|  |
| --- |
| Кафедра естествознания и географииУТВЕРЖДАЮПроректорпо учебной и воспитательной работед.фил.н., профессор\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Т.В. Мальцева«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_ г.**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА** **дисциплины** **Б1.О.01.03** **Методологические основы исследований в биотехнологии****Направление подготовки – 19.04.01 Биотехнология****Магистерская программа**  ***Г***[***еномика, молекулярная генетика и биоинформатика***](http://lengu.ru/sveden/educationProgramm/164?d=)г. Санкт-Петербург2023 г. |
|

|  |
| --- |
| **Лист согласований рабочей программы**Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями:- ФГОС ВО по направлению подготовки 19.04.01 «Биотехнология» (уровень магистратуры) утвержденного приказом Министерства образования и науки от 21.11.2014 г. № 1495;- Приказа Минобрнауки России от 05.04.2017 N 301 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры; - учебного плана ГАОУ ВО ЛО «Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина» по направлению **19.04.01 Биотехнология** |

**Составитель**: к.б.н., доцент каф. естествознания и географии Ситников М.Н.Рассмотрено на заседании кафедры естествознания и географии 28.08.2017 г. (протокол №1, от «28» августа 2017 г.).Заведующий кафедрой естествознания и географии \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Силина Н.И.Рабочая программа соответствует требованиям к содержанию, структуре, оформлению.Согласовано:Зав.библиотекой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ М.Е.ХаритоноваРекомендовано к использованию в учебном процессе |

**1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ:**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №пп | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или ее части) | Индикаторы компетенций (код и содержание) |
| **1.** | ОПК-4;  | Способен выбирать и использовать современные инструментальные методы и технологии, осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности | ОПК-4.1. Владеет навыками использования современных приборов и технологий, новейших методов исследований в рамках профессиональной деятельности . |
| 2. | ОПК-5 | Способен планировать и проводить комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования по разработанной программе, критически анализировать, обобщать и интерпретировать полученные экспериментальные данные | ОПК-5.1 Демонстрирует способность планировать и проводить научные исследования в области биотехнологии, выбирать оптимальные способы и методы исследования, планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные. |

**2. Место ДИСЦИПЛИНЫ В структуре Образовательной Программы:**

Цель дисциплины: систематизация знаний по теоретическим и прикладным (в отношении биотехнологии) вопросам молекулярной генетики и экспериментальной геномики, связи этих направлений с другими науками и подготовка обучающихся, обладающего знаниями и практическими навыками, необходимыми для исследовательской работы в области биотехнологии. Особое место в дисциплине занимают вопросы сравнительной генетики, функциональной геномики и биоинформатики, что является предметом исследования кафедральной научной школы.

Задачи:

* освоить фундаментальные знания в области молекулярной биологии, генетики, геномики, биохимии и клеточной биологии, необходимые для экспериментальной работы в области биотехнологических исследований;
* сформировать комплексный подход к методическим вопросам биологических технологий на основе естественнонаучного мировоззрения;
* освоить основные биологические и химические методы, используемые в биотехнологии;
* сформировать мотивационные установки, навыки планирования и организации научных исследований;
* сформировать умения интерпретации результатов исследований для анализа и обобщения биологических явлений;
* овладеть навыками применения методов молекулярной генетики и экспериментальной геномики в биотехнологической науке.

Дисциплина «Методологические основы исследований в биотехнологии» реализуется в рамках базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» программы магистратуры, является обязательной для освоения обучающихся.

После изучения дисциплины, обучающиеся смогут использовать сформированные компетенции в процессе изучения дисциплин «Методы работы с культурами клеток», «Математические методы в биологии», «Биоинформатика» и выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР)

**3. Объем дисциплины и видов учебной работы**

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

*(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)*

Очная форма обучения

|  |  |
| --- | --- |
| Вид учебной работы | Трудоемкость в акад.час |
| **Контактная работа (аудиторные занятия) (всего):** | 92 |
| в том числе: |  |
| Лекции | 24 |
| Лабораторные занятия (в т.ч. зачет\*) | 68 |
| **Самостоятельная работа (всего)** | 88 |
| **Вид промежуточной аттестации (экзамен):** | 36 |
| контактная работа | 2,35 |
| самостоятельная работа по подготовке к экзамену | 33,65 |
| **Общая трудоемкость дисциплины (в час. /** **з.е.)**  | 216/6 |

