вирусам (н-р, коронавирусы, вирусы гриппа и парагриппа)
- Смешанный тип симметрии при котором головка организована по принципу кубической симметрии, отросток – по принципу спиральной симметрии характерен для бактериофагов

Типы симметрии капсидов

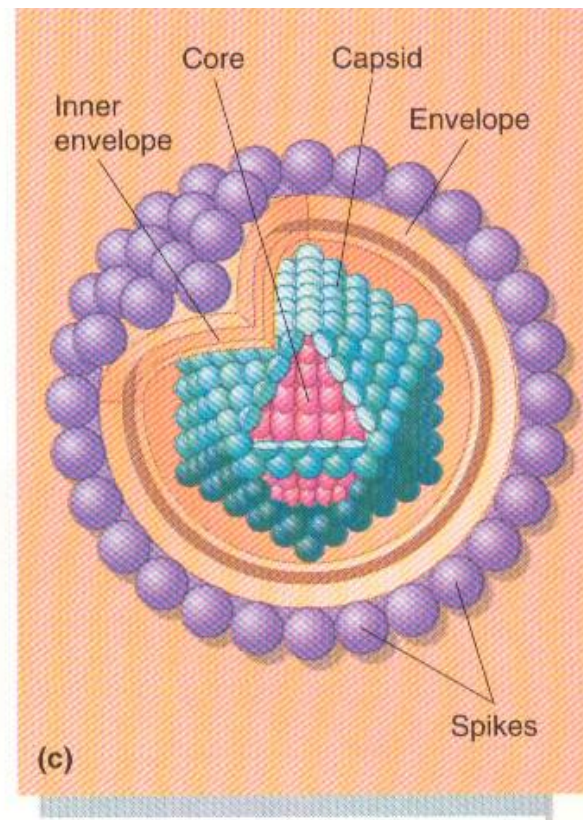
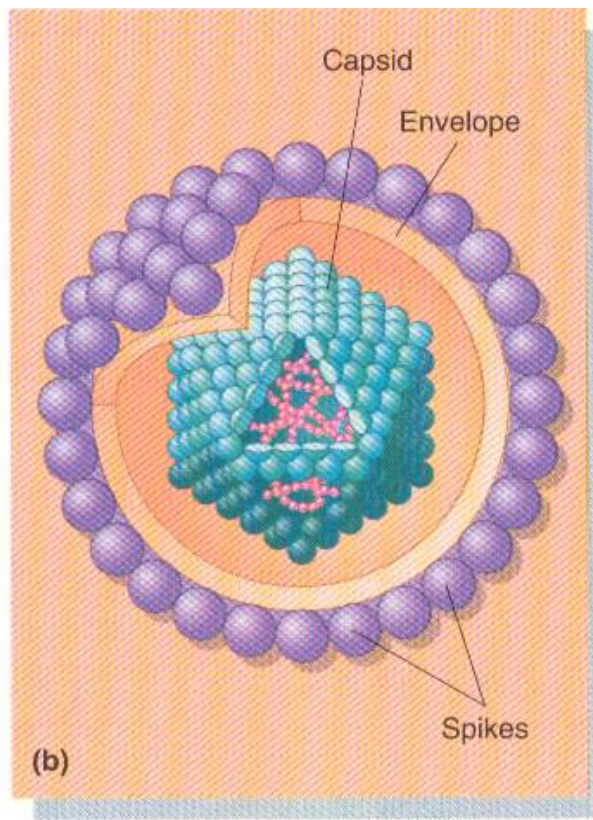
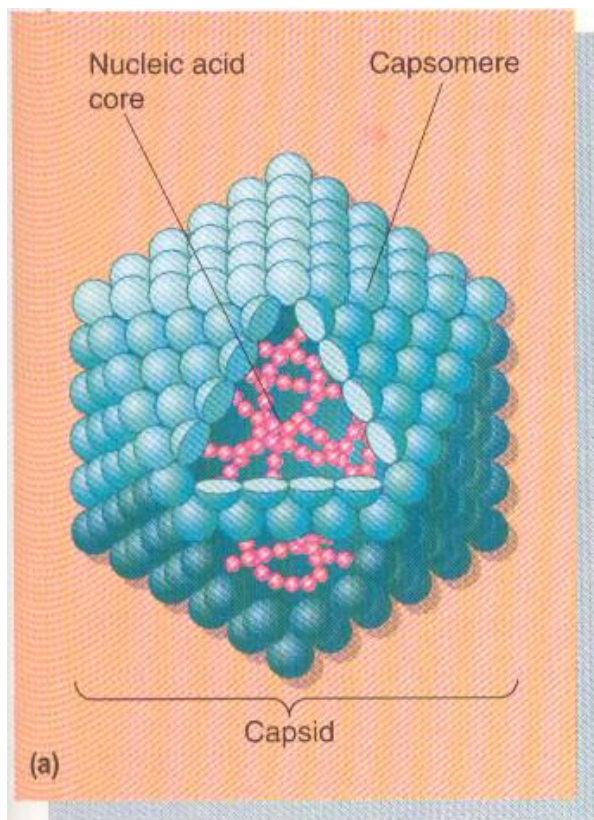


