

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
ПРИКЛАДНОЙ МИКРОБИОЛОГИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ
И БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФБУН ГНЦ
прикладной
микробиологии и биотехнологии
академик РАН, доктор
медицинских наук, профессор



И.А. Дятлов

20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВЫБОРУ (Б1.В.ДВ 1.2)

" Основы медицинской биотехнологии "

направление подготовки: 06.06.01 - Биологические науки
направленность подготовки (профиль):- МИКРОБИОЛОГИЯ
(научная специальность 03.02.03 - микробиология)

Лекции -	1,6 з.е. (60 часов)
Практические занятия -	
Контроль	0,1 з.е. (2 часа)
Самостоятельная	
внеаудиторная подготовка -	2,3 з.е. (82 часов)
Всего -	4 з.е. (144 часа)

Оболенск-2017

Рабочая программа дисциплины "**Основы медицинской биотехнологии**" разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденным Приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 N 871 (в ред. Приказа Минобрнауки России от 30.04.2015 N 464).

Составитель программы _____



д.б.н. Фирсова В.В.
зав. сектором инфекционной
иммунологии

Рабочая программа утверждена на Ученом совете ФБУН Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии

Протокол № 4 от 25 мая 201 7 г.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. **Цель** освоения дисциплины "Основы медицинской биотехнологии" - обеспечить приобретение профессиональной компетентности в области биотехнологии для осуществления научно-исследовательской деятельности в области охраны здоровья граждан, направленной на сохранение здоровья, улучшение качества и продолжительности жизни человека путем формирования системы знаний и представлений о данной отрасли как одного из современных наукоемких направлений деятельности человека, которое базируется на обширных фундаментальных знаниях микробиологии, иммунологии, генетики, медицины, физики, химии, технологии производства.

1.2. К **задачам** изучения дисциплины относятся:

- сформировать систему знаний об основных достижениях общебиологических наук (биохимии, общей генетики, микробиологии, иммунологии, цитологии, молекулярной биологии), используемых в биотехнологии;
- сформировать представление о современном состоянии отраслей биотехнологии и их влиянии на жизнь человека;
- обеспечить овладение знаниями по основам молекулярной биотехнологии;
- обеспечить становление представлений о методах современных биотехнологических исследований и знакомство с современными методами технологии рекомбинантных ДНК, на которых базируется развитие прикладной биотехнологии;
- выработать умения и навыки самостоятельного приобретения знаний в области биотехнологии, переработки и адаптации информации к различным уровням образований в соответствии с принципами научности и доступности. повышение уровня образования, научной и педагогической квалификации;
- обеспечить овладение подходами и методами, используемыми в биотехнологии (методы технологии рекомбинантной ДНК, культивирования клеток и тканей; статистический и компьютерный анализ данных);
- способствовать развитию способностей к творчеству, к научно-исследовательской работе, к самостоятельной работе с литературой и к анализу получаемой информации для применения ее в дальнейшей практической деятельности;
- обучение методам и технологиям подготовки и оформления результатов научных исследований;
- формирование профессиональных компетенций.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО.

Дисциплина "Основы медицинской биотехнологии" входит в вариативную часть Блока 1 "Дисциплины (модули)" (Б1.В.ДВ 1.2) и является дисциплиной по выбору.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часа.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ.

В результате освоения дисциплины «Основы медицинской биотехнологии» у аспирантов должны быть сформированы устойчивые профессиональные и общепрофессиональные компетенции.

- УК-1 способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.
- УК-3 готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач
- ОПК-1 способность и готовность к проведению фундаментальных научных исследований в области биологии и медицины.
- ПК-2 способность и готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с современными тенденциями и перспективами развития микробиологии и смежных наук, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач.
- ПК-3 способность и готовность использовать навыки самостоятельного сбора данных, изучения, комплексного анализа и аналитического обобщения научной информации и результатов научно-исследовательских работ в области микробиологии, медицины и биологии в целом.

Аспиранты, завершившие изучение дисциплины «Основы медицинской биотехнологии», должны:

- ЗНАТЬ

- фундаментальные основы, современные тенденции и перспективы развития медицинской биотехнологии и смежных наук;
- принципы сбора данных, изучения, комплексного анализа и аналитического обобщения научной информации и результатов научно-исследовательских работ в

области медицинской биотехнологии и биологии в целом;

- принципы формулирования и представления научно-обоснованных выводов с позиции доказательной биологии и медицины по результатам собственных исследований;

-УМЕТЬ

- планировать научно-исследовательскую работу в области медицинской биотехнологии;
- формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с современными тенденциями и перспективами развития медицинской биотехнологии и смежных наук;
- выполнять комплексный анализ и аналитическое обобщения научной информации и результатов научно-исследовательских работ в области медицинской биотехнологии, биологии и медицины в целом;
- представлять научные результаты по теме диссертационной работы, связанной с медицинской биотехнологией в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях;
- готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР в области медицинской биотехнологии;
- представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) на научных конференциях и круглых столах.

-ВЛАДЕТЬ

- навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов;
- методами перспективного планирования, подготовки и проведения НИР, математической обработки результатов экспериментальных исследований в области медицинской биотехнологии;
- навыком аналитического обобщения и критического анализа экспериментальных данных с позиций доказательной медицины.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ "ОСНОВЫ МЕДИЦИНСКОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ"

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы.

Вид учебной работы	Объем з.е./часов
Общая трудоемкость дисциплины	4 з.е. / 144 часов

Аудиторные занятия:	
лекции	1,6 з.е./ 60 часов
практические занятия	
текущий и итоговый контроль	0,1 з.е./ 2 часа
Самостоятельная работа	2,3 з.е./ 82 часа
Вид итогового контроля	Экзамен

4.2. Тематический план занятий.

п/п	Разделы дисциплины	Лекции (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Формы текущего и итогового контроля (часы)
1.	История развития, цель и задачи биотехнологии.	2		4	
2.	Методы, используемые в иммунобиотехнологии	4		4	
3.	Гибридомные технологии в биотехнологии	4		4	
4.	Получение рекомбинантных антител и способы увеличения их аффинности	4		4	
5.	Технология Рекомбинантных ДНК (часть 1)	4		4	
6.	Технология Рекомбинантных ДНК (часть 2)	4		4	Собеседование
7.	Экспрессия клонированных генов в эукариотической системе.	4		4	
8.	Биотехнология получения и производства вакцин	4		4	
9.	Проточная цитометрия в биотехнологии	4		6	
10	Культивирование клеток и тканей	4		4	
11	Нанобиотехнологии и наноматериалы в медицине - создание новых носителей и средств целевой доставки лекарственных препаратов	3		4	Собеседование
12	Основы микробиологических производств	2		6	
13	Использование пилотных линий и масштабирование в процессах микробного синтеза в биотехнологиях (часть 1).	3		6	
14	Использование пилотных линий и масштабирование в процессах микробного синтеза в биотехнологиях (часть 2).	2		4	
15	Практические аспекты разработок биотехнологий и их трансфера (часть 1).	3		6	

16	Практические аспекты разработок биотехнологий и их трансфера (часть 2).	3		4	
17	Программное обеспечение для молекулярной биологии (часть 1).	3		6	
18	Программное обеспечение для молекулярной биологии (часть 2).	3		4	
	Подготовка к экзамену и экзамен				Экзамен (2 часа)
	Итого:	60 (1,6 з.е.)		82 (2,3 з.е.)	2 (0,1 з.е.)

4.3. Содержание разделов и тем лекционного курса.

Тема 1. История развития, цель и задачи биотехнологии.

Трудоемкость лекционного курса 2 часа, сам. работы 4 часа

История и основные этапы развития биотехнологии (эмпирический, Этиологический, биотехнический, геннотехнический). Достижения и области применения биотехнологии. Связь биотехнологии с другими науками.

Объекты биотехнологии (клетки растений, животных и человека, бактерии, вирусы, грибы).

Основы молекулярной биотехнологии (биологические системы, фундаментальные знания по структуре и функциям биологических полимеров: нуклеиновых кислот и белков, технология рекомбинантных ДНК).

Биотехнология в медицине. Значение биотехнологии для решения актуальных проблем современной медицины в области иммунодиагностики, иммунопрофилактики и иммунотерапии различных заболеваний.

Тема 2. Методы, используемые в иммунобиотехнологии

Трудоемкость лекционного курса 4 часа, сам. работы 4 часа

Методы иммунодиагностики. Ферментный-иммуносорбентный анализ. Реакции агглютинации, преципитации, нейтрализации, с использованием физических и химических меток. Иммунохроматографический анализ. Моноклональные антитела. Иммуноблоттинг. Электрофорез. Биосенсоры.

Тема 3. Гибридные технологии в биотехнологии

Трудоемкость лекционного курса 4 часа, сам. работы 4 часа

История получения моноклональных антител. Гибридизация животных клеток. Клетки химеры. Гибридомы. Методы получения моноклональных антител.

Тема 4. Получение рекомбинантных антител и способы увеличения их аффинности

Трудоемкость лекционного курса 4 часа, сам. работы 4 часа

Антитела: строение, функции, аффинное созревание в организме, способы получения, практическое применение. Рекомбинантные антитела: производные и фрагменты, методы получения, применение. Клеточный дисплей. Фаговый дисплей. Рибосомальный дисплей. мРНК дисплей. Увеличение аффинности антител. Методы случайного мутагенеза. Методы ненаправленного мутагенеза. Увеличение аффинности антитела методом рекомбинации. Направленный мутагенез.

Тема 5. Технология Рекомбинантных ДНК (часть 1).

Трудоемкость лекционного курса 4 часа, сам. работы 4 часа

Основные принципы технологии рекомбинантных ДНК. Основные используемые ферменты. Биология и активность эндонуклеаз рестрикции. Системы рестрикции-модификации. Последовательности узнавания для ферментов рестрикции. Расщепление ДНК эндонуклеазами рестрикции. Факторы, влияющие на активность ферментов рестрикции. Рестрикционное картирование. Использование рестрикционного анализа в филогении. Лигирование ДНК. ДНК полимеразы. Термостабильные ДНК-полимеразы. Терминальные полимеразы. Обратные транскриптазы.

Тема 6. Технология Рекомбинантных ДНК (часть 2).

Трудоемкость лекционного курса 4 часа, сам. работы 4 часа

Векторы, использующиеся для генно-инженерных работ. Экспрессирующие векторы. Экспрессия клонированных генов: повышение эффективности экспрессии и стабильности продукта. Сайт-направленный мутагенез, нокаут-мутагенез, инсерционный мутагенез.

Тема 7. Экспрессия клонированных генов в эукариотической системе

Трудоемкость лекционного курса 4 часа, сам. работы 4 часа

Эукариотические экспрессирующие векторы. Системы экспрессии *Sacharomyces cerevisiae* (векторы, YAC-система клонирования). Экспрессирующие векторы для работы с клетками млекопитающих (ЭВМ) (внехромосомные ЭВМ, селективные маркерные гены для эукариотических систем).

Тема 8. Биотехнология получения и производства вакцин.

Трудоемкость лекционного курса 4 часа, сам. работы 4 часа

Живые вакцины. Принципы аттенуации бактерий и вирусов. Инактивированные корпускулярные вакцины. Химические вакцины. Анатоксины и ассоциированные вакцины. Новые принципы конструирования вакцин (Вакцины искусственных антигенов. Субклеточные (рибосомальные) вакцины. Субъединичные вирусные вакцины. Генно-инженерные вакцины.)

Тема 9. Проточная цитометрия в биотехнологии

Трудоемкость лекционного курса 4 часа, сам. работы 6 часов

Принцип метода проточной цитометрии. История развития методики. Принципиальная схема устройства проточного цитофлуориметра. Основные флуорохромы для проточной цитометрии. Преимущества и недостатки метода проточной цитометрии. Сферы применения проточной цитометрии.

Тема 10. Культивирование клеток и тканей

Трудоемкость лекционного курса 4 часа, сам. работы 4 часа

Клеточная инженерия. Выращивание эукариотических клеток в культуре. Особенности питательных сред и режима выращивания. Основные способы культивирования животных клеток. Культуры животных тканей и особенности культивирования органов. Получение и использование культур клеток человека.

Тема 11. Нанобиотехнологии и наноматериалы в медицине - создание новых носителей и средств целевой доставки лекарственных препаратов

Трудоемкость лекционного курса 3 часа, сам. работы 4 часа

История нанотехнологий. Основные направления использования нанотехнологий в медицине: адресная доставка лекарственных препаратов, наночастицы в качестве лекарственных препаратов, адъювантов, наноимплантаты, наноманипуляторы и диагностические устройства, нанотерапия, биосенсоры, нанопоровые сиквенаторы индивидуальных геномов, использование нанопрепаратов в косметологии, дезинфекции. Использование наночастиц золота для

изготовления иммунохроматографических тестов. Конъюгация и выбор оптимальной дозы антигенов. Атомно-силовая и электронная микроскопия для скрининга физико-химических параметров наночастиц.

Тема 12. Основы микробиологических производств

Трудоемкость лекционного курса 2 часа, сам. работы 6 часов

Изучение, разработка, проектирование, создание и осуществление процессов микробиологического производства продуктов, качественно превосходящих сырье, из которого они получены.

Тема 13. Использование пилотных линий и масштабирование в процессах микробного синтеза в биотехнологиях (часть 1)

Трудоемкость лекционного курса 3 часа, сам. работы 6 часов

Ферментеры. Пилотные, лабораторные биореакторы. Математическое моделирование, системный анализ, оптимизация биотехнологических процессов и биореакторных систем.

Тема 14. Использование пилотных линий и масштабирование в процессах микробного синтеза в биотехнологиях (часть 2)

Трудоемкость лекционного курса 2 часа, сам. работы 4 часов

Классификация биореакторов и их выбор; изучение гидродинамики биореакторов; анализ массообмена в биореакторах; анализ основных критериев масштабирования биореакторов для глубинного культивирования микроорганизмов; выбор и экспериментальная проверка критериев масштабирования биореакторов.

Тема 15. Практические аспекты разработок биотехнологий и их трансфера (часть 1).

Трудоемкость лекционного курса 3 часа, сам. работы 6 часов

Выбор биотехнологических объектов. Технология ферментационных процессов. Культивирование биотехнологических объектов. Производство одноклеточного белка. Отделение, очистка и модификация продуктов. Ферментная технология.

Тема 16. Практические аспекты разработок биотехнологий и их трансфера (часть 2).

Трудоемкость лекционного курса 3 часа, сам. работы 4 часа

Периодическое и непрерывное культивирование. Теплообмен при микробиологическом синтезе. Теплообменные устройства культиваторов. Стерилизация сырья и оборудования. Современные ферментеры для культивирования клеток микроорганизмов. Масштабирование процессов ферментации. Реакторы с иммобилизованными ферментами и клетками микроорганизмов.

Тема 17. Программное обеспечение для молекулярной биологии (часть 1).

Трудоемкость лекционного курса 3 часа, сам. работы 6 часов

Геномные браузеры и он-лайн инструменты. Принципы подбора олигонуклеотидных праймеров, эндонуклеаз рестрикции, плазмидных векторов, условий амплификации клонируемого фрагмента ДНК и селекции рекомбинантных молекул для конкретного эксперимента.

