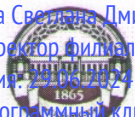


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Малахова Светлана Дмитриевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 2024.08.24 12:41:49  
Уникальный программный ключ:  
cba47a2f4b9180af2546ef5354c4938c4a04716d




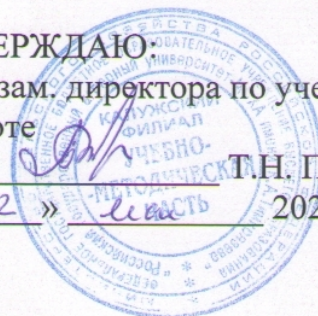
**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ – МСХА**  
имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА  
(ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева)

## Калужский филиал

Факультет Агротехнологий, инженерии и землеустройства

Кафедра Агрономии

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о.зам. директора по учебной  
работе  
  
Т.Н. Пимкина  
« 22 » август 2024 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.19 Генетика растений

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление 35.03.05 Садоводство  
Направленности: «Плодоводство и овощеводство», «Декоративное садоводство и флористика»

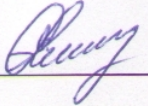
Курс 1  
Семестр 2

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2024

Калуга, 2024

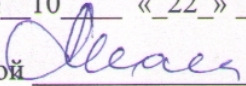


Разработчик:  Малахова С.Д. к.биолог. н., доцент  
« 17 » 05 2024 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.05 Садоводство и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры «Агрономии»

протокол № 10 « 22 » 05 2024 г.

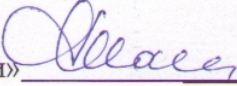
Зав. кафедрой  профессор Исаков А.Н. д.с.-х.н.  
« 22 » 05 2024 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии

по направлению 35.03.05 Садоводство  Рахимова О.В., к.с.-х.н., доцент

« 22 » 05 2024 г.

Зав. выпускающей кафедрой «Агрономии»  проф. Исаков А.Н., д.с.-х.н.

« 22 » 05 2024 г.

**Проверено:**

Начальник УМЧ  доцент О.А. Окунева

## Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины  
Б1.О.19 «Генетика растений»  
для подготовки бакалавра по направлению 35.03.05 Садоводство  
направленностей «Плодоводство и овощеводство»; «Декоративное садоводство и флористика»

**Цель освоения дисциплины:** выработка понимания фундаментальных законов генетики, умение решать генетические задачи. Освоение студентам основных закономерностей наследования и изменчивости признаков организмов, их генетической основы, а также методов управления этими процессами.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в дисциплины обязательной части учебного плана по направлению подготовки 35.03.05 Садоводство направленностей «Плодоводство и овощеводство»; «Декоративное садоводство и флористика»

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

*Общепрофессиональные компетенции (ОПК):*

ОПК-1 - Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий.

– ОПК-1.1 - Демонстрирует знание основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности.

- ОПК-1.4 - Применяет современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы растений, методах молекулярной биологии, генетики и биологии развития в профессиональной деятельности

ОПК-4 -Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности.

– ОПК 4.2- Обосновывает элементы системы земледелия, технологии возделывания, хранения и переработки сельскохозяйственных культур применительно к почвенно-климатическим условиям с учетом агроландшафтной характеристики территории.

-ОПК 4.3- Использует современные генетические технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности.

**Краткое содержание дисциплины:** В соответствии с целями и задачами в структуре дисциплины выделяются девять тесно связанных друг с другом разделов (раскрывающиеся соответствующими темами): 1. Введение. 2. Цитологические основы наследственности. 3. Молекулярные основы наследственности. 4. Закономерности наследования. 5. Взаимодействие генов. 6. Генетика растений и определение пола. 7. Хромосомная теория наследственности. 8. Изменчивость. 9. Генетика растений популяций.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 144 часов/ 4 зач. ед.

**Промежуточный контроль:** экзамен.

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Генетика растений» является выработка понимания фундаментальных законов генетики, умение решать генетические задачи. Освоение студентам основных закономерностей наследования и изменчивости признаков организмов, их генетической основы, а также методов управления этими процессами.

### 2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Генетика растений» включена в дисциплины обязательной части учебного плана направления подготовки 35.03.05 Садоводство направленностей «Плодоводство и овощеводство»; «Декоративное садоводство и флористика».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Генетика растений», являются - школьный курс биологии, ботаника, микробиология, математика.

Курс «Генетика растений» является основополагающим для изучения таких дисциплин как, «Селекция и семеноводство садовых растений», «Сортоведение садовых культур». Знания, полученные при изучении дисциплины «Генетика растений», далее будут использованы, прежде всего, в профессиональной деятельности. 5

Рабочая программа дисциплины «Генетика растений» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей.

Таблица 1

### Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий.	ОПК 1.1- Демонстрирует знание основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности.	Основные законы математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности.	Применять в профессиональной деятельности основные законы математических и естественных наук	Навыками решения типовых задач профессиональной деятельности на основе знания основных законов математических и естественных наук
			ОПК 1.4 - применят современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы растений, методах молекулярной биологии, генетики и биологии развития в профессиональной деятельности	Современные проблемы генетики растений, теоретические основы функционирования растений при различных системах размножения.	Применять генетические методы анализа природных популяций и генетических коллекций.	Навыками решения практических задач, требующих молекулярно-генетического подхода и приемов биологии развития.

			ОПК 4.2- Обосновывает элементы системы земледелия, технологии возделывания, хранения и переработки сельскохозяйственных культур применительно к почвенно-климатическим условиям с учетом агроландшафтной характеристики территории.	Системы земледелия, технологии возделывания, хранения и переработки сельскохозяйственных культур применительно к почвенно-климатическим условиям с учетом агроландшафтной характеристики территории.	Обосновать земледелия, технологии возделывания, хранения и переработки сельскохозяйственных культур применительно к почвенно-климатическим условиям с учетом агроландшафтной характеристики территории.	Приёмами обоснования технологий земледелия, технологии возделывания, хранения и переработки сельскохозяйственных культур применительно к почвенно-климатическим условиям с учетом агроландшафтной характеристики территории.
2	ОПК-4	Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности.	ОПК 4.3 - использовать современные генетические технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности	Современные генетические технологии, используемые при работе с растениями.	Применять современные генетические технологии для решения поставленных задач, прогнозировать и определять потенциал их использования	Навыками сравнения используемых технологий с учётом возможностей и современных требований к оценке эффективности процесса.



#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

##### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	В т.ч. по семестрам № 2
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
Аудиторная работа	72	72
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л)	36	36
практические занятия (ПЗ)	36	36
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	54	54
Подготовка к экзамену (контроль)	<b>18</b>	18
Вид промежуточного контроля:		экзамен

##### 4.2.Содержание дисциплины

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3

##### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Контактная работа		Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	
Раздел 1. «Введение»	12	2	2	8
Раздел 2. «Цитологические и молекулярные основы наследственности»	24	6	6	12
Раздел 3. «Структурно-функциональная организация генома растений и анализ функций гена»	16	4	4	8
Раздел 4. «Системы размножения растений и их генетический контроль.»	16	4	4	8
Раздел 5. «Генетические методы селекции.»	16	4	4	8
Раздел 6. «Генетика иммунитета растений»	18	6	4	8
Раздел 7. «Генетика онтогенеза растений»	10	2	2	6
Раздел 8. «Генетические технологии в решении задач селекции и семеноводства»	20	6	6	8
Раздел 9. «Генетика популяций»	12	2	4	6
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>144</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>72*</b>

\*подготовка к экзамену входит в состав СР

## Раздел 1. «Введение»

### Тема 1. Генетика как наука.

**История генетики. Задачи и методы генетики.** Генетика – наука о закономерностях наследственности и изменчивости, теоретическая основа селекции. Особенности методов исследования. Микроскопический метод, использование микроскопов в генетических исследованиях. Роль генетики в формировании материалистических представлений о явлениях жизни. Роль генетики в современной систематике, физиологии, экологии. Практические задачи и значение генетики и селекции для развития сельского хозяйства. Основные достижения генетики и селекции. Генетический анализ – методологическое обобщение и основа для решения конкретных проблем генетики. Исследование гибридов – центральное звено генетических исследований. Особый вклад Г. Менделя в создание и развитие гибридологического анализа.

Цитогенетический метод, онтогенетический, статистический, комбинационный, мутационный, популяционный, молекулярные методы анализа. Основные методы, применяемые в селекции: отбор, гибридизация с использованием гетерозиса и цитоплазматической мужской стерильности, полиплоидия и мутагенез. Основные направления в селекции: на урожайность, на качество, на содержание полезных веществ, на устойчивость к вредителям и болезням, на устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды.

Основные этапы развития генетики. Роль отечественных ученых в развитии генетики и селекции (Н. И. Вавилов, А. С. Серебровский, Н.К. Кольцов, Ю.А. Филипченко, С.С. Четвериков и др.). Значение генетики для решения задач селекции, медицины, биотехнологии, экологии. Крупнейшие отечественные селекционеры и организаторы селекции: И.В. Мичурин, Д.Л. Рудзинский, С.И. Жегалов, Н.И. Вавилов, П.И. Лисицын, В.Е. Писарев, В.С. Пустовойт, П.П. Лукьяненко, А.П. Шахурдин и др. Основные достижения селекции растений. Организация сети селекционно-генетических учреждений в России.



## **Раздел 2. «Цитологические и молекулярные основы наследственности»**

### **Митотический цикл и фазы митоза у растительных организмов, хромосомы и их характеристика**

Прокариоты и эукариоты, особенности строения и общая организация наследственного материала. Дополнительный генетический материал клеток – эписомы и плазмиды. Эписомы вирусного и невирусного происхождения. Плазмиды (плазмагены) – не связывающиеся с геномом клетки хозяина цитоплазматические гены.

Хромосомы. Кариотип. Химический состав хромосом. Пloidность клеток (гаплоиды, диплоиды). Парные (гомологичные) и негомологичные хромосомы. Строение хромосом. Специфичность морфологии и числа хромосом. Хромосомы с вторичной перетяжкой и "спутником". Гигантские (политенные) хромосомы. Дифференциальная окраска хромосом и ее значение в анализе кариотипа.

Деление клетки. Митоз. Клеточный цикл: интерфаза и митоз. Интеркинез и интервалы G<sub>1</sub>, S, G<sub>2</sub>. Пресинтетический, синтетический и постсинтетический периоды. Митоз – главный способ деления клетки. Фазы митоза: профаза, метафаза, анафаза и телофаза. Изменения в структуре хромосом (степень упаковки). Распределение дочерних молекул ДНК при делении клетки. Особенности воспроизведения и распределения цитоплазматических органоидов в процессе деления клетки.

Другие виды деления клетки. Амитоз – прямое деление клетки и его последствия. Эн- домитоз и его частный случай – политения. Гигантские хромосомы.

### **Мейоз. Микроспорогенез. Микрогаметогенез. Макроспоро - и макрогаметогенез. Оплодотворение. Развитие зародыша и эндосперма**

Мейоз – способ уменьшения числа хромосом в половых клетках. Два последовательных деления клетки при мейозе: редукционное и эквационное. Фазы делений. Длительность профазы I мейотического деления клетки. Конъюгация гомологичных хромосом в диакинезе мейоза. Биологическое значение этого периода. Расхождение гомологичных и негомологичных хромосом в мейозе. Принципиальное различие поведения хромосом в мейозе и митозе. Генетическое значение мейоза.

Спорогенез и гаметогенез у растений. Смена полового и бесполого поколений. Мужские и женские генеративные органы. Пloidность гамет, зародыша, эндосперма Гаметогенез у животных. Овогенез и сперматогенез. Продолжительность периодов и принципиальные различия в результатах мейотического деления клеток при овогенезе и сперматогенезе. Нерегулярные типы размножения. Партеногенез (соматический и генеративный (апомиксис)), псевдогамия, гиногенез, андрогенез.

### **Нуклеиновые кислоты, их строение и функции», «Основные этапы биосинтеза белка**

Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот (трансформация у бактерий, опыты с вирусами). Структура ДНК и РНК. Модель ДНК Уотсона и Крика. Биосинтез белка.

### **Генетический код. Регуляция экспрессии генов.**

Химические размеры геномов. Величина хромосом *in vivo* и в «развернутом состоянии». Компактность упаковки ДНК в клетке. Отсутствие прямой корреляции между эволюционной сложностью организмов и химическим размером генома (в п.н.). Число функционирующих генов в организме. Избыточность генома. Понятие о гетеро- и эухроматине. ДНК как носитель наследственной информации. Строение ДНК. Нуклеотиды. Формы молекул ДНК

(A, B, C, D, E и Z). Особенности структуры и функций. РНК и ее виды. Функции нуклеиновых кислот в реализации генетической информации: репликация, транскрипция и трансляция. Методологическое значение принципа передачи генетической информации: ДНК $\leftrightarrow$ РНК $\rightarrow$ белок. Полуконсервативный механизм репликации ДНК. Общие принципы регуляции активности генов по Жакобу и Моно.