* Зачет проводится на последнем занятии

**4. Содержание дисциплины**

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая при необходимости проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых организацией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

**4.1. Содержание разделов и тем**

**Тема 1. Введение в биотехнологические исследования. История молекулярной генетики и геномики.**

Биотехнология как технология, использующая живые системы. Основные этапы развития биотехнологии. Роль Луи Пастера в развитии микробиологии и биотехнологии. Основные достижения и надежды биотехнологии. Необходимость проведения экспериментальных исследований и разработки новых методов в биотехнологии.

Ядерная теория наследственности. Опыты Менделя: методология и основные результаты. Рождение и развитие концепции гена. Переоткрытие результатов Менделя и рождение генетики. Хромосомная теория.

Открытие ДНК. Определение полимерной природы ДНК. Эксперимент Гриффитса по трансформации пневмококков. Эксперимент Эвери, Мак Клеод и Мак Картни. Эксперимент Херши и Чейз. Работы Чаргаффа и определение нуклеотидного состава ДНК в разных организмах. Модель Двойной Спирали ДНК Уотсона-Крика. Механизм репликации ДНК. Эксперимент Мезельсона-Сталя. Возникновение молекулярной биологии. Центральная догма молекулярной биологии. Современные представления о строении гена. Кодирующие и некодирующие участки ДНК. Создание технологий рекомбинантных молекул ДНК и рождение генетической инженерии. Секвенирование геномов микроорганизмов, растений и животных. Рождение геномики и биоинформатики.

**Тема 2. Объекты и методы биотехнологических исследований.**

Объекты биотехнологии (живые организмы, клетки, частицы, метаболиты). Вирусы, бактерии, архебактерии, грибы, водоросли, высшие растения и животные, клеточные культуры и их использование в современной биотехнологии.

Культивирование биообъектов. Выращивание микроорганизмов в жидких средах и на твердом субстрате. Получение и выращивание каллусов высших растений. Типы клеточных культур. Первичные клеточные культуры. Трансформированные клеточные культуры. Стволовые клетки и индуцированные плюрипотентные клетки. Устройство культурального блока. Оборудование, реактивы и расходные материалы, применяемые для работы с культурами клеток.

**Тема 3. Методы выделения нуклеиновых кислот.**

Строение и физико-химические свойства ДНК и РНК. Классические методы выделения и очистки нуклеиновых кислот. Принципы, по которым выбирают биологический материал для выделения нуклеиновых кислот. Принципиальная схема выделения ДНК с помощью традиционных методов. Разрушение клеточной стенки.Разрушение клеточной и ядерной мембран. Отделение ДНК от белков.Очистка ДНК от примесей низкомолекулярных веществ. Обработка протеазами для разрушения белков. Обработку РНКазами для разрушения РНК.

Современные киты для выделения ДНК. Особенности выделение РНК. Выделение РНК по Шереру. Метод выделение ДНК по Хомчинскому и его модификации. TRI, TRIzol, Trisure. Выделение ДНК и РНК на твердофазных колонках.

**Тема 4. Фракционирование клеточного содержимого. Разделение белков и нуклеиновых кислот.**

 Методы разрушения клеток. Принципы работы центрифуги. Разделение органелл и макромолекул с помощью центрифугирования. Разделение макромолекул в градиенте плотности.

 Использование хроматографии для разделения белков. Принципы работы тонкослойной хроматографии. Разновидности колоночной хроматографиии (ионообменная хроматография, гидрофобная хроматография, хроматография гель-фильтрацией, афинная хроматография).

Принципы электрофоретического разделения белков. Разделение белков в ДСН-ПААГ. Вестерн-блоттинг. Избирательное расщепление белка. Пептидная карта. Секвенирование аминокислотных последовательностей в белковой молекуле.

Электрофоретическое разделение нуклеиновых кислот. Использование ДСН-ПААГ и агарозного гель-электрофореза для электрофоретического разделения нуклеиновых кислот. Метод пульс-электрофореза в агарозном геле.

