

# Значение вирусов

# Роль вирусов в экосистемах

Ранее вирусов относили лишь к болезнетворным агентам, способным приносить только вред.

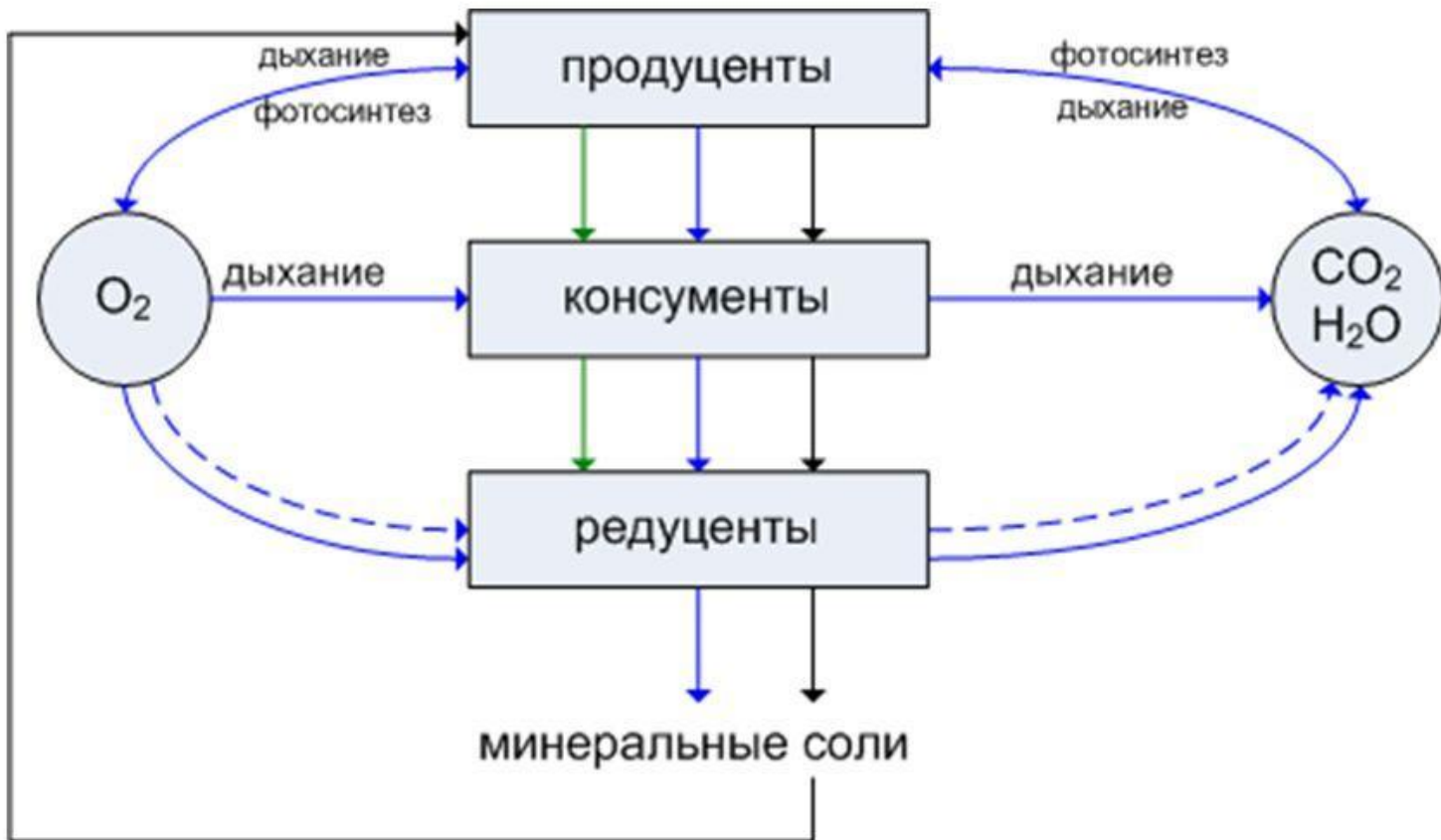
Методологический прогресс молекулярной биологии, в частности широкое применение ДНК-технологий, в корне изменил представления о роли вирусов в живой природе.

- Вирусы — это самая распространенная форма жизни в океане, их концентрация достигает 10 млн вирусов на 1 мм<sup>2</sup> поверхности моря. Поскольку численность вирусов напрямую зависит от количества хозяев, а бактерии составляют более 90 % биомассы в море, большая часть этих вирусов является бактериофагами. По оценкам, каждый день вирусы убивают около 20 % этой биомассы, т.о. они влияют на численность, видовой состав и разнообразие планктонных микроорганизмов, а также изменяют потоки вещества и энергии в микробных сообществах.

# ***Микробная петля (microbial loop)***

- Экологическая концепция *микробной петли* была коллективно сформулирована в конце 70-х годов XX в.
- Она заключается в том, что первичную продукцию в Мировом океане обеспечивают автотрофные бактерии, автотрофные протисты и микроскопические водоросли. Гетеротрофные бактерии и гетеротрофные протисты используют органические продукты, которые выделяют эти первичные продуценты, а также их мортмассу. Минерализованные биогенные элементы в составе  $\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-/\text{CO}_2$ , нитрата, сульфата и фосфата переходят в окружающую среду и вновь ассимилируются автотрофами и круг замыкается.

