

# БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе  
и образовательным инновациям

О.Н. Здрок

2020 г.

Регистрационный № УД-9097/уч.

## Спецпрактикум

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 01 01 Биология (по направлениям)

### **направления специальности**

1-31 01 01-01 Биология (научно-производственная деятельность)

1-31 01 01-02 Биология (научно-педагогическая деятельность)

### **специализации**

1-31 01 01-01 07 Генетика

1-31 01 01-02 07 Генетика

2020 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 01 01-2013 и учебного плана УВО № G31-132/уч., № G31-133/уч., № G31з-157/уч., № G31з-159/уч., утвержденных 13.07.2013 г.

**СОСТАВИТЕЛИ:**

С.В. Глушен, доцент кафедры генетики Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук;

В.В. Гринев, доцент кафедры генетики Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент;

М. П. Куницкая, старший преподаватель кафедры генетики Белорусского государственного университета;

А.В. Лагодич, доцент кафедры генетики Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент;

О.В. Лагодич, старший преподаватель кафедры генетики Белорусского государственного университета.

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Н.В. Кухарчик, зав. отделом биотехнологии Республиканского унитарного предприятия «Институт плодоводства», доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

А.Л. Лагоненко, доцент кафедры молекулярной биологии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент.

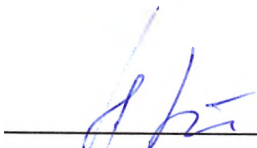
**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой генетики

(протокол № 21 от 16.06.2020 г);

Научно-методическим Советом БГУ

(протокол № 5 от 17.06.2020 г)

  
Заведующий кафедрой  
д.б.н., профессор

Н.П. Максимова

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – сформировать у студентов практические навыки проведения молекулярно-биологических исследований

### Задачи учебной дисциплины:

1. освоить основные принципы и методы работы, необходимые для проведения молекулярно-генетических исследований (правила работы с лабораторным оборудованием и компьютерным обеспечением, методы работы с ДНК, возможности метода полимеразной цепной реакции).
2. с помощью компьютерных технологий получать и обрабатывать цифровые изображения клеток и субклеточных структур.

**Место учебной дисциплины** в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина относится к **циклу** дисциплин специализации компонента учреждения высшего образования.

Программа учебной дисциплины составлена с учетом **межпредметных связей** и программ по смежным дисциплинам химического и биологического профиля («Цитология и гистология», «Молекулярная генетика», «Генетика», «Генетический анализ» и др.).

### Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Спецпрактикум» должно обеспечить формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций:

#### *академические* компетенции:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

#### *социально-личностные* компетенции:

СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.

СЛК-6. Уметь работать в команде.

#### *профессиональные* компетенции:

ПК-1. Квалифицированно проводить **научные** исследования в области биохимии и молекулярной биологии, проводить анализ результатов

экспериментальных исследований, формулировать из полученных результатов корректные выводы.

ПК-2. Осваивать новые модели, теории, методы исследования, участвовать в разработке новых методических подходов.

ПК-6. Квалифицированно проводить научно-производственные исследования, выбирать грамотные и экспериментально обоснованные методические подходы, давать рекомендации по практическому применению полученных результатов.

ПК-7. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научно-технических и других информационных источниках.

ПК-11. Выполнять работы на современном производственном и лабораторном оборудовании, используя техническую документацию.

ПК-12. Подбирать соответствующее оборудование, аппаратуру, приборы и инструменты и использовать их при осуществлении производственной деятельности.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- закономерности наследования признаков при моно-, ди- и полигибридных скрещиваниях;
- биологические основы размножения растений и животных;
- клеточные, хромосомные, генные и молекулярные механизмы наследственности;
- механизмы изменчивости генетического материала; закономерности онтогенеза;
- основы генетики человека и его наследственных заболеваний;
- генетические основы селекции;
- вопросы экологической и популяционной генетики;
- задачи и возможности клеточной и генетической инженерии;
- принципы создания трансгенных растений и животных;
- основные подходы генотерапии.

**уметь:**

- проводить и анализировать генетический эксперимент;
- связывать данные генетики с достижениями цитологии, биологических основ размножения растений и животных, онтогенеза, эволюционной теории и селекции, а также с успехами в области биохимии нуклеиновых кислот, молекулярной биологии, микробиологии, вирусологии и иммунологии;
- использовать достижения генетики в решении задач селекции, медицины, экологии и биотехнологии, а также применять полученные знания в дальнейшей практической деятельности.

**владеть:**

- навыками использования различных программных пакетов для решения задач молекулярно-генетических исследований;
- различными молекулярно-генетическими методами исследования.

## Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 5-7 семестре (очная форма получения образования) и в 6-8 семестрах (заочная форма получения образования). Всего на изучение учебной дисциплины «Спецпрактикум» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 342 часов, в том числе 180 аудиторных часов, из них: лабораторные занятия – 180 часов (5 семестр - лабораторные занятия - 60 часов, 6 семестр - лабораторные занятия - 60 часов, 7 семестр - лабораторные занятия - 60 часов).

- для заочной формы получения высшего образования - 342 часа, в том числе 54 аудиторных часа, из них лабораторные занятия - 54 часа (6 семестр - лабораторные занятия - 18 часов, 7 семестр - лабораторные занятия - 18 часов, 8 семестр - лабораторные занятия - 18 часов).

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 8 зачетных единиц для направления специальности 1-31 01 01-01 Биология (научно-производственная деятельность). Трудоемкость учебной дисциплины составляет 8,5 зачетных единиц для направления специальности 1-31 01 01-01 Биология (научно-педагогическая деятельность).

Форма текущей аттестации - зачет (5,6,7 семестры - очная форма получения образования; 6,7,8 - заочная форма получения образования).

# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

## Раздел 1. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА

**Тема 1.1. Введение.** Приготовление реактивов для выделения хромосомной и плазмидной ДНК.

**Тема 1.2. Выделение и анализ ДНК.** Выделение хромосомной ДНК фенол-хлороформным методом. Выделение плазмидной ДНК методом щелочного лизиса. Проведение электрофоретического анализа выделения хромосомной и плазмидной ДНК.

**Тема 1.3. Рестрикция.** Проведение рестрикции плазмидной и хромосомной ДНК по Bam HI -сайту.

**Тема 1.4. Лигирование плазмидной ДНК с фрагментами хромосомной ДНК.** Постановка реакции лигирования ДНК вектора с фрагментами хромосомной ДНК, разрезанными по Bam HI –сайту. Контроль лигирования с помощью метода электрофореза в агарозном геле.

**Тема 1.5. Трансформация бактерий полученной лигирующей смесью.** Трансформация клеток *E. coli* XL-Blue полученной лигирующей смесью.

**Тема 1.6. Отбор рекомбинантных клонов ДНК.** Расчистка полученных клонов до изолированных колоний. Высев отобранных клонов в жидкую среду для выделения плазмидной ДНК. Выделение плазмидной ДНК методом щелочного лизиса. Анализ плазмидной ДНК, выделенной из отобранных клонов, на наличие вставки с помощью электрофореза в агарозном геле.

**Тема 1.7. Построение рестрикционной карты клонированного фрагмента ДНК.** Рестрикция полученной рекомбинантной плазмиды различными рестриктазами и их комбинацией. Анализ полученных рестриктов с помощью электрофоретического анализа. Построение рестрикционной карты.

## Раздел 2. ЦИТОГЕНЕТИКА

**Тема 2.1. Подготовка материала к исследованию.** Фиксация. Приготовление фиксаторов, правила и процедура фиксации. Окрашивание. Натуральные и синтетические, основные и кислые красители. Приготовление красителей и процедура окрашивания. Дифференциальное окрашивание хромосом. Методы приготовления давленных и воздушно-сухих препаратов. Перевод временных препаратов в постоянные.

**Тема 2.2. Микроскопия.** Метод светлого поля. Установка освещения по принципу Келлера. Выбор светофильтров. Метод темного поля. Метод фазового контраста. Метод флуоресцентной микроскопии.



**Тема 2.3. Анализ структуры и функции хромосом в интерфазе.** Строение хромосом. Центромера, теломеры и плечи хромосом, строение и функции. Гетеро- и эухроматин. Политенные хромосомы. Диски, междиски, пуфы. Приготовление временных препаратов политенных хромосом ядер Бальбиани слюнных желез хирономуса. Методы выявления центромеры, ядрышка, колец Бальбиани политенных хромосом хирономуса. Идентификация хромосом *Chironomus plumosus*. А- и В-хромосомы. Выявление инверсий. Определение полиморфизма по инверсиям в анализируемой популяции. Дифференциальная активность генов в онтогенезе.

**Тема 2.4. Анализ структуры и функции хромосом в митозе.** Митотические хромосомы. Мета-, субмета- и акроцентрические хромосомы. Спутничные хромосомы. Моно- и полицентрические хромосомы. Кариотип и идиограмма. Правило Меллера и синтения. Кариотип аскариды. Диминуция хроматина. Кариотип человека. Классификация хромосом человека согласно Денверовской системе. Идентификация дифференциально окрашенных хромосом человека. Кариотип растения. Идентификация хромосом растения. Определение митотической активности ткани. Анафазный метод учета aberrаций хромосом.

**Тема 2.5. Анализ структуры и функции хромосом в мейозе.** Мейоз у животных. Деления созревания у аскариды. Особенности протекания мейоза у растений. Микроспорогенез: сукцессивный и симультанный типы образования тетрады. Гаметогенез. Анализ пахитенных хромосом растений. Анализ нарушений мейоза.