**А – икосаэдрический , В -спиральный ;
1-капсид, 2-капсомеры, 3-нуклеиновая
кислота**

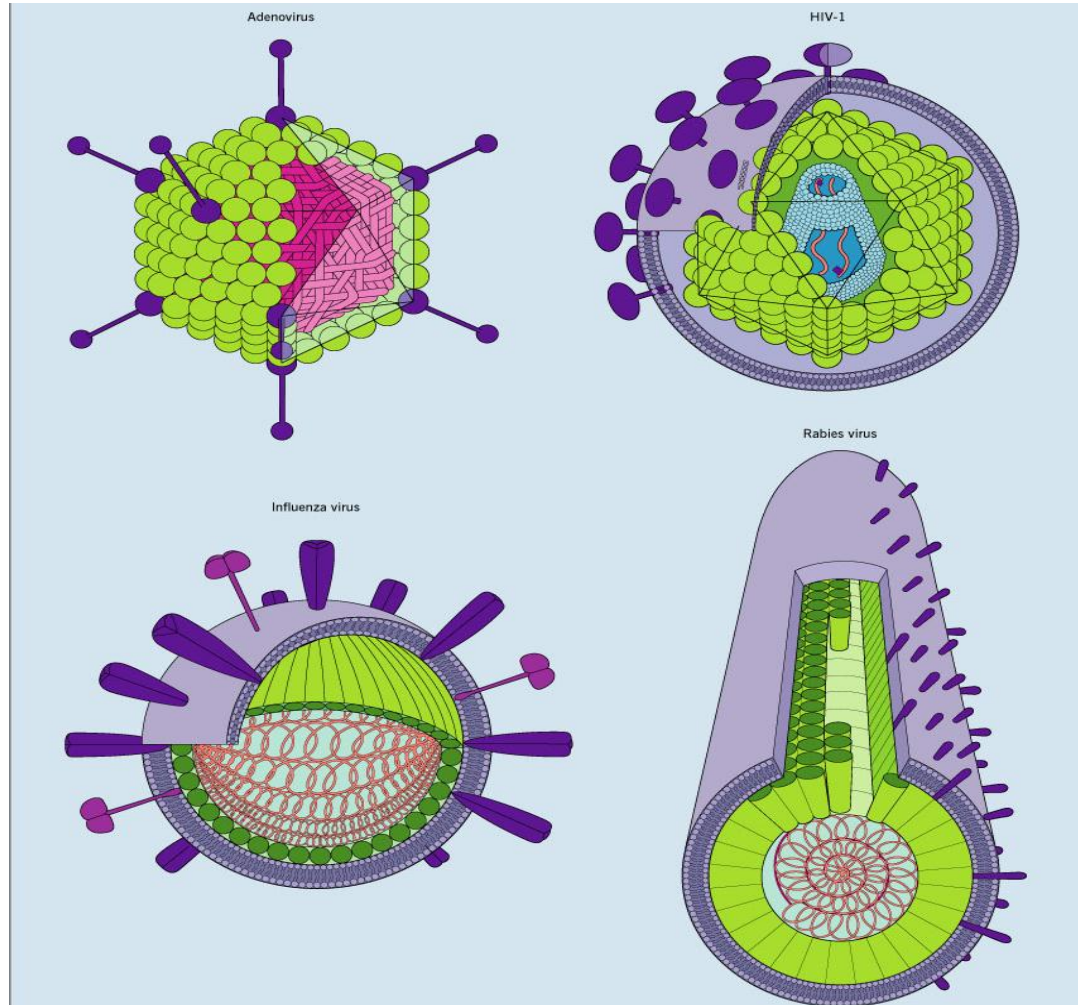
Просто устроенные и сложно устроенные вирусы

- *Просто устроенные вирусы имеют только нуклеокапсид .*
- *Сложно устроенные вирусы, кроме капсида, имеют мембранную двойную липопротеиновую оболочку(суперкапсид или пеплос).*

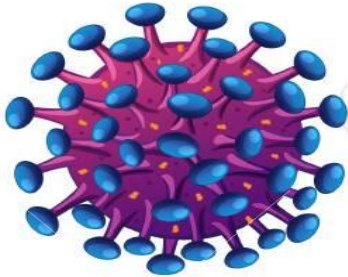
Простые и сложные (оболочечные) вирусы



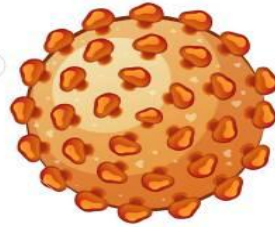
У некоторых сложно устроенных вирусов на поверхности оболочки имеются гликопротеиновые шипы (пепломеры)



Вирионы различной формы



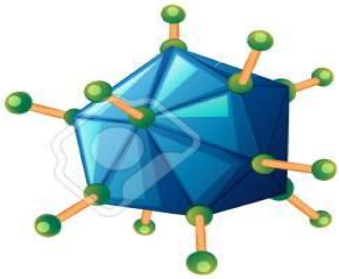
HIV



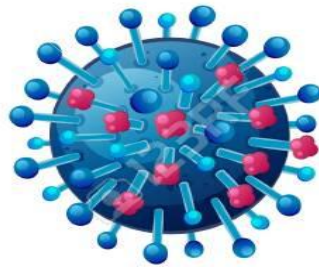
Hepatitis B



Ebola Virus



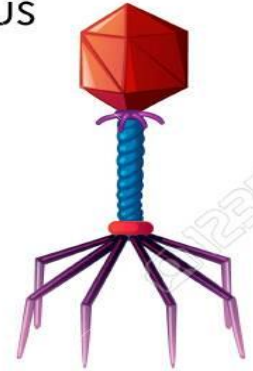
Adenovirus



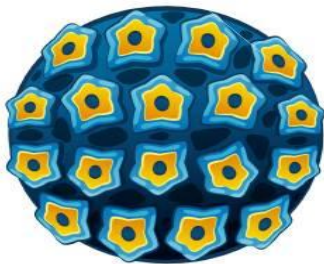
Influenza



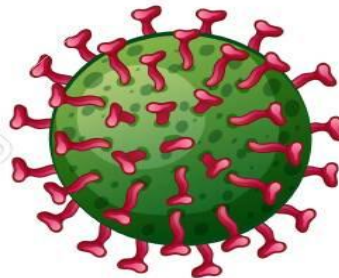
Rabies Virus



Bacteriophage



Papillomavirus

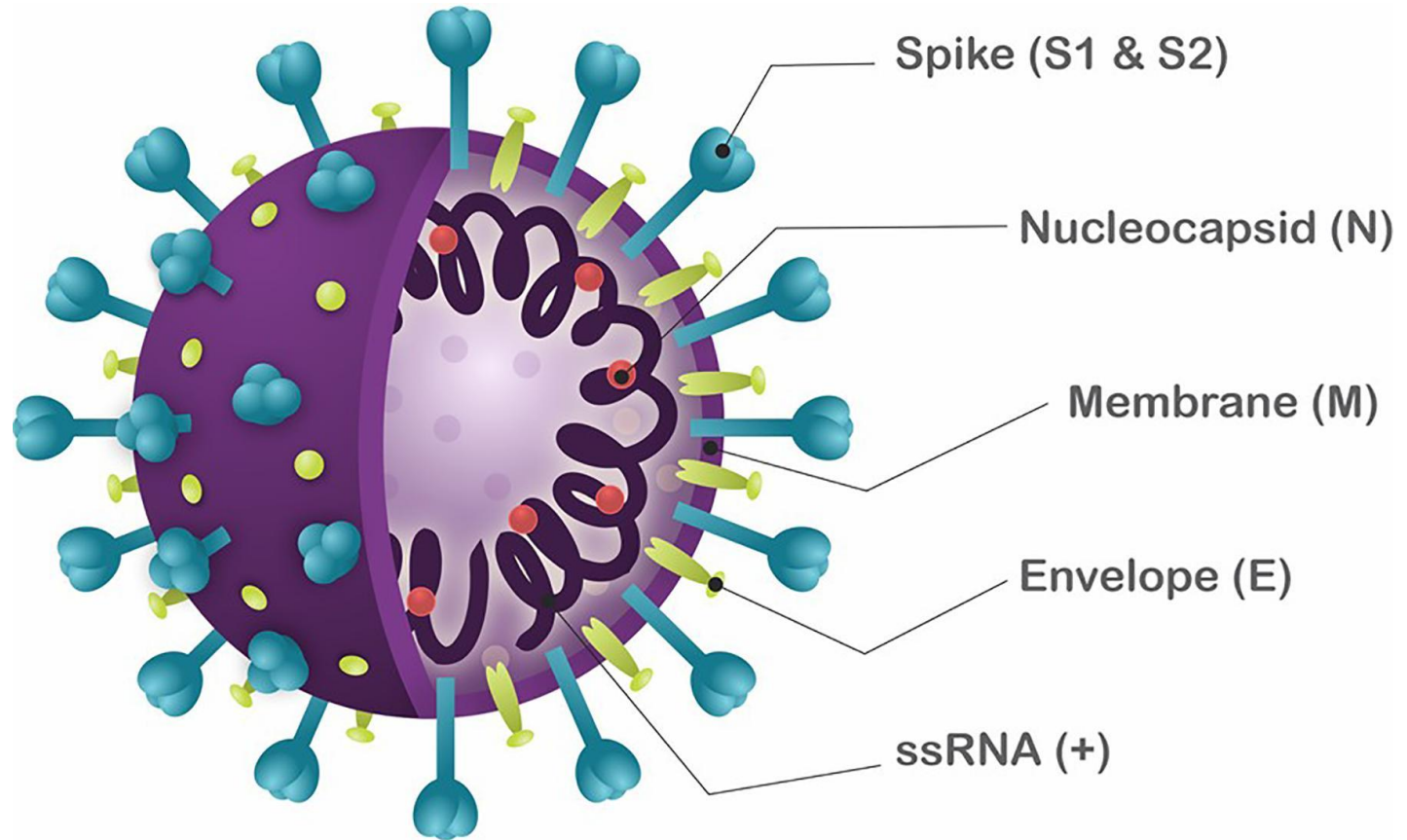


Rotavirus



Herpes Virus

Схема ультраструктуры вируса Covid-19



SARS-CoV-2

Химический состав вириона

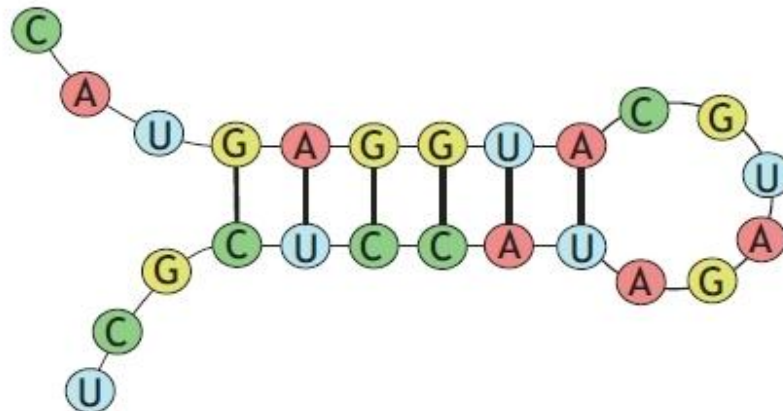
- Вирион состоит из нуклеиновой кислоты и белков. Поэтому вирусы, **исходя из химического состава**, можно отнести к нуклеопротеидам.
- Сложно устроенные вирусы имеют суперкапсид липидной природы.
- Вирусы имеют вирусоспецифические ферменты, необходимые при репродукции в клетке- хозяина.

Белки вирусов

- Структурные и не структурные белки (ферменты)
- Капсидная оболочка вирусов состоит из белков (капсомеры)
- Белки также входят в состав суперкапсида сложно организованных вирусов (гликопротеиновые шипы)
- Под оболочкой некоторых сложноустроенных вирусов находится *матриксный М-белок*, который формирует слой на внутренней поверхности суперкапсида и способствует взаимодействию его с белками нуклеокапсида, что важно при самосборке вирионов.

Прямые и инвертированные повторяющиеся последовательности

- Вирусная ДНК обладает уникальной нуклеотидной последовательностью, при этом идентичные нуклеотидные последовательности встречаются один раз, но на концах вирусной ДНК можно обнаружить прямые или инвертированные повторяющиеся нуклеотидные последовательности .
- Их наличие обеспечивает способность молекулы ДНК замыкаться в кольцо.



Нуклеиновые кислоты (ДНК)

- Вирусные ДНК могут быть двунитевыми кольцевидной (н-р, у папиллома- и полиомавирусов) и линейной формами (н-р., у герпесвирусов)
- У некоторых вирусов ДНК однонитевая (н-р., у парвовирусов).
- Молекулярная масса вирусной ДНК составляет 10^6 - 10^8 D.
- Их молекулярная масса в 10-100 раз меньше массы бактериальных ДНК.

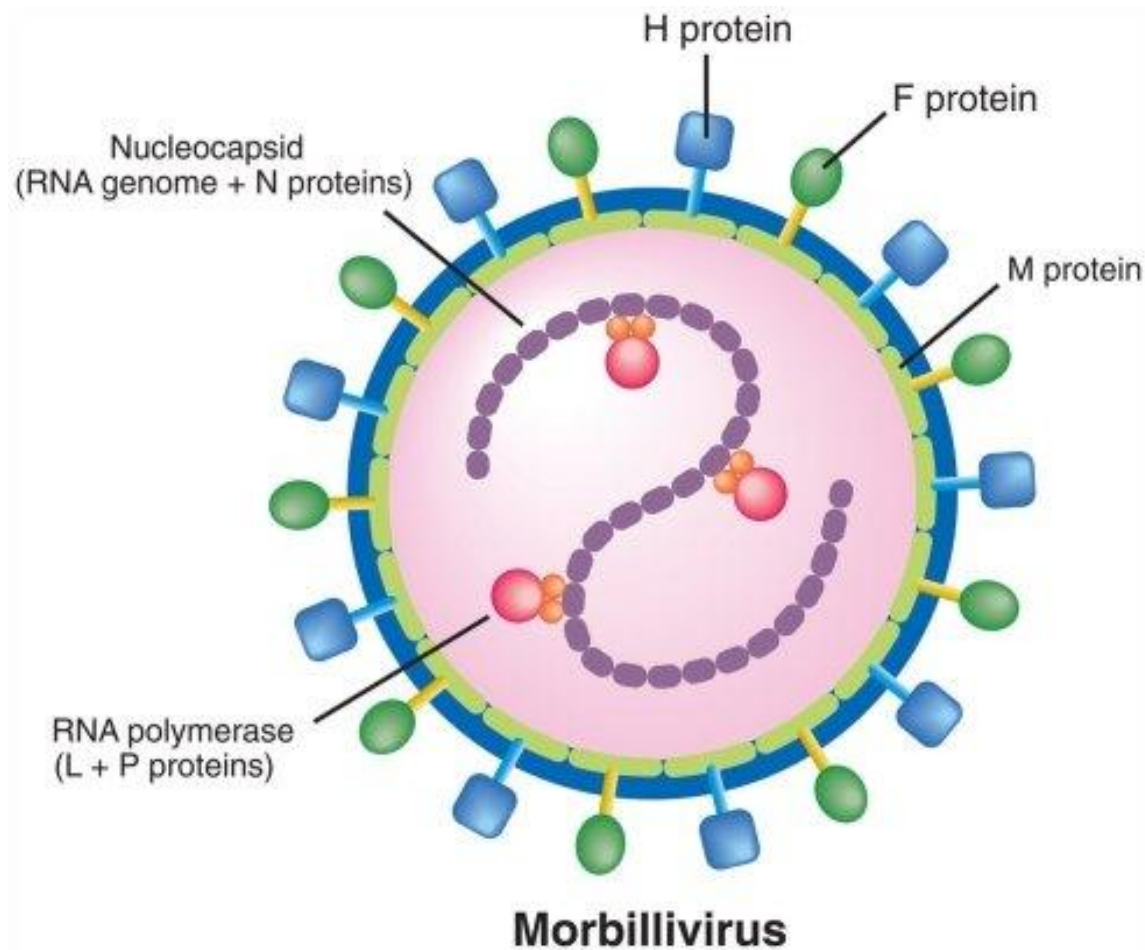
Нуклеиновые кислоты (РНК)

- Вирусная РНК в основном **однонитевая**, но может быть и **двунитевой** (например, у реовирусов).
- У некоторых вирусов РНК **сегментирована** (например, у вируса гриппа, реовирусов).
Наличие сегментов ведет к увеличению кодирующей способности генома.

Вирусные РНК подразделяют на следующие группы:

- *Плюс-нити РНК* некоторых вирусов, способны транслировать генетическую информацию на рибосомах зараженной вирусом клетки , т.е. выполнять функции мРНК. *Это вирусы с положительным геномом.*
- *Минус-нити РНК* не способны транслировать генетическую информацию непосредственно на рибосомах , т.е. они не могут функционировать как мРНК. *Это вирусы с отрицательным геномом.*

Ультраструктура вируса кори



Прионы

❖ Этот термин в 1982 году был предложен американским ученым С. Прузинером

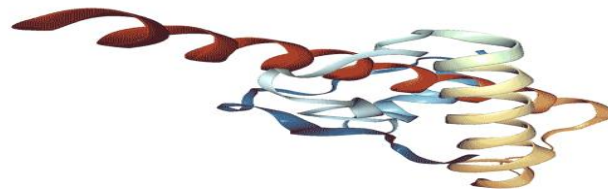
Прионы (от англ. «proteinaceous infection particle») означает «инфекционная белковая частица» .

❖ Прионы не имеют нуклеиновой кислоты.

