

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор физтех-школы  
биологической и медицинской  
физики**

**Д.В. Кузьмин**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Молекулярная вирусология
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Биоинженерия и биоинформатика
	Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики
	кафедра молекулярной и клеточной биологии
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 45 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 45 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 60 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Программу составил: К.А. Мирошников, д-р хим. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры молекулярной и клеточной биологии 04.06.2020

## Аннотация

Целью данной дисциплины является приобретение обучающимися фундаментальных знаний в области вирусологии: о структуре вирусов, механизмах развития вирусной инфекции, основных ферментах вирусов, регуляции сборки вирионов, механизмах упаковки геномов в капсид, а также о противовирусных препаратах и использовании вирусных частиц в медицине. Студент после освоения курса будет понимать основы строения вирусов и их инфекционного цикла, современный уровень знаний и проблем вирусологии, возможности приложения полученных знаний в медицине, фармакологии, биотехнологии и других смежных областях.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

приобретение обучающимися фундаментальных знаний в области вирусологии: о структуре вирусов, механизмах развития вирусной инфекции, основных ферментах вирусов, регуляции сборки вирионов, механизмах упаковки геномов в капсид, а также о противовирусных препаратах и использовании вирусных частиц в медицине.

#### Задачи дисциплины

- формирование основ знаний в области вирусологии;
- формирование представлений о механизмах развития и контроля вирусных инфекции;
- формирование фундаментальных основ, необходимых для повышения творческого и исследовательского потенциала обучающихся.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.2 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- ☐ основы строения вирусов и их инфекционного цикла;
- ☐ современный уровень знаний и проблем вирусологии;
- ☐ возможности приложения полученных знаний в медицине, фармакологии, биотехнологии и других смежных областях.

уметь:

- ☐ формулировать и ставить задачу исследования и этапов её выполнения;
- ☐ владеть техникой поиска и анализа информации, находимой в Интернете;
- ☐ представлять полученные результаты исследований в устной и наглядной форме;
- ☐ делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- ☐ пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач.

владеть:

- ☐ навыками освоения большого объема информации;
- ☐ навыками научного поиска и использования информационных источников (научная литература, базы данных, компьютерные программы и другие Интернет-ресурсы) для аналитического поиска в области исследований.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Использование вирусных частиц в медицине и нанотехнологиях. Фаготерапия.		4		6
2	История открытия и изучения вирусов. Разнообразие вирусов		5		6
3	Контроль вирусной инфекции. Вакцинация. Противовирусные препараты.		6		8
4	Механизм вирусной инфекции		6		8
5	Механизмы упаковки геномов в капсид		6		8
6	Основные ферменты вирусов		6		8
7	Регуляция сборки вирионов		6		8
8	Структура вирусов		6		8
Итого часов			45		60
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		135 час., 3 зач.ед.			

##### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 1 (Осенний)

###### 1. Использование вирусных частиц в медицине и нанотехнологиях. Фаготерапия.

Использование вирусных частиц в медицине и нанотехнологии. Фаговый дисплей. Фаготерапия.

###### 2. История открытия и изучения вирусов. Разнообразие вирусов

Введение. История открытия и изучения вирусов. Разнообразие вирусов. Современная таксономия и классификация вирусов. Этапы инфекционного цикла вирусов.

###### 3. Контроль вирусной инфекции. Вакцинация. Противовирусные препараты.

Контроль вирусных инфекций. Вакцинация. Типы вакцин, фармакологические требования, адъюванты, рекомбинантные субъединичные вакцины. Противовирусные препараты. Действие на определенные этапы цикла развития вирусов, фармакологические требования, структурный дизайн препаратов, устойчивость вирусов к препаратам.

#### 4. Механизм вирусной инфекции

Механизм вирусной инфекции. Структура внешней мембраны клетки, мембранные белки. Диапазон клеток-хозяев вирусов, тропизм тканей. Взаимодействие с рецепторами клетки, корецепторы, конформационные перестроения рецепторных молекул. Введение вирусного генома в клетку, неспецифический и опосредованный фагоцитоз и эндоцитоз. Транспорт внутри клетки. Эндосомы, «раздевание» генома от сопутствующих белков.