**Тема 5. Полимеразная Цепная Реакция.**

Репликация ДНК. Ферментативный аппарат репликации. Открытие метода полимеразной цепной реакции. Принципы работы Полимеразной Цепной Реакции. Основные компоненты реакционной смеси для ПЦР. Ферменты, применяемые для полимеразной цепной реакции. Термостабильные ДНК-зависимые ДНК-полимеразы.

Основные этапы ПЦР. Условия амплификации фрагментов ДНК. Подбор праймеров для ПЦР. Ккритические компоненты и параметры ПЦР (ДНК-матрица, ионы Mg2+, температурный режим, время элонгации, количество циклов и объем реакционной смеси). Ограничения метода ПЦР. Амплификация протяженных фрагментов ДНК. Полимеразная цепная реакция с обратной транскрипцией. Полимеразная цепная реакция в реальном времени. Способы визуализации процесса полимеразной цепной реакции. ПЦР в реальном времени с обратной транскрипцией.

**Тема 6. Секвенирование ДНК. Гибридизация нуклеиновых кислот.**

Строение ДНК. Правило Чаргаффа. Модель двойной спирали ДНК и принцип комплиментарности. Генетический код. Кодирующие и некодирующие последовательности ДНК.

 Классические определения первичной структуры ДНК. Химический метод секвенирования ДНК (секвенирование по Максаму-Гильберту). Метод секвенирования нуклеиновых кислот, основанный на энзиматическом введении нуклеотида, терминирующего цепь (секвенирование по Сэнгеру).

Современные модификации секвенирования по Сэнгеру. Пиросеквенирование. Принципы, достоинства и ограничения метода.

Принципы организации биологических баз данных. Проекты NCBI и Ensembl, интегрированный доступ к базам данных, касающихся строения [геномов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%BC). Генетические карты и геномные сиквенсы онлайн. Сравнение сиквенсов и сравнительная геномика.

Мечение ДНК и РНК. Саузерн-Блотинг. Нозерн-Блоттинг. Insitu гибридизация.

**Тема 7. Генетическая инженерия.**

Принципы генетической инженерии. Принципиальная схема молекулярного клонирования.

Ферменты рестрикции нуклеиновых кислот. Типы рестрицирующих эндонуклеаз. Рестрицирующие эндонуклеазы типа II и их применение в генетической инженерии. Специфичность рестрицирующих эндонуклеаз типа II. Нуклеотидные последовательности, распознаваемые ренстрицирующими эндонуклеазами типа II. Рестрикционные карты. Изменение концов рестрикционных фрагментов ДНК..

Вектора, используемые в генетической инженерии. Плазмиды. Космиды (гибридные плазмиды) Вирусные вектора. Искусственные хромосомы. Вектора на основе транспозонов.

Биологические свойства бактериальных плазмид. Сайты инициации репликации плазмид. Копийность плазмид. Группы несовместности. Особенности плазмидных векторов, используемых в генетической инженерии. Карта плазмидного вектора. Выделение плазмидной ДНК. Современные киты для выделения плазмидной ДНК.

Поколения плазмидных векторов. Плазмиды серии pBR – основа конструирования плазмидных векторов. Векторы серии pUC. Плазмиды серии Bluescript. Векторы для прямого клонирования продуктов ПЦР.

Лигирование по «тупым» и «липким» концам. Введение рекомбинантных ДНК в клетки бактерий. Селекция и скрининг бактериальных клонов.

**4.2. Примерная тематика курсовых работ (проектов)**

Курсовая работа по дисциплине не предусмотрена учебным планом.