Тема 18. Программное обеспечение для молекулярной биологии (часть 2).

Трудоемкость лекционного курса 3 часа, сам. работы 4 часа

BLAST-анализ. Множественное выравнивание нуклеотидных и аминокислотных последовательностей. Филогенетический анализ. Программное обеспечение для филогенетического анализа на примере программ MEGA и PHYLOVIZ.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Дисциплина реализуется классическими образовательными технологиями (лекции, практические занятия, самостоятельная работа). При организации изучения дисциплины предусматривается широкое использование активных форм проведения занятий (групповые дискуссии) в сочетании с внеаудиторной работой для формирования и развития профессиональных навыков, обучающихся в соответствии с требованиями по направлению подготовки.

Самостоятельная работа включает самостоятельное освоение определенных разделов теоретического материала, подготовку к практическим и семинарским занятиям.

Целью организации самостоятельной работы аспирантов по дисциплине является получение глубоких дополнительных знаний о предметной области и приобретение умений по основам самостоятельной работы.

Самостоятельное изучение теоретического курса аспирантом включает следующие виды деятельности:

- конспектирование и реферирование первоисточников и другой научной и учебной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
- изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку;
- выполнение переводов научных текстов с иностранных языков.

5.2. Формы контроля. Промежуточный контроль проводится в форме собеседования по пройденному материалу.

5.3. Формы итоговой аттестации.

Итоговая аттестация проводится в форме устного экзамена по билетам.

Вопросы для экзаменационных билетов:

1. Что такое вектор в генной инженерии? Какие факторы являются определяющими при выборе клонирующего вектора?

2. В чем заключаются особенности клонирования больших фрагментов ДНК и какие векторы для этого применяют?

3. Каковы основные общие и различные черты векторов для клонирования и экспрессии генов? Может ли экспрессирующий вектор использоваться для клонирования генов?
4. Какие существуют способы введения чужеродной ДНК в клетки *E. coli*?
5. Что такое эндонуклеазы рестрикции II и почему они так важны для технологии рекомбинантных ДНК?
6. Что означает понятие «регулируемый промотор»? Приведите пример.
7. Опишите применение плазмиды pBR322 в качестве вектора.
8. Опишите основные свойства системы клонирования pUC.
9. Зачем рестрицированную плазмидную ДНК перед лигированием часто обрабатывают щелочной фосфатазой?
10. Что такое частота и эффективность трансформации?
11. Что такое клонирование ДНК? Что необходимо для этого процесса?
12. Какими способами можно влиять на экспрессию генов, клонированных в прокариотических организмах?
13. Иногда стратегия синтеза белка-мишени включает получение этого белка в составе химерного продукта. В чем преимущества такого подхода?
14. Химический синтез — один из подходов в технологии получения рекомбинантных ДНК. Секвенирование ДНК.
15. ПЦР и ОТ-ПЦР как методы, оптимизирующие изучение структуры и функций генетического аппарата клеток.
16. Биологические системы, используемые для изучения экспрессии эукариотических генов.
17. Векторы для экспрессии клонированных генов (структура, принцип функционирования). Плазмидные векторы, векторы на основе бактериофага λ , космиды, дрожжевые векторы.
18. Методы введения чужеродных генов в эукариотические клетки.
19. Перечислить направления деятельности человека, где находят применение методы молекулярной диагностики. Привести примеры. Какие молекулярно-биологические методы исследования для этого используют?
20. Моноклональные антитела. Принцип их получения и сфера применения. Привести примеры.
21. Какие программы анализа используют в молекулярной биологии?
22. Виды вакцинных препаратов и принципы конструирования вакцин?

23. Способы получения рекомбинантных антител и способы увеличения их аффинности?

24. Методы цитометрии в биотехнологических процессах?

