

**Министерство образования Республики Беларусь**  
Учебно-методическое объединение по естественнонаучному образованию  
Учебно-методическое объединение по экологическому образованию

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель Министра образования  
Республики Беларусь

  
\_\_\_\_\_ В.А. Богуш

13.08. \_\_\_\_\_ 2015 г.

Регистрационный № ТД-Г, 5251 тип.

**Вирусология**

**Типовая учебная программа по учебной дисциплине  
для специальностей:**

1-31 01 01 Биология (по направлениям)  
направлений специальности

1-31 01 01-01 Биология (научно-производственная деятельность),

1-31 01 01-02 Биология (научно-педагогическая деятельность);

1-33 01 01 Биоэкология

**СОГЛАСОВАНО**

Председатель Учебно-методического  
объединения по естественно-  
научному образованию

\_\_\_\_\_ стик

24



Председатель Учебно-методического  
объединения по экологическому  
образованию

\_\_\_\_\_ В.И. Дунай

\_\_\_\_\_ 2014 г.

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник Управления высшего  
образования Министерства  
образования Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ С.И. Романюк

28.08. \_\_\_\_\_ 2015 г.

Проректор по научно-методической  
работе Государственного учреждения  
образования «Республиканский  
институт высшей школы»

\_\_\_\_\_ И.В. Титович

09.06. \_\_\_\_\_ 2015 г.

Подпись \_\_\_\_\_ удостоверяю  
Ведущий специалист управления  
организационной работы и документационного  
обеспечения \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_

Эксперт-нормоконтролер

\_\_\_\_\_ С.А. Радчинович

26 мая \_\_\_\_\_ 2015 г.

Минск 2015

**СОСТАВИТЕЛИ:**

Анатолий Николаевич Евтушенко, заведующий кафедрой молекулярной биологии Белорусского государственного университета, доктор биологических наук, профессор;

Ольга Борисовна Русь, доцент кафедры молекулярной биологии Белорусского государственного университета, кандидат химических наук, доцент

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра биотехнологии и биоэкологии Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»;

Анатолий Иванович Зинченко, заведующий лабораторией молекулярной биотехнологии Государственного научного учреждения «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси», доктор биологических наук, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой молекулярной биологии Белорусского государственного университета (протокол № 7 от 16 октября 2014 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 2 от 27 ноября 2014 г.);

Научно-методическим советом по биологии, биохимии и микробиологии Учебно-методического объединения по естественному образованию (протокол № 27 от 28 ноября 2014 г.);

Научно-методическим советом по биоэкологии и геоэкологии Учебно-методического объединения по экологическому образованию (протокол № 2 от 1 декабря 2014 г.)

Ответственный за редакцию: Анатолий Николаевич Евтушенко

Ответственный за выпуск: Анатолий Николаевич Евтушенко

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Вирусология» разработана в соответствии с требованиями образовательных стандартов высшего образования первой ступени по специальностям 1-31 01 01 «Биология (по направлениям)» и 1-33 01 01 «Биоэкология».

По биологическому разнообразию вирусы превосходят бактерии, животные и растения вместе взятые. И основу этого многообразия составляют относительно просто организованные вирусные частицы, состоящие всего лишь из одного типа нуклеиновой кислоты, белка, иногда липидов и некоторых других веществ. Тем не менее, различные представители царства вирусов способны размножаться в клетках всех прокариотических и эукариотических организмов, используя их биосинтетический потенциал для собственной репродукции.

Использование вирусами для хранения генетической информации «нетрадиционных» молекул типа одноцепочечных ДНК, двуцепочечных РНК, (-)РНК привело к возникновению множества новых механизмов репликации генетического материала и реализации генетической информации, открыло новые возможности для мутационной и рекомбинационной изменчивости генома. Высокая частота генетической изменчивости вирусов наряду с высокой численностью популяций вирусных частиц приводит к опасным для человека последствиям в виде новых инфекционных агентов, таких как ВИЧ, вирусы геморрагических лихорадок и др. Можно полагать, что в будущем, в связи с ухудшением экологической обстановки, частота появления новых вирусных инфекций увеличится.

В экспериментальных исследованиях вирусы, размножающиеся как в прокариотических, так и в эукариотических клетках, являются удобной биологической системой для исследования основных молекулярных процессов. Значительные успехи современной биологии в изучении механизмов репликации нуклеиновых кислот, возникновении мутаций, регуляции процессов транскрипции и трансляции были достигнуты с применением вирусов бактерий в качестве модельных объектов. Таким образом, вирусология является важным звеном в подготовке современных специалистов-биологов и биоэкологов.