### Раздел 3. ЦИТОМЕТРИЯ

**Тема 3.1. Введение.** Задачи компьютерной цитологии и гистологии – документация результатов исследования, их объективизация путем измерений параметров микроструктур, получение не воспринимаемой человеком информации. Общий алгоритм анализа изображений микроструктур. Теория микроскопа. Расчет номинального разрешения объектива. Настройка микроскопа по Кёлеру.

**Тема 3.2. Принципы получения и кодирования изображений.** Принцип работы и устройство матриц телекамер и фотоаппаратов. Структура цифрового изображения. Программы для анализа изображений. Кодировка цвета. Таблица цветов (палитра). Оценка качества фото и его коррекция с помощью гистограммы яркости.

**Тема 3.3. Цифровая фильтрация изображений.** Уравнение микроскопа. Пространственная фильтрация изображений. Фильтры низких и высоких частот. Медианный фильтр. Преобразование Фурье. Частотная фильтрация изображений. Функции рассеяния точки и оптической передачи. Вычисление реального разрешения объектива.

**Тема 3.4. Сегментация изображений и их анализ.** Алгоритмы сегментации черно-белых и цветных изображений по гистограмме яркости.

Классификация параметров изображений клеточных и тканевых микроструктур. Калибровка системы анализа изображений с помощью объект-микрометра. Измерение линейных размеров микроструктур.

**Тема 3.5. Анализ морфометрических и денситометрических параметров.** Параметры для оценки размеров, формы, ориентации и взаимного расположения клеток. Параметры для оценки интегральной оптической плотности (Integrated Density) и других яркостных свойств изображений клеток.

**Тема 3.6. Анализ текстурных параметров изображений.** Текстура и способы ее количественной оценки. Текстурные параметры, производные от матрицы взаимной вероятности уровней серого. Интерпретация текстурных параметров клеток и тканей.

**Тема 3.7. Обработка данных.** Особенности статистической обработки и представления результатов в компьютерной цитологии. Построение гистограмм и диаграмм рассеяния, применение методов многомерной статистики.

Задача №1. Определение плоидности томатов, полученных методом микроклонального размножения.

Задача №2. Исследование активности митохондрий в условиях окислительного стресса.

Задача №3. Цитологическая диагностика доброкачественных и злокачественных опухолей.

Задача №4. Анализ пространственного расположения генов в клеточном ядре.

## **Раздел 4. ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ *DROSOPHILA MELANOGASTER***

**Тема 4.1. Дрозофила как модельный объект генетических исследований.** Биология дрозофилы. Освоение методики генетических исследований на дрозофиле. Знакомство с генетической коллекцией и системой обозначения генотипов. Основные этапы работы с дрозофилой: подготовка посуды; состав и приготовление питательных сред, размножение, отбор девственных самок, постановка скрещиваний. Во всех заданиях обязательным является ведение протокола опыта и оформление отчета.

**Тема 4.2. Изучение линий генетической коллекции *Dr. melanogaster* и методов ее культивирования.** Гибридологический анализ взаимодействия генов на примере генетического контроля окраски глаз. Скрещивание линий, различающихся по окраске глаз. Получение и анализ расщепления в  $F_1$ ,  $F_2$  и  $F_6$ . Выделение гомозиготных форм с новыми (по отношению к  $P$ ) фенотипами. Определение типа взаимодействия генов и генотипов исходных линий и гибридов. Статистическая обработка результатов расщепления. Анализ дигибридного скрещивания в случае, когда один из генов сцеплен с полом, а другой локализован в аутосоме. Анализ  $F_1$  и  $F_2$  от рецiproкных скрещиваний. Установление различий в наследовании анализируемых признаков. Определение теоретически ожидаемых



соотношений в  $F_1$  и  $F_2$  статистическая обработка результатов расщепления и доказательство достоверности результатов опыта. Установление группы сцепления генов методами репрессивных или доминантных маркеров. Скрещивание анализируемых линий с линиями, маркированными доминантными или рецессивными генами в аутосомах. Проведение реципрокных скрещиваний для выявления сцепленного с полом наследования. Проведение анализирующего скрещивания ( $F_a$ ) или получение  $F_2$  в зависимости от наличия маркерных линий со сцепленными генами. Анализ кроссинговера. Скрещивание линий, маркированных различными мутациями. Анализ расщепления в  $F_1$ ,  $F_2$  и  $F_3$  или  $F_{a(b)}$ . Определение сцепления или независимого комбинирования конкретных генов, подсчет частоты кроссинговера между сцепленными генами. Построение генетических карт. Определение локуса гена. Выделение гомозиготных рекомбинантных форм. Анализ возникновения доминантных летальных мутаций у дрозофилы. Индуцирование мутаций радиацией или химическими мутагенами у самцов и самок. Анализ возникновения рецессивных летальных сцепленных с полом мутаций методом Меллер-5 и аутосомных мутаций методом *SyZ/Pm*. Индуцирование мутаций рентгеновскими лучами в разных дозах. Учет мутаций. Построение кривой доза-эффект.

