

УДК 578 + 372.857

**К.Ю. БУРЫКИНА, Г.А. САВИН**  
(Волгоград)

## **БИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ВИРУСОВ. ИЗУЧЕНИЕ НЕКЛЕТОЧНОЙ ФОРМЫ ЖИЗНИ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ БИОЛОГИИ**

*Обобщены сведения по биологии и биохимии вирусов. Предложены методические материалы для проведения внеклассных мероприятий по биологии по теме «Неклеточные формы жизни».*

**Ключевые слова:** вирус, вирион, капсид, бактериофаг, птичий грипп (H5N1), атипичная пневмония (SARS), свиной грипп (H1N1), коронавирус COVID-19, преподавание биологии в школе.

---

**KRISTINA BURYKINA, GENNADIY SAVIN**  
(Volgograd)

## **BIOLOGY AND BIOCHEMISTRY OF VIRUSES. THE STUDY OF NON-CELLULAR LIFE FORMS IN SCHOOL BIOLOGY COURSE**

*The article deals with the generalization of the data on biology and biochemistry of viruses. There are suggested some methodological materials for extracurricular biology classes on the topic "Non-cellular life forms".*

**Key words:** virus, virion, capsid, bacteriophage, avian influenza (H5N1), severe acute respiratory syndrome (SARS), swine influenza (H1N1), coronavirus COVID-19, teaching of biology at school.

Изучение вирусов актуально в наше время, поскольку многие заболевания связаны именно с ними. Вирусы поражают не только организм человека, но и животных, растения, бактерии. В структуре современной медицины число вирусных заболеваний достигает более 85% [6].

В настоящее время программа изучения биологии в школе, на наш взгляд, демонстрирует недостаток отведенных часов для изучения вирусов и заболеваний, которые они вызывают. Таким образом, цель настоящей работы – систематизация сведений о вирусах как неклеточных формах жизни, разработка дополнительного учебно-методического материала для внеклассной работы учащихся по биологии и биохимии вирусов.

Вирусы (от лат. *virus* – яд) – мельчайшие неклеточные частицы, состоящие из нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК) и белковой оболочки (капсида). Они распространены повсеместно, имеют различную форму, а их размер колеблется от 15 до 350 нм и более. Открыты вирусы Д.И. Ивановским в 1892 г. Вирусы – внутриклеточные паразиты: размножаясь только в живых клетках, они используют их ферментативный аппарат и переключают клетку на синтез зрелых вирусных частиц – вирионов.

Вирусы представляют собой простейшую форму жизни и занимают пограничное положение между живой и неживой природой. Вне организма вирус существует в окружающей среде в виде вириона, который самостоятельно не способен к жизнедеятельности и размножению. Структурная организация вирусов очень проста. Они состоят из нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК) и нескольких кодируемых ею белков, формирующих вирусную оболочку вокруг нуклеиновой кислоты – капсид. Некоторые вирусы содержат липиды и углеводы в составе наружных оболочек в виде липопротеидов и гликопротеидов (суперкапсид). Вирусная нуклеиновая кислота (ДНК или РНК) может быть однонитчатой, двуни́тчатой, фрагментированной, нефрагментированной, линейной или кольцевой. Вирусы с одноцепочечными РНК делятся на 2 группы. У вирусов первой группы геном обладает функциями иРНК (информационной РНК), т. е. переносит закодированную информацию на рибосому. Вирусы, содержащие такой геном, обозначают как (+) РНК. Вторая группа вирусов не обладает функциями иРНК и в сво-

ем составе имеют фермент – транскриптазу, осуществляющую транскрипцию геномной РНК и синтез иРНК. Вирусы, содержащие такой геном, обозначают как (–) РНК [12].

**Жизненный цикл** вирусов включает в себя 6 стадий, которые могут перекрываться во времени. Эти стадии следующие.

**Прикрепление (адсорбция)** – образование связи между белками вирусного капсида и рецепторами на поверхности клетки хозяина. Эта связь определяет круг хозяев вируса, т. е. те организмы, которые могут быть инфицированы вирусом и способны осуществить его репликацию.

**Проникновение в клетку.** На этой стадии вирус доставляет внутрь клетки свой генетический материал (иногда собственные белки). Проникновение в клетку происходит двумя путями: 1) слиянием вирусной оболочки с клеточной мембраной; 2) с помощью пиноцитоза.

**Лишение оболочек (депротеинизация).** Это процесс потери капсида при помощи вирусных ферментов или ферментов клетки хозяина, либо в результате обычной диссоциации.

**Синтетическая фаза.** Эта стадия состоит из следующих этапов.

1. Транскрипция – переписывание информации с ДНК или РНК вируса на иРНК в соответствии со стратегией генома.

