

Федеральное бюджетное учреждение науки
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ВИРУСОЛОГИИ И БИО-
ТЕХНОЛОГИИ «ВЕКТОР»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей
и благополучия человека
(ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора)



УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор»
Роспотребнадзора
Р.А. Максютов

« 16 » августа 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ВИРУСОЛОГИЯ»

Группа научных специальностей: 1.5. Биологические науки

Научная специальность: 1.5.10. Вирусология

Составитель:

Ильичева Т.Н., доктор биологических наук, доцент,
ведущий научный сотрудник отдела зоонозных инфекций и гриппа

Согласовано:

Заведующий отделом аспирантуры



Т.Ю. Болдырева

Программа рассмотрена и одобрена на заседании
Ученого совета ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора.

Протокол № 10 «15» 08 2022 г.

Содержание

1. Общие положения.....	4
2. Требования к планируемым результатам освоения дисциплины	4
3. Содержание дисциплины	5
3.1. Трудоемкость освоения дисциплины.....	5
3.2. Тематический план дисциплины	5
3.3. Содержание разделов и тем дисциплины	6
4. Оценка качества освоения дисциплины	9
4.1. Текущий контроль успеваемости.....	9
4.2. Промежуточная аттестация	9
4.3. Перечень вопросов для подготовки к экзамену	9
4.4. Критерии оценивания качества освоения дисциплины	19
5. Учебно-методическое обеспечение и материально-техническое обеспечение дисциплины..	20
5.1 Основная учебная литература	20
5.2 Дополнительная учебная литература.....	20
5.3. Ресурсы сети «Интернет»	20
5.4. Информационные технологии (программные продукты)	21
5.5. Материально-техническое обеспечение.....	21

1. Общие положения

Целью освоения дисциплины является формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний в области исследования вирусов, их природы и происхождения, химического состава, генетики, строения, морфологии, морфогенеза и биофизических свойств вирусов, механизмов их размножения, биохимических и молекулярно-генетических аспектов их взаимоотношений с клеточными организмами, а также проблемами противовирусного иммунитета, патогенности, инфекционности вирусов, разработкой мер и средств предупреждения, диагностики и лечения, вызываемых вирусами заболеваний.

Задачами освоения дисциплины является подготовка специалистов высшей квалификации для фундаментальной и прикладной науки в области вирусологии, клеточной биологии, молекулярной биологии, биотехнологии, иммунологии и генной инженерии, обладающих современными теоретическими знаниями и экспериментальной подготовкой, способных формулировать научные и прикладные задачи и предлагать пути их решения, нацеленных на совершенствование и развитие своего научного потенциала, профессионального опыта и достоверного представления полученных результатов.

Дисциплина отнесена к обязательным дисциплинам образовательного компонента программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.5.10. Вирусология.

Дисциплина «Вирусология» изучается в третьем и четвертом семестрах второго курса. Изучение дисциплины опирается на знания в области физики, химии, математики, философии, специальных дисциплин, освоенных аспирантами на предшествующих этапах обучения.

2. Требования к планируемым результатам освоения дисциплины

Знать	- вирусологические термины, основы структуры, систематики и номенклатуры вирусов, понимать принципы распространения, диагностики, профилактики и лечения вирусных инфекций;
Уметь	- применять методы культивирования вирусов, диагностики, лечения и профилактики инфекционных заболеваний, принципы биобезопасности при работе с вирусными агентами в условиях лаборатории, инфекционного стационара и в экспедиционных условиях, выполнять расчет чувствительности и точности измерений концентраций биологических объектов в области иммунологии и вирусологии, выбирать адекватный метод решения вирусологических задач с обработкой экспериментальных данных с использованием методов статистической обработки данных; - представить полученные результаты, подтвердить их достоверность с помощью статистических методов, представить полученные результаты устно и письменно; - ориентироваться в научной литературе, отечественной и зарубежной, критически оценивать методы для решения экспериментальных задач; методиками для безопасной работы с биологически опасными агентами; оперировать вирусологическими методами исследования;
Владеть	- навыками понимания основ экспериментальных вирусологических методик

	<p>для исследования биомолекул и вирусных частиц, программными пакетами для обработки данных в вирусологическом эксперименте;</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками изучения сущности процессов, протекающих в живой клетке; <p>знаниями о современном состоянии науки в области структуры и функционирования носителей генетической информации;</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками участия в научной дискуссии, принятия независимых суждений и самостоятельных решений, свободно ориентироваться в теоретической и методической базе, отстаивать свою точку зрения; - навыками изложения и обсуждения собственных экспериментальных данных в виде научной статьи.
--	---

3. Содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость освоения дисциплины

Вид учебной работы	Всего часов/ З.Е.
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	36
в том числе: лекции	36
практические (семинарские) занятия	
Самостоятельная работа обучающихся	72
Общая трудоемкость	108/3

3.2. Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем	Всего часов	Лекции	Самостоятельная работа
1. Тема 1. Введение в вирусологию и таксономия вирусов	2	2	
Тема 2. Основы геномики вирусов	6	2	4
Тема 3. Инфекционный процесс: патогенность, вирулентность и инфекционность вирусов	8	2	6
Тема 4. Противовирусный иммунитет	6	2	4
Тема 5. Вакцины и вакцинация	8	2	6
Тема 6. Некоторые методы иммунологии, используемые в вирусологии	6	2	4
Тема 7. Методы генетической диагностики вирусных инфекций	6	2	4
Тема 8. Вирус и клетка, основные моменты взаимодействия	6	2	4
Тема 9. Возникающие и вновь возникающие инфекции, основные положения	6	2	4
Тема 10. Флавивирусы, генетическое разнообразие, генная терапия вирусных инфекций	6	2	4
Тема 11. Ортомиксовирусы	6	2	4
Тема 12. Поксвирусы	6	2	4

Тема 13. Пикорнавирусы	6	2	4
Тема 14. Тогавирусы	6	2	4
Тема 15. Филовirusы	6	2	4
Тема 16. Ретровirusы	6	2	4
Тема 17. Парвовirusы	6	2	4
Тема 18. Биологическая безопасность и организация лабораторий различных уровней биобезопасности	6	2	4
Итого по дисциплине	108	36	72

3.3. Содержание разделов и тем дисциплины

1. Введение в вирусологию и таксономия вирусов. История развития учения о вирусах. Основные этапы развития вирусологии. Открытие Д.И. Ивановским вирусов, значение этого открытия для биологии и медицины. Основные вирусологические термины. Выявление значения вирусов в патологии человека и животных. Таксономии вирусов. История развития таксономии вирусов. Царство вирусов. Определение вирусов как особых форм организации живого. Понятие о вирусах человека, животных, насекомых, растений, бактерий. Вироиды. Принципы классификации и таксономии вирусов: отряд, семейство, род, вид. Их определения. Принципы выделения отрядов, семейств, родов и видов. Отряды вирусов и входящие в них семейства.