**Цель курса** – ознакомить студентов с основными группами вирусов бактерий, животных и растений, составляющих особое царство живых существ, рассмотреть особенности их организации и репродукции, дать представление о наиболее интересных представителях данной группы организмов, показать основные направления и перспективы развития вирусологической науки.

### **Задачи курса:**

- сформировать у студентов представление о вирусах как особой форме существования живой материи;

- дать представление о разнообразии структурной организации вирусных частиц и типов вирусных геномов, стратегии взаимодействия вирусов с клеткой-хозяином и о механизмах репликации их нуклеиновой кислоты;

- ознакомить студентов с представителями различных групп вирусов, патогенных для животных и человека, и современными способами профилактики вызываемых ими заболеваний и противовирусной терапии;

- дать представление об использовании векторов молекулярного клонирования на основе вирусов в современной биотехнологии.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

– основные семейства вирусов животных и растений, отдельных представителей умеренных и вирулентных бактериофагов;

– основные схемы репликации вирусов растений, животных и бактерий в зависимости от типа геномной нуклеиновой кислоты;

– отдельных представителей вирусов животных и растений, вызывающих наиболее значимые инфекции и методы их профилактики и лечения;

– примеры использования вирусов в качестве векторов в генетической инженерии, биотехнологии и генотерапии;

**уметь:**

– определять титр бактериофага, проводить очистку бактериофага, получать фаголизаты с высоким титром, фаготипировать бактерии и определять спектр литического действия бактериофага;

– проводить лизогенизацию бактерий и выявлять лизогенные штаммы;

**владеть:**

– вирусологическими терминами и свободно ориентироваться в литературе по вирусологии;

– экспериментальными методами определения и работы с вирусами и вирусными векторами;

– методами анализа вирусных компонентов и выявления вирусов.

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Вирусология» составлена с учетом междисциплинарных связей и программ по курсам «Генетика», «Микробиология», «Биохимия» и др.

Изучение учебной дисциплины «Вирусология» должно обеспечить формирование у специалиста следующих компетенций:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

ПК-1. Квалифицированно проводить научные исследования в области биохимии и молекулярной биологии, осуществлять анализ результатов экспериментальных исследований, формулировать из полученных результатов корректные выводы.

ПК-2. Осваивать новые модели, теории, методы исследования, разрабатывать новые методические подходы.

ПК-3. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научной литературе, составлять аналитические обзоры.

ПК-4. Готовить научные статьи, сообщения, рефераты, доклады и материалы к презентациям.

ПК-5. Составлять и вести документацию по научным проектам исследований.

ПК-6. Квалифицированно проводить научно-производственные исследования в области промышленной экологии, выбирать грамотные и экспериментально обоснованные методические подходы, давать рекомендации по практическому применению полученных результатов.

ПК-7. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научно-технических и других информационных источниках.

ПК-8. Организовывать работу по подготовке научных статей, заявок на изобретения и лично участвовать в ней.

ПК-9. Организовывать работу по обоснованию целесообразности научных проектов и исследований.

ПК-10. Составлять и вести документацию по научно-производственной деятельности.

Программа рассчитана на 66 часов, из них аудиторных 40 часов (примерное распределение по видам занятий: лекции – 30 часов, лабораторные занятия – 10 часов). Если в качестве итоговой формы контроля предусмотрен экзамен, то на подготовку отводится от 28 до 54 часов на каждый экзамен дополнительно.

### ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ разделов и тем	Наименование разделов и тем	Аудиторные часы		
		Всего	Лекции	Лабораторные занятия
1	2	3	4	5
I	Введение	2	2	-
II	Общая вирусология	8	4	4
III	Бактериофаги	12	6	6
IV	Взаимодействие вирусов с клеткой-хозяином	2	2	-
V	Вирусные инфекции	6	6	-
VI	Характеристика отдельных семейств вирусов, патогенных для человека и животных	8	8	-
VII	Антивирусная терапия	2	2	-
<b>ИТОГО:</b>		<b>40</b>	<b>30</b>	<b>10</b>

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### I. ВВЕДЕНИЕ

Открытие основных групп вирусов (работы Д. И. Ивановского, М. Бейеринка, У. Стенли, Ф. Леффлера и П. Фроша, П. Рауса, Ф. Туорта, Ф. д'Эрелля). Определения вируса. Предмет и задачи вирусологии, ее связь с другими биологическими дисциплинами. Достижения и перспективы развития современной вирусологии.

### II. ОБЩАЯ ВИРУСОЛОГИЯ

Принципы классификации вирусов. Основные семейства вирусов животных и человека.