## **Раздел 5. ПЛАЗМИДЫ БАКТЕРИЙ. КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ**

**Тема 5.1. Введение.** Правила приготовления растворов. Приготовление растворов нужной концентрации (молярность, процентность). Знакомство с компьютерным обеспечением. Принцип работы с компьютерными программами Total lab, LaserGene, SQ, APE, ImageQuante. Возможности информационных ресурсов сайтов [www.thermofisher.com](http://www.thermofisher.com).

**Тема 5.2. Анализ плазмидной ДНК.** Определение концентраций препаратов ДНК. Компьютерное обеспечение для анализа электрофореграмм. Подходы, позволяющие улучшить качество изображения электрофореграмм. Определение концентраций препаратов ДНК путем анализа электрофореграмм, спектрофотометрического анализа. Работа с программой Total Lab.

**Тема 5.3. Рестрикционный анализ.** Принципы работы с ферментами рестрикции (типы рестриктаз, буферные системы, использование рестриктаз для внесения изменений в последовательности ДНК, построение рестрикционных карт). Использование ресурсов [www.thermofisher.com](http://www.thermofisher.com) для рестрикционного анализа (характеристика ферментов рестрикции, одиночная, двойная рестрикция и др.). Проведение двойной рестрикции. Получение навыков работы с каталогами. Возможности сайтов <https://www.benchling.com> и <http://www.thermoscientificbio.com>. Клонирования фрагментов ДНК. Расчет концентраций вектор-вставка при клонировании фрагментов ДНК. Выполнение контрольных задач.

**Тема 5.4. Анализ нуклеотидных последовательностей in silico.** Принципы анализа секвенированных последовательностей ДНК. Знакомство

с программными пакетами DnaStar, LaserGene. Построение контигов. Обнаружение открытых рамок считывания. Принципы поиска функциональных единиц (старт, стоп кодоны, RBS-сайты). Использование программы DnaStar, сайта [www.benchling.com](http://www.benchling.com), базы данных BLAST (<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>). Построение филогенетических древ. Использование программы DnaStar, портала [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov), базы данных BLAST (<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>). Выполнение контрольных задач.

## Раздел 6. ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНИКУ ПОЛИМЕРАЗНОЙ ЦЕПНОЙ РЕАКЦИИ

**Тема 6.1. Введение.** Базовая схема полимеразной цепной реакции. Технологические стадии полимеразной цепной реакции. Цикличность полимеразной цепной реакции, этапы индивидуальных циклов. Основные модификации базовой схемы полимеразной цепной реакции и их использование в фундаментальных и прикладных исследованиях.

**Тема 6.2. Разработка праймеров.** Праймеры как затравки для матричного синтеза комплементарных цепей ДНК с помощью термостабильных ДНК-полимераз в полимеразной цепной реакции. Основные структурно-термодинамические характеристики праймеров. Построение модели целевых генов с помощью геномных браузеров. Разработка праймеров с помощью пакетов компьютерных программ *Hybrid* и *Mfold*. Использование программы *PerlPrimer* при моделировании структуры праймеров. Оценка специфичности праймеров с помощью программы *BLASTn*. Экспериментальная проверка специфичности и эффективности праймеров, предназначенных для полимеразной цепной реакции.

**Тема 6.3. Подготовка ДНК-матрицы для полимеразной цепной реакции.** Основные источники получения ДНК-матриц, используемых в полимеразной цепной реакции. Качественные и количественные требования, предъявляемые к исходной ДНК-матрице. Выделение тотальной РНК из клеток человека методом *TRIZol*-ной экстракции. Очистка тотальной клеточной РНК. Количественный анализ тотальной клеточной РНК с помощью спектрофотометрии. Качественный анализ препарата клеточной РНК с помощью гель-электрофореза. Синтез комплементарной ДНК с помощью реакции обратной транскрипции на РНК-матрице. Критические параметры, влияющие на эффективность синтеза комплементарной ДНК. Разновидности праймеров, предназначенных для реакции обратной транскрипции. Выделение геномной ДНК из клеток человека методом *TRIZol*-ной экстракции. Очистка геномной ДНК. Количественный анализ геномной ДНК с помощью спектрофотометрии. Качественный анализ препарата геномной ДНК с помощью гель-электрофореза.

**Тема 6.4. Полимеразная цепная реакция.** Критические параметры, влияющие на специфичность (селективность), эффективность (выход

конечного продукта) и правильность (точность) полимеразной цепной реакции. Пути оптимизации компонентного состава реакционной смеси для полимеразной цепной реакции. Термостабильные ДНК-полимеразы. Программа амплификации и ее оптимизация. Термоциклеры (амплификаторы). Подготовка реакционной смеси для полимеразной цепной реакции. Амплификация специфических регионов целевых генов. Особенности проведения полимеразной цепной реакции при использовании в качестве матрицы комплементарной ДНК или геномной ДНК.