Генетический код. Обоснование теории гена. Свойства генетического кода. Доказательства триплетности кода. Расшифровка кодонов. Вырожденность кода. Терминирующие кодоны.

Структура гена. Принципиальные различия строения генов про- и эукариот. Экзоны и интроны. Сплайсинг.

### **Раздел 3. Структурно-функциональная организация геномарастений и анализ функций гена**

#### **Структурно-функциональная организация генома.**

Одно- и двудольных растений на примере модельных растительных объектов: (*Oriza sativa*, *Brachypodium distachyon*, *Arabidopsis thaliana*, *Lotus japonicus*). Представление о гомологии и гомеологии, синтении и коллинеарности геномов. Принципы сравнительного картирования. Внутривидовой полиморфизм геномов растений, методы анализа. Молекулярные ДНК-маркеры и их роль в генетических исследованиях и селекции. Основные классы молекулярных маркеров.

#### **Геном хлоропластов и митохондрий.**

Особенности организации хлоропластного генома, кольцевые молекулы ДНК. Вариабельность размера генома хлоропластов и ее причины. Взаимодействие ядерного и хлоропластного геномов (на примере ядерных генов *GUN-1,2,5* и РДФ-карбоксилазы). Гены *Rubisco*. Ядерные гены как регуляторы экспрессии хлоропластных генов. Доказательства эндосимбиотического происхождения пластид. Особенности организации Мт-генома, консервативность мт-генов и высокая вариабельность в порядке их расположения. Взаимодействие ядерного, хлоропластного и митохондриального геномов.

#### **Мобильные генетические элементы растений.**

Контролирующие элементы растений и история их открытия, от Б. МакКлинток до настоящего времени. Аси Ds-элементы *Z.mays*. Типы транспозонов растений и их распространенность в геномах других растений. Влияние мобильных элементов на изменение геномной структуры растений и активности генов. Роль транспозонов в эволюции геномов растений и горизонтальном переносе. Молекулярное одомашнивание транспозонов. Влияние мобильных элементов на изменение геномной структуры растений. Роль транспозонов в регуляции активности генов. Молекулярное одомашнивание транспозонов. Использование систем *Enhancer-Inhibitor system (En-I)*; *Enhancer-Suppressor-mutator (Sp-m)*; *Activator-Dissociation (Ac-Ds)* для маркирования генома, картирования и становления функции гена.

#### **Транспозонный мутагенез растений.**

Транспозоны как генетический инструмент для исследования функции гена и белка. Использование транспозонов для направленного мутагенеза и инактивации гена. Клонирование генов с помощью «вытягивания за транспозон». Однокомпонентная система на основе Ac-элемента кукурузы с CaMV 35S-промотором. Двухкомпонентная системы Ac/Ds и другие системы транспозонов. Инсерционный T-ДНК и транспозонный мутагенез как инструмент для создания трансгенных растений, используемых в качестве модели для изучения функции гена. Выявление трансформантов в популяциях T2 и T3. Необходимый размер выборки для выявления инсерции по целевому гену. Выделение

генов, маркированных инсерцией. Преимущества и недостатки инсерционных, ЭМС-индуцированных и делеционных мутантов для решения задач функциональной геномики.

**Мутационный анализ для изучения функции генов.** Методы прямой и обратной генетики для установления функции гена, современные подходы. Маркирование генома протяженными делециями, вызванными быстрыми нейтронами. Проект DEL-a-GENE – новая стратегия в изучении функции дублированных генов. Применение метода геномного вычитания для клонирования генов. Использование ЭМС-индуцированных мутаций в мутационном анализе. Эпигенетические механизмы регуляции экспрессии генов и их особенности.

#### **Раздел 4. «Системы размножения растений и их генетический контроль»**

Жизненные циклы растений. Генетические эффекты при вегетативном и половом размножении, при самоопылении и перекрестном оплодотворении. Несовместимость, Гетероморфная и гомоморфная. Основные принципы функционирования гаметофитной и спорофитной систем гомоморфной несовместимости (SI). Гены, контролирующие синтез распознающих субстанций в пыльце и ткани пестика. Множественные аллели генов несовместимости и их гаплотипы. Молекулярно-генетические механизмы проявления гаметофитной и спорофитной систем несовместимости. Гены, контролирующие синтез распознающих субстанций в пыльце и ткани пестика. Множественные аллели генов несовместимости и их гаплотипы. Механизмы однолокусной (S-локус) несовместимости: гаметофитная несовместимость с S-РНК-азным женским детерминантом (*Solanaceae*); спорофитная несовместимость с S-гликопротеиновыми женскими (SRK) и мужскими (SCR) детерминантами, роль siRNA в регуляции реакции самонесовместимости. Мутации генов несовместимости (SI) и проявление само-совместимости (SC). Трансгенная модель получения самонесовместимости у природного самоопылителя *A. thaliana*, значение данного эксперимента для создания самоопыляющихся трансгенных растений. Биологическое значение несовместимости в поддержании гетерозиготности популяций.

**Двудомность** как крайний случай проявления несовместимости. Структурно-функциональная организация половых хромосом двудомных растений на примере *Carica papaya*, *Silene latifolia* и *Rumex acetosa*. Генетический контроль поддержания двудомности.

**Апомиксис** – природная форма вторично-бесполого размножения. История изучения апомиксиса. Нарушение процесса двойного оплодотворения у цветковых растений как причина образования апомиктических семян. Основные типы апомиксиса, его распространение и эволюционная роль. Гаметофитный апомиксис и нарушение мейоза (апомейоз) и спорофитного с участием клеток интегумента. Генетический контроль апомиксиса. Мутанты *A. thaliana* с нарушениями мейоза (*nzz*; *swi1/dyad*) и образование апомиктических семян. Гены- кандидаты апомиксиса. Апомиксис и его практическое значение. Эпигенетический механизм проявления апомиксиса у мутантов *ago104* кукурузы и *ago9* арабидопсис. Роль и функция белков Argonaute и RBR в контроле развития женского гаметофита. Координированное развитие зародыша и эндосперма, гены *FIS2*, *FIE*, *MEA*, *PHRES1* *A. thaliana*. Гены *MET1* и *DME* регуляторы экспрессии материнского аллеля гена *MEA* в эндосперме. Явление импринтинга материнских и отцовских аллелей при развитии эндосперма, эпигенетический механизм импринтинга.

#### **Раздел 5. «Генетические методы селекции»**

Полиплоидия. Механизмы возникновения полиплоидов и их классификация, автополиплоиды и аллополиплоиды. Полиплоидное происхождение важнейших культурных растений. Палеополиплоиды и неополиплоиды. Роль отдаленнойгибридизации в возникновении видов, реконструкция геномов растений. Явление гетерозиса и гипотезы о механизмах его проявления. Генетические эффекты при полиплоидии. Судьба дублированных генов у аллополиплоидов. Влияние полиплоидизации на экспрессию генов у аллополиплоидов: явление замолкания дублированных генов (реципрокное и органспецифичное), диверсификация функции, изменение уровня экспрессии. Эпигенетический механизм замолкания генов. Синтетические полиплоиды арабидопсис для изучения экспрессии дублированных генов в ряду поколений. Роль полиплоидии в эволюции геномов растений и видообразования. Структура аллополиплоидных геномов пшеницы, хлопчатника, тритикале, и др. Практическое использование разных типов полиплоидов.

Анеуплоидия для решения задач картирования генов. Типы анеуплоидов. Моносомный и нуллисомный анализ на примере пшеницы. Примеры применения анеуплоидии растений в решении практических задач генетики и селекции растений.

Гаплоиды естественные и искусственные. Методы получения гаплоидов: близнецовый метод, псевдогамия, индуцированный андрогенез в культуре пыльников, гибридизация с другими видами и селективная элиминация хромосом в гибридном зародыше. Практическое использование и значение гаплоидов в селекционном процессе.

**Цитоплазматическая мужская стерильность растений (ЦМС).** Кольцевые и линейные ДНК митохондрий растений. Повторы и внутримолекулярная рекомбинация. РНК- редактирование мт-ДНК и химерные гены. Роль Мт-химерных генов в проявлении ЦМС. ЦМС как пример взаимодействия ядерных и митохондриальных генов. Молекулярно-генетические механизмы восстановления фертильности пыльцы, гены-восстановители фертильности (*Rf*), роль PPR белков. Специфичность *Rf*-генов к типу ЦМС. Типы цитоплазмы кукурузы – Т (техасский), С (чарруа) и S (молдавский) и проявление ЦМС. Механизм действия генов-восстановителей ЦМС на примере кукурузы С- S- и Т-цитоплазмой. Экономическое значение мутаций митохондриального генома и проявления ЦМС. Использование ЦМС в селекционном процессе. Генетическая схема получения межлинейных гибридов на основе мутаций ЦМС и восстановителей фертильности. Распространение практического применения явления ЦМС в селекции сельскохозяйственных культур.

**Спонтанный и индуцированный мутагенез у растений.** Ядерные и цитоплазматические мутации. Основы закона гомологических рядов наследственной изменчивости Н.И. Вавилова. Индуцированный мутагенез растений физическими, химическими мутагенами и тяжелыми металлами. Спектр возникающих мутаций. Особенности выявления индуцированных мутаций у растений. Основные принципы выделения мутаций у самоопылителей, перекрестников и вегетативно размножаемых растений. Химеры, структура химерного растения и судьба мутантного сектора в онтогенезе. Особенности генетического анализа растений и выявления мутантов в М1-, М2-, М3-поколениях. Генетически эффективные клетки и их роль в проявлении индуцированных мутаций. Типы мутаций и методы их выделения. Хлорофильные и эмбриолетальные мутации. Растительные тест-системы для оценки мутагенного действия различных соединений и факторов окружающей среды. Селекционные достижения с использованием метода мутагенеза.

**Хромосомная инженерия растений.** Манипуляции хромосомным составом растений на уровне целых геномов, отдельных хромосом и их сегментов с целью увеличения генетического разнообразия культурных видов.



## **Раздел 6. «Генетика иммунитета растений»**

**Понятие иммунитета растений.** Вклад Н.И. Вавилова в изучении проблемы иммунитета. Основные возбудители болезней и вредители растений. Практическое значение изучения генетики иммунитета растений.

**Основные типы иммунитета растений.** Врожденный активный иммунитет — устойчивость к болезни, которая обеспечивается свойствами растений, проявляющимися у них только в случае нападения патогена. Типы активного иммунитета — неспецифичный (базовый иммунитет или горизонтальная устойчивость) и специфичный (вертикальная или расоспецифическая устойчивость). Приобретенный иммунитет растений, особенности, отличия от приобретенного иммунитета животных.

**Молекулярно-генетические механизмы неспецифического врожденного иммунитета растений.** Рецепторы врожденного неспецифического иммунитета и их лиганды. Структура рецепторов PRR. Активирующие их лиганды PAMP, НАМР, DAMP — чужеродный биоматериал, попавший на поверхность клетки. Консервативность рецепторов неспецифического иммунитета (на примере рецепторов флагеллина растений и животных). Другие компоненты иммунного ответа.

**Молекулярно-генетические механизмы специфического врожденного иммунитета.** Эффекторные молекулы патогенов (элиситоры) и их рецепторы (R – белки). Доменная структура рецепторов, основные типы. LRRs – структурная основа иммунного ответа растений. R-гены типа I – самые полиморфные гены растений. Теория сопряженной эволюции хозяина и паразита. Гипотеза Флора «ген на ген». Функция салициловой кислоты, жасмоновой кислоты, этилена и др. гормонов в иммунном ответе. Реакция сверхчувствительности. Различия ответа на повреждение биотрофами, некротрофами и насекомыми. Антогонизм сигнальных путей, участвующих в защите от биотрофов и некротрофов. Влияние патогенов на развитие иммунного ответа. Сторожевая модель иммунитета.

Аутоиммунные реакции у растений. Явление гибридного некроза — распространенность и генетический контроль. Роль мобильных иммунных сигналов в развитии системного приобретенного иммунитета и иммунной памяти.

## **Раздел 7. «Генетика онтогенеза растений»**

Общие принципы регуляции развития растений. Генетические основы регуляции развития растений фитогормонами. Генетический контроль морфогенеза растений. Генетический контроль развития разных доменов зародыша. Генетический контроль развития апикальной меристемы побега, листа, корня. Генетический контроль инициации цветения, развития меристемы цветка и органов цветка. ABC-модель генетического контроля развития цветка.

**Раздел 8. «Генетические технологии в решении задач селекции и семеноводства»** **Генетическая инженерия растений.** История получения трансгенных растений. Методы получения трансгенных растений. Прямые методы получения трансгенных растений. Векторы для генетической трансформации растений. Создание коинтегративных и бинарных векторов для переноса чужеродной ДНК. Использование селективных маркеров и репортерных генов. Области применения трансгенных растений. Получение качественно новых продуктов на основе трансгенных растений: с замедлением созревания и контролируемым созреванием; улучшение пищевых и технологических свойств; устойчивые к гербицидам; устойчивые к

насекомым-вредителям; устойчивые к болезням и др.

Метаболическая инженерия на основе трансгенных технологий – воссоздание отсутствующих метаболических путей. Трансгенные растения риса с каротиноидами, трансгенные растения томата с плодами, накапливающими антоциан, голубые розы и гвоздики. Трансгенные растения – продуценты фармацевтических белков, вакцин, антител. Трансформация хлоропластной ДНК.

Разработка методов защиты окружающей среды на основе трансгенных растений. Биodeградируемые материалы на основе трансгенных растений. Трансгенные растения для очистки почв и водоемов (поглощающие и разрушающие токсичные соединения). Трансгенные растения – тестеры загрязнений. Биотопливо из трансгенных растений. Аргументы противников использования трансгенных растений. Потенциальные проблемы использования трансгенных растений и пути их решения.

**Геномное редактирование растений.** Система CRISPR– Cas для получения целевых мутаций в различных растительных организмах. Типы мутаций, генерируемых CRISPR– Cas9.

Редакторы цитозиновых оснований (CBE) и редакторы адениновых оснований (ABEs) на основе CRISPR и их особенности.

**Молекулярно-генетические маркеры** в решении фундаментальных и практических задач генетики и селекции. Типы генетических маркеров. Методы создания генетических маркеров. Особенности применения генетических маркеров в решении генетических и селекционных задач. Маркер- опосредованная селекция растений. Принципы геномной селекции растений. Практические примеры применения методов маркерной и геномной селекции растений.

## **Раздел 9. «Генетика популяций».**

**История понятия «популяция. Современное определение популяции.**

**Генетическая структура популяции.**

Генетическая структура популяции. Панмиктические и клональные популяции. Закон Харди-Вайнберга по распределению фенотипических групп и генотипов в популяции. Факторы динамики популяции. Биохимические возможности оценки гетерогенности популяции (электрофорез белков, состав РНК и т.п.).

Эволюционные процессы в популяции. Стабилизирующий, дизруптивный и элиминирующий виды естественного отбора. Поток генов, популяционные волны (волны жизни), дрейф генов, инбридинг, изоляция, их специфичность и роль в динамике генных частот.

Генетический полиморфизм и проблемы эволюции.

### **4.3 Лекции/ практические**

**занятия**

**ОЧНАЯ ФОРМА**

**ОБУЧЕНИЯ**

Таблица 4

**Содержание лекций/практических занятий и контрольные мероприятия**

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. «Введение»</b>		<b>ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3</b>	<b>устный опрос, защита работ, тестирование</b>	<b>4</b>
	Тема 1. Генетика как наука.	Лекция 1. История генетики. Задачи и методы генетики  Практическое занятие № 1. Основы работы с биологическими микроскопами.	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	защита работы, тестирование	2  2
2.	<b>Раздел 2. «Цитологические и молекулярные основы наследственности»</b>		<b>ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3</b>	<b>устный опрос, защита работ, тестирование</b>	<b>12</b>
	Тема 2. Митотический цикл и фазы митоза у растений организмов, хромосомы и их характеристика.	Лекция № 2. Митотический цикл и фазы митоза у растений организмов, хромосомы и их характеристика	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	устный опрос, тестирование	2
		Практическое занятие № 2. Митотический цикл и фазы митоза у растений организмов.	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	защита работы, тестирование	2
№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Тема 3. Мейоз. Микроспорогенез. Микрогаметогенез Макроспоро- и макрогаметогенез. Оплодотворение. Развитие зародыша и эндосперма.	Лекция № 3. Мейоз.	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	устный опрос, тестирование	2
		Практическое занятие № 3. Микроспорогенез. Микрогаметогенез. Макроспоро- и макрогаметогенез. Оплодотворение.	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	защита работы, тестирование	2

	Тема 4. Нуклеиновые кислоты, их строение и функции. Основные этапы биосинтеза белка.	Практическое занятие № 4. Нуклеиновые кислоты, их строение и функции.	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	защита работы, тестирование	2
	Тема 5. Генетический код. Регуляция экспрессии генов.	Лекция № 4. Генетический код. Регуляция экспрессии генов.	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	устный опрос, тестирование	2
<b>3.</b>	<b>Раздел 3. «Структурно-функциональная организация генома растений и анализ функций гена»</b>		<b>ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3</b>	<b>устный опрос, защита работ, тестирование</b>	<b>8</b>
	Тема 6. Структурно-функциональная организация генома.	Лекция № 5. Структурно-функциональная организация генома. Геном хлоропластов и митохондрий. Мобильные генетические элементы растений.	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	устный опрос, тестирование	2
		Практическое занятие № 5. Митохондриальный геном	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	защита работы, тестирование	2
		Лекция 6. Транспозонный мутагенез растений. Мутационный анализ для изучения функции генов	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	устный опрос, тестирование	
		Практическое занятие № 6. Мутационный анализ для изучения функции генов	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	защита работы, тестирование	2
<b>5.</b>	<b>Раздел 4. «Системы размножения растений и их генетический контроль»</b>		<b>ОПК-1.1 ОПК-4.2</b>	<b>устный опрос, защита работ, тестирование</b>	<b>8</b>
	Тема 7. Размножение растений и генетический контроль генов.	Лекция № 7. Жизненные циклы растений. Генетические эффекты при вегетативном и половом размножении, при самоопылении и перекрестном оплодотворении..	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	устный опрос, тестирование	2
		Практическое занятие № 7. Генетические эффекты при вегетативном и половом размножении, при самоопылении и перекрестном оплодотворении..	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	защита работы, тестирование	2



		Лекция 8. Двудомность. Апомиксис	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	устный опрос, тестирование	2
		Практическое занятие № 8. Строение цветка	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	защита работы, тестирование	2
<b>6.</b>	<b>Раздел 5. «Генетические методы селекции»</b>		<b>ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3</b>	<b>устный опрос, защита работ, тестирование</b>	<b>8</b>
	Тема 8. Генетические методы селекции	Лекция № 9. Полиплоидия. Гетерозис. Анеуплоидия. Цитоплазматическая мужская стерильность растений (ЦМС)	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	устный опрос, тестирование	2
		Практическое занятие №9. Решение задач.	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	защита работы, тестирование	2
		Лекция 10. Спонтанный и индуцированный мутагенез у растений. Генная инженерия	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	устный опрос, тестирование	2
		Практическое занятие № 10. Использование индуцированного мутагенеза	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	защита работы, тестирование	2
<b>7.</b>	<b>Раздел 6. «Генетика иммунитета растений»</b>		<b>ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3</b>	<b>устный опрос, защита работ, тестирование</b>	<b>10</b>
	Тема 9. Генетика иммунитета	Лекция № 11. Понятие иммунитета растений. Основные типы иммунитета растений	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	устный опрос, тестирование	2
		Практическое занятие № 11. Иммуные растения со средней степенью иммунитета.	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	защита работы, тестирование	2
		Лекция № 12. Молекулярно-генетические механизмы неспецифического врожденного иммунитета растений.	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	устный опрос, тестирование	2
		Лекция № 13. Молекулярно-генетические механизмы специфического врожденного иммунитета растений.	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	устный опрос, тестирование	2
		Практическое занятие № 12. Генетические карты.	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	защита работы, тестирование	2

8.	<b>Раздел 7. «Генетика онтогенеза растений»</b>		<b>ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3</b>	<b>устный опрос, защита работ, тестирование</b>	<b>4</b>
	Тема 10. Генетика и онтогенез растений	Лекция № 14. Общие принципы регуляции развития растений. Генетические основы регуляции развития растений	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	устный опрос, тестирование	2
		Практическое занятие № 15. Модификационная и генотипическая изменчивость	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	защита работы, тестирование	2
8.	<b>Раздел 8. «Генетические технологии в решении задач селекции и семеноводства»</b>		<b>ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3</b>	<b>устный опрос, защита работ, тестирование</b>	<b>12</b>
	Тема 11. Генетические технологии в решении задач селекции и семеноводства	Лекция № 15. Генетическая инженерия растений.	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	устный опрос, тестирование	2
		Практическое занятие № 16. Методы конструирования рекомбинантных ДНК in vitro	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	защита работы, тестирование	2
		Лекция № 16. Геномное редактирование растений.	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	устный опрос, тестирование	2
		Практическое занятие № 17. Генетически модифицированные микроорганизмы и их использование	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	защита работы, тестирование	2
		Лекция № 17. Малекулярно-генетические маркеры	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	устный опрос, тестирование	2
		Практическое занятие № 18. Получение трансгенных растений, устойчивых к неблагоприятным факторам внешней среды	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	защита работы, тестирование	2
9.	<b>Раздел 9. «Генетика популяций»</b>		<b>ОПК-1.1 ОПК-4.2</b>	<b>устный опрос, защита работ, тестирование</b>	<b>6</b>
	Тема 12. Современное определение популяции. Генетическая структура	Лекция № 18. Современное определение популяции. Закон Харди-Вайнберга – основной закон популяционной генетики.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	устный опрос, тестирование	2

	популяции	Практическое занятие № 19. Закон Харди-Вайнберга – основной закон популяционной генетики.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	защита работы, тестирование	2
		Практическое занятие № 20. Проблема сохранения биоразнообразия. Решение задач.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	защита работы, тестирование	2

## Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Митотический цикл и фазы митоза у растительных организмов.	ПЗ	Кейс-технология.
2.	Микроспорогенез. Микрогаметогенез. Макроспоро- и макрогаметогенез. Оплодотворение.	ПЗ	Кейс-технология.
3.	Генетический код. Регуляция экспрессии генов.	Л	Лекция с элементами дискуссии.
4.	Плейотропное действие гена.	Л	Лекция с элементами дискуссии.
5.	Взаимодействие неаллельных генов. Плейотропное действие гена.	ПЗ	Практическое занятие с разбором конкретных ситуаций.
6.	Современное определение популяции. Закон Харди-Вайнберга – основной закон популяционной генетики.	Л	Лекция с элементами дискуссии.
7.	Закон Харди-Вайнберга – основной закон популяционной генетики.	ПЗ	технология – «Круглый стол»

#### 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

##### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

1. Гомология и гомеологии геномов растений, паралогичные и ортологичные гены. Синтения и коллинеарность геномов. Принципы сравнительного картирования растений, роль модельных объектов.

2. Полиплоидия растений и ее типы, механизмы возникновения полиплоидов. Судьба дублированных генов у аллополиплоидов.

3. Гаметофитный контроль несовместимости, гены локусов несовместимости и механизм ее реализации на примере *Solanaceae*-и *Papaveraceae*.

4. Половые типы цветковых растений и генетические механизмы,

обеспечивающие перекрестное оплодотворение. Молекулярно- генетические механизмы гаметофитной и спорофитной самонесовместимости.

**5.** Спорофитный контроль несовместимости, гены локусов несовместимости и механизм ее реализации на примере *Brassica*.

**6.** Цитоплазматическая мужская стерильность, ее природа, распространение и практическое использование. Роль митохондриального генома в проявлении ЦМС. Химерные митохондриальные гены.

**7.** Парамутации как специфический тип взаимодействия аллелей. Понятия парамутегенности и парамутабельности. Эпигенетический механизм проявления парамутаций.

**8.** Индукция мутаций у растений и особенности их выявления. Генетически эффективные клетки апикальной меристемы. Значение размера популяций M1 и M2 для выделения мутаций.

**9.** Специфичность ЭМС-индуцированных мутаций. Методы обратной генетики для установления функции гена, TILLING и Delet-a-gene.

**10.** Инсерционный T-ДНК мутагенез и выявление трансформантов T1 и T2 поколениях.

**11.** Мобильные генетические элементы и их распространение у растений.

**12.** Транспозонный мутагенез, одно и двухкомпонентные системы на основе Ac и Ds элементов.

**13.** Гены, контролирующие независимое развитие эндосперма у покрытосеменных растений. Понятие импринтинга на примере гена *MEDEA* арабидопсис.

**14.** Иммуитет растений, его основные типы. Молекулярно- генетические основы неспецифического активного иммунитета и специфического активного иммунитета.

**15.** Генетический контроль определения типа органов цветка. ABC-модель (логика построения).

**16.** Доказательства правильности ABC-модели (предсказание фенотипа двойных мутантов; подтверждение ABC-модели с использованием трансгенных растений арабидопсис; молекулярно-генетическая проверка модели).

**17.** Молекулярные механизмы взаимодействия генов В-класса. Фенотип мутантов по генам В-класса.

**18.** Примеры парамутаций; молекулярные механизмы их возникновения

**19.** Молекулярные механизмы эпигенетических изменений (привести примеры).

**20.** Понятие импринтинга на примере генов *R* кукурузы и *MEDEA* арабидопсис.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1.Основная литература**

1. Генетические основы селекции растений. Том 1. Общая генетика растений. /Науч. ред. А.В. Кильческий., Л.В. Хотылева. – Минск: Белорусская наука. - 2008. 551 с.



2. Ежова Т.А., Лебедева О.В., Огаркова О.А., Пенин А.А., Солдатова О.П., Шестаков С.В. *Arabidopsisthaliana* – модельный объект генетики растений. Москва: «Макс-Пресс». - 2003. 219 с.
3. Лутова Л.А., Проворов Н.А., Тиходеев О.Н., Тихонович И.А., Ходжайова Л.Т., Шишкова С.О. Генетика развития растений. Санкт-Петербург: Наука. - 2000. 531 с.

#### 7.2.Дополнительная литература

1. Малецкий С.И. Гены самонесовместимости контролируют у цветковых растений перекрестное оплодотворение // Сорровский образовательный журнал. 1996.
4. Першина Л.А. О роли отдаленной гибридизации и полиплоидии в эволюции растений // Вестник ВОГИС. 2009. Т.13. № 2. С. 336-344.
5. Adams K.L. Evolution of Duplicate Gene Expression in Polyploid and Hybrid Plants // *Journal of Heredity* 2007 98(2):136-141.
6. Udal J.A. and Jonathan F. Wendel Polyploidy and Crop Improvement // [Crop Science Society of America](#), 2006; 46; p.3-14.
7. Blanc G., Barakat A., Guyot R., Cooke R., and Michel Delseny // Extensive Duplication and Reshuffling in the Arabidopsis Genome. *Plant Cell*, Vol. 12, 1093-1102.
8. Fujii S.and Toriama K. Genome Barriers between Nuclei and mitochondria exemplified by cytoplasmic male sterility // *Plant Cell Physiol.* 2008, 49(10): 1484-1494.
9. McCouch S. R. Genomics and Synteny// *Plant Physiol*, January 2001, Vol. 125, pp. 152-155.
10. Slotkin R. K. and Martienssen R. Transposable elements and the epigenetic regulation of the genome. Review // *Nature* , 2007, vol. 8.
11. Richards A. J. Apomixis in flowering plants: an overview // *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* (2003) 358, 1085–1093.
12. Spielman M., Vinkenoog R.and Scott R. J. Genetic mechanisms of apomixis// *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* (2003) 358, 1095–1103.
13. [Tarutani](#) Y.et.al. Trans-acting small RNA determines dominance relationships in Brassica self-incompatibility // [Nature](#). 2010 Aug 19; 466(7309):983-6.

**8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. NCBI <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>;
2. Phytosome <https://phytosome-next.jgi.doe.gov/>;
3. <http://smart.embl-heidelberg.de/>;
4. [http://bar.utoronto.ca/efp2/Arabidopsis/Arabidopsis\\_eFPBrowser2.html](http://bar.utoronto.ca/efp2/Arabidopsis/Arabidopsis_eFPBrowser2.html), bar.utoronto.ca/eplant/.

**11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины**

При изучении теоретического материала необходимо использовать рекомендуемую основную и дополнительную литературу. Рекомендованная дополнительная литература и Интернет-ресурсы позволяют углубить и структурировать знания, полученные в ходе аудиторной работы.

Осваивать теорию следует в соответствии с той последовательностью, которая представлена в плане занятий. При изучении модуля следует обратить внимание на взаимосвязь лекционных, семинарских занятий и заданий для самостоятельного выполнения.

Завершение каждого раздела курса целесообразно подытоживать фиксацией выводов по изученным темам.

Целесообразно в процессе изучения материала вести конспекты. Фиксация изученного в виде опорного конспекта позволяет сделать знания системными, закрепить их в памяти.

При необходимости составляйте глоссарий по мере изучения модуля. Подбор и систематизация терминов, встречающихся при изучении темы, развивает способность выделять главные понятия темы и формулировать их.

Каждая лабораторная работа начинается с введения, нацеленного на обсуждение круга изучаемых вопросов и проблем, разбора частных случаев, необходимых для успешного выполнения лабораторной работы. После формирования необходимой теоретической базы предлагается перейти непосредственно к выполнению исследования.

Программа актуализирована для 2023 года начала подготовки.

Разработчик: к.б.н., доц. Малахова С.Д.  « 13 » 07 2023 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры Агрономии протокол № 12 от « 14 » 07 2023 г.

Заведующий кафедрой  проф. Исаков А.Н.



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

**Калужский филиал**

Факультет агротехнологий, инженерии и землеустройства  
Кафедра агрономии

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. зам. директора по учебной работе

Т.Н. Пимкина

“ 30 ”

2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.19 ГЕНЕТИКА РАСТЕНИЙ**

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 35.03.05 «Садоводство»

Направленность: «Плодоводство и овощеводство»

Курс 1

Семестр 2

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023

Калуга, 2023







## СОДЕРЖАНИЕ

<b><u>АННОТАЦИЯ</u></b> .....	4
<b><u>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</u></b> .....	4
<b><u>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</u></b> .....	4
<b><u>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</u></b> .....	5
<b><u>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u></b> .....	7
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ.....	7
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	12
<b><u>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</u></b> .....	19
<b><u>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</u></b> .....	20
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	20
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	22
<b><u>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u></b> .....	25
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	25
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	25
7.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	26
<b><u>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</u></b> .....	26
<b><u>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)</u></b> .....	26
<b><u>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)</u></b> .....	26
<b><u>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</u></b> .....	27
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	27
<b><u>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</u></b> .....	27

## Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины  
Б1.О.19«Генетика растений»  
для подготовки бакалавра по направлению 35.03.05 Садоводство  
направленности «Плодоводство и овощеводство»

**Цель освоения дисциплины:** выработка понимания фундаментальных законов генетики, умение решать генетические задачи. Освоение студентам основных закономерностей наследования и изменчивости признаков организмов, их генетической основы, а также методов управления этими процессами.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в дисциплины обязательной части учебного плана по направлению подготовки 35.03.05 Садоводство направленности «Плодоводство и овощеводство»

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

*Общепрофессиональные компетенции (ОПК):*

ОПК-1 - Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий.

— ОПК-1.1 - Демонстрирует знание основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности.

ОПК-4 -Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности.

— ОПК 4.2- Обосновывает элементы системы земледелия, технологии возделывания, хранения и переработки сельскохозяйственных культур применительно к почвенно-климатическим условиям с учетом агроландшафтной характеристики территории.

**Краткое содержание дисциплины:** В соответствии с целями и задачами в структуре дисциплины выделяются девять тесно связанных друг с другом раздела (раскрывающиеся соответствующими темами): 1. Введение. 2. Цитологические основы наследственности. 3. Молекулярные основы наследственности. 4. Закономерности наследования. 5. Взаимодействие генов. 6. Генетика и определение пола. 7. Хромосомная теория наследственности. 8. Изменчивость. 9. Генетика популяций.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 144 часов/4 зач. ед.

**Промежуточный контроль:** экзамен.

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Генетика растений» является выработка понимания фундаментальных законов генетики, умение решать генетические задачи. Освоение студентам основных закономерностей наследования и изменчивости признаков организмов, их генетической основы, а также методов управления этими процессами.

### 2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Генетика растений» включена в дисциплины обязательной части учебного плана направления подготовки 35.03.05 Садоводство направленности «Плодоводство и овощеводство».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Генетика растений», являются - школьный курс биологии, ботаника, микробиология, математика.

Курс «Генетика растений» является основополагающим для изучения таких дисциплин как, «Селекция и семеноводство садовых растений», «Сортоведение садовых культур».

Знания, полученные при изучении дисциплины «Генетика растений», далее будут использованы, прежде всего, в профессиональной деятельности.

Рабочая программа дисциплины «Генетика растений» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

**3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине  
«Генетика растений», соотнесенных с планируемыми результатами освоения  
образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий.	ОПК-1.1 - Демонстрирует знание основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности.	Основные законы математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности.	Применять основные законы математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности.	Навыками применения основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности.
2	ОПК-4	Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности.	ОПК 4.2 - Обосновывает элементы системы земледелия, технологии возделывания, хранения и переработки сельскохозяйственных культур применительно к почвенно-климатическим условиям с учетом агроландшафтной характеристики территории.	Элементы системы земледелия, технологии возделывания, хранения и переработки сельскохозяйственных культур применительно к почвенно-климатическим условиям с учетом агроландшафтной характеристики территории.	Реализовать технологии возделывания, хранения и переработки сельскохозяйственных культур применительно к почвенно-климатическим условиям с учетом агроландшафтной характеристики территории.	Знаниями элементов системы земледелия, технологии возделывания, хранения и переработки сельскохозяйственных культур применительно к почвенно-климатическим условиям с учетом агроландшафтной характеристики территории.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

##### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	В т.ч. по семестрам № 2
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
<b>Аудиторная работа</b>	54	54
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	18	18
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	36	36
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	72	72
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	<b>18</b>	18
Вид промежуточного контроля:		экзамен

##### 4.2 Содержание дисциплины

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3

##### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Контактная работа		Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	
Раздел 1. «Введение»	<b>12</b>	-	2	10
Раздел 2. «Цитологические основы наследственности»	<b>16</b>	2	4	10
Раздел 3. «Молекулярные основы наследственности»	<b>16</b>	2	4	10
Раздел 4. «Закономерности наследования»	<b>16</b>	2	4	10
Раздел 5. «Взаимодействие генов»	<b>18</b>	4	4	10
Раздел 6. «Генетика и определение пола»	<b>16</b>	2	4	10
Раздел 7. «Хромосомная теория наследственности»	<b>18</b>	2	6	10
Раздел 8. «Изменчивость»	<b>16</b>	2	4	10
Раздел 9. «Генетика популяций»	<b>16</b>	2	4	10



Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Контактная работа		Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>90*</b>

\*подготовка к экзамену входит в состав СР

## **Раздел 1. «Введение»**

### **Тема 1. Основы работы с биологическими микроскопами**

Генетика – наука о закономерностях наследственности и изменчивости, теоретическая основа селекции. Особенности методов исследования. Микроскопический метод, использование микроскопов в генетических исследованиях. Роль генетики в формировании материалистических представлений о явлениях жизни. Роль генетики в современной систематике, физиологии, экологии. Практические задачи и значение генетики и селекции для развития сельского хозяйства. Основные достижения генетики и селекции. Генетический анализ – методологическое обобщение и основа для решения конкретных проблем генетики. Исследование гибридов – центральное звено генетических исследований. Особый вклад Г. Менделя в создание и развитие гибридологического анализа.

Цитогенетический метод, онтогенетический, статистический, комбинационный, мутационный, популяционный, молекулярные методы анализа. Основные методы, применяемые в селекции: отбор, гибридизация с использованием гетерозиса и цитоплазматической мужской стерильности, полиплоидия и мутагенез. Основные направления в селекции: на урожайность, на качество, на содержание полезных веществ, на устойчивость к вредителям и болезням, на устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды.

Основные этапы развития генетики. Роль отечественных ученых в развитии генетики и селекции (Н. И. Вавилов, А. С. Серебровский, Н.К. Кольцов, Ю.А. Филипченко, С.С. Четвериков и др.). Значение генетики для решения задач селекции, медицины, биотехнологии, экологии. Крупнейшие отечественные селекционеры и организаторы селекции: И.В. Мичурин, Д.Л. Рудзинский, С.И. Жегалов, Н.И. Вавилов, П.И. Лисицын, В.Е. Писарев, В.С. Пустовойт, П.П. Лукьяненко, А.П. Шахурдин и др. Основные достижения селекции растений. Организация сети селекционно-генетических учреждений в России.

## **Раздел 2. «Цитологические основы наследственности».**

### **Тема 2. Митотический цикл и фазы митоза у растительных организмов, хромосомы и их характеристика**

Прокариоты и эукариоты, особенности строения и общая организация наследственного материала. Дополнительный генетический материал клеток – эписомы и плазмиды. Эписомы вирусного и невирусного происхождения. Плазмиды (плазмагены) – не связывающиеся с геномом клетки хозяина цитоплазматические гены.

Хромосомы. Кариотип. Химический состав хромосом. Пloidность клеток (гаплоиды, диплоиды). Парные (гомологичные) и негомологичные хромосомы. Строение хромосом. Специфичность морфологии и числа хромосом. Хромосомы с вторичной перетяжкой и "спутником". Гигантские (политенные) хромосомы. Дифференциальная окраска хромосом и ее значение в анализе кариотипа.

Деление клетки. Митоз. Клеточный цикл: интерфаза и митоз. Интеркинез и интервалы G<sub>1</sub>, S, G<sub>2</sub>. Пресинтетический, синтетический и постсинтетический периоды. Митоз – главный способ деления клетки. Фазы митоза: профазы, метафаза, анафаза и телофаза. Изменения в структуре хромосом (степень упаковки). Распределение дочерних молекул ДНК при делении клетки. Особенности воспроизведения и распределения цитоплазматических органоидов в процессе деления клетки.