2. Основы геномики вирусов. Репликация вирусов и принципы устройства генома РНК и ДНК содержащих вирусов; генетика вирусов и значение вирусологии в развитии генетики; организация генетического аппарата вирусов; отличия геномов РНК- и ДНК-содержащих вирусов; популяционная изменчивость вирусов; гетерогенность вирусных популяций, ее механизмы и практическое значение; роль вирусов в обмене генетической информации в биосфере.

3. Инфекционный процесс. Основные характеристики вирусного инфекционного процесса; инфекционность, патогенность и вирулентность вирусов; фазы развития инфекционного процесса и понятие о патогенезе инфекционных болезней; особенности противовирусного иммунитета, гуморальный иммунитет и клеточный иммунитет; иммунодефицитные состояния; иммунопрофилактика, иммунотерапия и иммунокоррекция; иммунологические и генетическая диагностика.

4. Противовирусный иммунитет. Генерализованный и локальный ответ организма на репликацию вирусов. Врожденный и приобретенный иммунитет. Роль макрофагов и натуральных киллеров. Гуморальный иммунитет. Выявление антител. Методы определения иммунных комплексов. Методы количественного определения иммуноглобулинов – иммуноферментный анализ, реакция нейтрализации, реакция торможения гемагглютинации. Клеточный иммунитет. Субпопуляции лимфоцитов. Определение субпопуляций Т- и В-лимфоцитов. Методы индикации клеточного иммунитета – кожные тесты, ELISPOT, проточная цитометрия, цитотоксические лимфоциты, антителозависимая цитотоксичность лимфоцитов. Иммунодефицитные состояния. Первичные и вторичные иммунодефициты. Недостаточность гуморального, клеточного иммунитета, комбинированные нарушения иммунитета. Антитело-зависимое усиление инфекции. Роль инфекций в развитии иммунодефицитов человека.

5. Вакцины и вакцинация. Принципы иммунопрофилактики. Препараты для иммунопрофилактики: вакцины, сыворотки, иммуноглобулины. Современная классификация

и типы вакцин (живые, инактивированные, молекулярные, синтетические, антиидиотипические и др.). Способы приготовления, оценки эффективности и контроля. Ассоциированные вакцины. Адьюванты. Аутовакцины, вакциноterapia. Новые типы вакцин, противораковые вакцины. Задачи и принципиальные подходы к иммунотерапии и иммунокоррекции. Иммуностимулирующая, иммунозаместительная, иммуносупрессивная терапия. Иммунотерапевтические препараты: интерфероны, интерлейкины, левамизол (декарис), препараты тимуса, антимаболиты, кортикостероиды, циклофосфан, антилимфоцитарная сыворотка, моноклональные антитела и др.

6. Некоторые методы иммунологии, используемые в вирусологии. Характеристика реакций антиген-антитело: специфичность, двухфазный характер, обратимость, оптимальное соотношение ингредиентов, качественный и количественный характер, чувствительность и др. Реакции, основанные на феномене агглютинации: прямая, непрямая коагглютинация, реакция торможения непрямой гемагглютинации, реакция обратной гемагглютинации, реакция Кумбса – антиглобулиновый тест. Реакции, основанные на феномене преципитации: кольцепреципитация, флоккуляция, преципитация в геле (двойная встречная иммунодиффузия, радиальная иммунодиффузия, иммуноэлектрофорез). Реакции иммунного лизиса (бактериолиз, спирохетолиз, гемолиз). Реакция связывания комплекса. Реакция иммобилизации микроорганизмов. Опсоно-фагоцитарная реакция. Реакция нейтрализации (токсинов и вирусов). Реакция с использованием меченых антигенов и антител: иммунофлюоресценция (прямая и непрямая реакция Кумбса), иммуноферментный метод (прямой, непрямой, твердофазный, конкурентный), радиоиммунный анализ (конкурентный, обратный, непрямой), иммуноблоттинг. Иммуногистохимические методы исследования. Иммуноэлектронная микроскопия (с использованием антител, меченых ферритином, коллоидным золотом, изотопами).

7. Методы генетической диагностики вирусных инфекций. Методы полимеразной цепной реакции, чувствительность и специфичность. Обратная транскрипция и особенности диагностики РНК содержащих вирусов. Секвенирование вирусных геномов, основы биоинформатики

8. Вирус и клетка, основные моменты взаимодействия. Основные стадии взаимодействия вирусов и клетки. Вирусный цикл. Стадия адсорбции, характеристика вирусных и клеточных рецепторов. Стадия пенетрации в клетку, ее механизмы. Стадии депротенизации, синтеза вирусных макромолекул, сборки вирусных частиц и выхода из клетки, их механизмы у различных групп вирусов. Виды взаимодействия вирусов и клетки: продуктивный, abortивный, интегративный.

9. Возникающие и вновь возникающие инфекции, основные положения. Понятие о возникающих и вновь возникающих инфекциях. Обзор основных новых инфекций, механизмы появления новых инфекций. Факторы внешней среды, способствующие появлению новых инфекций. Основные проблемы профилактики, диагностики и лечения новых инфекций.

10. Флавивирuсы, генетическое разнообразие, генная терапия вирусных инфекций. Общая характеристика семейства. Входящие в него роды и их типичные представители. Структура вириона и схема генома. Антигены. Культивирование. Репликативный цикл. Резистентность к физическим и химическим факторам. Основные представители, вызывающие заболевания у человека – вирусы желтой лихорадки, лихорадки денге, японского энцефалита, омской геморрагической лихорадки, вируса клещевого энцефалита, Западного Нила и т.д. Природная очаговость, природный цикл, механизм передачи.

Переносчики. Особенности патогенеза. Роль отечественных ученых в изучении флавивирусных инфекций (Л.А. Зильбер, М.П. Чумаков, А.Н. Шубладзе и др.), открытие вируса желтой лихорадки (Уолтер Рид). Лабораторная диагностика. Специфическая профилактика и лечение.