**4.3. Перечень занятий, проводимых в активной и интерактивной формах, обеспечивающих развитие у обучающихся навыков контактной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | наименование блока (раздела) дисциплины | Форма проведения занятия |
| 1. | Тема 1. Введение в биотехнологические исследования. История молекулярной генетики и геномики.  | Дискуссия |
| Просмотр видеоматериалов.  |
| 2. | Тема 2. Объекты и методы биотехнологических исследований.  | Дискуссия |
| 3 | Тема 3. Методы выделения нуклеиновых кислот.  | Эвристическая беседа |
| разработка проекта |
| 4 | Тема 5. Полимеразная Цепная Реакция.  | Эвристическая беседа |
| Дискуссия |
| 5 | Тема 7. Генетическая инженерия.  | Эвристическая беседа |
| Дискуссия |

**5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

* 1. **Вопросы для подготовки к лабораторным занятиям:**

**Тема 1. Введение в биотехнологические исследования. История молекулярной генетики и геномики.**

1. Биотехнология и ее значение для народного хозяйства.
2. Этапы развития биотехнологии.
3. Современные биотехнологические исследования.
4. Принципы поиска информации с помощью системы PubMed.
5. Значение биотехнологии для народного хозяйства.
6. Генотехнический этап развития биотехнологии.
7. Основные направления исследований в современной биотехнологии.
8. .Принципы работы в исследовательской лаборатории.
9. 2.Работа с дозаторами.
10. 3.Основное оборудование, используемое в современных биотехнологических исследованиях.

**Тема 2. Объекты и методы биотехнологических исследований.**

1. Стерилизация в биотехнологии.
2. **2.**Устройство автоклава.
3. **3.**Принципы работы с автоклавом.
4. 1.Открытие микроорганизмов.
5. 2.Л. Пастер и научная микробиология.
6. 3.Жидкие среды для культивирования бактерий.
7. 4. Выращивание бактерий на твердых средах.
8. **1.**.Микроорганизмы в биотехнологическом производстве.
9. 2.Микроорганизмы в генетической инженерии.
10. 3.Рост микроорганизмов.
11. 4. Образование колоний микроорганизмов.
12. История культивирования клеток invitro.
13. Первичные клеточные культуры.
14. Трансформированные клеточные культуры.
15. Стволовые клетки и ИПК.

**Тема 3. Методы выделения нуклеиновых кислот.**

1. История открытия ДНК.
2. Строение РНК и ДНК.
3. Модель двойной спирали ДНК.
4. Физико-химические свойства ДНК.

**Тема 4. Фракционирование клеточного содержимого. Разделение белков и нуклеиновых кислот.**

1. Биологические макромолекулы.
2. Методы разделения биологических макромолекул.
3. Принципы работы гель-электрофореза.
4. Основные типы гель-электрофореза.

**Тема 5. Полимеразная Цепная Реакция.**

1. Механизм репликации ДНК.
2. Опыт Мезельсона-Сталя.
3. Работа ДНК-полимераз.
4. Основные методы секвенирования ДНК.
5. Принцип комплиментарности.
6. Возможности современной биоинформатики.
7. Возможности программы Primer3.
8. Протокол ПЦР-реакции.
9. Факторы, от которых зависит ход ПЦР-реакции.
10. Принципы работы ПЦР-амплификатора.

**Тема 6. Секвенирование ДНК. Гибридизация нуклеиновых кислот.**

1. ДНК как молекула наследственности.
2. Развитие концепции гена.
3. Хромосомная теория наследственности.
4. Секвенирование геномов организмов.
5. Хранение и реализация генетической информации у прокариот.
6. Хранение и реализация генетической информации у эукариот.
7. Механизмы транскрипции.
8. Регуляция транскрипции у прокариот.
9. Регуляция транскрипции у эукариот.
10. Механизмы трансляции.

**Тема 7. Генетическая инженерия.**

1. Группы генетических векторов.
2. Свойства природных плазмид.
3. Основные группы плазмидных векторов.
4. Карта плазмиды.
5. Ферменты, используемые в генетической инженерии.
6. Особенности работы рестриктаз.
7. Специфичность работы рестриктаз.
8. Лигирование по «липким концам»

**5.2. Темы конспектов:**

1. История молекулярной генетики и геномики.
2. Объекты и методы биотехнологических исследований.
3. Методы выделения нуклеиновых кислот.
4. Фракционирование клеточного содержимого. Разделение белков и нуклеиновых кислот.
5. Полимеразная Цепная Реакция.
6. Секвенирование ДНК. Гибридизация нуклеиновых кислот.
7. Генетическая инженерия.

