

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)

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. Фирстова В.В.  
зав. сектором инфекционной  
имmunологии

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

Протокол № 4 от 25 мая 2017 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.**

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

<b>Аудиторные занятия:</b>	
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
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>Экзамен</b>

#### 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 (часть1)	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)
	<b>Итого:</b>	<b>60 (1,6 з.е.)</b>		<b>82 (2,3 з.е.)</b>	<b>2 (0,1 з.е.)</b>

#### 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. Иммуноблотинг. Электрофорез. Биосенсоры.

##### **Тема 3. Гибридомные 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 *Saccharomyces cerevisiae* (векторы, YAC-система клонирования). Экспрессирующие векторы для работы с клетками млекопитающих (ЭВМ) (внекромосомные 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. Сфера 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, адьювантов, наноимплантанты, 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 критерий 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 проводиться 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 плазиды pBR322 в качестве вектора.
8. Опишите основные свойства системы клонирования pUC.
9. Зачем рестриционную плазмидную ДНК перед лигированием часто обрабатывают щелочной фосфатазой?
10. Что такая 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  $\lambda$ , 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., Брэй 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. Лениндже А. Основы биохимии. 2004.
9. Молекулярная клиническая диагностика / Под ред. С. Херрингтона, Дж. Макги. М.: Мир, 1999.

#### **Информационно-справочные и поисковые системы:**

Все о биотехнологии	<a href="http://www.biotechnolog.ru/">http://www.biotechnolog.ru/</a>
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.	<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/</a>
Библиотека научных и справочных материалов по проблемам иммунологии	<a href="http://www.imunologynk.com">http://www.imunologynk.com</a>
Все о вакцинах	<a href="http://www.privivka.ru">http://www.privivka.ru</a>
Иммунологические методы в биотехнологии	<a href="http://dic.academic.ru/">http://dic.academic.ru/</a>

#### **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 ГНИЦ ПМБ, оснащенных современным диагностическим оборудованием.