❖ Клеточная форма нормального прионового протеина (PrP^{C}) имеется в организме млекопитающих, в том числе человека, и выполняет ряд регуляторных функций.

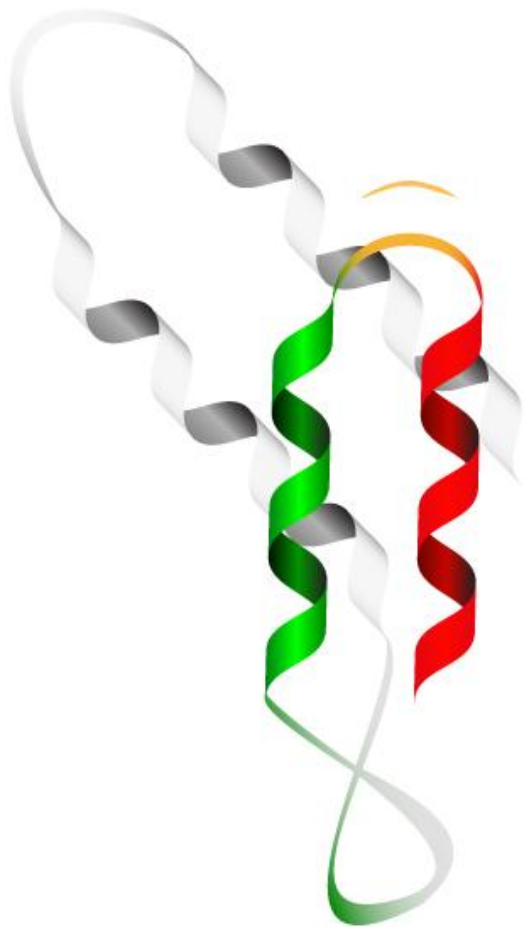
❖ Нормальный прионовый протеин кодирует

PrP^{C} -ген расположенный в коротком плече 20-ой хромосомы человека.