11. Ортомиксовирусы. Общая характеристика семейства. Входящие в него роды и их типичные представители. Структура вириона и схема генома. Репликативный цикл. Вирусы гриппа человека. Культивирование. Чувствительность к физическим и химическим факторам. Характеристика антигенов. Гемагглютинин, нейраминидаза, их локализация, строение, классификация, функциональная активность. Виды антигенной изменчивости, ее механизмы. Патогенез гриппа. Роль персистенции вируса в организме человека и животных в сохранении эпидемиологически значимых штаммов. Иммунитет. Лабораторная диагностика. Специфическая профилактика и лечение.

12. Поксвирусы. Общая характеристика семейства. Входящие в него роды и их типичные представители. Вирус натуральной оспы. Структура вириона и схема генома. Антигены. Репликативный цикл. Культивирование. Чувствительность к действию химических и физических факторов. Гемагглютинация. Патогенетические особенности заболевания; внутриклеточные включения (тельца Гварниери). Лабораторная диагностика. Терапия заболевания. Специфическая профилактика оспы. Глобальная ликвидация оспы. Вклад СССР в программу ликвидации оспы.

13. Пикорнавирусы. Общая характеристика семейства. Входящие в него роды и их типичные представители. Структура вириона и схема генома. Характеристика вирионов. Антигены. Культивирование. Репликативный цикл. Патогенность для животных. Резистентность к действию физических и химических факторов. Диагностика, профилактика и лечение. Энтеровирусы Коксаки, ЕСНО, энтеровирусы 68-71. Роль энтеровирусов в патологии человека. Вирусы полиомиелита. Патогенез полиомиелита и других энтеровирусных инфекций. Иммунитет. Специфическая профилактика и терапия. Вирус гепатита А – возбудитель инфекционного гепатита. Биологические свойства, классификация. Патогенез заболевания. Диагностика, специфическая профилактика и лечение.

14. Тогавирусы. Общая характеристика семейства. Входящие в него роды и их типичные представители. Структура вириона и схема генома. Антигены. Культивирование. Репликативный цикл. Чувствительность к физическим и химическим факторам. Роль альфавирусов в патологии человека и животных (вирус Синбис, ВЭЛ, западного и восточного энцефаломиелита лошадей, карельской лихорадки и др.). Общая характеристика, резистентность к физическим и химическим факторам, культивирование, переносчики, природная очаговость. Диагностика, профилактика и лечение.

15. Филовирусы. Общая характеристика семейства. Входящие в него роды и их типичные представители. Структура вириона и схема генома. Репликативный цикл. Роль в патологии человека. Диагностика, профилактика и лечение. Проблемы.

16. Ретровирусы. Общая характеристика семейства. Входящие в него роды и их типичные представители. Структура вириона и схема генома. Репликативный цикл. Вирус иммунодефицита человека. Морфология и химический состав. Особенности генома. Изменчивость и ее механизмы. Типовой состав и классификация. Происхождение и эволюция. Культивирование, стадии взаимодействия с чувствительными клетками. Биологические модели. Резистентность к действию физико-химических факторов. Патогенез ВИЧ-инфекции. Клетки-мишени в организме человека, характеристика взаимодействия с этими клетками. Иммунологические нарушения и иммунитет. СПИД - ассоциированные инфек-

ции. Лабораторная диагностика. Лечение (этиотропное, иммуномодулирующая и иммунозаместительная терапия). Перспективы специфической профилактики. Меры борьбы с инфекцией.

17. Парвовирусы. Общая характеристика семейства. Входящие в него роды и их типичные представители. Структура вириона. Антигены. Культивирование. Репликативный цикл. Чувствительность к физическим и химическим факторам. Вирус В19, его значение в патологии человека. Диагностика и лечение. Новые подходы к лечению раковых заболеваний.

18. Биологическая безопасность и организация лабораторий различных уровней биобезопасности. Концепция биологической безопасности в лабораторных условиях, классификации патогенов по уровням риска, основные понятия биобезопасности.

4. Оценка качества освоения дисциплины

4.1. Текущий контроль успеваемости

Для текущего контроля успеваемости аспирантов используется проведение устного группового опроса по одной или нескольким важным темам курса и прохождение тестов.

4.2. Промежуточная аттестация

Для контроля качества освоения дисциплины учебным планом предусмотрен экзамен.

Форма проведения экзамена – устная, с сочетанием письменной и устной форм, в том числе в форме тестирования.

На экзамене аспиранту предлагается три вопроса. Время на подготовку к ответу – не более 45 минут. По каждому из вопросов поступающий излагает основные понятия в письменном виде, решает задачу (при наличии), а затем проводится устная беседа с экзаменаторами.

4.3 Перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Вирусология, предмет и методы исследования, история развития. Связь с другими науками. Теоретическое и практическое значение. Значение вирусологии в снижении и ликвидации некоторых инфекционных заболеваний. Программа глобальной ликвидации натуральной оспы.

2. Общая вирусология

Структура вирионов и их компонентов

- Краткие сведения об открытии вирусов. Место вирусов в живой природе. Определение вирусов. Obligатный паразитизм, две формы существования (вирусная частица и комплекс «вирус-клетка»). Гипотезы о происхождении и подходы в изучении эволюции вирусов.

Общие принципы структурной организации вирионов

- Элементы структуры вириона: нуклеокапсид, капсид, капсомер, внешняя оболочка. Шипики. Вирионы простые и сложные. Принципы икосаэдрической симметрии. Число триангуляции (Т). Квази-эквивалентность. Рентгено-структурный анализ. Криоэлектронная микроскопия. Два типа организации вирусного капсида (спиральные и изометрические капсиды). Структура вирусов со спиральной симметрией (жесткие, палочковидные вирусы, нитевидные вирусы, вирус табачной мозаики – ВТМ). Принципы симметрии вирусов с изометрическим капсидом. Структура нитчатых бактериофагов. Векторы поверхностной экспрессии. Стратегии терапии вирусных инфекций, основанные на зна-

нии структуры вирусов. Дизайн соединений, взаимодействующих с капсидами пикорна-вирусов.

- Сложные вирионы. Структурные и функциональные компоненты сложных вирусов (бактериофаги с хвостовым отростком, ортомиксовирусы, парамиксовирусы, рабдовирусы, ретровирусы и др.).

Химические и физические свойства вирусов

- Методы изучения химических и физических свойств вирусной частицы. Общие принципы выделения и очистки вирусов. Критерии чистоты вирусных препаратов. Методы выделения и изучения отдельных компонентов вирусной частицы. Методы разрушения частицы и выделения вирусных белков. Методы выделения вирусных нуклеиновых кислот.