2. Трансляция – перевод генетической информации, содержащейся в иРНК, на специфическую последовательность аминокислот и синтез вирусных белков или их предшественников.

3. Репликация – синтез молекул нуклеиновых кислот, гомологичных вирусному геному.

**Сборка вирусных частиц.** Стадия сборки наступает после наработки клеткой достаточного количества копий компонентов вирусных частиц.

**Выход из клетки.** Выход вирионов осуществляется двумя путями: 1) выход из клеток путем отпочковывания, что присуще вирусам, содержащим суперкапсид; 2) путем «взрыва» клетки, в результате чего она погибает.

Вирусы поражают бактерии, вызывают заболевания у человека, животных, растений [8].

Бактериофаги являются специфическими паразитами бактериальных клеток и не способны размножаться в клетках эукариот. Распространены бактериофаги в природе там, где присутствуют бактерии, т. е. повсеместно. Их можно обнаружить в почве, воде, выделениях человека и животных и т. д. В настоящее время открыто и изучено большое количество бактериофагов, которые различают по типу нуклеиновой кислоты, химической структуре, морфологии и характеру взаимодействия с бактериальной клеткой.

Довольно часто вирусы поражают и растения. Вирион проникает в их ткани через повреждения и при этом растение остается носителем патогена практически в течение всей жизни. Наиболее часто встречаемые вирусные заболевания у растений – мозаичная болезнь табака, огурцов, томатов, карликовость и др.

Попадая в организм человека, вирусы вызывают многие опасные заболевания. Так, вирусы семейства *Rovviridae* вызывают оспу, семейства *Herpesviridae* – герпес, семейства *Hepadnaviridae* – гепатит В, семейства *Togaviridae* – краснуху, семейства *Orthomyxoviridae* – грипп и др. В XXI в. человечество столкнулось с несколькими более опасными вирусными заболеваниями, например, птичий грипп (H5N1), атипичная пневмония (SARS), свиной грипп (H1N1), коронавирус COVID-19. Эти заболевания приводят к тяжелым осложнениям и серьезным последствиям. Чтобы себя обезопасить нужно, прежде всего, соблюдать требования гигиены и санитарии и меры профилактики [11].

Вирусы широко применяются в научных работах по геной инженерии, канцерогенезу. Вирусы бактерий (бактериофаги) – классический объект молекулярной биологии [16, 17].

Нами были проанализированы программы и учебники по биологии разных авторов [2, 3, 4, 5, 7, 9, 14], при этом выяснено, что в них на изучение биологических особенностей вирусов отводится:

– 9 класс – 1 час учебного времени, тема: «Вирусы» [2, 9, 14];

– 10 класс, базовый уровень – 1 час учебного времени, тема: «Вирусы – неклеточная форма жизни. Меры профилактики вирусных заболеваний» [3];

– 10 класс, профильный уровень – 2 часа учебного времени, темы: «Вирусы – неклеточная форма жизни. Строение вирусов. Размножение вирусов» (1 час); «Боллезнетворные вирусы, ВИЧ. Вирусы – факторы изменения генетической информации организмов» (1 час) [4, 5, 7].

Отметим, что рассматриваемой проблеме уделяется определенное внимание в методической науке. В этой связи следует упомянуть работу, посвященную вирусам как инфекционным агентам живых клеток [1].

Мы предлагаем методические разработки для проведения внеклассных мероприятий по теме «Вирусы – неклеточные формы жизни». В качестве таких мероприятий по биологии могут быть: игры, конкурсы, викторины, работы «круглых столов» и др. Эти формы внеклассной работы в последние годы хорошо зарекомендовали себя в процессе обучения биологии [10, 13, 15].

**Цель таких разработок:** в игровой форме систематизировать и обобщить знания учащихся по теме «Вирусы», повысить их интерес к рассматриваемой проблеме, активизировать познавательную деятельность школьников в отношении этой темы.

#### **Задачи:**

**Образовательные:** систематизировать и закрепить представления учащихся об особенностях строения вирусов, истории открытия, их значении в природе и жизни человека.

**Развивающие:** развивать познавательный интерес школьников к биологии, их внимательность и способность анализировать различную информацию и делать правильные выводы.

**Воспитательные:** формировать умения учащихся работать в команде, непредвзято оценивать свою работу и работу других членов команды.

Проведение любого мероприятия требует большой подготовительной работы. Сюда можно отнести: формирование команды (или нескольких команд) участников; формулировка названий и лозунгов команд; выбор капитанов команд и, если необходимо, разработка домашнего задания для команд.

Ниже приводим перечень внеклассных мероприятий по теме «Вирусы – неклеточные формы жизни».