**Тема 6.5. Визуализация и анализ продуктов полимеразной цепной реакции.** Разделение продуктов полимеразной цепной реакции с помощью гель-электрофореза. Основные методы визуализации продуктов амплификации. Документация и анализ результатов полимеразной цепной реакции.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования с применением дистанционных образовательных технологий

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>1</b>	<b>Молекулярная генетика</b>				<b>30</b>			
<b>1.1</b>	<b>Введение.</b> Приготовление реактивов для выделения хромосомной и плазмидной ДНК.				<b>2</b>			Устный опрос, отчеты о выполнении лабораторных работ
<b>1.2</b>	<b>Выделение и анализ ДНК.</b>				<b>12</b>			Устный опрос, отчеты о выполнении лабораторных работ
1.2.1	Выделение хромосомной ДНК фенол-хлороформным методом.				4			
1.2.2.	Выделение плазмидной ДНК методом щелочного лизиса.				4			
1.2.3.	Проведение электрофоретического анализа выделения хромосомной и плазмидной ДНК.				4			
<b>1.3</b>	<b>Рестрикция.</b> Проведение рестрикции плазмидной и хромосомной ДНК по Bam HI - сайту.				<b>2</b>			Устный опрос, отчеты о выполнении лабораторных работ
<b>1.4</b>	<b>Лигирование плазмидной ДНК с фрагментами хромосомной ДНК.</b>				<b>2</b>			

1.5	Трансформация бактерий полученной лигирующей смесью.				4			Устный опрос, отчеты о выполнении лабораторных работ
1.6	Отбор рекомбинантных клонов ДНК.				4			Устный опрос, отчеты о выполнении лабораторных работ
1.7	Построение рестрикционной карты клонированного фрагмента ДНК..				4			Устный опрос, отчеты о выполнении лабораторных работ Выполнение контрольных тестов
2	Цитогенетика				30			
2.1	Подготовка материала к исследованию.				4			Устный опрос, отчеты о выполнении лабораторных работ
2.2.	Микроскопия				2			Устный опрос, отчеты о выполнении лабораторных работ
2.3	Анализ структуры и функции хромосом в интерфазе.				10			Устный опрос, отчеты о выполнении лабораторных работ
2.3.1	Строение хромосом. Центромера, теломеры и плечи хромосом, строение и функции. Гетеро- и эухроматин.				2			
2.3.2	Приготовление временных препаратов политенных хромосом ядер Бальбиани слюнных желез хирономуса.				8			
2.4	Анализ структуры и функции хромосом в митозе				10			Устный опрос, отчеты о выполнении



2.4.1	Митотические хромосомы.				6			лабораторных работ
2.4.2	Определение митотической активности ткани.				2			
2.4.3	Анафазный метод учета аберраций хромосом.				2			
<b>2.5</b>	<b>Анализ структуры и функции хромосом в мейозе</b>				<b>4</b>			Защита индивидуальных заданий
<b>3</b>	<b>Цитометрия</b>				<b>30</b>			
<b>3.1</b>	<b>Введение</b>				<b>4</b>			Устный опрос, отчеты о выполнении лабораторных работ
<b>3.2</b>	<b>Принципы получения и кодирования изображений.</b>				<b>4</b>			Устный опрос, отчеты о выполнении лабораторных работ
<b>3.3</b>	<b>Цифровая фильтрация изображений.</b>				<b>6</b>			Устный опрос, отчеты о выполнении лабораторных работ
3.3.1	Уравнение микроскопа. Пространственная фильтрация изображений.				2			
3.3.2	Фильтры низких и высоких частот. Медианный фильтр. Преобразование Фурье. Частотная фильтрация изображений.				2			
3.3.3	Функции рассеяния точки и оптической передачи. Вычисление реального разрешения объектива.				2			
<b>3.4</b>	<b>Сегментация изображений и их анализ.</b>				<b>6</b>			Устный опрос, отчеты о выполнении лабораторных работ
3.4.1	Алгоритмы сегментации черно-белых и цветных изображений по				2			

