

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Малахова Светлана Дмитриевна
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 31.07.2025 18:41:37
Уникальный программный идентификатор:
cba47a2f4b9180af2546ef5454e49938c4a04716d



**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)

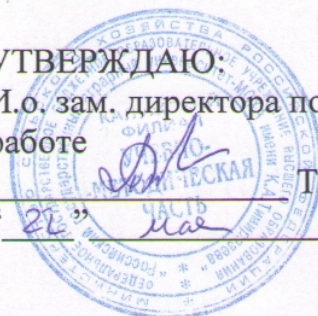
Калужский филиал

Факультет агротехнологий, инженерии и землеустройства
Кафедра агрономии

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. зам. директора по учебной
работе

“ 26 ” мая Т.Н. Пимкина
2024 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.24 ГЕНЕТИКА РАСТЕНИЙ

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 35.03.04 «Агрономия»

Направленность: «Защита растений и фитосанитарный контроль»
«Агробизнес»

Курс 1

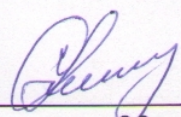
Семестр 2

Форма обучения очная/заочная

Год начала подготовки 2024

Калуга, 2024

Разработчик: Малахова С.Д., к.с.х.н., доцент


«22» мая 2024 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.04 «Агрономия» и учебного плана

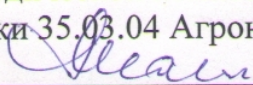
Программа обсуждена на заседании кафедры агрономии
протокол № 10 от «22» 05 2024 г.

Зав. кафедрой Исков А.Н., д.с.х.н.

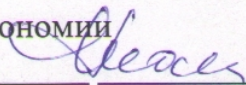

(подпись)
«22» 05 2024 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии
по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия
Исаков А.Н., д.с.х.н.

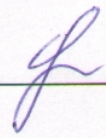

(подпись)
«22» 05 2024 г.

Заведующий выпускающей кафедрой агрономии
Исаков А.Н., д.с.х.н.


(подпись)
«22» 05 2024 г.

Проверено:

Начальник УМЧ


доцент О.А. Окунева

СОДЕРЖАНИЕ

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

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины

Б1.О24 «Генетика растений»

для подготовки бакалавра по направлению 35.03.04 «Агрономия»

направленность: «Агробизнес», «Защита растений и фитосанитарный контроль»

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 35.03.04 «Агрономия» направленностей «Агробизнес», «Защита растений и фитосанитарный контроль»

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 и технологии возделывания сельскохозяйственных культур применительно к почвенно-климатическим условиям с учетом агроландшафтной характеристики территории;
- ОПК-4.3 - Использует современные генетические технологии и обосновывает 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 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 35.03.04 «Агрономия» направленностей «Агробизнес», «Защита растений и фитосанитарный контроль».

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

Курс «Генетика растений» является основополагающим для изучения таких дисциплин как, «Основы биотехнологии», «Основы селекции и семеноводства».

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 компе- тенции	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, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области агрономии	законы математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области агрономии	Решать типовые задачи в области агрономии	Навыками решения типовых задач в области агрономии
			ОПК 1.4 - применяют современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы растений, методах молекулярной биологии, генетики 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.
2	ОПК-4	Способен реализовывать современные технологии в профессиональной деятельности.	ОПК – 4.2 - Обосновывает элементы системы земледелия и технологии возделывания сельскохозяйственных культур применительно к почвенноклиматическим условиям с учетом агроландшафтной характеристики территории	Элементы системы земледелия и технологии возделывания сельскохозяйственных культур применительно к почвенноклиматическим условиям с учетом агроландшафтной характеристики территории	Применять элементы системы земледелия и технологии возделывания сельскохозяйственных культур в почвенноклиматических условиях с учетом агроландшафтной характеристики территории	Навыками применения элементов системы земледелия и технологий возделывания сельскохозяйственных культур в почвенноклиматических условиях с учетом агроландшафтной характеристики территории