#### **1. Игра «Крути барабан».**

От каждой команды выбирают по 1-му игроку. Каждый игрок по очереди крутит барабан 4 раза и отвечает на вопросы. За каждый правильный ответ 1 балл.

Барабан (его можно изготовить из твердого картона) разделен на 12 секций: 9 цифр от 1 до 9 соответствуют номеру вопроса, на который надо будет отвечать, и 3 секции с обозначениями: «0» – переход хода другому участнику, «Д» – подсказка друга, «П» – помощь преподавателя.

*Вопросы к игре:*

1. Кто впервые обнаружил вирусы? *Ответ: Д.И. Ивановский.*
2. Как размножаются вирусы? *Ответ: Только в клетке хозяина.*
3. Какие живые организмы поражают вирусы? *Ответ: Человека, животных, растения, бактерии.*
4. Какая наука изучает неклеточные формы жизни? *Ответ: Вирусология.*
5. Как называется вирусная частица? *Ответ: Вирион.*
6. Из чего состоит вирус? *Ответ: Белковая оболочка, нуклеиновая кислота.*
7. Как называется вирус, поражающий бактерии? *Ответ: Бактериофаг.*
8. Что такое капсид? *Ответ: оболочка вируса.*
9. В каком году были открыты вирусы? *Ответ: в 1892 г.*

#### **2. Викторина «Правда или ложь».**

Каждой команде предлагаются утверждения, нужно определить: верное оно или нет. Если утверждение неверное, то нужно объяснить почему. За каждый правильный ответ 1 балл.

1. Вирусы занимают промежуточное положение между телами живой и неживой природы. *Ответ: Правда.*

2. В составе вирусов содержатся только ДНК. *Ответ: Ложь. Вирусы могут содержать РНК.*

3. ВИЧ передается через средства личной гигиены: мыло, салфетки, полотенце. *Ответ: Ложь. ВИЧ передается половым путем, при переливании крови, от ВИЧ положительной матери к ребенку, при использовании нестерильного инструмента для татуировок и пирсинга.*

4. Вирусы размножаются только в клетке хозяина. *Ответ: Правда.*

5. Синтез вирусного белка осуществляется на собственных рибосомах вируса. *Ответ: Ложь. Синтез происходит на рибосомах клетки-хозяина.*

6. Вирусы являются облигатными паразитами, потому что не способны функционировать вне клетки. *Ответ: Правда.*

### 3. Игра «Расшифруй ребус».

Предварительно учитель из числа учеников назначает жюри. В этой игре предлагаются ребусы, посвященные вирусам. Участниками игры являются школьники. Кто первый расшифрует ребус, поднимает руку и члены жюри выслушивают ответ: если ответ правильный, школьник получает 1 балл, если ответ неправильный, игра продолжается. Количество ребусов может быть любым.

### 4. Игра «Разгадай кроссворд».

В этой игре участвуют 2 команды школьников, каждая из которых получает одинаковый кроссворд. В течение определенного времени команды работают над разгадыванием кроссворда и затем представляют свою работу жюри. Жюри под руководством учителя определяет победителя.

### 5. Конкурс «Осторожно, инфекция!».

В игре участвуют 2 команды, каждая из которых получает аналогичное задание: создать плакат, посвященный определенному вирусному заболеванию. В этом плакате необходимо отобразить: название заболевания, пути передачи инфекции, симптомы, лечение, меры профилактики. Победителя определяет жюри под руководством учителя биологии.

### 6. Конкурс капитанов.

В данном конкурсе принимают участие капитаны команд. На доске появляется таблица. В левом столбце представлены категории вопросов, в правом – баллы за правильный ответ. На обдумывание дается 1 минута. При правильном ответе капитан получает баллы в соответствии с ценой вопроса. Если капитан затрудняется ответить, то его дают члены команды. Если правильного ответа нет, то его озвучивает преподаватель.

*Таблица*

**Выбор капитана**

Категория вопросов	Баллы за правильный ответ		
Строение вирусов	10	20	30
История вирусов	10	20	30
Вирусные болезни	10	20	30

*Вопросы категории «Строение вирусов»:*

«10 баллов»: Назовите функции капсида. *Ответ: защита генома от внешних воздействий и обеспечение адсорбции вириона к клетке.*

«20 баллов»: Назовите стадии жизненного цикла вируса. *Ответ: адсорбция, проникновение вируса в клетку, синтетическая стадия, сборка вирусных частиц, выход дочерних вирионов.*

«30 баллов»: Вирусная нуклеиновая кислота имеет разные структуры. Назовите их. *Ответ: однонитчатая, двунитчатая, линейная, кольцевая, фрагментированная, нефрагментированная.*