Вирусные белки

- Общая характеристика белков. Физико-химические свойства белков. Классификация белков. Вирус-специфические белки и вирус-индуцированные белки. Общие представления о регуляции синтеза вирусных белков в репликативном цикле (ранние, поздние вирус-специфические белки). Неструктурные и структурные вирус-специфические белки. Самосборка капсида у спирально-организованных и изометрических вирусов. Самосборка отдельных структурных компонентов у бактериофагов. Значение самосборки капсидных белков для биологии вирусов.

Нуклеиновые кислоты вирусов

- Общая характеристика нуклеиновых кислот. Химические компоненты нуклеиновых кислот. Структура ДНК. Структура РНК. Первичная структура вирусных ДНК и РНК. Современные методы определения последовательности оснований в РНК и ДНК. Минорные основания и проблемы специфичности нуклеиновых кислот в отношении хозяина. Общие сведения о ферментах, обеспечивающих хозяйскую специфичность нуклеиновых кислот (метилазы, рестриктазы). Модификация и рестрикция. Использование ферментов рестрикции в генной инженерии.
- Аномальные (мажорные и гипермодифицируемые) азотистые основания, как способ воздействия на метаболизм клетки-хозяина. Структура и синтез аномальных оснований 5'-метилцитозина, 5'-оксицитозина, 5'-оксиметилцитозина, дезоксиуридиловой кислоты, 5'-оксиметилурацила, дикарбокси-N-пропиламинометил-урацила, 2'-аминоаденина, карбоксиметиладенина.
- Особенности структуры углеводного компонента, экстрасахар, особенности модификации ДНК с участием глюкозилаз. Взаимосвязь между метилированием и глюкозилированием.
- Многообразии ДНК-геномов у вирусов. ДНК с линейно-фиксированной и чередующейся последовательностью нуклеотидов (циклические перестановки). Концевые повторы (концевая избыточность) в двуспиральных ДНК. Прямые и инвертированные повторы. Палиндромы. Особенности концевых повторов аденовирусов и вирусов оспы.
- Липкие концы в двуспиральных ДНК. Способы идентификации, получение кольцевых форм.

- Природные ДНК с одонитевыми разрывами. Способы обнаружения и функции (Т5 фаг).
- Сверхспирализация кольцевых ДНК. Понятие об основных конфигурационных формах ДНК. Изменение степени спирализации и влияние этого фактора на третичную структуру. Различные формы кольцевых ДНК.
- Однотчатые ДНК. Особенности макромолекулярной структуры. Кольцевые и линейные однотчатые ДНК. Палиндромы геномов парвовирусов. Основные вирусы, содержащие однотчатые ДНК (изометрические и нитевидные фаги).
- Однотчатые РНК. Особенности макромолекулярной организации.
- Двухспиральные РНК. Особенности физической структуры. Действие химических и физических факторов на вирусную частицу, инактивация вирусов. Прочие компоненты вирусных частиц (липиды, углеводы).

Принципы культивирования вирусов

- Культивирование вирусов в лабораторных животных, в куриных эмбрионах. Культура клеток и тканей. Принципы культивирования клеток и тканей. Виды культур клеток и тканей. Первично трипсинизированные культуры, культуры диплоидных клеток, перевиваемые клеточные культуры, суспензионные культуры, роллерное культивирование клеток, органые культуры. Среды для культур и клеток тканей.
- Культивирование вирусов растений в изолированных протопластах.

Общая характеристика продуктивного типа инфекции

- Выявление и идентификация вирусов. Особенности тестирования и количественного определения вирусов бактерий, растений и животных. Цикл репродукции вирусов. Опыт с одиночным циклом размножения (ОЦР) вируса, анализ вируса методом «единичного взрыва». Этапы инфекционного процесса: период эклипса, репликация, созревание вирусных частиц.
- Принципы выявления, идентификации и количественного определения вирусов.
- Серийные пассажи на чувствительных хозяевах. Заражение тканевых культур. Серологические тесты. Инфекционная единица. Статистическая интерпретация понятия «инфекционная единица». Титр вируса. Титрование бактериофагов. Титрование вирусов растений. Титрование вирусов животных. Принципы методов локальных поражений, метода бляшек, метода «фокусов» трансформации, метода конечных разведений, метода «латентного периода». Методы количественного определения вирусов животных в культуре клеток (метод бляшек, выявление вирусных антигенов, реакция гемагглютинации).
- Первые фазы (инициация) вирусной инфекции.
- Биологическая специфичность вирусов, роль первых фаз в определении спектра хозяев вируса. Пути проникновения вирусов в клетку. Методы исследования первых фаз взаимодействия вирусов с клеткой. Адсорбция вируса клеткой, понятие о клеточных рецепторах, проникновение вируса в клетку, модификация и депротенизация вирусного генома. Разнообразие проникновения вирусного генома в клетку хозяина в различных комбинациях «вирус-клетка». Первые фазы инфекции при заражении бактерий бактериофагами на при-

мере T- четных фагов, бактериофага T5, РНК- содержащих фагов, бактериофагов группы j X174, S13 и группы fd, f1, M13.

- Первые фазы инфекции при заражении клеток животных вирусами на примере пикорнавирусов, орто- и парамиксовирусов, рабдовирусов, аденовирусов и вирусов группы оспы — осповакцины.
- Первые фазы инфекции при заражении клеток растений вирусами растений. Особенности процесса распространения вирусов по тканям организма.
- Инфекционные свойства свободных нуклеиновых кислот.
- Сборка, созревание и высвобождение вирионов из клетки.
- Самосборка. Белок-белковые и белок-нуклеиновые взаимодействия. Эффекты фенотипического смешивания и маскирования генома. Постсинтетическая модификация вирусных компонентов в процессе созревания вирионов.
- Основные особенности сборки вирусных капсидов. Сходство с ферментными комплексами клетки. Принцип ядра (scaffold) сборки. Внутренние и внешние scaffold. Прокапсид-капсид транзиции. Протеолитическая модификация. Сборка капсидов икосаэдрических РНК-содержащих вирусов. Сборка пикорнавирусов. Упаковка РНК в икосаэдрических капсидах. Сборка простых ДНК-содержащих икосаэдрических бактериофагов. Сборка капсидов сложных ДНК- содержащих бактериофагов. Механизм упаковки ДНК в капсиды ДНК-содержащих фагов.