			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 2а

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	В т.ч. по семестрам № 2
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	72	72
Аудиторная работа	72	72
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	36	36
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	36	36
2. Самостоятельная работа (СРС)	54	54
<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
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	18	18
Вид промежуточного контроля:		экзамен

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2б

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	В т.ч. по семестрам № 2
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	6	6
Аудиторная работа		
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	2	2
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	4	4
2. Самостоятельная работа (СРС)	129	129
<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>	129	129
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:		экзамен

4.2 Содержание дисциплины

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а

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
Итого по дисциплине	144	36	36	72*

*подготовка к экзамену входит в состав СР

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3б

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Контактная работа		Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	
Раздел 2. «Цитологические и молекулярные основы наследственности»	135	2	4	129
Итого по дисциплине	144	2	4	138*

* в т.ч. 18 часов контроль

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 G₁, S, G₂. 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. Эндомитоз 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. Оогенез 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, 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

(А, В, С, D, Е 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 генома растений 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. Двухкомпонентные системы *Ac/Ds* и другие системы транспозонов. Инсерционный Т-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 гетероморфной и 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 апомиктичных 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 апомиктичных 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*, *PHERES1* *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 отдаленной гибридизации 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, HAMP, 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. Различие 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 4а

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.	Раздел 1. «Введение»				4
	Тема 1. Генетика как наука	Лекция № 1. История генетики.Задачи и методы генетики	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	Устный опрос.	2
		Практическое занятие № 1. Основы работы с биологическими микроскопами.		Защита работы. Тестирование	2
2.	Раздел 2. «Цитологические и молекулярные основы наследственности»				12
	Тема 2. Митотический цикл и фазы митоза у растительных организмов, хромосомы и их характеристика.	Лекция № 2. Митотический цикл и фазы митоза у растительных организмов, хромосомы и их характеристика	ОПК-1.1, 1.4 ОПК-4.2, 4.3	Устный опрос.	2
		Практическое занятие № 2. Митотический цикл и фазы митоза у растительных организмов.		Защита работы. Тестирование	2
	Тема 3. Мейоз. Микроспорогенез. Микрогаметогенез Макроспоро- и микрогаметог	Лекция № 3. Мейоз.	ОПК-1.1,1.4 ОПК-4.2, 4.3	Устный опрос.	2
		Практическое занятие № 3. Микроспорогенез. Микрогаметогенез. Макроспоро- и микрогаметогенез. Оплодотворение.		Защита работы. Тестирование.	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	енез. Оплодотворение. Развитие зародыша и эндосперма.				
	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
3.	Раздел 3. «Структурно-функциональная организация генома растений и анализ функций гена»				8
	Тема 6. Структурно-функциональная организация генома.	Лекция № 5. Структурно-функциональная организация генома. Геном хлоропластов и митохондрии. Мобильные генетические элементы растений.	ОПК-1.1,1.4 ОПК-4.2, 4.3	Устный опрос.	2
		Практическое занятие № 5. Митохондриальный геном		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.	2
		Практическое занятие № 6. Мутационный анализ для изучения функции		Защита работы. Тестирование.	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		генов			
4.	Раздел 4. «Системы размножения растений и их генетический контроль»				8
	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.	2
		Практическое занятие № 7. Генетические эффекты при вегетативном и половом размножении, при самоопылении и перекрестном оплодотворении.		Защита работы. Тестирование.	2
		Лекция 8. Двудомность. Апомиксис.	ОПК-1.1,1.4 ОПК-4.2, 4.3	Защита работы.	2
		Практическое занятие № 8.Строение цветка		Защита работы. Тестирование.	2
5.	Раздел 5. «Генетические методы селекции»				8
	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.	2
		Практическое занятие №9.Решение задач.		Защита работы.	2
		Лекция 10. Спонтанный Индуцированный мутагенез у растений. Генная инженерия	ОПК-1.1,1.4 ОПК-4.2, 4.3	Устный опрос.	2
		Практическое занятие № 10. Использование		Защита работы.	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		индуцированного мутагенеза		Тестирование.	
6.	Раздел 6. «Генетика иммунитета растений»				10
	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.	2
		Практическое занятие № 11. Иммунные растения со средней степенью иммунитета.		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.	2
		Лекция № 13. Молекулярно-генетические механизмы специфического врожденного иммунитета растений.		Устный опрос.	2
		Практическое занятие № 12. Генетические карты.		Защита работы. Тестирование.	2
7.	Раздел 7. «Генетика онтогенеза растений»				4
	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.	2
		Практическое занятие № 13. Модификационная и генотипическая изменчивость		Защита работы. Тестирование.	2
8.	Раздел 8 – «Генетические технологии в решении задач селекции и семеноводства»				12
	Тема 11. Генетические технологии в	Лекция № 15. Генетическая инженерия растений.	ОПК-1.1,1.4 ОПК-4.2, 4.3	Устный опрос.	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	решении задач селекции и семеноводства	Практическое занятие № 14. 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.		Устный опрос.	2
		Практическое занятие № 15. Генетически модифицированные микроорганизмы и их использование		Защита работы. Тестирование.	2
		Лекция № 17. Малекулярно-генетические маркеры	ОПК-1.1,1.4 ОПК-4.2, 4.3	Устный опрос.	2
		Практическое занятие № 16. Получение трансгенных растений, устойчивых неблагоприятным факторам внешней среды		Защита работы. Тестирование.	2
9.	Раздел 9 – «Генетика популяций»				6
	Тема 12. Современное определение популяции. Генетическая структура популяции	Лекция № 18. Современное определение популяции. Закон Харди-Вайнберга – основной закон популяционной генетики.	ОПК-1.1,1.4 ОПК-4.2, 4.3	Устный опрос.	2
		Практическое занятие № 17. Закон Харди-Вайнберга основной закон популяционной генетики.		Защита работы. Тестирование.	2
		Практическое занятие № 18. Проблема сохранения биоразнообразия. Решение задач.		Защита работы.	2