3.4.2	гистограмме яркости. Классификация параметров изображений клеточных и тканевых микроструктур.				2			
3.4.3	Измерение линейных размеров микроструктур.				2			
3.5	<b>Анализ морфометрических и денситометрических параметров</b>				4			Устный опрос, отчеты о выполнении лабораторных работ
3.6	<b>Анализ текстурных параметров изображений.</b>				4			Устный опрос, отчеты о выполнении лабораторных работ
3.7	<b>Обработка данных.</b> Особенности статистической обработки и представления результатов в компьютерной цитологии. Построение гистограмм и диаграмм рассеяния, применение методов многомерной статистики.				4			Выполнение контрольных тестов Защита индивидуальных заданий
4	<b>Генетический анализ <i>Drosophila melanogaster</i></b>				30			
4.1	<b>Дрозофила как модельный объект генетических исследований.</b> Освоение методики генетических исследований на дрозофиле. Знакомство с генетической коллекцией и системой обозначения генотипов. Основные этапы работы с дрозофилой: подготовка посуды; состав и приготовление питательных сред, размножение, отбор девственных самок, постановка скрещиваний				6			Устный опрос, отчеты о выполнении лабораторных работ
4.2	<b>Изучение линий генетической</b>				24			Устный опрос, отчеты

4.2.1	коллекции <i>Dr. melanogaster</i> и методов ее культивирования. Гибридологический анализ взаимодействия генов на примере генетического контроля окраски глаз.				4			о выполнении лабораторных работ Защита индивидуальных заданий
4.2.2	Анализ дигибридного скрещивания в случае, когда один из генов сцеплен с полом, а другой локализован в аутосоме.				4			
4.2.3	Установление группы сцепления генов методами репрессивных или доминантных маркеров.				4			
4.2.4	Анализ кроссинговера.				4			
4.2.5	Анализ возникновения доминантных летальных мутаций у дрозофилы.				4			
4.2.6	Анализ возникновения рецессивных летальных сцепленных с полом мутаций методом Меллер-5 и аутосомных мутаций методом CyZ/Pm.				4			
5	<b>Плазмиды бактерий.</b> <b>Компьютерный анализ</b>				20			
5.1	<b>Введение.</b>				4			Устный опрос, отчеты о выполнении лабораторных работ
5.2	<b>Анализ плазмидной ДНК.</b> Определение концентраций препаратов ДНК, путем анализа электрофореграмм с помощью программы Total Lab.				4			Устный опрос, отчеты о выполнении лабораторных работ Выполнение контрольных тестов
5.3	<b>Рестрикционный анализ.</b>				8			Устный опрос, отчеты

5.3.1	Принципы работы с ферментами рестрикции. Проведение двойной рестрикции.				4			о выполнении лабораторных работ
5.3.2	Клонирования фрагментов ДНК. Расчет концентраций вектор-вставка при клонировании фрагментов ДНК.				4			Выполнение контрольных тестов
<b>5.4</b>	<b>Анализ нуклеотидных последовательностей in silico.</b>				<b>4</b>			Устный опрос, отчеты о выполнении лабораторных работ
<b>6</b>	<b>Введение в технику полимеразной цепной реакции</b>				<b>40</b>			
<b>6.1</b>	<b>Введение</b>				<b>2</b>			Устный опрос, отчеты о выполнении лабораторных работ
<b>6.2</b>	<b>Разработка праймеров.</b>				<b>10</b>			Устный опрос, отчеты о выполнении лабораторных работ
6.2.1	Требования, предъявляемые к праймерам. Основное программное обеспечение, необходимое для компьютерной разработки праймеров.				2			Выполнение контрольных тестов
6.2.2	Построение компьютерных моделей целевых генов.				4			
6.2.3	Компьютерное моделирование праймеров для полимеразной цепной реакции.				4			
<b>6.3</b>	<b>Подготовка ДНК-матрицы для полимеразной цепной реакции</b>				<b>18</b>			Устный опрос, отчеты о выполнении лабораторных работ
6.3.1	Принципы работы с культурами клеток млекопитающих.				2			
6.3.2	Выделение тотальной РНК из клеток человека методом TRIzol-ной экстракции.				4			
6.3.3	Количественный и качественный анализ тотальной клеточной РНК с				2			

6.3.4	помощью спектрофотометрии и геле-электрофореза. Синтез комплементарной ДНК с помощью реакции обратной транскрипции на РНК-матрице.				4			
6.3.5	Выделение геномной ДНК из клеток человека методом TRIzol-ной экстракции.				4			
6.3.6	Количественный и качественный анализ геномной ДНК с помощью спектрофотометрии и геле-электрофореза.				2			
<b>6.4</b>	<b>Полимеразная цепная реакция</b>				<b>6</b>			Устный опрос, отчеты о выполнении лабораторных работ
6.4.1	Подготовка реакционной смеси для полимеразной цепной реакции.				2			
6.4.2	Аmplификация специфических регионов целевых генов.				4			
<b>6.5</b>	<b>Визуализация и анализ продуктов полимеразной цепной реакции</b>				<b>4</b>			Устный опрос, отчеты о выполнении лабораторных работ Защита индивидуальных заданий



## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Заочная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное	
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>1</b>	<b>Молекулярная генетика</b>				<b>36</b>		
<b>1.1</b>	<b>Введение</b>				<b>4</b>		Устный опрос, отчеты о выполнении лабораторных работ
<b>1.2</b>	<b>Выделение плазмидной и хромосомной ДНК.</b>				<b>14</b>		
1.2.1	Выделение плазмидной ДНК методом щелочного лизиса				4		
1.2.2	Очистка выделенной ДНК вектора				3		
1.2.3	Выделение хромосомной ДНК по методу Мармура.				4		
1.2.4	Очистка выделенной ДНК от РНК.				3		
<b>1.3</b>	<b>Рестрикция</b>				<b>2</b>		Устный опрос, отчеты о выполнении лабораторных работ Защита индивидуальных заданий
<b>1.4</b>	<b>Лигирование плазмидной ДНК с фрагментами хромосомы</b>				<b>4</b>		
<b>1.5</b>	<b>Трансформация клеток E. coli XL Blue полученной лигирующей смесью</b>				<b>4</b>		
<b>1.6</b>	<b>Отбор рекомбинантных клонов ДНК.</b>				<b>4</b>		
<b>1.7</b>	<b>Построение рестрикционной карты клонированного фрагмента ДНК.</b>				<b>4</b>		

<b>6</b>	<b>Введение в технику полимеразной цепной реакции</b>				<b>18</b>		
<b>6.3</b>	<b>Подготовка ДНК-матрицы для полимеразной цепной реакции.</b>				<b>4</b>		Устный опрос, отчеты о выполнении лабораторных работ. Защита индивидуальных заданий
<b>6.4</b>	<b>Полимеразная цепная реакция.</b>				<b>6</b>		
<b>6.5</b>	<b>Визуализация и анализ продуктов полимеразной цепной реакции.</b>				<b>8</b>		



## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Перечень основной литературы

1. *Белоконь, Е.М.* Генетический эксперимент в исследованиях на дрозофиле / Е. М. Белоконь. Львов, 1979.
2. Всесоюзный каталог линий дрозофилы Мн., 1987.
3. Генетический анализ *Drosophila melanogaster*: Методические указания / автор-составитель В.С. Анохина. Мн.: БГУ, 2003.
4. *Глик, Б.* Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак. Пер. с англ. М.: Мир, 2002.
5. *Гловер, Д.* Клонирование ДНК. Методы. / Под. ред. Д. Гловера. М.: Мир, 1988.
6. *Гловер, Д.* Новое в клонировании ДНК. Методы / Под. ред. Д. Гловера. М.: Мир, 1989.
7. *Глушен, С.В.* Введение в микроскопию. Методические указания для студентов биологического факультета БГУ / С.В. Глушен. Мн.: БГУ, 2007.
8. *Глушен, С.В.* Программа Scion Image. Методические указания для студентов биологического факультета БГУ / С.В. Глушен. Мн.: БГУ, 1999.
9. *Маниатис, Т.* Методы генетической инженерии. Молекулярное клонирование. / Т. Маниатис, Э. Фрич, Дж. Сэмбрук М.: Мир, 1984.
10. *Гостимский, С. А.* и др. Практикум по цитогенетике / С. А. Гостимский, М. И. Дьякова, Е. В. Ивановская, М.А. Монахова. М., 1974.
11. *Инге-Вечтомов, С.Г.* Генетика с основами селекции (3-е издание, переработанное и дополненное) / С. Г. Инге-Вечтомов. Спб: Н-Л, 2015, 720 с.
12. *Куницкая, М.П.* Цитогенетика: методические указания к проведению спецпрактикума / М.П. Куницкая. Мн.: БГУ, 2003.
13. *Лагодич А.В., Лагодич О.В.* Компьютерный анализ плазмидной ДНК. Программное обеспечение : учеб. - метод. пособие для студентов биол. фак. / А.В. Лагодич, О.В. Лагодич. – Минск : БГУ, 2013
14. *Лагодич, А.В., Лагодич О.В.* Методы анализа нуклеиновых кислот : учеб. - метод. пособие для студентов биол. фак. / А.В. Лагодич, О.В. Лагодич. – Минск : БГУ, 2013.
15. *Тихомирова, М.М.* Генетический анализ / М.М. Тихомирова. Л: ЛГУ, 1990
16. *Патрушев, Л. И.* Искусственные генетические системы / Л. И. Патрушев. М.: Наука, 2005.
17. *Паушева, З.П.* Практикум по цитологии растений. / З. П. Паушева. М., 1988.
18. *Прэтт, У.* Цифровая обработка изображений / У. Прэтт. М.: Мир, Т. 1-2, 1982.
19. *Рыбчин, В.Н.* Основы генетической инженерии / В.Н. Рыбчин. Издательство СПбГТУ, 1999.