# Микробная петля (microbial loop)



—> Круговорот газообразных веществ

—> Потоки энергии

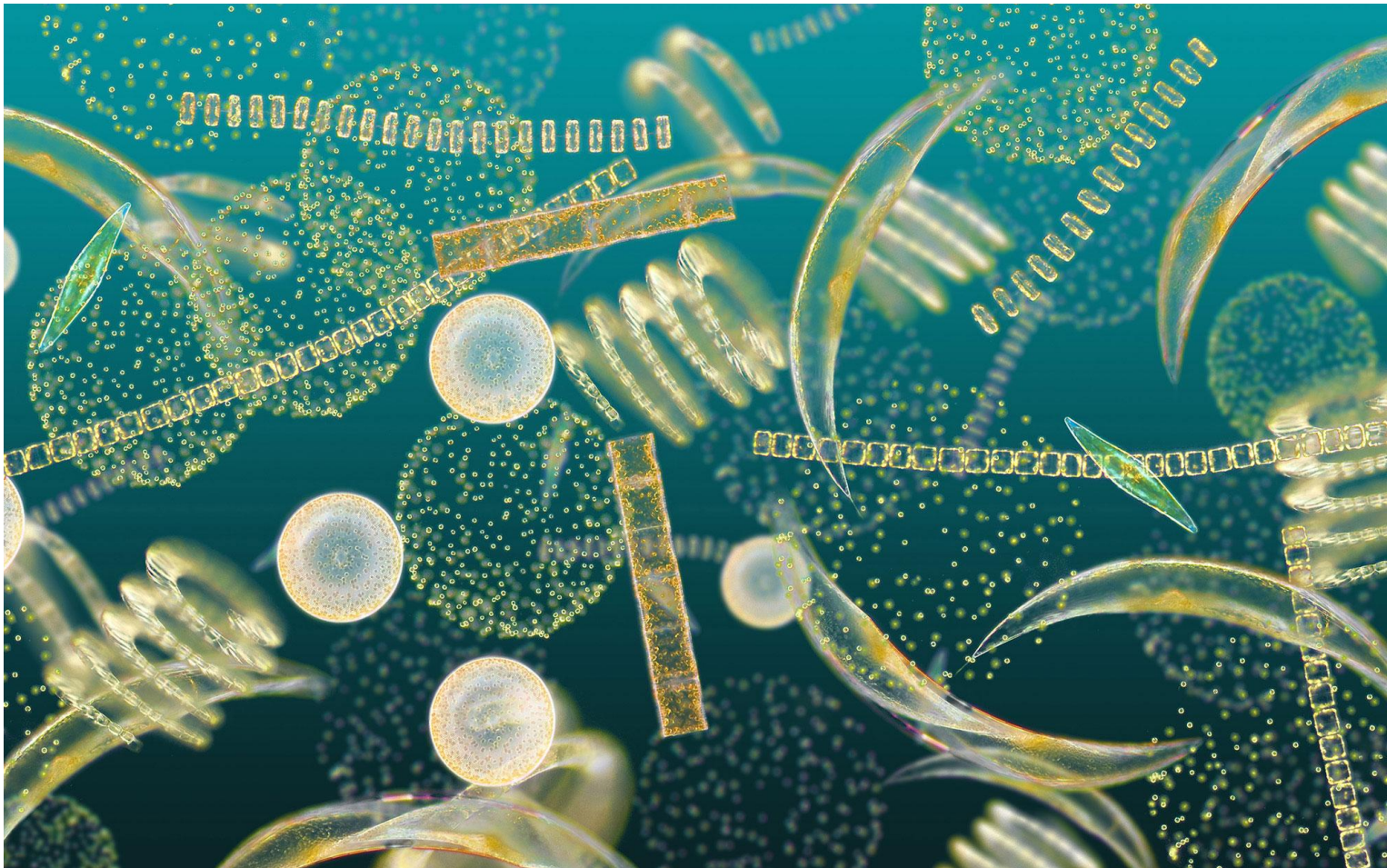
—> Круговорот твердых веществ

- - -> Участие в круговороте анаэробных организмов

- Однако при моделировании потока субстратов и энергии между автотрофами и гетеротрофами парадоксально «пропадало» до 30% циркулирующей органики, что указывало на присутствие ранее неизвестного звена микробной петли. Претендентами на эту роль оказались выявленные к тому времени, причем в очень большом количестве, анонимные литические вирусы. Массовая гибель хозяев от вирусной инфекции в кратчайшие сроки высвобождает компоненты биомассы бактерио- и фитопланктона в пул растворенного органического вещества и минеральных элементов. В частности, показана главенствующая роль вирусов в прерывании массового «цветения» водоемов.

Основная экологическая роль вирусов заключается в участии в перераспределении потоков органического вещества. Именно они способствуют поддержанию огромного количества углерода и других биогенных элементов в растворенном состоянии, в котором они доступны автотрофному бактериопланктону.