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 46

Содержание лекций/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия ¹	Кол-во часов
1.	Раздел 2. «Цитологические и молекулярные основы наследственности»				6
	Тема 2. Митотический цикл и фазы митоза у растений организмов, хромосомы и их характеристика	Практическое занятие № 1. Митотический цикл и фазы митоза у растений организмов.	ОПК-1.1,1.4 ОПК-4.2, 4.3	Защита работы. Тестирование.	2
	Тема 3. Мейоз. Микроспорогенез. Микрогаметогенез. Макроспоро- и макрогаметогенез. Оплодотворение. Развитие зародыша и эндосперма.	Лекция № 3. Мейоз. Практическое занятие № 3. Микроспорогенез. Микрогаметогенез. Макроспоро- и макрогаметогенез. Оплодотворение.	ОПК-1.1,1.4 ОПК-4.2, 4.3	Устный опрос. Защита работы. Тестирование.	2 2

ОЧНАЯ И ЗАОЧНАЯ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. «Введение»		
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.)
« Раздел 2. «Цитологические и молекулярные основы наследственности»»		

2.	Тема 2. Митотический цикл и фазы митоза у растений, хромосомы и их характеристика.	Клеточный цикл: интерфаза и митоз. Интеркинез и интервалы G₁, S, G₂. 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. Эндомитоз и его частный случай – политения. Гигантские хромосомы. 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. Партеногенез (соматический и генеративный (апомиксис)), псевдогамия, гиногенез, андрогенез (ОПК-1.1; 1.4; ОПК-4.2; 4.3).
	Тема 3. Мейоз. Микрoспорогенез. Микрoгаметогенез. Макрoспоро- и макрoгаметогенез. Оплодотворение. Развитие зародыша и эндосперма. Тема 4. Нуклеиновые кислоты, их строение и функции. Основные этапы биосинтеза белка. Тема 5. Генетический код. Регуляция экспрессии генов.	
Раздел 3. «Структурно-функциональная организация генома растений и анализ функций гена»		
3.	Тема 6. Структурно-функциональная организация генома.	Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот (Структурно-функциональная организация генома одно- и двудольных растений на примере модельных растительных объектов (<i>Oriza sativa</i>, <i>Brachypodium distachyon</i>, <i>Arabidopsis thaliana</i>, <i>Lotus japonicus</i>). Представление о гомологии и гомеологии геномов растений, синтения и коллинеарность 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. 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. (ОПК-1.1; 1.4; ОПК-4.2; 4.3).
Раздел 4. «Системы размножения растений и их генетический контроль»		