Другие виды деления клетки. Амитоз – прямое деление клетки и его последствия. Эндомитоз и его частный случай – политения. Гигантские хромосомы.

### **Тема 3. Мейоз. Микроспорогенез. Микрогаметогенез. Макроспоро- и макрогаметогенез. Оплодотворение. Развитие зародыша и эндосперма**

Мейоз – способ уменьшения числа хромосом в половых клетках. Два последовательных деления клетки при мейозе: редукционное и эквационное. Фазы делений. Длительность профазы I мейотического деления клетки. Конъюгация гомологичных хромосом в диакинезе мейоза. Биологическое значение этого периода. Расхождение гомологичных и негомологичных хромосом в мейозе. Принципиальное различие поведения хромосом в мейозе и митозе. Генетическое значение мейоза.

Спорогенез и гаметогенез у растений. Смена полового и бесполого поколений. Мужские и женские генеративные органы. Пloidность гамет, зародыша, эндосперма Гаметогенез у животных. Овогенез и сперматогенез. Продолжительность периодов и принципиальные различия в результатах мейотического деления клеток при овогенезе и сперматогенезе. Нерегулярные типы размножения. Партогенез (соматический и генеративный (апомиксис)), псевдогамия, гиногенез, андрогенез.

### **Раздел 3. «Молекулярные основы наследственности»**

#### **Тема 4. Нуклеиновые кислоты, их строение и функции», «Основные этапы биосинтеза белка**

Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот (трансформация у бактерий, опыты с вирусами). Структура ДНК и РНК. Модель ДНК Уотсона и Крика. Биосинтез белка.

#### **Тема 5. Генетический код. Регуляция экспрессии генов.**

Химические размеры геномов. Величина хромосом *in vivo* и в «развернутом состоянии». Компактность упаковки ДНК в клетке. Отсутствие прямой корреляции между эволюционной сложностью организмов и химическим размером генома (в п.н.). Число функционирующих генов в организме. Избыточность генома. Понятие о гетеро- и эухроматине. ДНК как носитель наследственной информации. Строение ДНК. Нуклеотиды. Формы молекул ДНК (A, B, C, D, E и Z). Особенности структуры и функций. РНК и ее виды. Функции нуклеиновых кислот в реализации генетической информации: репликация, транскрипция и трансляция. Методологическое значение принципа передачи генетической информации: ДНК↔РНК→белок. Полуконсервативный механизм репликации ДНК. Общие принципы регуляции активности генов по Жакобу и Моно.

Генетический код. Обоснование теории гена. Свойства генетического кода. Доказательства триплетности кода. Расшифровка кодонов. Вырожденность кода. Терминирующие кодоны.

Структура гена. Принципиальные различия строения генов про- и эукариот. Экзоны и интроны. Сплайсинг.

### **Раздел 4. «Закономерности наследования»**

#### **Тема 6. Законы Менделя.**

Закономерности наследования при внутривидовой гибридизации. Законы И.Г. Менделя.

Гибридологический метод как основа генетического анализа. Принципиальное значение метода гибридологического анализа разработанного Менделем: анализ наследования отдельных альтернативных пар признаков, использование константных чистотелинейных родительских форм, индивидуальный анализ потомства гибридов, количественная оценка результатов скрещивания. Генетическая символика. Правила записи скрещивания.

Моногибридное скрещивание. Первый закон Менделя – закон единообразия первого поколения. Второй закон Менделя – соотношение по генотипу и фенотипу. Закон чистоты гамет. Расщепление признаков – биологический закон, его проявление – статистический характер. Виды скрещиваний – реципрокное, возвратное (бек-кросс), в т.ч. анализирующее. Расщепления по генотипу и фенотипу. Доминирование и возможности управления им. Условия соблюдения законов Менделя.

Неполное доминирование. Обозначение альтернативных признаков и результаты скрещивания. Сохранение первого закона Менделя и отличие от второго закона.

Наследование при дигибридном скрещивании. Расщепление по генотипу и фенотипу. Независимое наследование отдельных пар признаков. Числовые соотношения количества гамет, гибридов разных генотипов и фенотипов. Третий закон Менделя. Цитологические основы независимого комбинирования. Закономерности три- и полигибридного скрещивания.

## **Раздел 5. «Взаимодействие генов»**

### **Тема 7. Взаимодействие аллельных генов. Взаимодействие неаллельных генов.**

Обозначения признаков, генотипов в виде радикалов, фенотипические группы. Результаты расщепления при дигибридном скрещивании – основа для количественного анализа при взаимодействии генов. Типы взаимодействия генов (комплементарное, эпистатическое, полимерное). Комплементарность. Соотношения в потомстве – 9:3:3:1, 9:7, 9:6:1, 9:3:4. Примеры.

Эпистаз. Изображение эпистатического действия гена. Доминантный и рецессивный эпистаз. Расщепления типа 13:3, 12:3:1, 9:3:4 и др. Разная интерпретация результатов скрещивания при одинаковом соотношении фенотипических групп потомков. Биохимические исследования – ключевое звено к уточнению типа взаимодействия генов.

Полимерия. Аллельные и неаллельные гены. Кумулятивная и некумулятивная полимерия. Расщепления типа 15:1 и более сложного типа. Примеры. Зависимость развития полимерных признаков от внешних условий. Явление трансгрессии.

Модифицирующее действие генов. Гены-модификаторы. Энхансеры и сайленсеры.

Множественное (плейотропное) действие генов. Зависимость нескольких признаков от работы единственного гена. Хлорофильные мутанты растений, как примеры такого действия генов.

Наследственность и среда. Влияние условий на проявление признаков. Экспрессивность признака. Пенетрантность – как показатель числа особей, у которых проявляется признак. Влияние пола на проявление признака. Примеры. Возможность одновременного проявления экспрессивности и пенетрантности признака. Понятие о варьирующей экспрессивности.

## **Раздел 6. «Генетика и определение пола»**

### **Тема 8. Пол как биологический признак. Основные типы детерминации пола**

Биология пола у растений и животных. Хромосомный механизм определения пола. Гомогаметный и гетерогаметный пол. Генетические и цитологические особенности половых хромосом. Гинандроморфизм. Балансовый механизм определения пола. Половой хроматин. Характер наследования признаков при нерасхождении половых хромосом как доказательство роли хромосом в передаче наследственной информации. Роль условий среды в определении пола. Практические возможности управления полом.

Наследование признаков, сцепленных с полом. Особенности схематического изображения. Наследственные болезни, сцепленные с полом.

## **Раздел 7. «Хромосомная теория наследственности»**

### **Тема 9. Открытие явления сцепления. опыты Т. Моргана. Основные положения хромосомной теории. Генетические карты.**

Расщепление в потомстве гибрида при сцепленном наследовании. Особенности графического изображения. Основные положения хромосомной теории наследственности Т. Моргана. Генетическое доказательство кроссинговера. Величина перекреста и линейная генетическая дискретность хромосом. Одинарный и множественный кроссинговер. Понятие об интерференции. Определение групп сцепления. Локализация гена. Генетические карты растений, животных и микроорганизмов. Цитологическое доказательство кроссинговера. Сравнение цитологических и генетических карт хромосом. Рестрикционные карты.

Цитоплазматическая наследственность. Цитоплазматические гены и ДНК. Генетический анализ цитоплазматических систем. Роль цитоплазматических генов в биогенезе кле-

точных органелл. Роль цитоплазматических генов в клеточной наследственности. Наследование через инфекцию и включения.

Цитоплазматическая мужская стерильность (ЦМС) и ее использование в селекционной практике. Генетический контроль ЦМС у важнейших сельскохозяйственных культур.

## **Раздел 8. «Изменчивость»**

### **Тема 10. Изменчивость. Онтогенетическая изменчивость**

Ненаследственная (модификационная) и наследственная (мутационная, рекомбинационная) изменчивость. Их роль в эволюции. Норма реакции и ее пределы.

### **Тема 11. Модификационная изменчивость. Генотипическая изменчивость. Общие закономерности мутагенеза.**

Мутационная изменчивость. Принципы классификации мутаций. Генеративные и соматические мутации. Классификация мутаций по изменению фенотипа (морфологические, биохимические, физиологические). Различия мутаций по их адаптивному значению. Генетические коллекции мутантных форм и их использование в частной селекции растений.

Причины и виды генных мутаций. Замены нуклеотидов, вставка или выпадение пары нуклеотидов и их последствия. Предмутационные изменения генетического материала и их переход в "истинные" мутации. Эффект последствия. Генные мутации прямые и обратные. Множественный аллелизм. Механизм возникновения серий множественных аллелей. Понятие о компаунде. Наследование при множественном аллелизме. Биологическое значение множественного аллелизма.

Хромосомные перестройки (абберации). Внутрихромосомные перестройки: делеции, дефишенсы, дупликации, инверсии. Их последствия для организма. Межхромосомные перестройки: транслокации. Эффект положения. Транспозиции: инсерционные элементы и транспозоны. Цитологические методы обнаружения аббераций.

Геномные мутации. Полиплоидия. Фенотипические эффекты полиплоидии. Искусственное получение полиплоидов. Автополиплоидия. Сбалансированные и несбалансированные полиплоиды. Аллополиплоидия. Амфидиплоидия как механизм получения плодовитых аллополиплоидов. Анеуплоидия (гетероплоидия): нулисомии, моносомии, полисомии. Особенности мейоза и образования гамет у анеуплоидов. Жизнеспособность и плодовитость анеуплоидных форм.

Селекционная ценность автополиплоидов и оптимальные уровни полиплоидизации. Плодовитость индуцированных автополиплоидов и определяющие ее факторы; методы ее повышения. Особенности наследования у полиплоидов, осложняющие селекционную работу с ними. Практическое использование автополиплоидов. Семеноводство "полигибридных" сортов. Гаплоиды, методы их получения и перспективы использования в генетическом анализе и в решении селекционных задач.

Изменчивость генетического материала. Частота мутаций гена, хромосом, в расчете на тысячу гамет, одно поколение и т.п. Частота спонтанных мутаций у человека по ряду заболеваний. "Горячие точки", гены-мутаторы, гены-антимутаторы. Антимутагены и возможности блокирования образования мутаций. Индуцированный мутационный процесс и его причины. Открытие Г. Надсона и Г. Филиппова. Г. Мёллер – основатель радиобиологии. Понятие "мишени" как "чувствительного" объема клетки, поражение которого приводит к изменению какой-либо реакции в клетке. Зависимости типа "доза – эффект" для низких и высоких величин радиоактивного облучения. Разная эффективность различных видов радиоактивного излучения. Понятие дозы, мощности дозы. Единицы измерения. Относительная биологическая эффективность разных видов излучения. Проблема минимальных доз облучения.

Мутагенный эффект ультрафиолета. Виды ультрафиолетового излучения. Механизмы вредного влияния УФ. Поглощение УФ нуклеиновыми кислотами и белками. Защитное действие видимого света. Антимутагенные вещества и ферменты (каталаза, пероксидаза, цитохромоксидазы и пр.). Зависимость эффективности фотореактивации от особенностей генотипа и иных факторов среды.

Химический мутагенез. Основные классы химических мутагенов по Н.П. Дубинину. Группы веществ по химическому действию: радиомиметические, пероксиды, аналоги метаболитов, вещества неизвестного механизма действия.

Методы получения мутантов в селекционных исследованиях. Эффективность и продуктивность мутагенов. Генетические схемы и методы отбора мутантов у растений с различными способами размножения и полиплоидных. Селекционное значение "макро-" и "микромутаций", системных мутаций. Значение генетических коллекций мутантов. Жизнеспособность индуцированных мутантов в экологических испытаниях. Роль гибридизации и отбора генов-модификаторов в селекционной работе с мутантами.

### **Раздел 9. «Генетика популяций».**

#### **Тема 12. История понятия «популяция. Современное определение популяции. Генетическая структура популяции.**

Генетическая структура популяции. Панмиктические и клональные популяции. Закон Харди-Вайнберга по распределению фенотипических групп и генотипов в популяции. Факторы динамики популяции. Биохимические возможности оценки гетерогенности популяции (электрофорез белков, состав РНК и т.п.).

Эволюционные процессы в популяции. Стабилизирующий, дизруптивный и элиминирующий виды естественного отбора. Поток генов, популяционные волны (волны жизни), дрейф генов, инбридинг, изоляция, их специфичность и роль в динамике генных частот.

Генетический полиморфизм и проблемы эволюции.