Структура и выражение генома вирусов, содержащих плюс-РНК (вирусы с «позитивным» РНК-геномом)

- Общие представления о вирионных плюс-РНК, минус-РНК и «двусмысленных» (ambisense) РНК. Механизмы трансляции полицистронных РНК вирусов прокариот и эукариот. РНК-содержащие бактериофаги (сем. Leviviridae). Общая характеристика (структура вирионов и биологические особенности). Структура геномов бактериофагов группы А и В. Способы изучения структуры генома. Понятие об информационной супрессии. Различные механизмы супрессии. Комплементационный анализ мутантов. Функциональная роль вирус-специфических белков фагов MS2 и Q β . Синтез и регуляция вирус-специфических белков. Факторы, ответственные за регуляцию синтеза вирусных белков: роль компонентов 30S субчастицы рибосом, роль факторов инициации трансляции. Роль вторичной (третичной) структуры вирусной РНК. Структура репликазы. Связь процесса трансляции и транскрипции вирусной РНК. Роль белка оболочки и репликазы как трансляционных репрессоров в регуляции выражения генов. Описание регуляторных событий при репликации фага MS2.
- Особенности структуры и трансляции информационных РНК вирусов эукариот. Блокирование 5'-конца (кэп-структура), метилирование гуанозина и рибозы, белки, связанные с 5'-концом РНК фосфодиэфирной связью (VPg), 3'-концевая полиадениловая последовательность, тРНК- подобные 3'-концевые структуры. Общие принципы кэп-зависимой инициации, трансляции (+)РНК эукариот. Функциональная моноцистронность полицистронных РНК вирусов эукариот. Роль кэп-структуры, факторов инициации, вторичной структуры 5'- нетранслируемой лидерной последовательности мРНК, контекста нуклеоти-

дов AUG кодона и др. Феномены leaky scanning, терминации с реинициацией, «шунтирование» рибосомой при трансляции.

Интерфероны, типы интерферонов

- Эффект интерференции между вирусами (разные формы интерференции). Открытие интерферона и его химическая природа. Антивирусная активность и механизм индукции интерферонов. Механизмы действия интерферонов. Защитные механизмы вирусов от действия интерферона.

Антигенные свойства вирусов и противовирусный иммунитет

- Виды и формы иммунитета. Видовой (наследственный), врожденный иммунитет и приобретенный естественным или искусственным путем. Факторы врожденного (неспецифического) и специфического иммунитета. Клеточные тканевые формы иммунитета. Гуморальный иммунитет. Антигены. Свойства и химическая характеристика антигенов. Антитела. Химический состав, свойства антител. Механизм образования антител. Вирусы как антигены. Антигенная мозаичность вирусов. Интерферон как фактор противовирусного иммунитета. Ингибиторы вирусов. Антитела как фактор антивирусного иммунитета. Значение антител в активно приобретенном и пассивном иммунитете. Особенности и факторы антитело-зависимого усиления инфекции. Профилактика вирусных инфекций. Факторы иммунитета в лабораторной диагностике вирусных инфекций. Методы выявления антител и антигенов: реакция нейтрализации. Реакция связывания комплемента. Реакция подавления гемагглютинации, реакция преципитации в геле, радиоиммунный метод. Иммуноферментный анализ. Иммунофлюоресценция, иммуноэлектронномикроскопический метод.

Биология опухолевой клетки

- Понятие новообразования, опухоли, лейкоз. Клональность опухолей, Доброкачественные и злокачественные опухоли. Классификация опухолей и лейкозов. Трансплантация опухолей. Прогрессия. Трансформация и прогрессия в культуре: старение и иммортализация, роль теломеразы. Морфологическая трансформация, нарушения регуляции пролиферации, нарушения зависимости от субстрата, от сыворотки. Туморогенность. Онкогены, клеточные протоонкогены. Антионкогены. Пути генетических изменений при трансформации. Соотношения зародышевых и соматических мутаций. Нестабильность генома при трансформациях. Пути проведения сигналов в клетке. Факторы роста, рецепторы факторов роста, белки с ГТФазной активностью, система циклинов- cdk. Тирозин-специфические рецепторные и бинарные протеинкиназы. Механизмы действия онкобелков. Механизм действия антионкогенов, белки Rb; p53. Механизм нарушения регуляции пролиферации при трансформации. Ангиогенные факторы. Программированная гибель (апоптоз). Нарушения дифференцировки в опухолях. Экспрессия эмбриоспецифических белков, тератобластома, ее нормализация. Механизмы морфогенеза и его нарушений: белки матрикса, их рецепторы (интегрины). Белки, заякоривающие рецепторы к цитоскелету (винкулин, талин). Инвазия и метастазирование. Иммунологический контроль развития опухолей. Канцерогенные химические вещества. Канцерогенное действие ионизирующей и ультрафиолетовой радиации, пигментная ксеродерма. Принципы терапии опухолей. Множественная лекарственная устойчивость.

Противоопухолевый иммунитет

- Клеточные и гуморальные механизмы противоопухолевого иммунитета. Блокирующие и деблокирующие факторы сыворотки. Иммунизация в латентном периоде канцерогенеза. Иммуноселекция трансплантируемых опухолей. Вирус саркомы Рауса: его геном, стратегия размножения, доказательства существования онкогена. Онкорнавирусы. Основные свойства. Стратегия размножения. Происхождение онкогенов. Вирусы лейкоза, содержащие онкогены. Вирусы с двумя онкогенами. Вирусы лейкозов, не содержащие онкоген, и механизмы их канцерогенного действия. Тканеспецифическая экспрессия ретровирусов. Вирус опухолей молочных желез мышей. Наличие в геноме вируса гормон-зависимого промотора. Вирусы Т-лейкозов человека. Эндогенные онкорнавирусы, их сходство с транспозонами. Способы индукции. Ксенотропные вирусы. Вирусы группы папова. Вирусы SV40, полиомы, папиломы. Стратегия размножения. Пермиссивная и не пермиссивная инфекция. Т-антигены, доказательства их роли в онкогенном действии вирусов, локализация в клетке. Роль большого Т-антигена в экспрессии вирусного генома. Взаимодействие среднего Т-антигена с продуктом протоонкогена src. Онкогенные аденовирусы. Трансформирующая активность в культуре. Онкоген Е1а, его трансформирующая активность, роль в экспрессии вирусного генома. Онкогенные вирусы группы герпеса. Вирус Эпштейна-Барр. Роль в этиологии инфекционного мононуклеоза, лимфомы Беркитта, назофарингиального рака. Вирус болезни Марека. Вирус карциномы почки Лидже.