4.	Тема 7. Размножение растений и генетический контроль генов.	Биологическая и генетическая характеристика модельных объектов генетики развития растений. Цветок как перспективная генетическая модель в генетике развития. Строение цветка и расположение в нем органов. Гены, определяющие развитие цветковых меристем. Особенности проявления мутаций генов флоральной индукции. Генетический контроль развития органов цветка. Гомеозисные гены у растений, их роль при формировании Чашечки цветка. Проявления мутаций генов, определяющих развитие органов цветка. Основные положения модели ABC развития цветка. Доказательства модели ABC путем изучения морфологии одиночных, двойных и тройных мутантов. Доказательства модели ABC путем исследования трансгенных растений. Основные положения ABCDE-модели развития цветка. Молекулярные механизмы развития цветка. Гены с MADS-боксом и их функция. Активация и регуляция генов, контролирующих тип органов цветка. Гены посредники и кадастральные гены. (ОПК-1.1; 1.4; ОПК-4.2; 4.3).
Раздел 5. «Генетические методы селекции»		
5.	Тема 8. Генетические методы селекции	Отдаленная гибридизация. Пути преодоления отдаленной гибридизации. Как передаются признаки при межвидовой гибридизации. Генная инженерия. Методы получения трансгенных растений. Хромосомная инженерия. (ОПК-1.1; 1.4; ОПК-4.2; 4.3).
Раздел 6. «Генетика иммунитета растений»		
6.	Тема 9. Генетика иммунитета	Вертикальная и горизонтальная устойчивость. Генетика устойчивости и роль компонентов генетической и средовой вариации в проявлении горизонтальной и вертикальной устойчивости. Фенотипическое проявление горизонтальной и вертикальной устойчивости. Генетика вирулентности фитопатогенных грибов. Вирулентность и агрессивность. Генетика взаимоотношений. Теория «ген на ген» как выражение межорганизменной генетики. Расы фитопатогенных грибов и методы их дифференциации. Эмпирические и генетические шкалы. Номенклатура рас. Популяционные методы изучения вариации фитопатогенных грибов и бактерий. Высокомолекулярные антибиотики. Антимикробные пептиды. Ингибиторы вирусов. PR-белки. Ингибиторы ферментов. Гликопротеины клеточной стенки, богатые оксипролином. Иммуномодуляторы паразитов: супрессоры. Ферменты деполимеразы. Вивотоксины. Фитогормоны. Импедины. Патотоксины. Ферменты, деградирующие фитоалексины и фитоантиципины. Иммуномодуляторы паразитов: элиситоры. Индукторная и супрессорная гипотезы взаимодействий паразитов с хозяевами. Неспецифические элиситоры. Полисахариды. Белки и гликопротеины. Эндогенные элиситоры (олигосахариды). Специфические элиситоры. Элиситоры вирусов. Элиситоры бактерий. Элиситоры грибов. Вирулентность и приспособленность; цена вирулентности и ее популяционные оценки. Гены устойчивости и их продукты. Исследования методами классической генетики. Исследования методами молекулярной генетики.