20. Сингер М., Берг П. Гены и геномы. / М. Сингер, П. Берг М.:Мир, 1998. Т. 1-2.
21. Смирнов, В.Г. Цитогенетика / В.Г. Смирнов. М., 1991.
22. Щелкунов, С.Н. Генетическая инженерия / С. Г. Щелкунов. Новосибирск: Сиб. унив.изд-во, 2004.
23. Alkmi Quick Guide™ for PCR. A laboratory reference for the polymerase chain reaction / Alkmi Biosystems, Inc., 1999.
24. Hubbard, T. Ensembl 2005 / Т. Hubbard et al. Nucleic Acids Research, 2005. Vol. 33.
25. Karolchik, D. The UCSC Genome Browser Database / D. Karolchik et al. Nucleic Acids Research, 2003. Vol. 31, № 1.
26. Markham, N. R. DINAMelt web server for nucleic acid melting prediction / N. R. Markham, M. Zuker. Nucleic Acids Research, 2005. Vol. 33.
27. McGinnis, S. BLAST: at the core of a powerful and diverse set of sequence analysis tools / S. McGinnis, T. L. Madden. Nucleic Acids Research, 2004. Vol. 32.
28. Nucleic acid amplification. Protocols and applications guide from Promega / Promega Corporation, 2004.
29. Sambrook, J. Molecular cloning: A laboratory manual / J. Sambrook, D. Russell. Cold Spring Harbour Laboratory Press, 2001.
30. Zuker, M. Mfold web server for nucleic acid folding and hybridization prediction / M. Zuker. Nucleic Acids Research, 2003. Vol. 31, № 13.

### Перечень дополнительной литературы

1. База данных GenBank: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank/>
2. База данных RefSeq: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/RefSeq/>
3. Базы данных BLAST <http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>
4. Геномный браузер Ensembl: <http://www.ensembl.org>
5. Геномный браузер UCSC: <http://genome.ucsc.edu>
6. Информационные ресурсы сайта: [www.benchling.com](http://www.benchling.com)
7. Информационные ресурсы сайта: [www.thermofisher.com](http://www.thermofisher.com)
8. Информационные ресурсы портала [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)
9. Сервер The Mfold web server: <http://www.bioinfo.rpi.edu/applications/mfold>
10. Сервер The DINAMelt web server: <http://www.bioinfo.rpi.edu/applications/hybrid>
11. NSBI BLAST: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>
12. OligoAnalyzer 3.0: <http://www.idtdna.com/analyzer/Applications/OligoAnalyzer>
13. Web Primer: <http://seq.yeastgenome.org/cgi-bin/web-primer>
14. Жимулев, И. Ф. Общая и молекулярная генетика / И. Ф. Жимулев. Новосибирск: Изд-во Новосибирского ун-та, 2002.
15. Лобашев, М.Е. Генетика / М.Е. Лобашев. Ленинград: ЛГУ, 1967
16. Орлова, Н.Н. Генетический анализ / Н.Н. Орлова. М: Изд-во МГУ, 1991.



17. Уотсон, Дж. и др. Рекомбинантные ДНК. / Дж. Уотсон, Дж. Туз, Д. Курц. М.: Мир, 1986.
18. Чемерис, А.В. и др. Секвенирование ДНК. / А.В. Чемерис, Э.Д. Ахунов, В.А. Вахитов. М.: Наука, 1999.
19. Янковский, Н.К. Конструирование и анализ клонотек геномов. (Биотехнология. Итоги науки и техники ВИНТИ АН СССР) / Н.К. Янковский. М., 1989.

### **Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки**

Формой текущей аттестации по дисциплине «Спецпрактикум» учебным планом предусмотрен зачет.

Формирование оценки за текущую успеваемость:

- отчеты по лабораторным занятиям - 75 %;
- выполнение контрольных тестов - 25 %.

Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- защита индивидуальных заданий при выполнении лабораторных работ;
- устные опросы;
- компьютерное тестирование.

### **Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины**

При организации образовательного процесса используются: *практико - ориентированный подход*, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей и реализацию индивидуальных и групповых студенческих проектов;

*Метод учебной дискуссии*, который предполагает участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для предъявления и/или согласования существующих позиций по определенной проблеме.

### **Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся**

Для организации самостоятельной работы обучающихся по учебной дисциплине рекомендуется использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебная программа, учебно-методический

комплекс, методические указания к лабораторным занятиям, задания в тестовой форме, темы рефератов, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов и др.). При подготовке рефератов обучающиеся могут использовать источники из перечня основной и дополнительной литературы, а также самостоятельно выбранные источники.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1. Генетика	генетики	Отсутствуют	Утвердить согласование (протокол № 21 от 16.06.2020)
2. Молекулярная генетика	генетики	Отсутствуют	Утвердить согласование (протокол № 21 от 16.06.2020)
3. Генетический анализ	генетики	Отсутствуют	Утвердить согласование (протокол № 21 от 16.06.2020)

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО  
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на \_\_\_\_ / \_\_\_\_ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
генетики (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 202\_ г.)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_