Генетическое взаимодействие между вирусами

- Изменчивость вирусов. Мутации и их типы. Спонтанные и индуцированные мутации. Протяженные и точечные мутации. Летальные, условно-летальные и нелетальные мутации. Прямые и обратные мутации. Молекулярные механизмы образования мутаций. Основные физические и химические мутагены, принципы их воздействия на нуклеиновую кислоту (УФ-облучение, ионизирующая радиация, аналоги оснований, акридиновые красители, азотистая кислота, алкилирующие агенты, гидроксилламин). Частота мутаций. Генетические маркеры вирусов. Отбор мутаций для генетического анализа. Методы селекции мутантов. Методы получения генетически однородных популяций вирусов, критерии генетической стабильности вирусов. Генетическая рекомбинация. Рекомбинации у вирусов, содержащих нефрагментированный и фрагментированный геном. Рекомбинация между вирусами из разных групп. Частота рекомбинации. Молекулярный механизм рекомбинации. Множественная реактивация и кросс-реактивация – значение этих явлений как фактора устойчивости и генетической пластичности вирусной популяции. Принципы генетического и физического картирования вирусного генома. Популяционный характер генетических взаимодействий у вирусов.

Принципы классификации вирусов

- Таксономические группы: вид, род, семейство, порядок, принципы формирования таксономических групп. Основные критерии классификации: а) характеристика вирусов по нуклеиновой кислоте, структурным белкам, липидам, углеводам; морфологии и физико-химическим свойствам; б) структура генома и особенности репликации; в) феномены генетических взаимодействий; г) круг хозяев; д) патогенность; е) географическое распространение; ж) способ передачи; з) антигенные свойства.

3. Частная вирусология

Пикорнавирусы (сем. Picornaviridae)

- Общая характеристика (биологические особенности, классификация). Локализация вируса в цитоплазме клетки, ингибирование синтеза клеточных макромолекул. Цитопатический эффект и индукция апоптоза. Особенности трансляции вирусной РНК: непрерывная трансляция с образованием белка-предшественника, разрезаемого на активные вирус-специфические белки вирусными протеиназами. Механизм "внутренней" инициации трансляции. Структура генома пикорнавирусов на примере вирусов полиомиелита, энцефаломиокардита, ящура. Концевые структуры вирусной РНК. Функциональная роль вирус-специфических белков. Дефектные интерферирующие частицы пикорнавирусов и других вирусов. Рекомбинация на примере пикорнавирусов. Комплементация мутаций у пикорнавирусов.

Флавивирусы (сем. Flaviviridae)

- Морфология вирионов, биологические особенности и распространение в природе, классификация. Организация и принципы трансляции генома на примере вирусов желтой лихорадки и гепатита С. Экология флавивирусов. Переносчики флавивирусов.

Тогавирусы (сем. Togaviridae)

- Общая характеристика (структура вириона, биологические особенности, распространение, классификация). Организация и репликация генома на примере альфавирусов. Особенности кодирования и функции отдельных вирусных белков, регуляция трансляции вирусных РНК. Субгеномные мРНК, субгеномный промотор. Синтез субгеномных РНК как способ преодоления функциональной моноцистронности мРНК эукариот. Белки-компоненты репликазы и регуляция синтеза РНК при процессинге предшественника репликазы. Локализация синтеза вирусных белков в клетке.

Коронавирусы (сем. Coronaviridae), включая род *Coronavirus*, *Arterivirus* и *Torovirus*

- Морфология вирионов, биологические особенности, распространение в природе. Организация и репликация генома на примере вируса инфекционного бронхита кур (род *Coronavirus*). Выражение 5'-дистальных генов (возможные механизмы синтеза субгеномных РНК).

Калицивирусы (сем. Caliciviridae), *астровирусы* (сем. Astroviridae)

- Морфология, биологические особенности, распространение в природе. Структура и принципы выражения геномов. Роль отдельных представителей этих семейств в инфекционной патологии человека и животных. Вирусы группы Нудаурелия.

Нодавирусы (сем. Nodaviridae) и *тетравирусы* (сем. Tetraviridae)

- Морфология, биологические особенности. Двухкомпонентная структура геномов и принципы их выражения. Вирусы группы Нодамура.

Вирусы растений

- Общая характеристика. Условность выделения вирусов растений в единую группу. Информационные РНК вирусов растений. Вирусы, содержащие мРНК в виде непрерывной полинуклеотидной цепи. Вирусы с разделенным (функционально фрагментированным геномом). Особенности трансляции мРНК этих групп вирусов. Особенности структуры тобамовирусов, потивирусов и комовирусов.

Вироиды

- Особенность вироидов как инфекционных агентов невирусной природы. Структура РНК и принципы ее репликации.

Вирусы с двухцепочечной РНК: Реовирусы (сем. *Reoviridae*)

- Общая характеристика (структура, классификация и биологические особенности). Организация генома и репликация на примере рода *Orthoreovirus*. Вирионная РНК- транскриптаза. Трансляция и регуляция трансляции вирусных информационных РНК.

Вирусы, относящиеся к порядку *Mononegavirales* (вирусы с несегментируемым минус – РНК геномом): рабдовирусы (сем. *Rhabdoviridae*), вирусы семейств *Birnaviridae*, *Totiviridae*, *Partitiviridae*, *Hypoviridae*, парамиксовирусы (сем. *Paramyxoviridae*) и филловирусы (сем. *Filoviridae*)

- Общая характеристика (структура вирионов, классификация, биологические особенности). Вирионная РНК-транскриптаза. Вирус-специфические информационные РНК и регуляция их синтеза. Организация генома и репликация на примере вируса везикулярного стоматита (рабдовирус). Регуляция процессов синтеза мРНК и репликация геномов.

Ортомиксовирусы (сем. *Orthomyxoviridae*)

- Общая характеристика (структура и биологические особенности, систематика). Сегментированный геном. Вирионная минус-РНК. Вирионная РНК- полимеразы и функции ее компонентов. Информационные РНК и механизм их образования; сплайсинг, нуклео-цитоплазматический транспорт.
- Особенность структуры и синтеза концевых участков мРНК. Локализация синтеза вирусных РНК; локализация вирусных белков в зараженной клетке. Структура генома, функции вирус-специфических белков. Эпидемиологические особенности вирусов гриппа А, В и С.

Вирусы с сегментированным геномом, содержащие минус-РНК сегменты и/или сегменты «двусмысленных» (*ambisense*) РНК

- Морфология вирионов, биологические особенности, распространение в природе и классификация. Структура и организация геномов вирусов семейства *Bunyaviridae*: род *Bunyavirus*, три (L, M, S) минус-РНК сегмента; род *Phlebovirus*, два (L и M) минус-РНК и один (S) *ambisense* РНК сегмент; род *Tospovirus*, один (L) минус-РНК и два (M и S) *ambisense* РНК сегмента.
- Структура и организация генома семейства *Arenaviridae*: два (L и S) РНК сегмента *ambisense* («двусмысленной») РНК. Стратегия выражения генов и синтеза субгеномных РНК буньявирусов и аренавирусов.