### **4.3 Лекции/ практические занятия**

#### **ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ**

Таблица 4

#### **Содержание лекций/практических занятий и контрольные мероприятия**

<b>№ п/п</b>	<b>Название раздела, темы</b>	<b>№ и название лекций/ практических занятий</b>	<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Вид контрольного мероприятия</b>	<b>Кол-во часов</b>
<b>1.</b>	<b>Раздел 1. «Введение»</b>		<b>ОПК-1.1 ОПК-4.2</b>	<b>устный опрос, защита работ, тестирование</b>	<b>2</b>
	Тема 1. Основы работы с биологическими микроскопами.	Практическое занятие № 1. Основы работы с биологическими микроскопами.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	защита работы, тестирование	2
<b>2.</b>	<b>Раздел 2. «Цитологические основы наследственности»</b>		<b>ОПК-1.1 ОПК-4.2</b>	<b>устный опрос, защита работ, тестирование</b>	<b>6</b>
	Тема 2. Митотический цикл и фазы митоза у растительных организмов, хромосомы и их характеристика.	Лекция № 1. Митоз.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	устный опрос, тестирование	1
		Практическое занятие № 2. Митотический цикл и фазы митоза у растительных организмов.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	защита работы, тестирование	2



№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Тема 3. Мейоз. Микроспорогенез. Микрогаметогенез. Макроспоро- и макрогаметогенез. Оплодотворение. Развитие зародыша и эндосперма.	Лекция № 1. Мейоз.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	устный опрос, тестирование	1
		Практическое занятие № 3. Микроспорогенез. Микрогаметогенез. Макроспоро- и макрогаметогенез. Оплодотворение.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	защита работы, тестирование	2
<b>3.</b>	<b>Раздел 3. «Молекулярные основы наследственности»</b>		<b>ОПК-1.1 ОПК-4.2</b>	<b>устный опрос, защита работ, тестирование</b>	<b>6</b>
	Тема 4. Нуклеиновые кислоты, их строение и функции. Основные этапы биосинтеза белка.	Практическое занятие № 4. Нуклеиновые кислоты, их строение и функции.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	защита работы, тестирование	2
	Тема 5. Генетический код. Регуляция экспрессии генов.	Лекция № 2. Генетический код. Регуляция экспрессии генов.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	устный опрос, тестирование	2
		Практическое занятие № 5. Генетический код. Регуляция экспрессии генов.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	защита работы, тестирование	2
<b>4.</b>	<b>Раздел 4. «Закономерности наследования»</b>		<b>ОПК-1.1 ОПК-4.2</b>	<b>устный опрос, защита работ, тестирование</b>	<b>6</b>
	Тема 6. Законы Менделя.	Лекция № 3. Законы Менделя.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	устный опрос, тестирование	2
		Практическое занятие № 6. Моногибридное скрещивание (1 и 2 закон Менделя).	ОПК-1.1 ОПК-4.2	защита работы, тестирование	2
		Практическое занятие № 7. Дигибридное скрещивание (3 закон Менделя). Анализирующее скрещивание.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	защита работы, тестирование	2
<b>5.</b>	<b>Раздел 5. «Взаимодействие генов»</b>		<b>ОПК-1.1 ОПК-4.2</b>	<b>устный опрос, защита работ, тестирование</b>	<b>8</b>
	Тема 7. Взаимодействие аллельных генов. Взаимодействие неаллельных ге-	Лекция № 4. Взаимодействие аллельных генов.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	устный опрос, тестирование	2
		Практическое занятие № 8. Взаимодействие аллельных генов.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	защита работы, тестирование	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	нов.	Лекция № 5. Взаимодействие неаллельных генов. Плейотропное действие гена.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	устный опрос, тестирование	2
		Практическое занятие № 9. Взаимодействие неаллельных генов. Плейотропное действие гена.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	защита работы, тестирование	2
<b>6.</b>	<b>Раздел 6. «Генетика и определение пола»</b>		<b>ОПК-1.1 ОПК-4.2</b>	<b>устный опрос, защита работ, тестирование</b>	<b>6</b>
	Тема 8. Пол как биологический признак. Основные типы детерминации пола.	Лекция № 6. Пол как биологический признак. Основные типы детерминации пола.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	устный опрос, тестирование	2
		Практическое занятие №10. Пол как биологический признак. Основные типы детерминации пола.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	защита работы, тестирование	2
		Практическое занятие № 11. Наследование признаков, имеющих отношение к полу.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	защита работы, тестирование	2
<b>7.</b>	<b>Раздел 7. «Хромосомная теория наследственности»</b>		<b>ОПК-1.1 ОПК-4.2</b>	<b>устный опрос, защита работ, тестирование</b>	<b>8</b>
	Тема 9. Открытие явления сцепления. опыты Т. Моргана. Основные положения хромосомной теории. Генетические карты.	Лекция № 7. Основные положения хромосомной теории Т. Моргана. Генетические карты.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	устный опрос, тестирование	2
		Практическое занятие № 12. Открытие явления сцепления. опыты Т. Моргана.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	защита работы, тестирование	2
		Практическое занятие № 13. Основные положения хромосомной теории.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	защита работы, тестирование	2
		Практическое занятие № 14. Генетические карты.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	защита работы, тестирование	2
<b>8.</b>	<b>Раздел 8. «Изменчивость»</b>		<b>ОПК-1.1 ОПК-4.2</b>	<b>устный опрос, защита работ, тестирование</b>	<b>6</b>
	Тема 10. Изменчивость. Онтогенетическая изменчивость.	Лекция № 8. Изменчивость. Онтогенетическая изменчивость.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	устный опрос, тестирование	2
	Тема 11. Модификационная изменчивость.	Практическое занятие № 15. Модификационная и генотипическая изменчивость	ОПК-1.1 ОПК-4.2	защита работы, тестирование	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Генотипическая изменчивость. Общие закономерности мутагенеза.	Практическое занятие № 16. Общие закономерности мутагенеза.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	защита работы, тестирование	2
<b>9.</b>	<b>Раздел 9. «Генетика популяций»</b>		<b>ОПК-1.1 ОПК-4.2</b>	<b>устный опрос, защита работ, тестирование</b>	<b>6</b>
	Тема 12. Современное определение популяции. Генетическая структура популяции	Лекция № 9. Современное определение популяции. Закон Харди-Вайнберга – основной закон популяционной генетики.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	устный опрос, тестирование	2
		Практическое занятие № 17. Закон Харди-Вайнберга – основной закон популяционной генетики.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	защита работы, тестирование	2
		Практическое занятие № 18. Проблема сохранения биоразнообразия. Решение задач.	ОПК-1.1 ОПК-4.2	защита работы, тестирование	2

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. «Введение»</b>		
1.	Тема 1. Основы работы с биологическими микроскопами	Основные этапы развития генетики. Роль отечественных ученых в развитии генетики и селекции (Н. И. Вавилов, А. С. Серебровский, Н.К. Кольцов, Ю.А. Филипченко, С.С. Четвериков и др.). Значение генетики для решения задач селекции, медицины, биотехнологии, экологии. Крупнейшие отечественные селекционеры и организаторы селекции: И.В. Мичурин, С.И. Жегалов, Н.И. Вавилов, П.И. Лисицын, В.Е. Писарев, В.С. Пустовойт, П.П. Лукьяненко, А.П. Шахурдин и др. Основные достижения селекции растений. Организация сети селекционно-генетических учреждений в России (ОПК-1.1; ОПК-4.2.)
<b>Раздел 2. «Цитологические основы наследственности»</b>		
2.	Тема 2. Митотический цикл и фазы митоза у растительных организмов, хромосомы и их характеристика.	Клеточный цикл: интерфаза и митоз. Интеркинез и интервалы G <sub>1</sub> , S, G <sub>2</sub> . Пресинтетический, синтетический и постсинтетический периоды. Митоз – главный способ деления клетки. Фазы митоза: профазы, метафаза, анафаза и телофаза. Изменения в структуре хромосом (степень упаковки). Распределение дочерних молекул ДНК при делении клетки. Особенности воспроизведения и распределения цитоплазматических органоидов в

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		процессе деления клетки. Другие виды деления клетки. Амитоз – прямое деление клетки и его последствия. Эндомитоз и его частный случай – политения. Гигантские хромосомы (ОПК-1.1; ОПК-4.2).
	Тема 3. Мейоз. Микророспорогенез. Микрогаметогенез. Макророспоро- и макрогаметогенез. Оплодотворение. Развитие зародыша и эндосперма.	Мейоз – способ уменьшения числа хромосом в половых клетках. Два последовательных деления клетки при мейозе: редукционное и эквационное. Фазы делений. Длительность профазы I мейотического деления клетки. Конъюгация гомологичных хромосом в диакинезе мейоза. Биологическое значение этого периода. Расхождение гомологичных и негомологичных хромосом в мейозе. Принципиальное различие поведения хромосом в мейозе и митозе. Генетическое значение мейоза. Смена полового и бесполого поколений. Мужские и женские генеративные органы. Пloidность гамет, зародыша, эндосперма. Гаметогенез у животных. Овогенез и сперматогенез. Продолжительность периодов и принципиальные различия в результатах мейотического деления клеток при овогенезе и сперматогенезе. Нерегулярные типы размножения. Партеогенез (соматический и генеративный (апомиксис)), псевдогамия, гиогенез, андрогенез (ОПК-1.1; ОПК-4.2).
<b>Раздел 3. «Молекулярные основы наследственности»</b>		
3.	Тема 4. Нуклеиновые кислоты, их строение и функции. Основные этапы биосинтеза белка.	Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот (трансформация у бактерий, опыты с вирусами). Структура ДНК и РНК. Модель ДНК Уотсона и Крика. Химические размеры геномов. Величина хромосом <i>in vivo</i> и в «развернутом состоянии». Компактность упаковки ДНК в клетке. Отсутствие прямой корреляции между эволюционной сложностью организмов и химическим размером генома (в п.н.). Число функционирующих генов в организме. Избыточность генома. Понятие о гетеро- и эухроматине. ДНК как носитель наследственной информации. Строение ДНК. Нуклеотиды. Формы молекул ДНК (А, В, С, D, E и Z). Особенности структуры и функций. РНК и ее виды. Функции нуклеиновых кислот в реализации генетической информации: репликация, транскрипция и трансляция. Методологическое значение принципа передачи генетической информации: ДНК↔РНК→белок. Полуконсервативный механизм репликации ДНК. Общие принципы регуляции активности генов по Жакобу и Моно (ОПК-1.1; ОПК-4.2).
	Тема 5. Генетический код. Регуляция экспрессии генов.	Свойства генетического кода. Доказательства триплетности кода. Расшифровка кодонов. Вырожденность кода. Терминирующие кодоны. Структура гена. Принципиальные различия строения генов про- и эукариот. Экзоны и интроны. Сплайсинг. (ОПК-1.1; ОПК-4.2).
<b>Раздел 4. «Закономерности наследования»</b>		
4.	Тема 6. Законы Менделя	Гибридологический метод как основа генетического анализа. Принципиальное значение метода гибридологического анализа разработанного Менделем: анализ наследования отдельных альтернативных пар признаков, использование константных чистотелнейных родительских форм, индивидуальный анализ потомства гибридов, количественная оценка результатов скрещивания. Моногибридное скрещивание. Первый закон Менделя –

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		закон единообразия первого поколения. Второй закон Менделя – соотношение по генотипу и фенотипу. Закон чистоты гамет. Расщепление признаков – биологический закон, его проявление – статистический характер. Виды скрещиваний – рецiproкное, возвратное (беккросс), в т. ч. анализирующее. Расщепления по генотипу и фенотипу. Доминирование и возможности управления им. Условия соблюдения законов Менделя (ОПК-1.1; ОПК-4.2).
<b>Раздел 5. «Взаимодействие генов»</b>		
5.	Тема 7. Взаимодействие аллельных генов. Взаимодействие неаллельных генов.	Обозначения признаков, генотипов в виде радикалов, фенотипические группы. Результаты расщепления при дигибридном скрещивании – основа для количественного анализа при взаимодействии генов. Типы взаимодействия генов (комплементарное, эпистатическое, полимерное). Комплементарность. Соотношения в потомстве – 9:3:3:1, 9:7, 9:6:1, 9:3:4. Примеры. Эпистаз. Изображение эпистатического действия гена. Доминантный и рецессивный эпистаз. Расщепления типа 13:3, 12:3:1, 9:3:4 и др. Разная интерпретация результатов скрещивания при одинаковом соотношении фенотипических групп потомков. Биохимические исследования – ключевое звено к уточнению типа взаимодействия генов. Полимерия. Аллельные и неаллельные гены. Кумулятивная и некумулятивная полимерия. Расщепления типа 15:1 и более сложного типа. Примеры. Зависимость развития полимерных признаков от внешних условий. Явление трансгрессии. Модифицирующее действие генов. Гены-модификаторы. Эпхансеры и сайленсеры. Множественное (плейотропное) действие генов. Зависимость нескольких признаков от работы единственного гена. Хлорофильные мутанты растений, как примеры такого действия генов. Наследственность и среда. Влияние условий на проявление признаков. Экспрессивность признака. Пенетрантность – как показатель числа особей, у которых проявляется признак. Влияние пола на проявление признака. Примеры. Возможность одновременного проявления экспрессивности и пенетрантности признака. Понятие о варьирующей экспрессивности (ОПК-1.1; ОПК-4.2).
<b>Раздел 6. «Генетика и определение пола»</b>		
6.	Тема 8. Пол как биологический признак. Основные типы детерминации пола	Биология пола у растений и животных. Хромосомный механизм определения пола. Гомогаметный и гетерогаметный пол. Генетические и цитологические особенности половых хромосом. Гинандроморфизм. Балансовый механизм определения пола. Половой хроматин. Характер наследования признаков при нерасхождении половых хромосом как доказательство роли хромосом в передаче наследственной информации. Роль условий среды в определении пола. Практические возможности управления полом. Наследование признаков, сцепленных с полом. Особенности схематического изображения. Наследственные болезни, сцепленные с полом (ОПК-1.1; ОПК-4.2).
<b>Раздел 7. «Хромосомная теория наследственности»</b>		