*Вопросы категории «История вирусов»:*

«10 баллов»: Кто впервые обнаружил вирусы? *Ответ: Д.И. Ивановский.*

«20 баллов»: Ученые XIX в., работы которых стали началом изучения вирусных заболеваний. *Ответ: Роберт Кох, Луи Пастер.*

«30 баллов»: От какого заболевания Джонас Солк разработал первую вакцину в Питтсбургском университете? *Ответ: от полиомиелита.*

*Вопросы категории «Вирусные болезни»:*

«10 баллов»: Какие клетки поражает вирус иммунодефицита человека? *Ответ: лимфоциты.*

«20 баллов»: Какой вирус передается человеку через укус животного и вызывает такие симптомы, как аэрофобия, чувство страха, галлюцинации, высокая чувствительность к яркому свету? *Ответ: вирус бешенства.*

«30 баллов»: До XXI в. считалось, что у людей представители вирусов данного семейства вызывают легкие по течению болезни, длящиеся несколько дней и завершающиеся полным выздоровлением. Что это за семейство? *Ответ: корона вирусы.*

В заключение каждого мероприятия – **подведение итогов**. Это очень важная процедура, позволяющая ученикам объективно оценить свои знания, а учителю – наметить правильную траекторию дальнейшего обучения биологии.

### Литература

1. Бекшаев И.А., Дьячкова Т.В., Ющенко Ю.А. Вирусы – инфекционные агенты живых клеток // Биология в школе. 2019. № 1. С. 3–14.
2. Биология. 5–9 классы. Концентрическая структура. Рабочие программы к линии УМК под ред. И.Н. Пономарёвой: учебно-методич. пособие / И.Н. Пономарёва, В.С. Кучменко, О.А. Корнилова [и др.]. М.: Вентана-Граф, 2017.
3. Биология. Рабочие программы. Предметная линия учебников под ред. Д.К. Беляева и Г.М. Дымшица. 10–11 классы: учеб. пособие для общеобразоват. организаций: базовый уровень / Г.М. Дымшиц, О.В. Саблина. 2-е изд. М.: Просвещение, 2021.
4. Биология. Рабочие программы. 10–11 классы: учеб. пособие для общеобразоват. организаций: углубл. уровень / Г.М. Дымшиц, О.В. Саблина. М.: Просвещение, 2017.
5. Высоцкая Л.В., Рувинский А.О., Дымшиц Г.М. Биология. 10 класс. Углубленный уровень / под ред. акад. В.К. Шумского и проф. Г.М. Дымшица. М.: Просвещение, 2021.
6. Генералов И.И., Железняк Н.В., Окулич В.К. [и др.]. Медицинская вирусология / под ред. И.И. Генералова. Витебск: ВГМУ, 2017.
7. Дымшиц Г.М., Бородин П.А., Сергеев М.Г. [и др.]. Биология. 10–11 классы. Практикум. Углубл. уровень. М.: Просвещение, 2017.
8. Казак Н.Ф., Титов Л.П., Канашкова Т.А. [и др.]. Основы медицинской вирусологии: учебно-методич. пособие. Минск: БГМУ, 2019.
9. Каменский А.А., Криксунов Е.А., Пасечник В.В. Биология. Введение в общую биологию и экологию. 9 кл. М.: Дрофа, 2019.
10. Коновалова М.А. Дидактическая игра «Дрейф генов» // Биология в школе. 2019. № 2. С. 37–39.
11. Литусов Н.В. Общая микробиология. Иллюстрированное учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГМУ, 2015.
12. Литусов Н.В., Устюжанин А.В. Структура и репродукция вирусов. Иллюстрированное учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГМА, 2012.
13. Павлов И.И. Формирование положительной мотивации школьников с помощью игры «Эволюция» // Биология в школе. 2018. № 7. С. 35–40.
14. Пономарева И.Н., Корнилова О.А., Чернова Н.М. Биология: 9 класс: / под ред. И.Н. Пономарёвой. 6-е изд. М.: Вентана-Граф, 2017.
15. Ховрин А.Н., Ховрина Г.Б., Пономарёва О.К. Игра как метод формирования системы биологических знаний // Биология в школе. 2018. № 6. С. 65–71.
16. Lanigan T.M., Kopera H.C. and Saunders T.L. Principles of Genetic Engineering // Genes. 2020. Vol. 11. № 3. P. 291–312.
17. Mizuno N., Mizutani E., Sato H., Kasai M., Ogawa A., Suchy F., Yamaguchi T., Nakauchi H. Intra-embryo gene cassette knockin by CRISPR / Cas9-mediated genome editing with adeno-associated viral vector // iScienc. 2018. Vol. 9. P. 286–297.