**6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости**

* 1. **Текущий контроль**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №пп | № и наименование блока (раздела) дисциплины | Форма текущего контроля |
| 1 | Тема 1. Введение в биотехнологические исследования. История молекулярной генетики и геномики.  | Отчет по результатам выполнения лабораторных занятий;Тестовые задания; составление конспектов |
| 2 | Тема 2. Объекты и методы биотехнологических исследований.  |
| 3 | Тема 3. Методы выделения нуклеиновых кислот.  |
| 4 | Тема 4. Фракционирование клеточного содержимого. Разделение белков и нуклеиновых кислот.  |
| 5 | Тема 5. Полимеразная Цепная Реакция.  |
| 6 | Тема 6. Секвенирование ДНК. Гибридизация нуклеиновых кислот.  |
| 7 | Тема 7. Генетическая инженерия.  |

**6.2. Примеры оценочных средств для текущего контроля**

***Вопросы для подготовки к лабораторным занятиям***

Представлены в п. 5.1

***Темы конспектов***

Представлены в п. 5.2

***Примеры тестовых заданий.***

**1. На кривые роста микроорганизмов отсутствует**

1) лаг-фаза роста

2) лог-фаза роста

3) фаза линейного роста

4) стабильная фаза роста

5) фаза отмирания культуры

**2. Стационарная фаза роста при периодическом культивировании микроорганизмов характеризуется**

1. отсутствием роста культуры
2. синхронизацией популяции
3. равенством скорости отмирания и скорости роста микроорганизмов в популяции
4. выделением продуктов вторичного метаболизма
5. постоянной скоростью утилизации энергетического субстрата

**3. Продуктами вторичного метаболизма не являются**

1. ферменты
2. антибиотики
3. пигменты
4. микроорганизмы - продуценты
5. афлатоксины

**4. Вакцины – это препараты, содержащие**

1. антигены одного или нескольких возбудителей инфекционных заболеваний
2. комплекс антибиотиков для лечения инфекционной патологии
3. комплекс витаминов для поддержания иммунитета
4. дезинфектанты широкого спектра действия
5. иммуноглобулины

**5. Ферменты по своей биохимической природе являются**

1. липопротеидами
2. белками
3. белками и РНК
4. нуклеиновыми кислотами
5. имеют разную биохимическую природу

**6. Пробиотики – это группа лекарственных препаратов, действующим началом, которых является**

1. высокоочищенные витамины
2. микроорганизмы - нормальные симбионты ЖКТ
3. гормональные компоненты
4. дрожжевые микроорганизмы
5. физиологически активные пептиды

**7. Асептический разлив инъекционных биотехнологических препаратов должен осуществляться в чистых помещениях**

1. в зоне типа А
2. в зоне типа В
3. в зоне типа С
4. в зоне типа D
5. в боксе биологической безопасности

**8. Производственные питательные среды в биотехнологической схеме получения лекарственных препаратов должны быть изготовлены основе**

1. воды для инъекций
2. водопроводной воды
3. деминерализованной воды
4. стерильной воды
5. дистиллированной воды

**9. Бактериофаг по своей биологической природе является**

1. вирусом человека или животного
2. продуктом микробной трансформации
3. генетическим маркером при скрининговых процедурах
4. вирусом бактерии
5. не является биологическим объектом

**10. Основным белком плазмы крови доноров в количественном отношении является:**

1. альбумин
2. фибрин
3. иммуноглобулин
4. фактор VIII
5. белковые компоненты отсутствуют

**7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:**

**7.1. Основная литература**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование | Авторы | Место издания | Год издания | Наличие |
| Печатные издания | в ЭБС, адрес в сети Интернет |
| 1. | Научные основы биотехнологии: учебное пособие, Ч. I. Нанотехнологии в биологии | Горленко В. А. , Кутузова Н. М. , Пятунина С. К. | М.: Прометей | 2013 |  | [http://biblioclub.ru](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=240486&sr=1) |
| 2. | Основы научного исследования: учебное пособие | Бакулев В.А. , Бельская Н. П. , Берсенева В. С. | Екатеринбург: Издательство Уральского университета | 2014 |  | [http://biblioclub.ru](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=275723&sr=1) |
| 3. | Биотехнология: теория и практика: учеб. пособие [для студентов вузов, обучающихся по специальности 020201 "Биология"] | под ред. Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. | М. : ОНИКС | 2009 | + |  |