Ретровирусы (сем. *Retroviridae*)

- Биологические особенности. Структура вириона, типы ретровирусов. Особенности репродукции (схема репликации/транскрипции «плюс РНК — + ДНК — плюс РНК»). Принцип обратной транскрипции, вирионные ферменты, обратная транскриптаза. Организация генома и механизм выражения генов. Длинные концевые повторы (*long terminal repeat*, LTR), синтез провируса и его включение в геном хозяина. Вирусная интеграна. Тран-

скрипция провируса и регуляция при продуктивной инфекции и в трансформированных клетках.

- Синтез геномных и субгеномных РНК. Особенности регуляции транскрипции и пост-транскрипционных процессов у вируса иммунодефицита человека и других лентивирусов. Особенности трансляции геномной РНК ретровирусов, продукты 5'- проксимального района РНК. Онкогенные свойства ретровирусов и воздействие на клетки в культуре. Дефектность у ретровирусов. Эндогенные ретровирусы и ретротранспозоны. Индукция эндогенных вирусов. Клеточное происхождение онкогенов.

Структура и выражение генома ДНК-содержащих вирусов

- *Парвовирусы* (сем. Parvoviridae). Автономные и адено-ассоциированные парвовирусы (биологические особенности, классификация). Особенность структуры ДНК и самозатра- вочный механизм инициации синтеза. Репликативная форма, надрез (nick) вирус- специфической эндонуклеазой. Инверсия. Синтез мРНК парвовирусов.

Бактериофаги

- содержащие одноцепочечную ДНК. Общая характеристика, особенности репликации. Структура генома сем. *Microviridae* на примере фага (pX174 и сем.
- *Inoviridae* на примере фага fd.
- Синтез минус-цепи ДНК, репликация репликативной формы, синтез плюс-цепи ДНК. Принцип “разматывающегося рулона” в репликации ДНК. Роль клеточных и вирус- специфических белков в репликации ДНК и транскрипции.
- Регуляция синтеза вирусных информационных РНК. Морфогенез. Бактериофаг лямбда (сем. *Siphoviridae*). Общая характеристика взаимодействия с клеткой умеренных бактериофагов. Регуляция транскрипции у умеренных вирусов.
- Функции регуляторных генов у фага лямбда. Опероны и их промоторы, истинно-ранняя транскрипция, белок гена N, антитерминация. Включение средних генов, белки С2 и С3; белок- репрессор гена С1, механизм его образования и активности. Синтез макромолекул в процессе лизогенизации.
- Индукция и вегетативное размножение умеренных бактериофагов. Трансдукция. Бактериофаги Т7, Т3 (сем. *Podoviridae*), Т4 (сем. *Myoviridae*). Структура генома. Транскрипция вирусной ДНК и ее регуляция. Вирус-специфические белки и мРНК. Регуляция на уровне транскрипции и трансляции. Репликация ДНК. Морфогенез.

Вирусы растений с одноцепочечной ДНК (сем. *Geminiviridae*). Общая характеристика структуры вирионов и организация генома вирусов с однокомпонентным и двухкомпонентным геномом.

Ортопоксвирусы (сем. *Poxviridae*). Морфология вирионов, биологические особенности. Классификация. Вирусы натуральной оспы, оспы обезьян, осповакцины и другие. Организация генома вируса осповакцины. Транскрипция генома и ее регуляция. Трансляция информационных РНК. Регуляция синтеза белка на уровне транскрипции и трансляции. Репликация ДНК. Морфогенез.

Ретроидные вирусы (сем. *Herpesviridae*).

- Ретроидные вирусы животных (род *Orthohepadnavirus*). Биологическая специфичность гепаднавирусов. Структура вирионов вируса гепатита В. Стратегия выражения генома по схеме «ДНК (+)РНК ДНК» Вирионная обратная транскриптаза. Структура генома, продукты генов и их функции. Репликация и транскрипция ДНК. Описание репликативного цикла вируса гепатита В. Ретроидные вирусы растений (род *Badnavirus* и *Caulimovirus*). Структурные особенности вириона вируса мозаики цветной капусты (ВМЦК). Структура ДНК ВМЦК, организация генома, его транскрипция и репликация.

Аденовирусы (сем. Adenoviridae).

- Структура вирионов. Особенности строения вирусных ДНК, терминальный белок. Цикл размножения. Схема репликации. Роль терминального белка в инициации репликации. Клеточные белки, участвующие в инициации репликации и транскрипции. Регуляция экспрессии генов на уровне промоторов, процессинга мРНК и транспорта мРНК в цитоплазму. Вирусные и клеточные транс- факторы, участвующие в регуляции транскрипции ранних и поздних генов. Посттранскрипционная модификация транскриптов. Образование поздних мРНК. Роль полиаденилирования. Альтернативный сплайсинг.

Паповавирусы (сем. Papovaviridae).

- Общая характеристика (структура, биохимические особенности, классификация). Организация генома на примере обезьяньего вируса 40 (SV40). Схема репликации. Особенности строения участка начала репликации и области ранних и поздних промоторов транскрипции. Ранняя и поздняя транскрипция. Большой Т-антиген, его роль в репликации и транскрипции вируса. Клеточные белки, необходимые для репликации и транскрипции. Посттранскрипционная модификация ранних и поздних транскриптов. Альтернативный сплайсинг.

Герпесвирусы (сем. Herpesviridae).

- Биологические особенности. Организация генома. Особенности строения вирусных ДНК. Прямые концевые и внутренние повторы, инвертированные повторы, инверсии. Способы репликации, продуктивный и плазмидный (у вируса Эпштейна-Барр). Схема репликации вируса простого герпеса (схема Кэрнса и «механизм разматывающегося рулона»). Особенности строения участка начала репликации (*ori*). Вирусные и клеточные белки, необходимые для инициации репликации. Образование конкатемеров. Транскрипция, механизм регуляции транскрипции, роль клеточных и вирусных белков в активации промоторов. Сборка вирусных частиц. Роль «а»-структур.

Бакуловирусы (сем. Baculoviridae).

- Морфология и структура вирионов. Биологические особенности, спектр хозяев бакуловирусов рода *Nucleopolyhedrovirus* и рода *Granulovirus*. Организация циркулярного ДНК-генома и репликация. Ядерная локализация репликации. Регуляция транскрипции. Роль клеточной РНК-полимеразы II и вирусной РНК-полимеразы в транскрипции ранних и поздних генов, соответственно.