25. Современные достижения в области нанобиотехнологии?

26. Основы микробиологических производств?

26. Использование пилотных линий и масштабирование в процессах микробного синтеза в биотехнологиях?

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Альбертс Б., Брей Д., Льюис Дж., Робертс К., Уотсон Дж. Молекулярная биология клетки. М.: Мир, 1994.
2. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. М.: Мир, 2002.
3. Дымшиц Г. М. и др. Введение в молекулярную биологию: Курс лекций. НГУ, 2000.
4. Льюин Б. Гены. М.: Мир, 1987.
5. Рис Э., Стернберг М. Введение в молекулярную биологию (от клеток к атомам). М.: Мир, 2002.
6. Рыбчин В. Н. Основы генетической инженерии. СПб.: СПбГТУ, 1999.
7. Сингер М., Берг П. Гены и геномы. М.: Мир, 1998.
8. Уотсон Дж., Туз Дж. Рекомбинантные ДНК: Краткий курс. М.: Мир, 1986.
9. Клаг У., Каммингс М. Основы генетики. М.: Техносфера, 2007. 10. Эллиот В., Эллиот Д. Биохимия и молекулярная биология. М., 2000.
10. Катлинский А.В., Сазыкин Ю.О., Орехов С.Н., Чакалева И.И. Курс лекций по биотехнологии. М: Московская медицинская академия им. И.М. Сеченова, 2005. – 150 с.
11. Медицинская биотехнология. Курс лекций: учебное пособие / А.Н. Шевцов. – Киров: ФГБОУ ВПО «ВятГУ», 2011. – 129 с.
12. Зурочка А.В., Хайдуков С.В., Кудрявцев И.В., Черешнев В.А. Проточная цитометрия в медицине и биологии. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2014. -576 с.
13. Огурцов А.Н. Нанобиотехнология. Основы молекулярной биотехнологии. Учебное пособие. - Харьков: ХПИ, 2010. – 384 с.

Дополнительная литература:

1. Генная терапия — медицина будущего: Сборник обзорных материалов по программе «Геном человека» / Под ред. А. В. Зеленина. М., 2000.

2. Горбунова В. Н., Баранов В. С. Введение в молекулярную диагностику и генотерапию наследственных заболеваний. СПб.: Специальная литература, 1997.
3. Калинин В. Л. Введение в молекулярную вирусологию. СПб.: СПбГТУ, 2000.
4. Калинин В. Л. Транскрипция и регуляция экспрессии генов. СПб.: СПбГТУ, 2001.
5. Компьютерный анализ генетических текстов / Под ред. М. Д. Франк-Каменецкого. М.: Наука, 1990.
6. Маниатис Т., Фрич Э., Самбрук Дж. Методы генетической инженерии. Клонирование генов. М.: Мир, 1984.
7. Воробьева И. Промышленная микробиология. М.: МГУ, 1989.
8. Ленинджер А. Основы биохимии. 2004.
9. Молекулярная клиническая диагностика / Под ред. С. Херрингтона, Дж. Макги. М.: Мир, 1999.

Информационно-справочные и поисковые системы:

Все о битехнологии	http://www.biotechnolog.ru/
Сайт US National Library of Medicine National Institutes of Health дает ссылки для биомедицинской литературы MEDLINE, включая ссылки на полный текст содержимого из PubMed Central и сайты издателей сети.	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/
Библиотека научных и справочных материалов по проблемам иммунологии	http://www.imunologynk.com
Все о вакцинах	http://www.privivka.ru
Иммунологические методы в биотехнологии	http://dic.academic.ru/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

ФБНУН ГНЦ ПМБ имеет специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой

аудитории. Для демонстрации лекций, наглядных материалов во время занятий имеется экран, компьютер, мультимедийный проектор.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Практические занятия проводятся в профильных лабораториях ФБУН ГНЦ ПМБ, оснащенных современным диагностическим оборудованием.