**Как у разных видов планктона, соревнующихся за одни и те же ресурсы в морских экосистемах, может наблюдаться такое разнообразие?**





# Регулирование вирусами численности их хозяев

- Вирусы являются основным элементом экологической модели «убей победителя», предложенной в 1997 г. норвежским микробиологом Троном Тингстадом (T. F. Thingstad) с соавторами. Согласно ей в каждом биотопе сосуществует несколько доминирующих видов, которые конкурируют за одни и те же трофические ресурсы. В популяции победителя немедленно вспыхивает вирусная инфекция, что позволяет другому виду прийти ему на смену. Сукцессия видов позволяет поддерживать высокое биоразнообразие в морских экосистемах, поскольку каждый вид получает возможность временно доминировать, после чего основная часть его особей уничтожается специфическим вирусом.

# Вирусы формируют «биологический интернет»

- Вирусы имеют генетические связи с представителями флоры и фауны Земли. Геном человека более чем на 32 % состоит из вирусоподобных элементов, транспозонов и их остатков. С помощью вирусов может происходить так называемый горизонтальный перенос генов, то есть передача генетической информации не от непосредственных родителей к своему потомству, а между двумя неродственными (или даже относящимися к разным видам) особями. Так, в геноме высших приматов существует ген, кодирующий белок синцитин, который, как считается, был привнесён ретровирусом.

- **Синцитин** — гликопротеин слияния, кодируемый геном оболочки ретровируса, встроенным в геном человека (Env-W ретровирусом). Синцитин, экспрессируемый в клетках трофобласта, индуцирует дифференцировку и слияние его клеток и формирование синцития (синцитиотрофобласта). Дефекты синцитина могут обуславливать нарушения организации плаценты, приводящие к её дисфункции.

# **Вирусы обеспечивают бактерии факторами патогенности**

Бактериофаги могут обмениваться с хозяевами практически любыми генами, при этом бактерии, приобретшие потенциально опасные для человека или животных гены, расширяют свою экологическую нишу.

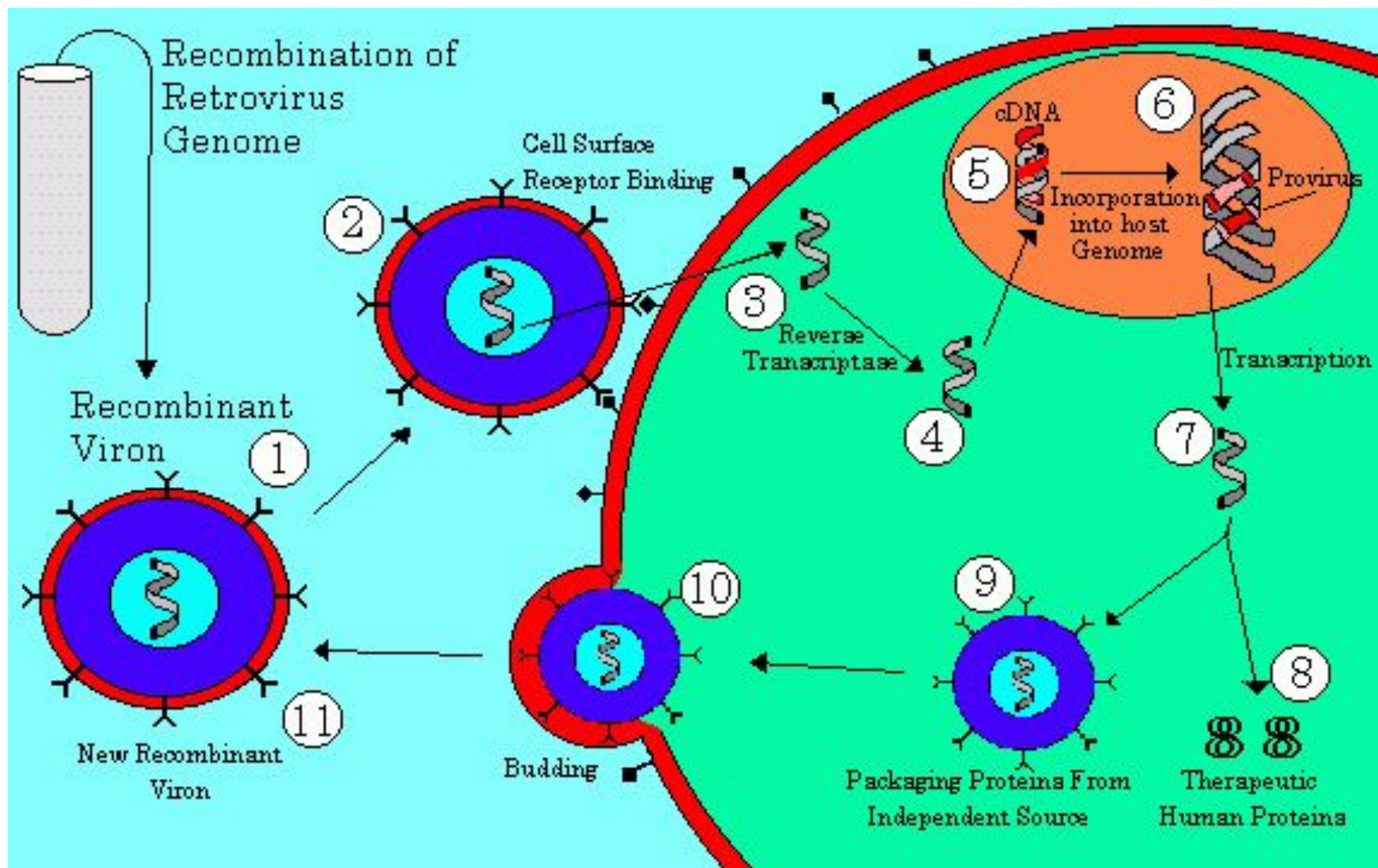
# Примеры приобретённых факторов патогенности