		Методические подходы. Р-белки, их структура, функции отдельных доменов; классификация. Сторожевая модель взаимодействий генопродуктов паразита и хозяина. Трансдукция сигнала. Основные пути сигнальной трансдукции Генетика сигналинга. (ОПК-1.1; 1.4; ОПК-4.2; 4.3).
Раздел 7. « Генетика онтогенеза растений »		
№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
7.	Тема 10. Генетика и онтогенез растений	Дифференциальная активность генов. Транскрипция. Процессинг РНК. Трансляция. Посттрансляционная модификация. (ОПК-1.1; 1.4; ОПК-4.2; 4.3).
Раздел 8. « Генетические технологии в решении задач селекции и семеноводства »		
8.	Тема 11. Генетические технологии в решении задач селекции и семеноводства	Что означает отдаленная гибридизация. Какие селекционные задачи можно решить с помощью отдаленной гибридизации. В каких случаях метод отдаленной гибридизации имеет преимущества перед другими методами селекции. Кто из селекционеров внес большой вклад в разработку методов отдаленной гибридизации. Какие трудности встречаются на пути использования отдаленной гибридизации и каковы пути их преодоления. Как передаются признаки при межвидовой гибридизации. Что означает генная инженерия. Методы получения трансгенных растений. Какова роль хромосомной инженерии и на чем она основана. Какую роль играет отдаленная гибридизация в защите растений от патогенов. (ОПК-1.1; 1.4; ОПК-4.2; 4.3).
Раздел 9. «Генетика популяций»		
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; 1.4; ОПК-4.2; 4.3).

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)
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.	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. Структурно-функциональная организация генома одно- и двудольных растений на примере модельных растительных объектов (*Oriza sativa*, *Brachypodium distachyon*, *Arabidopsis thaliana*, *Lotus japonicus*).
2. Представление о гомологии и гомеологии геномов растений, синтения и коLINEARность геномов.
3. Принципы сравнительного картирования.
4. Внутривидовой полиморфизм геномов растений, методы анализа.
5. Молекулярные ДНК-маркеры и их роль в генетических исследованиях и селекции. Основные классы молекулярных маркеров.
6. Особенности организации хлоропластного генома, кольцевые молекулы ДНК. Вариabельность размера генома хлоропластов и ее причины.
7. Взаимодействие ядерного и хлоропластного геномов.
8. Ядерные гены как регуляторы экспрессии хлоропластных генов.
9. Доказательства эндосимбиотического происхождения пластид.
10. Особенности организации Мт-генома, консервативность мт-генов и высокая вариabельность в порядке их расположения.
11. Взаимодействие ядерного, хлоропластного и митохондриального геномов.
12. Контролирующие элементы растений и история их открытия, от Б. МакКлинток до настоящего времени.
13. Влияние мобильных элементов на изменение геномной структуры растений и активности генов.
14. Транспозоны как генетический инструмент для исследования функции гена и белка.
15. Использование транспозонов для направленного мутагенеза и инактивации гена. Клонирование генов с помощью «вытягивания за транспозон».
16. Выделение генов, маркированных инсерцией.
17. Преимущества и недостатки инсерционных, ЭМС-индуцированных и делеционных мутантов для решения задач функциональной геномики.
18. Соотношение полового и бесполого размножения.
19. Самоопыление и перекрестное оплодотворение. Половые системы растений.