#### 5. Механизмы упаковки геномов в капсид

Механизмы упаковки геномов в капсид. Согласования и последовательная сборка/упаковка вирусных частиц, факторы взаимодействия капсида и нуклеиновой кислоты, упаковка сегментированных геномов. Формирование внешней липидной оболочки, выход новообразованного вируса из клетки.

#### 6. Основные ферменты вирусов

Основные ферменты вирусов I. Репликация ДНК-геномов. ДНК-полимераза, хеликаза, топоизомераза, экзонуклеаза. Основные параметры функционирования реплисомы.

Основные ферменты вирусов II. Вирусные РНК- и ДНК-зависимые РНК-полимеразы. Репликация генома и продукция мРНК. Гомология строения и общность происхождения полимераз. Вспомогательные белки, механизм инициации синтеза.

Основные ферменты вирусов III. Обратная транскрипция. Компоненты комплекса обратной транскриптазы, каталитические и структурные свойства, праймерные РНК. Интеграция вирусной ДНК в геном клетки-хозяина. Структура и функция интегразы, «молекулярный переключатель» интеграции. Ретроэлементы в геномах.

#### 7. Регуляция сборки вирионов

Регуляция сборки вирионов. Интермедиаты сборки, сборка в ядре и на мембране клетки. Шапероны.

#### 8. Структура вирусов

Структура вирусов. Принципы эквивалентного взаимодействия, спиральной и икосаэдрической симметрии. Число триангуляции, строение капсомеров. Пути формирования замкнутого капсида – спонтанный, последовательный, формирование внутреннего ядра (скаффолда). Роль протеолиза в конформационных перестроениях белков.

### **5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

### **6. Перечень рекомендуемой литературы**

#### Основная литература

1. Медицинская микробиология, иммунология и вирусология [Текст] : учебник для студентов мед. вузов / А. И. Коротяев, С. А. Бабичев. — 5-е изд., испр. и доп. — СПб. : СпецЛит, 2012. — 760 с.

Базовая кафедра имеет в наличии данную литературу:

1. Сергеев В.А., Непоклонов Е.А., Алипер Т.И. Вирусы и вирусные вакцины. М: Библионика, 2007.
2. Прозоркина Н.В., Рубашкина П.А. Основы микробиологии, вирусологии и иммунологии. Ростов: Феникс, 2002
3. Маянский Н.А. Общая вирусология. НГМА, 2008
4. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. М.: Мир, 2002
5. Virology. Principles and Applications. J.Carter and V.Saunders. 2007, WILEY ed.
6. Fundamentals of Molecular Virology, N.H. Aceson, 2007, WILEY ed.

Дополнительная литература

Базовая кафедра имеет в наличии данную литературу:

1. Филдс Б., Найп Д. Вирусология. М.: Мир, 1989

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Информационные ресурсы: Научные журналы (Молекулярная биология, Биохимия, Acta Naturae, и др.), доступные через интернет научные журналы: <http://scitation.aip.org/>, <http://www.sciencemag.org/>, электронные конспекты лекций и презентации, разработанные для данного курса.

Доступные через интернет базы данных и биоинформатические программы: Pubmed – NCBI, OMIM – NCBI, UCSC Genome Browser и др.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Для части занятий потребуются Zoom. Google Drive для доступа к материалам курса.

Приветствуется наличие во время занятий смартфонов/ноутбуков для участия в интерактивных упражнениях.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Обучающийся, прослушавший курс, должен с одной стороны, овладеть теоретическим аппаратом квантовой химии, а с другой стороны, должен научиться применять полученные знания на практике. Успешное освоение курса требует самостоятельной работы обучающегося. В программе курса для самостоятельной работы над темой отводится минимальное время.

Самостоятельная работа включает в себя:

- проработку учебного материала,
- чтение и конспектирование дополнительной литературы,
- подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения,
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях,
- подготовку к промежуточной аттестации по дисциплине.

Руководство и контроль самостоятельной работы студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций. Показателем владения материалом служит умение решать задачи. Для формирования умения применять теоретические знания на практике студенту необходимо решать как можно больше задач. При решении задач каждое действие необходимо аргументировать, ссылаясь на рассмотренный ранее теоретический аппарат.