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
7.	Тема 9. Открытие явления сцепления. Опыты Т.Моргана. Основные положения хромосомной теории. Генетические карты.	Расщепление в потомстве гибрида при сцепленном наследовании. Особенности графического изображения. Основные положения хромосомной теории наследственности Т. Моргана. Генетическое доказательство кроссинговера. Величина перекреста и линейная генетическая дискретность хромосом. Одинарный и множественный кроссинговер. Понятие об интерференции. Определение групп сцепления. Локализация гена. Генетические карты растений, животных и микроорганизмов. Цитологическое доказательство кроссинговера. Сравнение цитологических и генетических карт хромосом. Рестрикционные карты (ОПК-1.1; ОПК-4.2).
<b>Раздел 8. «Изменчивость»</b>		
8.	Тема 10. Изменчивость. Онтогенетическая изменчивость. Модификационная изменчивость. Гентипическая изменчивость.	Ненаследственная (модификационная) и наследственная (мутационная, рекомбинационная) изменчивость. Их роль в эволюции. Норма реакции и ее пределы. Этапы онтогенеза и генетическая программа индивидуального развития. Генетический контроль развития растений. Развитие апикальных меристем различных органов растений. Организм и среда. Частота мутаций гена, хромосом, в расчете на тысячу гамет, одно поколение и т.п. Частота спонтанных мутаций у человека по ряду заболеваний. "Горячие точки", гены-мутаторы, гены-антимутаторы. Антимутагены и возможности блокирования образования мутаций. Индуцированный мутационный процесс и его причины (ОПК-1.1; ОПК-4.2).
	Тема 11. Общие закономерности мутагенеза.	Мутационная изменчивость. Принципы классификации мутаций. Генеративные и соматические мутации. Классификация мутаций по изменению фенотипа (морфологические, биохимические, физиологические). Различие мутаций по их адаптивному значению. Генетические коллекции мутантных форм и их использование в частной селекции растений (ОПК-1.1; ОПК-4.2).
<b>Раздел 9. «Генетика популяций»</b>		
9.	Тема 12. Современное определение популяции. Генетическая структура популяции.	Генетическая структура популяции. Панмиктические и клональные популяции. Закон Харди-Вайнберга по распределению фенотипических групп и генотипов в популяции. Факторы динамики популяции. Биохимические возможности оценки гетерогенности популяции (электрофорез белков, состав РНК и т.п.). Эволюционные процессы в популяции. Стабилизирующий, дизруптивный и элиминирующий виды естественного отбора. Поток генов, популяционные волны (волны жизни), дрейф генов, инбридинг, изоляция, их специфичность и роль в динамике генных частот. Генетический полиморфизм и проблемы эволюции (ОПК-1.1; ОПК-4.2).

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)



№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Митотический цикл и фазы митоза у растительных организмов.	ПЗ	Кейс-технология.
2.	Микроспорогенез. Микрогамето-генез. Макроспоро- и макрогамето-генез. Оплодотворение.	ПЗ	Кейс-технология.
3.	Генетический код. Регуляция экспрессии генов.	Л	Лекция с элементами дискуссии.
4.	Законы Менделя.	Л	Лекция-установка
5.	Моногибридное скрещивание (1 и 2 закон Менделя).	ПЗ	Кейс-технология.
6.	Дигибридное скрещивание (3 закон Менделя). Анализирующее скрещивание.	ПЗ	Кейс-технология.
7.	Взаимодействие аллельных генов.	Л	Лекция с элементами дискуссии.
8.	Взаимодействие неаллельных генов. Плейотропное действие гена.	Л	Лекция с элементами дискуссии.
9.	Взаимодействие неаллельных генов. Плейотропное действие гена.	ПЗ	Практическое занятие с разбором конкретных ситуаций.
7.	Пол как биологический признак. Основные типы детерминации пола.	Л	Лекция с элементами дискуссии.
8.	Наследование признаков, имеющих отношение к полу.	ПЗ	Практическое занятие с разбором конкретных ситуаций.
9.	Основные положения хромосомной теории Т. Моргана. Генетические карты.	Л	Лекция - визуализация.
10.	Современное определение популяции. Закон Харди-Вайнберга – основной закон популяционной генетики.	Л	Лекция с элементами дискуссии.
11.	Закон Харди-Вайнберга – основной закон популяционной генетики.	ПЗ	технология – «Круглый стол»

## **6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины**

### **6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

1) Вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям (текущий контроль)

#### **Вопросы к разделу 1.**

1. Что изучает наука Генетика.
2. Особенности методов исследования.
3. Цитогенетический метод, онтогенетический, статистический, комбинационный, мутационный, популяционный, молекулярные методы анализа.
4. Роль генетики в формировании материалистических представлений о явлениях жизни.
5. Роль генетики в современной систематике, физиологии, экологии.
6. Значение генетики и селекции для развития сельского хозяйства.

7. Основные достижения генетики и селекции.
8. Генетический анализ.
9. Исследование гибридов.
10. Особый вклад Г. Менделя в создание и развитие гибридологического анализа.
11. Основные методы, применяемые в селекции: отбор, гибридизация с использованием гетерозиса и цитоплазматической мужской стерильности, полиплоидия и мутагенез.
12. Основные направления в селекции: на урожайность, на качество, на содержание полезных веществ, на устойчивость к вредителям и болезням, на устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды.
13. Основные этапы развития генетики.
14. Роль отечественных ученых в развитии генетики и селекции.
15. Значение генетики для решения задач селекции, медицины, биотехнологии, экологии.
16. Крупнейшие отечественные селекционеры и организаторы селекции: И.В. Мичурин, Д.Л. Рудзинский, С.И. Жегалов, Н.И. Вавилов, П.И. Лисицын, В.Е. Писарев, В.С. Пустовойт, П.П. Лукьяненко, А.П. Шахурдин и др.

### **Вопросы к разделу 2.**

1. Клеточное строение организмов.
2. Форма и размеры клеток.
3. Центральная компонента клетки, содержащая наследственный материал – ядро.
4. Прокариоты и эукариоты, особенности строения и общая организация наследственного материала.
5. Дополнительный генетический материал клеток – эписомы и плазмиды.
6. Хромосомы. Кариотип. Химический состав хромосом. Пloidность клеток (гаплоиды, диплоиды). Строение хромосом.
7. Деление. Митоз. Клеточный цикл: интерфаза и митоз. Интеркинез и интервалы G<sub>1</sub>, S, G<sub>2</sub>. Пресинтетический, синтетический и постсинтетический периоды.
8. Амитоз. Эндомитоз. и его частный случай – политения. Гигантские хромосомы.
9. Мейоз. Фазы делений. Конъюгация гомологичных хромосом. Генетическое значение мейоза.
10. Спорогенез и гаметогенез у растений.
11. Гаметогенез у животных. Овогенез и сперматогенез.
12. Нерегулярные типы размножения. Партеногенез (соматический и генеративный (апомиксис)). Пloidность гамет, зародыша, эндосперма, псевдогамия, гиногенез, андрогенез.

### **Вопросы к разделу 3.**

1. Генетическая роль нуклеиновых кислот (трансформация у бактерий, опыты с вирусами). Структура ДНК и РНК. Модель ДНК Уотсона и Крика.
2. Химические размеры геномов. Величина хромосом *in vivo* и в «развернутом состоянии». Компактность упаковки ДНК в клетке.
3. Избыточность генома. Понятие о гетеро- и эухроматине.
4. ДНК как носитель наследственной информации.
5. Строение ДНК. Нуклеотиды. Формы молекул ДНК (A, B, C, D, E и Z).
6. Особенности структуры и функций. РНК и ее виды.
7. Функции нуклеиновых кислот в реализации генетической информации: репликация, транскрипция и трансляция.
8. Методологическое значение принципа передачи генетической информации: ДНК↔РНК→белок. Полуконсервативный механизм репликации ДНК. Общие принципы регуляции активности генов по Жакобу и Моно.
9. Свойства генетического кода. Доказательства триплетности кода. Расшифровка кодонов. Вырожденность кода. Терминирующие кодоны.
10. Структура гена. Принципиальные различия строения генов про- и эукариот. Экзоны и интроны. Сплайсинг.

#### Вопросы к разделу 4.

1. Закономерности наследования при внутривидовой гибридизации.
2. Законы И.Г. Менделя.
3. Гибридологический метод как основа генетического анализа.
4. Анализ наследования отдельных альтернативных пар признаков, индивидуальный анализ потомства гибридов, количественная оценка результатов скрещивания.
5. Генетическая символика. Правила записи скрещивания.
6. Моногибридное скрещивание. Первый закон Менделя – закон единообразия первого поколения. Второй закон Менделя – соотношение по генотипу и фенотипу.
7. Закон чистоты гамет. Расщепление признаков – биологический закон, его проявление – статистический характер.
8. Виды скрещиваний – рецiproкное, возвратное (бек-кросс), в т.ч. анализирующее.
9. Расщепления по генотипу и фенотипу.
10. Доминирование и возможности управления им.
11. Условия соблюдения законов Менделя.
12. Неполное доминирование. Обозначение альтернативных признаков и результаты скрещивания. Сохранение первого закона Менделя и отличие от второго закона.
13. Наследование при дигибридном скрещивании. Расщепление по генотипу и фенотипу. Независимое наследование отдельных пар признаков. Числовые соотношения количества гамет, гибридов разных генотипов и фенотипов.
14. Третий закон Менделя.
15. Цитологические основы независимого комбинирования.
16. Закономерности три- и полигибридного скрещивания.

#### Вопросы к разделу 5.

1. Результаты расщепления при дигибридном скрещивании.
2. Типы взаимодействия генов.
3. Комплементарность. Примеры.
4. Эпистаз. Изображение эпистатического действия гена. Доминантный и рецессивный эпистаз.
5. Полимерия. Аллельные и неаллельные гены. Кумулятивная и некумулятивная полимерия.
6. Явление трансгрессии.
7. Модифицирующее действие генов. Гены-модификаторы.
8. Множественное (плейотропное) действие генов.
9. Хлорофильные мутанты растений, как примеры такого действия генов.
10. Влияние условий на проявление признаков.
11. Экспрессивность признака.
12. Пенетрантность – как показатель числа особей, у которых проявляется признак.
13. Влияние пола на проявление признака. Примеры.

#### Вопросы к разделу 6.

1. Биология пола у растений и животных.
2. Хромосомный механизм определения пола.
3. Гомогаметный и гетерогаметный пол.
4. Генетические и цитологические особенности половых хромосом.
5. Гинандроморфизм.
6. Балансовый механизм определения пола.
7. Характер наследования признаков при нерасхождении половых хромосом как доказательство роли хромосом в передаче наследственной информации.
8. Роль условий среды в определении пола.
9. Практические возможности управления полом.

### Вопросы к разделу 7.

1. Наследование признаков, сцепленных с полом.
2. Особенности схематического изображения.
3. Наследственные болезни, сцепленные с полом.
4. Расщепление в потомстве гибрида при сцепленном наследовании. Особенности графического изображения.
5. Основные положения хромосомной теории наследственности Т. Моргана.
6. Генетическое доказательство кроссинговера. Величина перекреста и линейная генетическая дискретность хромосом.
7. Одинарный и множественный кроссинговер.
8. Понятие об интерференции.
9. Определение групп сцепления.
10. Локализация гена.
11. Генетические карты растений, животных и микроорганизмов.
12. Цитологическое доказательство кроссинговера.
13. Сравнение цитологических и генетических карт хромосом. Рестрикционные карты.

### Вопросы к разделу 8.

1. Этапы онтогенеза и генетическая программа индивидуального развития.
2. Генетический контроль развития растений.
3. Развитие апикальных меристем различных органов растений. Организм и среда.
4. Генетическая структура популяции.
5. Панмиктические и клональные популяции.
6. Закон Харди-Вайнберга по распределению фенотипических групп и генотипов в популяции. Факторы динамики популяции. Биохимические возможности оценки гетерогенности популяции (электрофорез белков, состав РНК и т.п.).
7. Эволюционные процессы в популяции.
8. Стабилизирующий, дизруптивный и элиминирующий виды естественного отбора.
9. Поток генов, популяционные волны (волны жизни), дрейф генов, инбридинг, изоляция, их специфичность и роль в динамике генных частот.
10. Генетический полиморфизм и проблемы эволюции.

### Вопросы к разделу 9.

1. Генетическая структура популяции.
2. Панмиктические и клональные популяции.
3. Закон Харди-Вайнберга по распределению фенотипических групп и генотипов в популяции.
4. Факторы динамики популяции.
5. Эволюционные процессы в популяции.
6. Стабилизирующий, дизруптивный и элиминирующий виды естественного отбора.
7. Поток генов, популяционные волны (волны жизни), дрейф генов, инбридинг, изоляция.
8. Генетический полиморфизм и проблемы эволюции.

#### 2) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен)

1. Генетика наука о наследственности и изменчивости.
2. Проявление наследственности и изменчивости на молекулярном, клеточном, организменном, популяционном уровне организации живого.
3. Практическое значение генетики для медицины, сельского хозяйства, педагогики и т. д.
4. Методы изучения генетики: гибридологический, генеалогический, цитогенетический, математический, популяционно-статистический, молекулярно-генетический.
5. История генетики. Основные этапы развития генетики: от Менделя до наших дней. Основные разделы современной генетики.

6. Бесполое размножение. Особенности бесполого размножения прокариот и эукариот. Клеточный цикл.
7. Митоз как механизм бесполого размножения.
8. Половое размножение. Мейоз и его типы. Фазы мейоза. Генетическое значение мейоза.
9. Гаметогенез: овогенез и сперматогенез у животных. Гаметогенез у растений.
10. Нерегулярные типы полового размножения, особенности наследования.
11. Моногибридное скрещивание. Первый и второй закон Г. Менделя.
12. Цитологические основы расщепления. Понятие доминантности и рецессивности, аллелизма, гомо- и гетерозиготности. Ген, генотип, фенотип.
13. Дигибридное скрещивание. Третий закон Г. Менделя. Комбинационная изменчивость и её значение.
14. Тригибридное скрещивание. Расщепление по фенотипу и генотипу. Принцип дискретности генотипа.
15. Типы взаимодействия аллельных генов. Реципрокное, возвратное, анализирующее скрещивание и их значение.
16. Наследование при взаимодействии неаллельных генов: комплементарность, эпистаз, полимерия, плейотропия и модифицирующее действие генов.
17. Определение пола. Типы хромосомного определения пола. Балансовая теория определения пола. Половой хроматин.
18. Наследование признаков сцепленных полов. Соотношение полов в природе и значение.
19. Закон сцепления генов Т. Моргана. Расщепление у гибридов при сцепленном наследовании. Кроссинговер и его значение.
20. Локализация гена. Генетические карты растений, животных и микроорганизмов. Гибридизация соматических клеток как метод локализации генов у человека и животных.
21. Основные положения хромосомной теории наследственности.
22. Цитоплазматическая наследственность. Особенности наследования через пластиды, митохондрии. Ц. М. С. и её значение
23. Организация генетического материала у прокариот и эукариот. Пространственная организация хромосом у эукариот.
24. Изменчивость. Классификация изменчивости. Комбинационная изменчивость, механизмы её возникновения и значение.
25. Классификация мутаций. Значение мутационной изменчивости. Генные мутации. Причины и механизмы их возникновения, значение.
26. Множественный аллелизм. Механизмы возникновения, значение и применение.
27. Генные мутации. Причины и механизмы их возникновения, значение.
28. Геномные мутации. Полиплоидия. Возникновение и характеристика полиплоидов. Работа Г. Д. Карпеченко. Система новых видов.
29. Автополиплоидия. Получение. Расщепление по генотипу и фенотипу. Значение полиплоидии в селекции и эволюции.
30. Хромосомные перестройки. Внутри- и межхромосомные перестройки. Поведение в мейозе. Фенотипическое проявление и значение эволюции.
31. Анеуплоидия. Механизмы возникновения, особенности мейоза и образования гамет у анеуплоидов. Жизнеспособность и плодовитость у анеуплоидов.
32. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости Н. И. Вавилова, его значение для понимания эволюции и практической селекции.
33. Модификационная изменчивость. Норма реакции генотипа. Значение модификационной изменчивости в эволюции.
34. Эволюция представлений о гене. Анализ структуры гена у бактериофага Т-4. Современное представление об аллелизме.
35. Генетическая организация ДНК. Генетический код и его свойства.
36. Развитие представлений о гене от Г. Менделя, Т. Моргана до наших дней.
37. Значение работ по биохимии, генетике микроорганизмов, молекулярной генетике в фор-

- мировании современного представления о гене.
38. Основные этапы реализации наследственной информации. Примеры.
  39. Генетический контроль и регуляция генной активности на примере лактозного оперона кишечной палочки.
  40. Микроорганизмы как объекты генетики. Явления трансформации и трансдукции у бактерий. Карты расположения генов у бактерий.
  41. Популяция. Учение о популяциях и чистых линиях В. И. Иогансена. Свойства популяции.
  42. Генетическая структура популяции. Наследование в популяциях. Генетическое равновесие в панмиктической популяции – закон Харди-Вайнберга
  43. Факторы генетической динамики популяций: мутации, отбор, популяционные волны, изоляция, дрейф генов, миграции.
  44. Человек как объект генетических исследований. Генеалогический метод изучения наследственности человека. Типы наследования признаков.
  45. Цитогенетический метод изучения генетики человека. Кариотип человека в норме и патологии. Хромосомные болезни человека и методы их диагностики.
  46. Близнецовый метод изучения генетики человека. Использование его при разработке проблемы «генотип и среда». Роль наследственности и среды в обучении и воспитании.
  47. Критика расистских теорий с позиции генетики.
  48. Селекция как наука и технология. Понятие о сорте, породе, штамме. Учение Н. И. Вавилова об исходном материале в селекции. Центры происхождения растений.
  49. Характеристика количественных признаков. Коэффициент наследуемости и его значение.
  50. Учение Ч. Дарвина об искусственном отборе. Формы отбора.
  51. Наследственная изменчивость: комбинационная и мутационная, значение для селекции.
  52. Типы скрещивания в селекции: аутбридинг, инбридинг, отдаленная гибридизация. Понятие о гетерозисе.
  53. Использование методов клеточной, генной и генетической инженерии в селекции растений, животных, микроорганизмов.
  54. Генная инженерия. Основные этапы. Использование генной инженерии в медицине и селекции.
  55. Особенности организации генетического аппарата и передача наследственности у бактерий, вирусов и у прокариот. Бактерий, вирусы как объект генетики. Трансформация, трансдукция и конъюгация у бактерий и их значение. Эписомы и плазмиды.
  56. Программа «геном человека». Основные направления исследований. Значение.

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

### Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 7

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в

	основном сформировал практические навыки. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Нахаева В.И. Практический курс общей генетики [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Нахаева; Москва.: Флинта, 2011. - 210 стр.
2. Иванова С.В. и др. Задачник по генетике. М.: Издательство МСХА, 1996.
3. Пухальский В.А. Введение в генетику. М. Издательство МСХА, 2004.
4. Генетика : учебник для вузов / Н. М. Макрушин, Ю. В. Плугатарь, Е. М. Макрушина [и др.] ; под редакцией д. с.-х. н. [и др.]. — 3-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-8097-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/177828>.
- 5.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Айала Ф. Современная генетика. - М.: Мир, 1987. Т. 1, 2, 3.
2. Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяциях. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2003.
3. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. – М.: Мир, 2002.
4. Дубинин Н.П. Общая генетика. – М.: Наука, 1986.
5. Клаг У.С., Каммингс М.Р. Основы генетики. – М.: Техносфера, 2007. – 896 с.
6. Асанов А., Демикова Н., Голимбет В. Основы генетики. – М.: Академия, 2012.
7. Генетика / Под ред. В.И. Иванова. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006.
8. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 2002.
9. Жученко А.А. и др. Генетика. М. КолосС, 2004.
10. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции. – СПб.: «Изд-во Н-Л», 2010.
11. Льюин Б. - Гены. - М.: Мир, 1987.
12. Сингер М, Берг П. Гены и геномы. М.: Мир, 1998. Т. 1, 2.
13. Смирнов В.Г. Цитогенетика. – М.: Высшая школа, 1991.
14. Тихомирова М.М. Генетический анализ. Л.: Изд-во ЛГУ, 1990.
15. Хедрик Ф. Генетика популяций. – М.: Техносфера, 2003.
16. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия. – Новосибирск: Сиб. унив.изд-во, 2004.



### 7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Соловьёв А.А. Методические указания для проведения практических и семинарских занятий и самостоятельной работы студентов по курсу «Генетика»./М. РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева.

#### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. [http://www.labogen.ru/20\\_student/500\\_literature/literat.html](http://www.labogen.ru/20_student/500_literature/literat.html)
2. [https://licey.net/free/6-biologiya/21-lekcii\\_po\\_obschei\\_biologii/stages/272-lekciya\\_18\\_sceplennoe\\_nasledovanie.html](https://licey.net/free/6-biologiya/21-lekcii_po_obschei_biologii/stages/272-lekciya_18_sceplennoe_nasledovanie.html)

#### 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8

##### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Все разделы	Microsoft PowerPoint	Подготовка презентаций	Microsoft	2006 Версия Microsoft Office PowerPoint 2007
2.	Все разделы	Microsoft Office Word	Текстовый редактор	Microsoft	2006 Версия Microsoft Office Word 2007

#### 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 9

##### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (каб. № 301н).	Комплект стационарной установки мультимедийного оборудования; проектор мультимедийный Vivetek D945VX DLP? XGA (1024*768) 4500Lm. 2400:1, VGA*2.HDMI. S-Vidio; компьютер DualCore E5300 OEM/DDR II 2048Mb/ HDD500 монитор 19"hilips.
Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и	Перечень оборудования: вытяжной шкаф.; раковина; лабораторные столы (12 шт.), стулья (24 шт.) - 24 посадочных места; технологическая приставка с подводом воды (2 шт.); шкаф для хранения лабораторной посуды и оборудования (2 шт.); шкаф книжный (2 шт.); рабочее место преподавателя; стул преподава-

промежуточной аттестации (каб. 303н).	теля; доска настенная 3-х элементная.
Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (№ 203 н).	Перечень оборудования: компьютерные столы (15 шт.); стулья (15 шт.); рабочее место преподавателя; рабочая станция (моноблок) Acer Veriton Z4640G (15 шт.) подключенные к сети Интернет и обеспеченные доступом к ЭБС.

### **11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины**

Самостоятельная работа должна быть направлена на углубленное изучение актуальных проблем генетики, последних достижений науки и возможностей их использования для интенсификации сельскохозяйственного производства, развития биотехнологии и охраны окружающей среды.

Изучая курс «Генетика растений», необходимо не упускать из вида, что достижения современной генетики базируются на законах и закономерностях классической генетики, которые имеют универсальное значение, и находят практическое применение в селекции живых организмов, получении высокоурожайных сортов растений и продуктивных пород животных, штаммов микроорганизмов, синтезирующих биологически активные вещества.

#### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший занятия обязан его отработать. Отработка занятий осуществляется в соответствии с графиком консультаций.

Пропуск лекционного занятия студент отработывает самостоятельно и представляет ведущему преподавателю конспект лекций по пропущенным занятиям.

Пропуск практического занятия студент отработывает под руководством ведущего преподавателя дисциплины.

### **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

При преподавании курса необходимо ориентироваться на современные образовательные технологии путем использования модульности, обучения «до результата», индивидуализации. Использовать активные методы и дифференцированное обучение, обеспечить профориентацию в процессе обучения.

В лекциях по учебной дисциплине «Генетика растений» должны рассматриваться только те вопросы, которые не выносятся на самостоятельное изучение. Значительную часть времени лекционного занятия следует выделить на то, чтобы сориентировать студентов в использовании имеющейся литературы и других элементов учебно-методического комплекса, предоставляемых в их распоряжение, для освоения вопросов, выносимых на самоподготовку.

Иллюстрационный материал демонстрируется студентам с использованием оборудования для компьютерных презентаций и предоставляется в форме иллюстрационного материала к лекциям.

Практические занятия проводятся с использованием методических указаний, микроскопов, иллюстраций, гербарного материала, коллекций и плакатов.

В процессе выполнения практического задания преподаватель индивидуально консультирует студентов по конкретным вопросам, связанным с применением изученной методики её выполнения к конкретному объекту исследования / конкретным данным. Во время практического занятия для целей взаимного обучения разрешается и поощряется коммуникация между студентами, не выходящая за рамки целей занятия, за исключением студентов, в отношении которых в данный момент осуществляются контрольно-аттестационные мероприятия. Выполненная работа оформляется и предоставляется преподавателю к защите.

**Программу разработала:** Малахова С.Д., к. б. н., доцент