20. Гермафродитные виды с перекрестным опылением и генетической системой несовместимости.
21. Несовместимость, гетероморфная и гомоморфная. Основные принципы функционирования гаметофитной и спорофитной систем гомоморфной несовместимости.
22. Гены, контролирующие синтез распознающих субстанций в пыльце и ткани пестика.
23. Множественные аллели генов несовместимости и их гаплотипы.
24. Трансгенная модель получения самонесовместимости у природного самоопылителя *A. thaliana*, значение данного эксперимента для создания самоопыляющихся трансгенных растений.
25. Биологическое значение несовместимости в поддержании гетерозиготности популяций.
26. Структурно-функциональная организация половых хромосом двудомных растений на примере *Carica papaya*, *Silene latifolia* и *Rumex acetosa*. Генетический контроль поддержания двудомности.
27. Апомиксис – природная форма вторично-бесполого размножения. История изучения апомиксиса.
28. Нарушение процесса двойного оплодотворения у цветковых растений как причина образования апомиктичных семян. Основные типы апомиксиса, его распространение и эволюционная роль.
29. Механизмы возникновения полиплоидов и их классификация, автополиплоиды и аллополиплоиды.
30. Полиплоидное происхождение важнейших культурных растений.
31. Палеополлиплоиды и неополлиплоиды.
32. Роль отдаленной гибридизации в возникновении видов, реконструкция геномов растений.
33. Явление гетерозиса и гипотезы о механизмах его проявления.
34. Генетические эффекты при полиплоидии.
35. Судьба дублированных генов у аллополиплоидов.
36. Влияние полиплоидизации на экспрессию генов у аллополиплоидов: явление замолкания дублированных генов (реципрокное и органспецифичное), диверсификация функции, изменение уровня экспрессии. Эпигенетический механизм замолкания генов.
37. Синтетические полиплоиды арабидопсис для изучения экспрессии дублированных генов в ряду поколений.
38. Роль полиплоидии в эволюции геномов растений и видообразования.
39. Структура аллополиплоидных геномов пшеницы, хлопчатника, тритикале, и др. Практическое использование разных типов полиплоидов.
40. Анеуплоидия для решения задач картирования генов. Типы анеуплоидов.
41. Моносомный и нуллисомный анализ на примере пшеницы. Примеры применения анеуплоидии растений в решении практических задач генетики и селекции растений.
42. 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.
43. Практическое использование и значение гаплоидов в селекционном процессе.
44. ЦМС как результат взаимодействия генов ядра и митохондрий. Ядерные Rf-гены восстановители фертильности пыльцы и химерные mt-гены.
45. Роль Мт-химерных генов в образовании химерных токсичных белков как причины стерильности пыльцы.

46. РНК редактирование химерных мт-генов.
47. Использование ЦМС в селекционном процессе для получения гетерозиготных гибридов.
48. Ядерные и цитоплазматические мутации.
49. Основы закона гомологических рядов наследственной изменчивости Н.И. Вавилова.
50. Индуцированный мутагенез растений физическими, химическими мутагенами и тяжелыми металлами.
51. Спектр возникающих мутаций. Основные принципы выделения мутаций у самоопылителей, перекрестников и вегетативно размножаемых растений.
52. Химеры, структура химерного растения и судьба мутантного сектора в онтогенезе.
53. Растительные тест-системы для оценки мутагенного действия различных соединений и факторов окружающей среды.
54. Селекционные достижения с использованием метода мутагенеза.
55. Хромосомная инженерия растений. Манипуляции хромосомным составом растений на уровне целых геномов, отдельных хромосом и их сегментов с целью увеличения генетического разнообразия культурных видов.
56. Вклад Н.И. Вавилова в изучении проблемы иммунитета.
57. Основные возбудители болезней и вредители растений.
58. Практическое значение изучения генетики иммунитета растений.
59. Врожденный активный иммунитет — устойчивость к болезни, которая обеспечивается свойствами растений, проявляющимися у них только в случае нападения патогена.
60. Приобретенный иммунитет растений, особенности, отличия от приобретенного иммунитета животных.
61. Общие принципы регуляции развития растений. Генетические основы регуляции развития растений фитогормонами.
62. Генетический контроль морфогенеза растений.
63. Генетический контроль развития разных доменов зародыша.
64. Генетический контроль развития апикальной меристемы побега, листа, корня.
65. Генетический контроль инициации цветения, развития меристемы цветка и органов цветка.
66. ABC-модель генетического контроля развития цветка.
67. История получения трансгенных растений.
68. Методы получения трансгенных растений.
69. Прямые методы получения трансгенных растений. Векторы для генетической трансформации растений.
70. Создание коинтегративных и бинарных векторов для переноса чужеродной ДНК. Использование селективных маркеров и репортерных генов.
71. 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.
72. Метаболическая инженерия на основе трансгенных технологий – воссоздание отсутствующих метаболических путей.
73. Трансгенные растения риса с каротиноидами, трансгенные растения томата с плодами, накапливающими антоциан, голубые розы и гвоздики.
74. Трансгенные растения – продуценты фармацевтических белков, вакцин, антител. Трансформация хлоропластной ДНК.
75. Разработка методов защиты окружающей среды на основе трансгенных растений.
76. Биодegradируемые материалы на основе трансгенных растений.