Обычно придерживаются следующей схемы: изучение материала по конспекту в тот же день, учебной и научной литературе, подготовка ответов на вопросы, решение задач (1 час).

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**по направлению:** Прикладные математика и физика  
**профиль подготовки:** Биоинженерия и биоинформатика  
Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики  
кафедра молекулярной и клеточной биологии  
**курс:** 1  
**квалификация:** магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Экзамен

**Разработчик:** К.А. Мирошников, д-р хим. наук

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.2 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Молекулярная вирусология» обучающийся должен:

### знать:

- ☐ основы строения вирусов и их инфекционного цикла;
- ☐ современный уровень знаний и проблем вирусологии;
- ☐ возможности приложения полученных знаний в медицине, фармакологии, биотехнологии и других смежных областях.

### уметь:

- ☐ формулировать и ставить задачу исследования и этапов её выполнения;
- ☐ владеть техникой поиска и анализа информации, находимой в Интернете;
- ☐ представлять полученные результаты исследований в устной и наглядной форме;
- ☐ делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- ☐ пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач.

### владеть:

- ☐ навыками освоения большого объема информации;
- ☐ навыками научного поиска и использования информационных источников (научная литература, базы данных, компьютерные программы и другие Интернет-ресурсы) для аналитического поиска в области исследований.

## 3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Во время текущего контроля студент должен уметь ответить на следующие вопросы:

- 1.Разнообразие вирусов. Современная классификация.
- 2.Этапы инфекционного цикла.
- 3.Структура вирусов. Принципы эквивалентного взаимодействия, спиральной и икосаэдрической симметрии. Число триангуляции, строение капсомеров.
- 4.Структура вирусов. Формирование капсида.
- 5.Механизм вирусной инфекции.
- 6.Репликация ДНК-геномов. Параметры функционирования реплисома.
- 7.Вирусные РНК- и ДНК-зависимые РНК-полимеразы. Репликация генома и продукция мРНК.
- 8.Обратная транскрипция. Компоненты комплекса обратной транскриптазы.
- 9.Интеграция вирусной ДНК в геном клетки-хозяина. Интеграза.
- 10.Сборка вириона.
- 11.Механизмы упаковки генома в капсид.
- 12.Вакцинация, типы вакцин, фармакологические требования.
- 13.Противовирусные препараты, фармакологические требования.
- 14.Фаготерапия

Во время занятий могут проходить интерактивные обсуждения в чатах курса, что будет являться домашним заданием. Возможно выполнение патентного поиска в качестве самостоятельной задачи. Успешное выполнение всех заданий по курсу и выполнение контрольных срезов знаний дает преимущество на экзамене.

#### **4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

1. Разнообразие вирусов. Современная классификация.
2. Этапы инфекционного цикла.
3. Структура вирусов. Принципы эквивалентного взаимодействия, спиральной и икосаэдрической симметрии. Число триангуляции, строение капсомеров.
4. Структура вирусов. Формирование капсида.
5. Механизм вирусной инфекции.
6. Репликация ДНК-геномов. Параметры функционирования реплисомы.
7. Вирусные РНК- и ДНК-зависимые РНК-полимеразы. Репликация генома и продукция мРНК.
8. Обратная транскрипция. Компоненты комплекса обратной транскриптазы.
9. Интеграция вирусной ДНК в геном клетки-хозяина. Интеграза.
10. Сборка вириона.
11. Механизмы упаковки генома в капсид.
12. Вакцинация, типы вакцин, фармакологические требования.
13. Противовирусные препараты, фармакологические требования.
14. Фаготерапия

Примеры билетов на экзамене:

Билет №1

Использование вирусных частиц в медицине и нанотехнологиях. Фаготерапия.

Билет №2

Контроль вирусной инфекции. Вакцинация. Противовирусные препараты.

Билет №3

Структура вирусов

Билет №4

Основные ферменты вирусов

#### **Критерии оценивания**

Оценка отлично (10 баллов) - выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (9 баллов) - выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (8 баллов) - выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо (7 баллов) - выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо (6 баллов) - выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо (5 баллов) - выставляется обучающемуся, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно (4 балла) - выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно (3 балла) - выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно (2 балла) - выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно (1 балл) - выставляется обучающемуся, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

## **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать одного астрономического часа.