Специальные методы выделения и изучения вирусов. Лабораторные животные и растения, используемые в вирусологических исследованиях. Культивирование вирусов животных в куриных эмбрионах. Использование культур клеток для изучения вирусов животных. Применение метода гемагглютинации в вирусологии. Иммунологические методы в вирусологических исследованиях. ДНК – методы идентификации вирусов.

Методы, используемые в работе с бактериофагами. Титр бактериофага, способы его определения. Получение фаговых лизатов.

Структура вирусных частиц: сердцевина вируса и капсид (нуклеокапсиды), оболочки вирионов и их происхождение. Типы симметрии вирусов (кубический, спиральный, смешанный). Спиральные вирусы (принципы спиральной симметрии, вирус табачной мозаики). Сферические вирусы, принципы икосаэдрической симметрии. Строение некоторых сложных вирусов (бактериофаги, орто- и парамиксовирусы, рабдовирусы, ретровирусы, вирус осповакцины, тогавирусы).

Взаимодействие белков и нуклеиновых кислот при упаковке геномов вирусов. Функции белковых компонентов вирионов (рецепторные функции белков внешней мембраны, ферментные белки вирионов). Липиды и углеводы вирусов. Другие компоненты вирусных частиц.

Организация геномов вирусов. Типы ДНК- и РНК- геномов. Вирусы с непрерывным и сегментированным геномами. Кодированная способность вирусного генома. Генетика вирусов. Типы вирусных мутантов. ДИ-частицы. Генетические взаимодействия между вирусами (комплементация, рекомбинация). Негенетическое взаимодействие вирусов (интерференция, фенотипическое смешение).

Основные гипотезы происхождения вирусов и факты их подтверждающие. Возможные пути эволюции вирусов.

### III. БАКТЕРИОФАГИ

Особенности взаимодействия с клеткой вирулентных и умеренных фагов. Три состояния бактериофага. Механизм лизогенизации и индукции профага. Генетическая организация и особенности репликации умеренных фагов лямбда,

мю, P1. Фаговая трансдукция и фаговая конверсия. Бактериофаги как переносчики генетической информации бактерий. Организация геномов и репликация вирулентных Т-четных и Т-нечетных бактериофагов (Т4, Т7). Организация геномов и репликация вирулентных фагов с однонитевой ДНК (M13, ØX174, f1) и однонитевой РНК (Q). Использование фагов в генетической инженерии в качестве векторов генетической информации.

#### **IV. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВИРУСОВ С КЛЕТКОЙ-ХОЗЯИНОМ**

Общая схема репликации вирусов (цикл одиночного развития фага, биохимия вирусной инфекции). Стадии репликации вирусов: адсорбция (рецепторы вирусов), проникновение, депротенизация вирусной частицы, синтез предшественников вирусных нуклеиновых кислот и белков, сборка вирионов, выход вирусных частиц из клетки. Основные типы репликации вирусных геномов по Балтимору: двунитевые ДНК-геномы, однонитевые (+)ДНК-геномы, двунитевые РНК-геномы, (+)РНК-геномы, (-)РНК-геномы, (+)РНК-диплоидные геномы, реплицирующиеся через ДНК-копию, двунитевые ДНК-геномы, использующие обратную транскрипцию в цикле репродукции. Кодированная стратегия вирусов в зависимости от организации генома. Особенности отдельных стадий взаимодействия вируса с клетками в зависимости от организации и свойств вирионов (структура нуклеиновых кислот вируса, характер оболочек и пр.).

#### **V. ВИРУСНЫЕ ИНФЕКЦИИ**

Пути передачи вирусов животных и человека. Патогенез заболеваний вирусной природы. Клеточные и организменные стадии вирусного патогенеза. Распространение вирусов в организме хозяина и тропизм к определенным тканям. Цитопатические эффекты, индуцируемые вирусом в клетках животных. Развитие иммунного ответа при вирусной инфекции.

Латентные вирусные инфекции. Медленные вирусные инфекции. Синдром приобретенного иммунодефицита. Вирусная трансформация клеток и онкогенез. Онкогенные ДНК- и РНК-содержащие вирусы.

Новые и возникающие вирусные инфекции.

Вирусные инфекции растений. Пути передачи вирусных инфекций у растений. Особенности репликации вирусов растений. Методы борьбы с вирусными инфекциями растений.

Неканонические вирусы: прионы и вириды и механизмы их репродукции.

#### **VI. ХАРАКТЕРИСТИКА ОТДЕЛЬНЫХ СЕМЕЙСТВ ВИРУСОВ, ПАТОГЕННЫХ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ**

*ДНК-содержащие вирусы.* Аденовирусы. Общая характеристика (биологические особенности, классификация). Особенности репликации и важнейшие представители.

Гепаднавирусы. Общая характеристика (биологические особенности, классификация). Особенности репликации и важнейшие представители.

Герпесвирусы. Общая характеристика (биологические особенности, классификация). Особенности репликации и важнейшие представители.

Папилломавирусы. Общая характеристика (биологические особенности, классификация). Особенности репликации и важнейшие представители.

Парвовирусы. Общая характеристика (биологические особенности, классификация). Особенности репликации и важнейшие представители.

Поксвирусы. Общая характеристика (биологические особенности, классификация). Особенности репликации и важнейшие представители.

Полиомавирусы. Общая характеристика (биологические особенности, классификация). Особенности репликации и важнейшие представители.

*РНК-содержащие вирусы.* Аренавирусы. Общая характеристика (биологические особенности, классификация). Особенности репликации и важнейшие представители.

Буньявирусы. Общая характеристика (биологические особенности, классификация). Особенности репликации и важнейшие представители.

Ортомиксовирусы. Общая характеристика (биологические особенности, классификация). Особенности репликации и важнейшие представители.

Парамиксовирусы. Общая характеристика (биологические особенности, классификация). Особенности репликации и важнейшие представители.

Пикорнавирусы. Общая характеристика (биологические особенности, классификация). Особенности репликации и важнейшие представители.

Рабдовирусы. Общая характеристика (биологические особенности, классификация). Особенности репликации и важнейшие представители.

Реовирусы. Общая характеристика (биологические особенности, классификация). Особенности репликации и важнейшие представители.

Ретровирусы. Общая характеристика (биологические особенности, классификация). Особенности репликации и важнейшие представители.

Тогавирусы. Общая характеристика (биологические особенности, классификация). Особенности репликации и важнейшие представители.

Флавивирусы. Общая характеристика (биологические особенности, классификация). Особенности репликации и важнейшие представители.

## VII. АНТИВИРУСНАЯ ТЕРАПИЯ

Этапы репликации вирусов, уязвимые для действия лекарственных средств. Основные противовирусные препараты и механизм их действия. Интерфероны.

Вакцины против вирусов (живые цельновирионные, инактивированные, субъединичные, рекомбинантные).



## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### ЛИТЕРАТУРА

#### Основная:

1. *Зинченко А.И.* Основы молекулярной биологии вирусов и антивирусной терапии / А.И. Зинченко, Д. А. Паруль. Минск: «Вышэйшая школа», 2005.
2. Медицинская микробиология / под ред. В.И. Покровского, О.К. Поздеева. М.: Гэотар Медицина, 1999.
3. Общая и частная вирусология / под ред. В.М. Жданова, С.Я. Гайдамовича. М.: Медицина, 1982.
4. *Лурия С.* Общая вирусология / С. Лурия, Дж. Дарнелл, Д. Балтимор, Э. Кэмпбелл. М.: Мир, 1981
5. *Сюрин В.Н.* Ветеринарная вирусология: Учебник. – 2-е изд. / В.Н. Сюрин, Р. В. Белоусова, Н. В. Фомина. М.: Агропромиздат, 1991.
6. Медицинская вирусология: Руководство / под ред. Д.К. Львова. М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2008.

#### Дополнительная:

1. *Сингер М.* Гены и геномы / М. Сингер, П. Берг. М.: Мир, 1998. Т.1.
2. Вирусология: В 3-х т./ под ред. Б. Филдса, Д. Нойпа при участии Р. Ченока, Б. Ройзмана, Дж. Мелника, Р. Шоупа. М.: Мир, 1989.
3. Микроорганизмы – возбудители болезней растений / под ред. В.И. Билай. Киев: Наук. думка, 1988.
4. *Жавненко В. М.* Практикум по вирусологии / В. М. Жавненко, В. И. Науменков, В. Н. Алешкевич. Минск: Дизайн ПРО, 1998.
5. *Пташне М.* Переключение генов. Регуляция генной активности и фаг  $\lambda$  / М. Пташне. М.: Мир, 1989.
6. *Зуев В.А.* Медленные вирусные инфекции человека и животных / В.А. Зуев. М.: Медицина, 1988.

### МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине следует использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, учебное издание для теоретического изучения дисциплины, методические указания к лабораторным занятиям, материалы текущей и итоговой аттестации, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации, в т.ч. вопросы для подготовки к экзамену, задания, тесты, вопросы для самоконтроля, тематика рефератов и др., список рекомендуемой литературы, информационных ресурсов и др.).

Эффективность самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы.

### **ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ**

В качестве формы итогового контроля по учебной дисциплине рекомендован экзамен.

Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- защита индивидуальных заданий при выполнении лабораторных работ;
- защита подготовленного студентом реферата;
- устные опросы;
- письменные контрольные работы по отдельным темам курса;
- компьютерное тестирование.