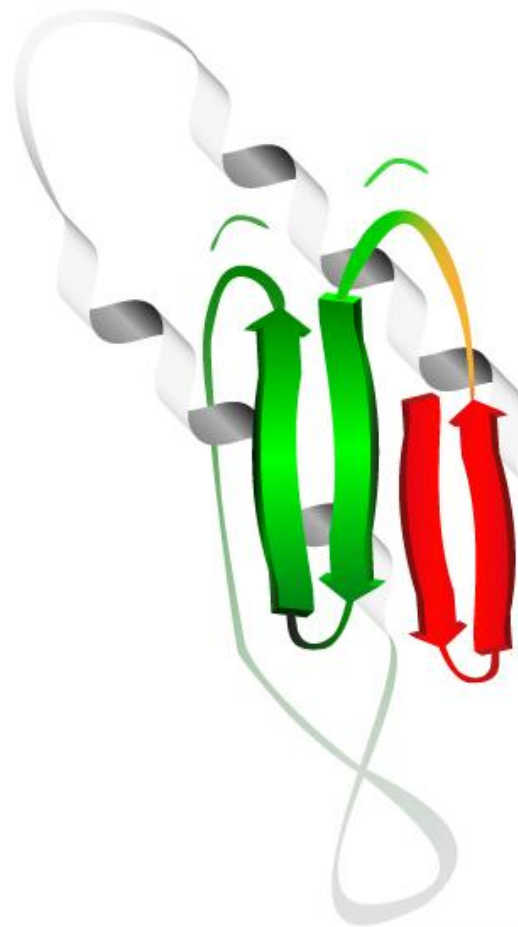
PrP^C

нормальный белок

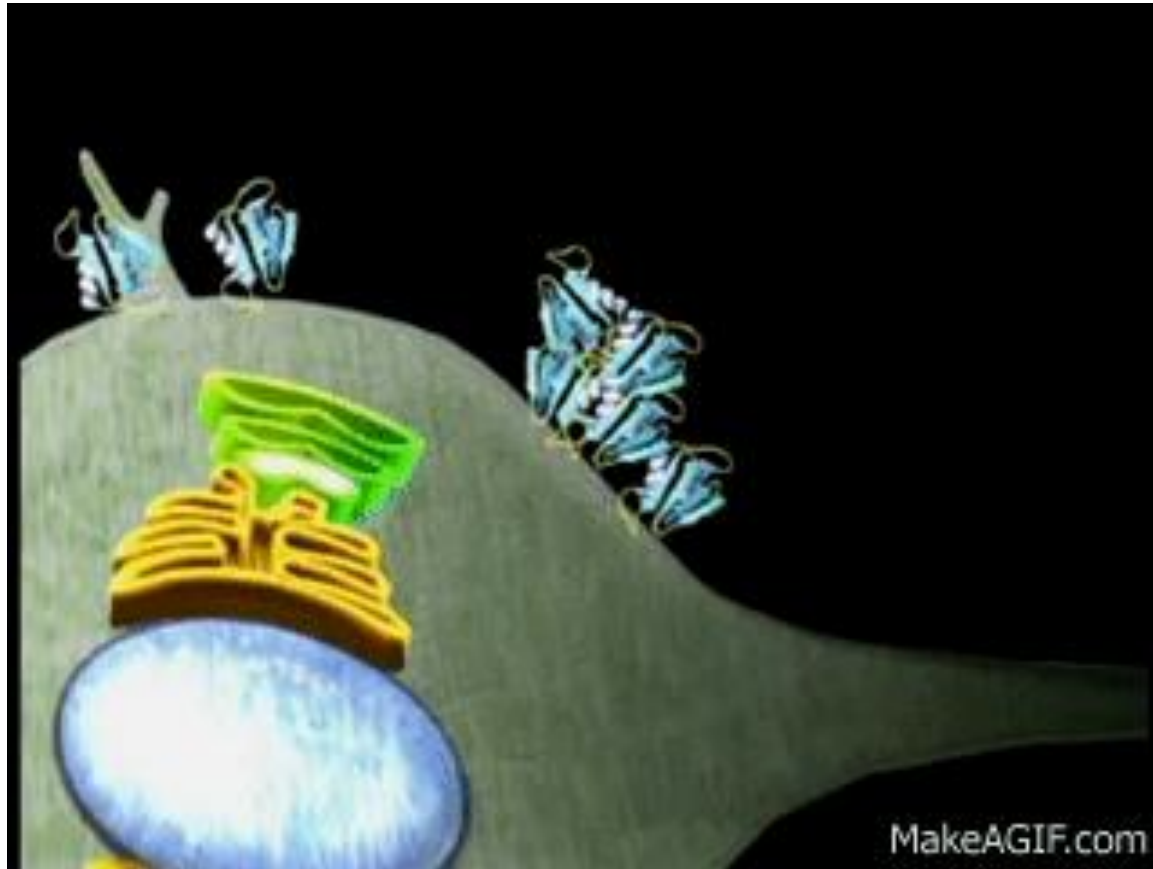


PrP^{Sc}

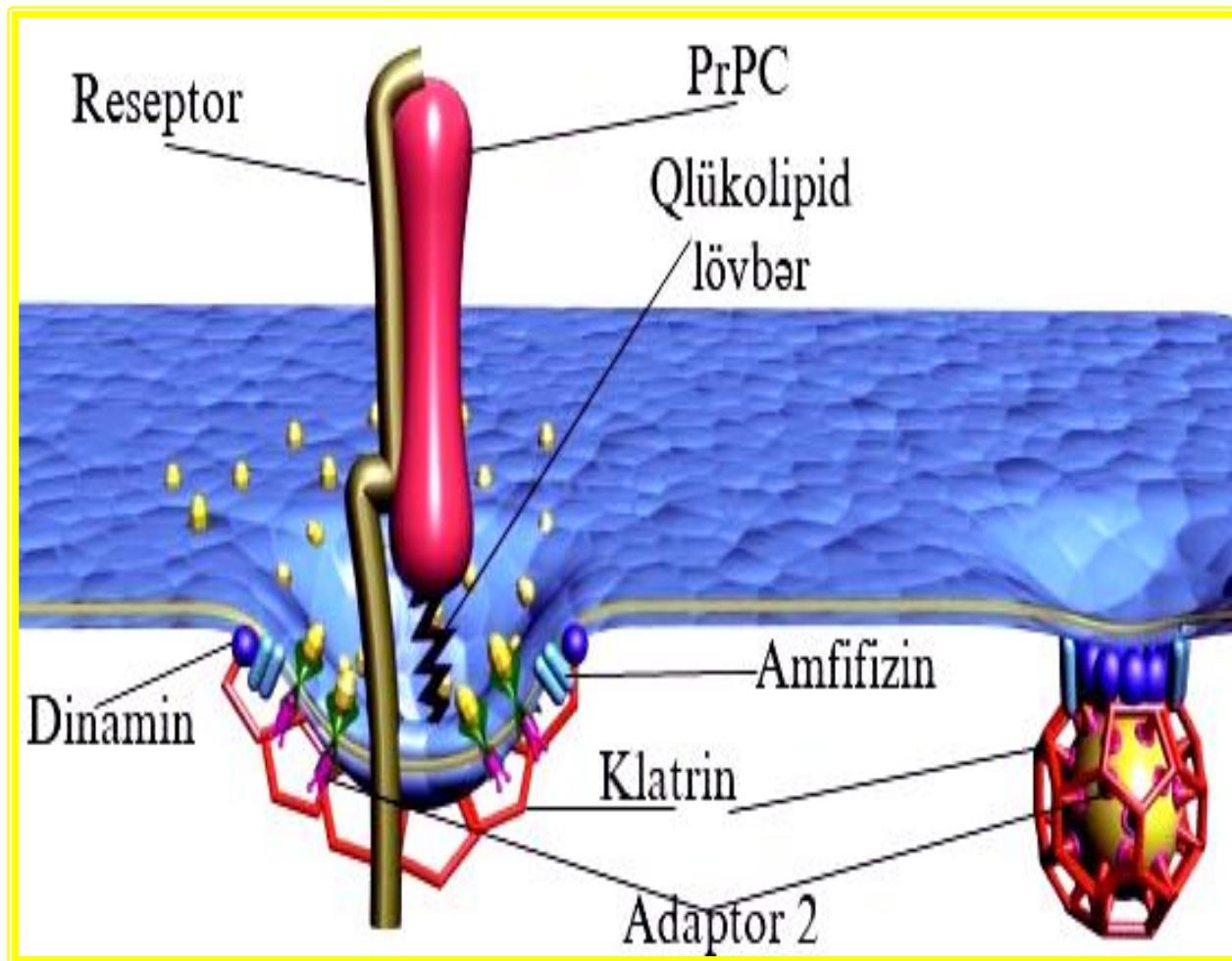
другая конформация белка
того же химического состава
- патогенный прион