**7.2. Дополнительная литература**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование | Авторы | Место издания | Год издания | Наличие |
| Печатные издания | в ЭБС, адрес в сети Интернет |
| 1. | Молекулярно-генетические механизмы эволюции органического мира. Генетическая и клеточная инженерия | Тузова Р. В. , Ковалев Н. А. | Минск: Белорусская наука | 2010 |  | [http://biblioclub.ru](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=89370&sr=1) |
| 2. | Питательные среды для микробиологического контроля качества лекарственных средств и пищевых продуктов: справочник | под ред.: В. А. Галынкина, В. И. Кочеровца. | СПб. : Проспект Науки | 2006 | + |  |
| 3. | Молекулярная биотехнология: принципы и применения | Б. Глик, Дж. Пастернак; Пер. с англ. под ред. Н. К. Янковского. | М. : Мир | 2002 | + |  |

1. **Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**
2. National Center for Biotechnology Information. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
3. (База данных Национального Центра Биотехнологической Информации, США) PubMed. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>
4. (Система поиска публикаций по биологии, биотехнологии и медицинским наукам при Базе данных Национального Центра Биотехнологической Информации, США) Ensemble <http://www.ensembl.org/index.html>
5. (База данных по геномике, европейский проект)
6. Калькулятор олигонуклеотидов. Программа проводит базовый анализ свойств олигонуклетидов <http://www.basic.northwestern.edu/biotools/oligocalc.html>

# Сайт New England Biolabs – важный источник информации по ферментам и, в частности, по наиболее применяемым в биотехнологии рестриктазам <https://www.neb.com/>

# Программа NEB cutter. Позволяет анализировать участки ДНК на предмет сайтов рестирикции наиболее применяемых в биотехнологии рестриктаз <http://nc2.neb.com/NEBcutter2/>

1. Программа для автоматического подбора праймеров <http://www.bioinformatics.nl/cgi-bin/primer3plus/primer3plus.cgi>
2. Blackboard Learn (программное обеспечение): <https://prof.lengu.ru>.
3. Электронно-библиотечная система «Библиоклуб». – Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/>

**9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ:**

Важнейшим условием успешного освоения материала является планомерная работа обучающегося в течение всего периода изучения дисциплины, поэтому подготовку к итоговому зачету или экзамену по дисциплине следует начинать с первого занятия. Обучающемуся следует ознакомиться со следующей учебно-методической документацией: программой дисциплины; перечнем знаний и умений, которыми обучающийся должен владеть; тематическими планами лекций, практических занятий; видами текущего контроля; учебником, учебными пособиями по дисциплине; электронными ресурсами по дисциплине; перечнем экзаменационных вопросов /вопросов к зачету.

***Подготовка к лекционным занятиям***

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные и наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации по подготовке к практическим занятиям и самостоятельной работе. В ходе лекционных занятий обучающемуся следует вести конспектирование учебного материала.

С целью обеспечения успешного обучения обучающийся должен готовиться к лекции, она является важнейшей формой организации учебного процесса, поскольку:

− знакомит с новым учебным материалом;

− разъясняет учебные элементы, трудные для понимания;

− систематизирует учебный материал;

− ориентирует в учебном процессе.

При подготовке к лекции необходимо:

− внимательно прочитать материал предыдущей лекции;

− узнать тему предстоящей лекции (по тематическому плану, по рабочей программе дисциплины);

− ознакомиться с учебным материалом лекции по рекомендованному учебнику и учебным пособиям;

− уяснить место изучаемой темы в своей профессиональной подготовке;

− записать возможные вопросы, которые обучающийся предполагает задать преподавателю.

***Подготовка к практическим (семинарским) занятиям, лабораторным работам***

Этот вид самостоятельной работы состоит из нескольких этапов:

1) повторение изученного материала. Для этого используются конспекты лекций, рекомендованная основная и дополнительная литература;

2) углубление знаний по теме. Необходимо имеющийся материал в конспектах лекций, учебных пособиях дифференцировать в соответствии с пунктами плана практического занятия. Отдельно выписать неясные вопросы, термины. Лучше это делать на полях конспекта лекции;

3) выполнение практических заданий, упражнений, проверочных тестов, составление словаря терминов, развернутого плана сообщения и т.д.