- *V. cholerae* (островок патогенности, отвечающий за синтез и секрецию холерного токсина содержится в интегрированном геноме бактериофага)
- Острова патогенности энтеробактерий
- Токсины коринебактерий, стрептококков, стафилококков

# Примеры «бонусов» приобретённых от вирусов

- В геномах цианофагов присутствуют гены фотосистемы II, эти гены мигрируют между разными экотипами морских цианобактерий, обеспечивающих до 25% глобального фотосинтеза.
- Так, например, некоторые из этих генов обеспечивают репарацию фотосинтетического аппарата на ярком свету.

# Вирусы в качестве генетических векторов



# Роль вирусов в заболеваниях человека

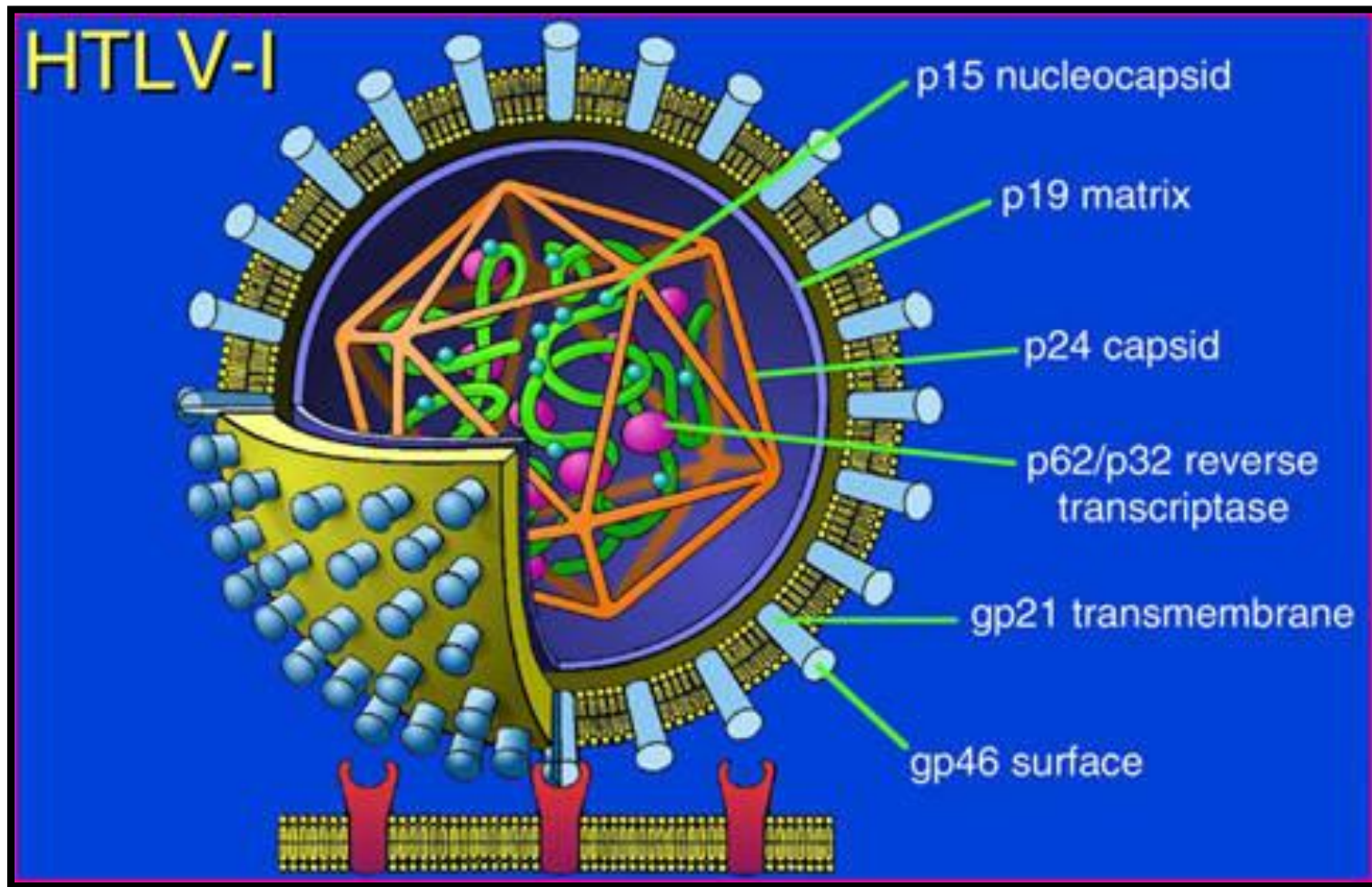


- В настоящее время **вирусные инфекции** составляют преобладающую часть инфекционной патологии человека.
- Самыми распространенными среди них остаются **острые респираторные (ОРВИ)** и другие вирусные инфекции, передаваемые воздушно-капельным путем, возбудители которых относятся к абсолютно различным семействам.
- Чаще всего это **РНК-содержащие** вирусы: вирус гриппа А, В, С, вирус эпидемического паротита, вирусы парагриппа, кори, риновирусы и др.

- Вирусы могут вызывать **рак** у человека, хотя он возникает лишь у небольшой части инфицированных.
- Раковые вирусы относятся к различным семействам; они включают и РНК-, и ДНК-содержащие вирусы, поэтому **единого типа «онковирус» не существует.**

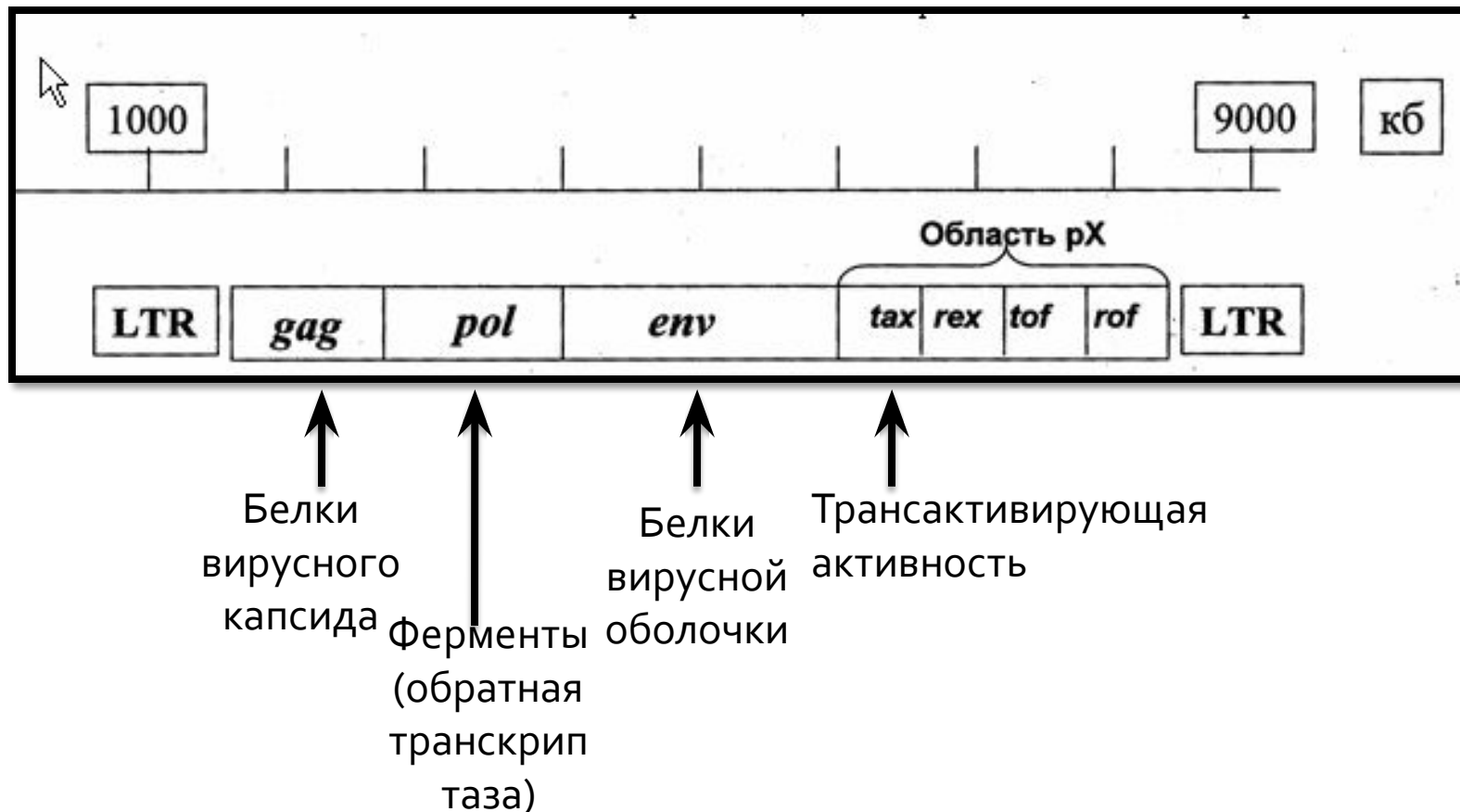
- Развитие рака определяется множеством факторов, такими как **иммунитет хозяина и его мутации.**
- **К вирусам, способным вызывать рак у человека, относят некоторых представителей:**
  - папилломавируса человека,
  - вируса гепатита В и С,
  - вируса Эпштейна-Барр,
  - герпесвируса саркомы Капоши,
  - человеческого Т-лимфотропного вируса.

# Структура вириона человеческого Т-лимфотропного вируса:

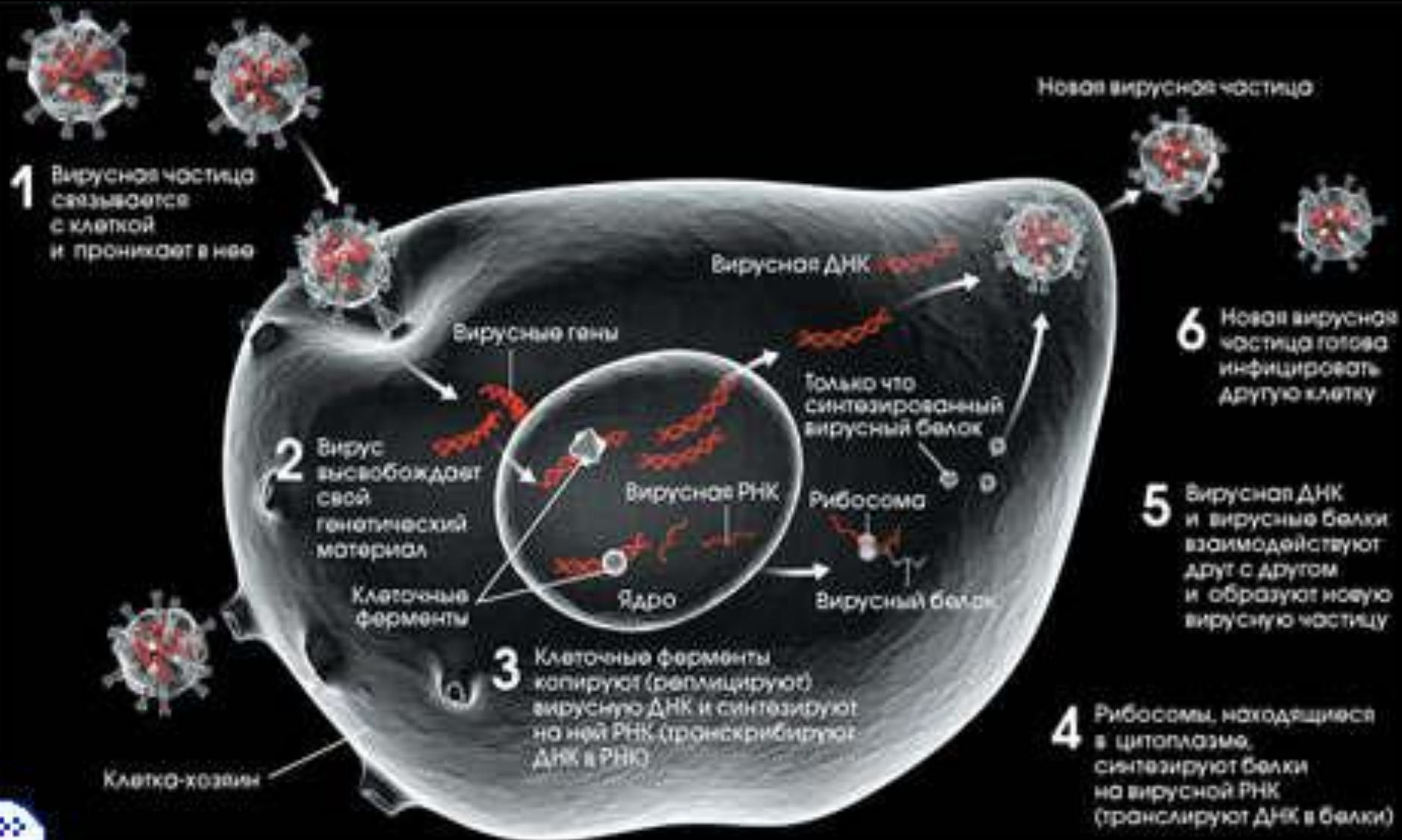


<http://researchnews.osu.edu/archive/htlvil2pics.htm>

# Генетическая структура вируса Т-клеточного лейкоза человека (HTLV-I)



# Цикл репликации ретровирусов:



- **Вирусы гепатита** могут вызвать хроническую вирусную инфекцию, которая приводит к раку печени.
- Человеческие **папилломавирусы** могут вызывать рак шейки матки.

- Численность коренного населения Америки была сильно уменьшена заразными заболеваниями, в частности, **оспой**, завезёнными в Америку европейскими колонизаторами.
- По некоторым оценкам, иноземными болезнями после прибытия Колумба в Америку, было убито около **70 % от всего коренного населения**. Урон, нанесённый этими болезнями аборигенам, помог европейцам вытеснить и покорить их.



- **Пандемия испанского гриппа 1918-1919 гг.**
- Она была вызвана чрезвычайно агрессивным и смертоносным вирусом гриппа А.
- Его жертвами часто становились здоровые взрослые люди, в отличие от большинства вспышек гриппа, которые поражали в основном детей и подростков, людей старшего поколения и других ослабленных людей.
- По старым оценкам, испанский грипп унёс 40—50 млн. жизней, а по современным оценкам эта цифра приближается к **100 млн**, то есть **5 % тогдашнего населения Земли.**

- Не менее распространены и **кишечные вирусные инфекционные заболевания**, вызываемые вирусами, также относящимися к различным семействам РНК- и ДНК-содержащих вирусов (энтеровирусы, вирус гепатита А, ротавирусы и др.).

- Широко распространены во всем мире такие вирусные инфекционные заболевания, как **вирусные гепатиты**, особенно **гепатит В**, передаваемый трансмиссивным и половым путем.
- Их возбудители - вирусы гепатита А, В, С, D, Е, G, ТТ - относятся к разным таксономическим группам (пикорнавирусов, гепаднавирусов и др.), имеют разные механизмы передачи, но все обладают тропизмом к клеткам печени.

- Одна из самых известных вирусных инфекций — **ВИЧ-инфекция** (часто называемая **СПИДом** - синдромом приобретенного иммунодефицита, который является ее неизбежным исходом).

- Сейчас эпидемия **СПИД** имеет масштаб **пандемии**.
- По оценкам ООН от **СПИДа умерло более 25 миллионов** человек с момента регистрации первого случая заболевания **5 июня 1981 года**, что делает его одной из наиболее разрушительных эпидемий за всю документированную историю.

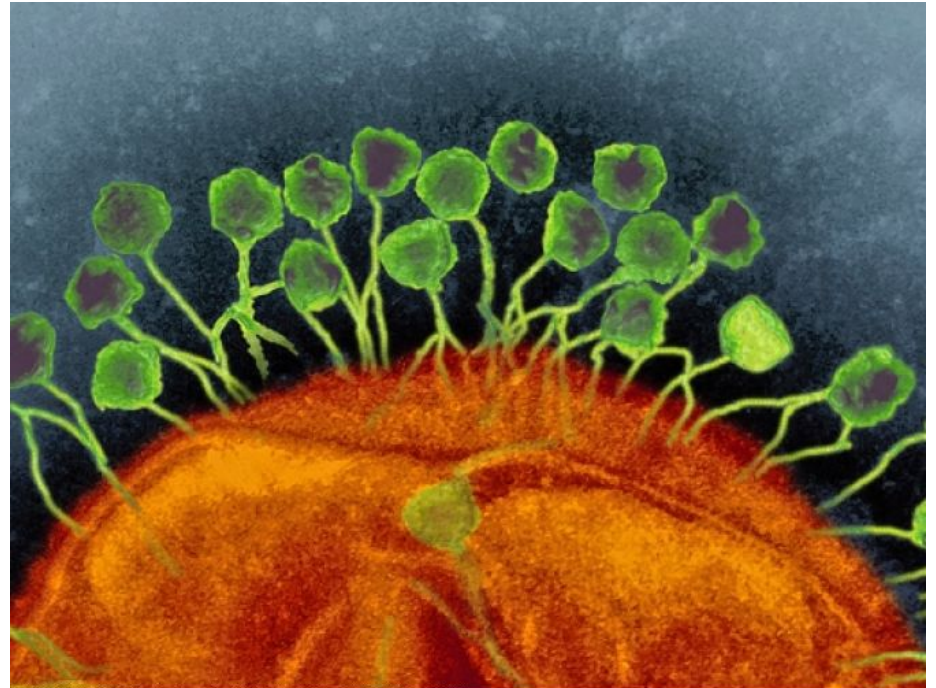
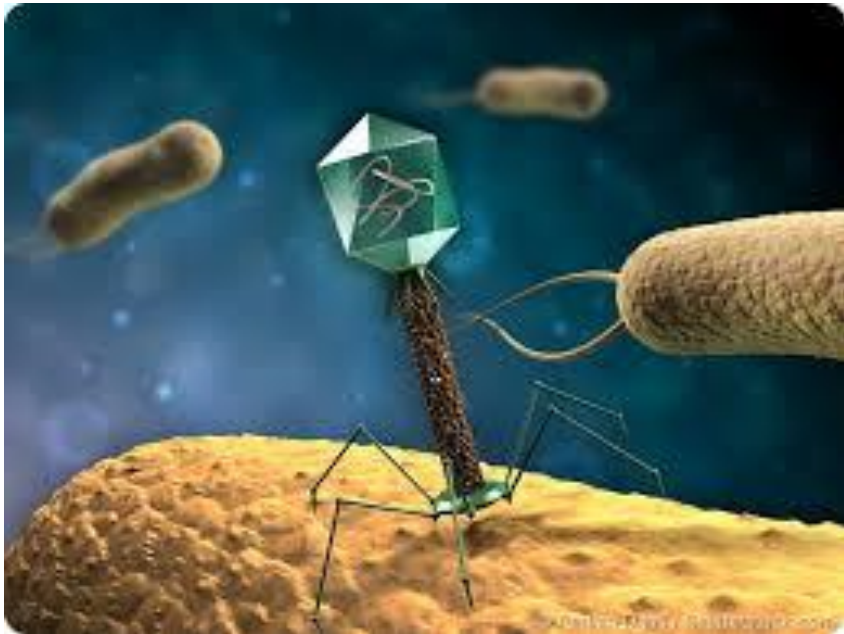
# Вирусы как оружие

Способность вирусов вызывать опустошительные эпидемии среди людей порождает беспокойство, что вирусы могут использоваться как [биологическое оружие](#).

Дополнительные опасения вызвало успешное воссоздание вредоносного вируса испанского гриппа в лаборатории.

Другим примером может служить вирус оспы. Он на всём протяжении истории опустошал множество стран вплоть до его окончательного искоренения. Официально образцы вируса оспы хранятся лишь в двух местах в мире — в двух лабораториях в [России](#) и [США](#). Опасения, что он может быть использован как оружие, не совсем беспочвенны; [вакцина](#) против оспы иногда имеет тяжёлые побочные эффекты — в последние годы до официально объявленного искоренения вируса больше людей серьёзно заболели из-за вакцины, чем от вируса, поэтому [вакцинация](#) против оспы больше не практикуется повсеместно. По этой причине большая часть современного населения [Земли](#) практически не имеет устойчивости к [оспе](#).

# Фаговая терапия



Антибактериальная терапия фагами - альтернатива приёму антибиотиков.