Синтез прионового протеина в клетке



Локализация прионового протеина на клеточной мембране



Прионовые инфекции

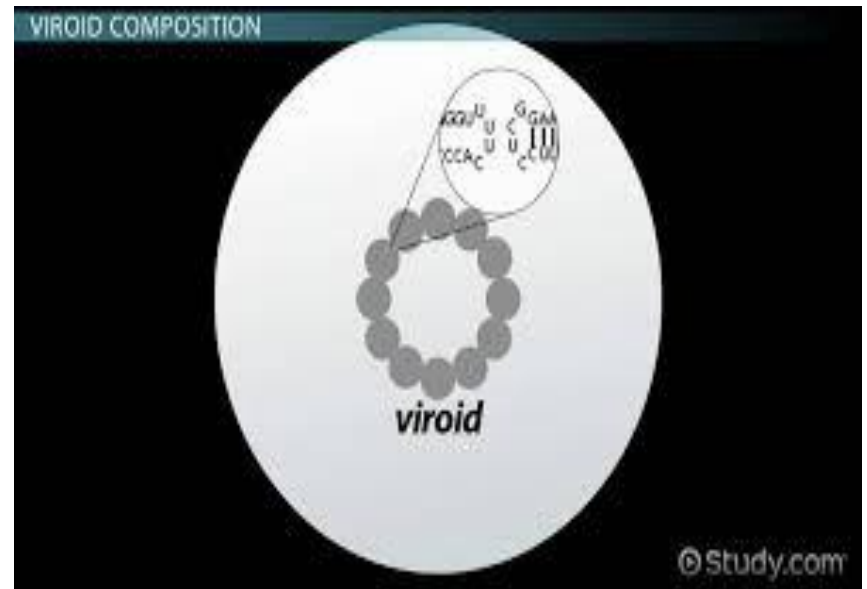
- **Куру** – в 1957 году в Новой Гвинее К. Гайдушек выявил инфекционную природу этой болезни. Куру проявляется расстройствами функции мозжечка.
- **Болезнь Крейтцфельдта-Якоба** –прионовая болезнь, протекающая в виде деменции, зрительных и мозжечковых нарушений и двигательных расстройств со смертельным исходом.
- В 1992-1993 гг. в Великобритании, Северной Европе среди крупного рогатого скота наблюдалась эпидемия прионовой болезни-энцефалопатия **крупного рогатого скота**.
- После прионовых инфекций иммунитет не формируется.

Диагностика и лечение

- При диагностике прионовых болезней в качестве патологического материала используют гистологические препараты (ткани мозга) в которых изучают характер патологического процесса
- Лечение симптоматическое и патогенетическое

Вироиды

- Вироиды – небольшие молекулы кольцевой однонитевой РНК.
 - Не содержат белок
 - Не обладают антигенными свойствами
- Очень мелкие частицы; длина молекулы РНК достигает 1×10^{-6}
- Молекула РНК состоит из 300-400 нуклеотидов



Вироиды вызывают заболевания растений (зараженный виroidом картофель)



▲ **Figure 13.21** One effect of viroids on plants. The potatoes at right are stunted as the result of infection with PSTV viroids.