Дефектные интерферирующие (DI) геномы.

- Условия и механизм образования DI геномов. Влияние DI геномов на развитие инфекционного процесса.

Сателлитизм у вирусов

- Вирусы-сателлиты (сателлит кодирует белок, одевающий его нуклеиновую кислоту). А). фагом-помощником Р2) Сателлит с двуцепочечной ДНК (взаимоотношения между фагом Р4; Б). Сателлиты с одноцепочечной ДНК (адено-ассоциированные парвовирусы); В). Сателлиты с двуцепочечной РНК. Сателлиты - "киллеры" у вирусов грибов и дрожжей (сем. *Totiviridae*); Г). Сателлиты с одноцепочечной РНК инкапсидированной в капсидный белок, кодируемый вирусом — сателлитом (сателлит вируса некроза табака и сателлит ВТМ). Сателлитные одноцепочечные РНК, не кодирующие собственный белок оболочки.
- Линейные сателлитные РНК, Кольцевые сателлитные РНК (вирусоидные РНК). Особенности структуры и репликации (аутокаталитическое разрезание олигомеров и лигирование мономеров), РНК вируса гепатита дельта. Особенности структуры вирионов и РНК. Зависимость от вируса гепатита В. Репликация РНК — принцип разворачиваемого рулона. Сходство с РНК вироидов и некоторыми сателлитными РНК. Антигеномная РНК. Особенности кодирования двух форм антигена дельта редактирование мРНК. Сходство и различия между вироидами, вирусоидам и вирусом гепатита дельта.

Прионы

- Биологические особенности компонентов, вызывающих губчатую энцефалопатию животных и человека. Химическая природа прионов. Изоформа приона нормальной клетки и механизм ее пост-транскрипционного превращения в инфекционную форму приона. Заболевание человека и животных, вызываемые прионами. Прионы клеток дрожжей.

4.4. Критерии оценивания качества освоения дисциплины

Оценка	Критерии оценки
Отлично	Оценка «отлично» 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
Хорошо	Оценка «хорошо» 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
Удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.
Неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

5. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины

5.1 Основная учебная литература

1. Аграновский, А. А. Репликация вирусных РНК / А.А. Аграновский.- Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2019. - 165 с. – Текст : электронный – URL : <http://www.agranovsky.ru/audio/rna.pdf>
2. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология. В 2-х томах / Под ред. В. В. Зверева, М. Н. Бойченко. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. – Текст : электронный – URL: <https://microbius.ru/library/v-v-zvereva-m-n-boychenko-meditsinskaya-mikrobiologii-virusologiya-i-immunologiya-tom-1>
3. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология. Атлас-руководство / Под ред. А.С. Быкова, В.В. Зверева. - Москва : Медицинское информационное агентство, 2018. – 416 с.
4. Рабсон, А. Основы медицинской иммунологии. Перевод с английского / А. Рабсон, А. Ройт, П. Делвз. – Москва : Мир, 2006. - 320 с. – Текст : электронный - URL : <https://kingmed.info/media/book/4/3831.pdf>
5. Филдс, Б. Вирусология. В 3-х томах / Филдс Б., Найп Д. и др. – Москва : Мир, 1989 и последующие издания.

5.2 Дополнительная учебная литература

1. Ильичева, Т. Н. Вирусы гриппа. Методы / Т.Н. Ильичева, С.В. Нетёсов, В.Н. Гуреев – Новосибирск : Издательство НГУ, 2019. – 258 с. Текст : электронный – URL : https://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_2099694
2. Спиринов, А. С. Молекулярная биология: рибосомы и биосинтез белка / А.С. Спиринов. – Москва : Академия, 2011. – 496 с.
3. Щелкунов, С. Н. Генетическая инженерия / С.Н. Щелкунов. – Новосибирск, 2004. – 496 с.

5.3. Ресурсы сети «Интернет»

1. Электронная библиотека ГПНТБ СО РАН <http://www.spsl.nsc.ru/win/nelbib/index-new1.html>
2. Государственная публичная научно-техническая библиотека www.gpntb.ru.
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY www.elibrary.ru
4. Ресурс Science Direct - <http://sciencedirect.com>
5. Ресурс PubMed - <http://scbi.nlm.nih.gov/pubmed>
6. Ресурс издательства Elsevier - <http://elsevier.ru>
7. Ресурс издательства Springer - <http://springerlink.com>
8. Ресурс издательства John Wiley & Sons, Inc. - <https://onlinelibrary.wiley.com/>
9. Ресурс издательства Springer Nature - <https://www.nature.com/>
10. База данных патентного поиска Questel SAS - <https://www.orbit.com/>
11. Образовательная платформа Юрайт - <https://urait.ru>

5.4. Информационные технологии (программные продукты)

В рамках курса подготовки предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий, встречи с представителями российских и зарубежных компаний, ведущими учеными в области вирусологии.

В процессе обучения будут использованы:

- операционная система Microsoft Windows;
- офисная программа Microsoft Office;
- электронные презентации лекций;
- платформа Webinar.ru

5.5. Материально-техническое обеспечение

- конференц-зал корпуса №1 ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора, оснащенный презентационной техникой;
- средства мультимедиа: проектор, экран, компьютер/ноутбук;
- доска учебная маркерная;
- рабочее место аспиранта с выходом в Интернет.

**Лист визирования программы
для исполнения в очередном учебном году**

Программа пересмотрена и одобрена для исполнения в 20____-20____ учебном году
с изменениями / дополнениями, перечень которых прилагается (Приложение № ____)
без изменений

Протокол № _____ заседания ученого совета от ____ . ____ .20 _____

**Лист визирования программы
для исполнения в очередном учебном году**

Программа пересмотрена и одобрена для исполнения в 20____-20____ учебном году
с изменениями / дополнениями, перечень которых прилагается (Приложение № ____)
без изменений

Протокол № _____ заседания ученого совета от ____ . ____ .20 _____

**Лист визирования программы
для исполнения в очередном учебном году**

Программа пересмотрена и одобрена для исполнения в 20____-20____ учебном году
с изменениями / дополнениями, перечень которых прилагается (Приложение № ____)
без изменений

Протокол № _____ заседания ученого совета от ____ . ____ .20 _____

**Лист визирования программы
для исполнения в очередном учебном году**

Программа пересмотрена и одобрена для исполнения в 20____-20____ учебном году
с изменениями / дополнениями, перечень которых прилагается (Приложение № ____)
без изменений

Протокол № _____ заседания ученого совета от ____ . ____ .20 _____