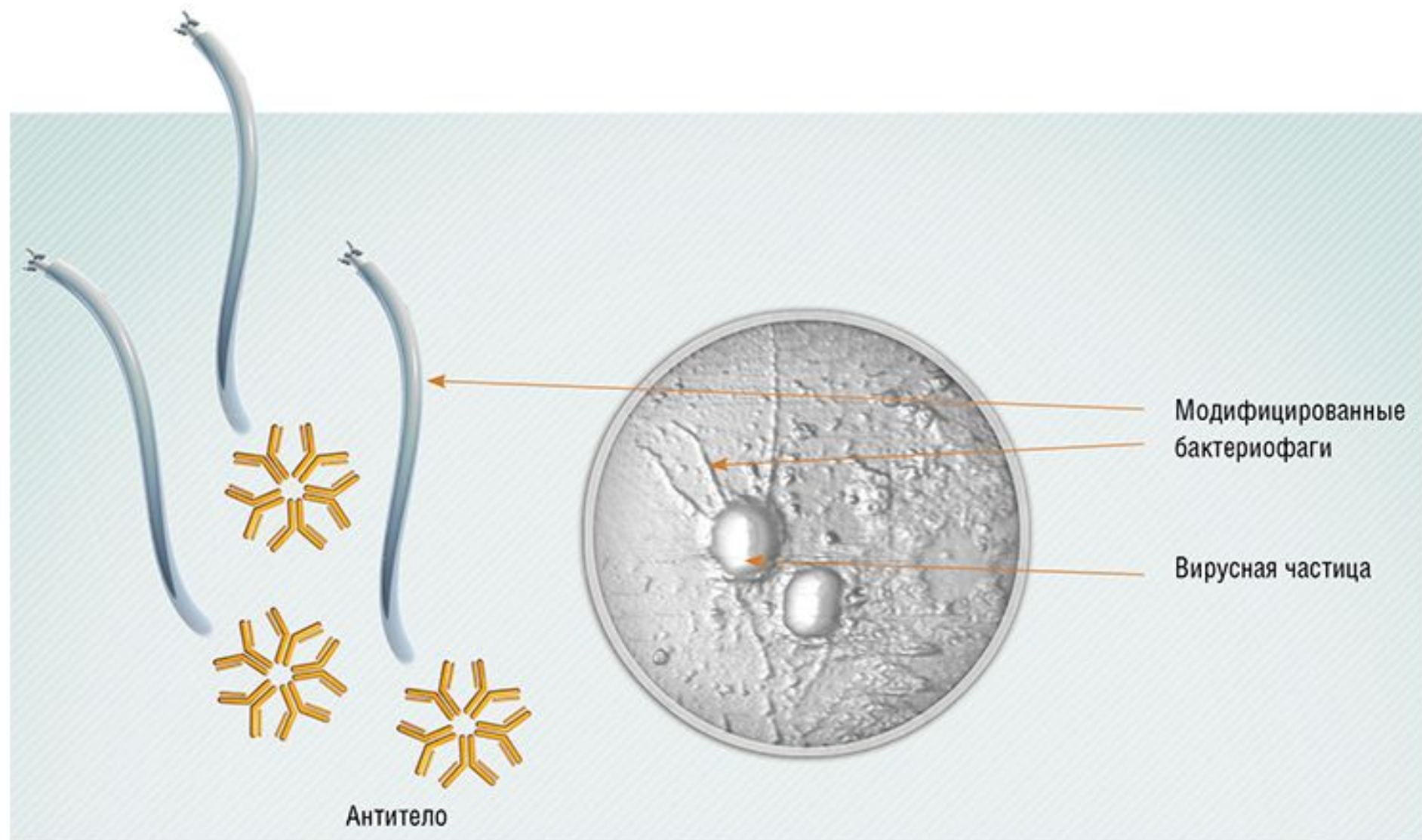
Примеры лечебных бактериофагов:

- Стрептококковый,
- Стафилококковый,
- Клебсиеллёзный,
- Дизентерийный поливалентный,
- Пиобактериофаг,
- Коли, протейный и колипротейный
- и другие.

В России зарегистрировано и применяется 13 медицинских препаратов на основе фагов. Обычно, применение бактериофагов сопровождается большим, чем антибиотики, успехом в отношении антибиотикорезистентных бактерий

В России терапевтические фаговые препараты делают давно, фагами лечили ещё до антибиотиков. В последние годы фаги широко использовали после наводнений в Крымске и Хабаровске, чтобы предотвратить дизентерию.





*Сегодня фаги могут быть использованы не только напрямую в качестве бактерицидных агентов: их планируют применять в качестве носителей лекарственных препаратов, антител либо терапевтических химических соединений. Вверху – фаги, несущие на своей поверхности антитела к вирусу осповакцины, атакуют этот вирус. Атомно-силовая микроскопия. Фото Г. Шевелев, Д. В. Пышный*

# Значение вирусов

## В природе:

- Регуляторы численности видов
- **Трансдукция** (обмен генетической информацией у бактерий с помощью вирусов) – источник комбинативной изменчивости

## Для человека:

- Возбудители заболеваний человека, животных, растений
- Для борьбы с бактериальными заболеваниями (бактериофаги)
- Для борьбы с вредителями
- В генной инженерии – для переноса генов