77. Трансгенные растения для очистки почв и водоемов (поглощающие и разрушающие токсичные соединения).
78. Трансгенные растения – тестеры загрязнений. Биотопливо из трансгенных растений.
79. Аргументы противников использования трансгенных растений. Потенциальные проблемы использования трансгенных растений и пути их решения.
80. Система CRISPR–Cas для получения целевых мутаций в различных растительных организмах. Типы мутаций, генерируемых CRISPR–Cas9.
81. Редакторы цитозиновых оснований (CBE) и редакторы адениновых оснований (ABEs) на основе CRISPR и их особенности.
82. Типы генетических маркеров. Методы создания генетических маркеров.
83. Особенности применения генетических маркеров в решении генетических и селекционных задач.
84. Маркеропосредованная селекция растений. Принципы геномной селекции растений.
85. Практические примеры применения методов маркерной и геномной селекции растений.

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.
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.
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.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1.

Основная литература

1. Александрова, Е. Г. Генетика растений и животных: учебное пособие / Е. Г. Александрова. — Самара: СамГАУ, 2022. — 155 с. — ISBN 978-5-88575-685-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/301955> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Генетические основы селекции растений. Том 1. Общая генетика растений.
3. /Науч. ред. А.В. Кильческий., Л.В. Хотылева. – Минск: Белорусская наука. -2008. 551 с.
4. Джембетова, П. М. Генетика микроорганизмов: учебное пособие для вузов / П. М. Джембетова. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 122 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14800-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/544337>
5. Ежова Т.А., Лебедева О.В., Огаркова О.А., Пенин А.А., Солдатова О.П., Шестаков С.В. *Arabidopsis thaliana* – модельный объект генетики растений. Москва: «Макс-Пресс». - 2003. 219 с.
6. 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 // Сорковский образовательный журнал. 1996.
2. Першина Л.А. О роли отдаленной гибридизации и полиплоидии в эволюции растений // Вестник ВОГИС. 2009. Т.13. № 2. С. 336-344.
3. Adams K.L. Evolution of Duplicate Gene Expression in Polyploid and Hybrid Plants i. // Journal of Heredity 2007 98(2):136-141.
4. Udal J.A. and Jonathan F. Wendel Polyploidy and Crop Improvement // [Crop Science Society of America](http://CropScienceSocietyofAmerica.org), 2006; 46; p.3-14.
5. 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.
6. Fujii S. and Toriama K. Genome Barriers between Nuclei and mitochondria exemplified by cytoplasmic male sterility // Plant Cell Physiol. 2008, 49(10): 1484-1494.
7. McCouch S. R. Genomics and Synteny// Plant Physiol, January 2001, Vol. 125, pp. 152-155.
8. Slotkin R. K. and Martienssen R. Transposable elements and the epigenetic regulation of the genome. Review // Nature , 2007, vol. 8.
9. Richards A. J. Apomixis in flowering plants: an overview // Phil. Trans. R. Soc. Lond. B (2003) 358, 1085–1093.
10. Spielman M., Vinkenoog R. and Scott R. J. Genetic mechanisms of apomixis// Phil. Trans. R. Soc. Lond. B (2003) 358, 1095–1103.
11. [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. 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

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных

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 E5300OEM/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 отрабатывает самостоятельно и представляет ведущему преподавателю конспект лекций по пропущенным занятиям.

Пропуск практического занятия студент отрабатывает под руководством ведущего преподавателя дисциплины.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения поддисциплине

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