При подготовке к практическому занятию рекомендуется с целью повышения их эффективности:

* уделять внимание разбору теоретических задач, обсуждаемых на лекциях;
* уделять внимание краткому повторению теоретического материала, который используется при выполнении практических заданий;
* осуществлять регулярную сверку домашних заданий;
* ставить проблемные вопросы, по возможности использовать примеры и задачи с практическим содержанием;
* включаться в используемые при проведении практических занятий активные и интерактивные методы обучения;
* развивать предметную интуицию.

При разборе примеров в аудитории или при выполнении домашних заданий целесообразно каждый шаг обосновывать теми или иными теоретическими положениями.

Для обеспечения систематической и регулярной работы по изучению дисциплины и успешного прохождения промежуточных и итоговых контрольных испытаний обучающемуся рекомендуется придерживаться следующего порядка обучения:

1) определить объем времени, необходимого для проработки каждой темы, ориентируясь на распределение часов, приведенное в основной части настоящей рабочей программы;

2) регулярно изучать каждую тему дисциплины, используя различные формы индивидуальной работы;

3) согласовывать с преподавателем виды работы по изучению дисциплины;

4) по завершении отдельных тем своевременно передавать выполненные индивидуальные работы преподавателю.

***Организация самостоятельной работы***

Для теоретического и практического усвоения дисциплины большое значение имеет самостоятельная работа обучающихся, которая может осуществляться индивидуально и под руководством преподавателя. Самостоятельная работа обучающегося является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий, что предполагает самостоятельное изучение отдельных тем, дополнительную подготовку к каждому семинарскому и практическому занятию или лабораторной работе. Самостоятельная работа обучающихся является важной формой образовательного процесса. Она реализуется непосредственно в ходе аудиторных занятий, в контактной работе с преподавателем вне рамок расписания, а также в библиотеке, при выполнении обучающимся учебных заданий.

Цель самостоятельной работы обучающихся состоит в научении осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией. Правильно организованная самостоятельная работа позволяет заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою квалификацию, что будет способствовать формированию профессиональных компетенций на достаточно высоком уровне. При изучении дисциплины организация самостоятельной работы обучающихся представляет собой единство трех взаимосвязанных форм:

1) внеаудиторная самостоятельная работа;

2) аудиторная самостоятельная работа, которая осуществляется под непосредственным руководством преподавателя при проведении практических занятий и во время чтения лекций;

3) творческая, в том числе научно-исследовательская работа. Это вид работы предполагает самостоятельную подготовку отчетов по выполнению практических заданий, подготовку презентаций, эссе, сообщений и т.д.

На практических занятиях необходимо выполнять различные виды самостоятельной работы (в том числе в малых группах), что позволяет ускорить формирование профессиональных умений и навыков.

***Подготовка к экзамену (зачету)***

Завершающим этапом изучения дисциплины является сдача зачета или экзамена в соответствии с учебным планом, при этом выясняется усвоение основных теоретических и прикладных вопросов программы и умение применять полученные знания к решению практических задач. При подготовке к экзамену учебный материал рекомендуется повторять по учебнику и конспекту. Зачет или экзамен проводится в назначенный день, по окончании изучения дисциплины. Во время контрольного мероприятия преподаватель учитывает активность работы обучающегося на аудиторных занятиях, качество самостоятельной работы, результативность контрольных работ, тестовых заданий и т.д.

**10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**10.1. Требования к программному обеспечению учебного процесса**

Для успешного освоения дисциплины, обучающийся использует следующие программные средства:

* **Windows 10 x64**
* **Microsoft Office 2016**

**10.2 Информационно-справочные системы**

Информационно справочная правовая система «Гарант»

**11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:**

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие примерным программам дисциплин (модулей), рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Перечень необходимых материально-технических средств обучения, используемых в учебном процессе преподавателем на занятиях для освоения обучающимися дисциплины:

Компьютеры для обучающихся с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, компьютер преподавателя, мультимедийный проектор, экран, маркерная доска, столы и стулья для обучающихся, стол и стул преподавателя, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий.