

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Макаров Сергей Сергеевич

Должность: И.о. директора института садоводства и ландшафтной архитектуры

Дата подписания документа: 2025 10:15:09

Уникальный программный ключ:

75bfa38f9af1852b6a82cd3ecd1bfa3eefe320d6



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)

Институт садоводства и ландшафтной архитектуры
Кафедра молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института садоводства и
ландшафтной архитектуры

С.С.Макаров

“29” августа 2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.01.03 Основы молекулярной генетики и цитогенетики

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 35.03.05 «Садоводство»

Направленность: «Селекция, генетика и биотехнология садовых культур»

Курс 4

Семестр 7

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2025

Москва, 2025

Разработчик (и): С.Г. Монахос, д.с.-х.н., профессор

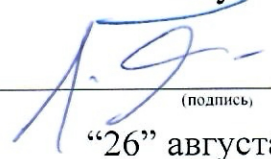
Л.И. Хрусталева, д.б.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


"26" августа 2025 г.

Рецензент: Монахос Г.Ф., к.с.-х.н., ст.н.с.

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

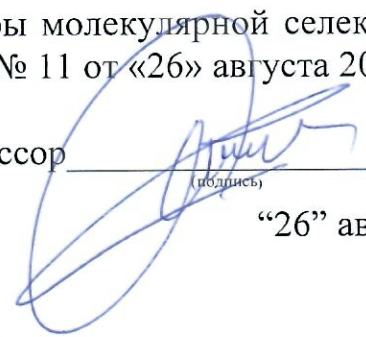
"26" августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 35.03.05 «Садоводство».

Программа обсуждена на заседании кафедры молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства, протокол № 11 от «26» августа 2025 г.

Зав. кафедрой С.Г. Монахос, д.с.-х.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

"26" августа 2025 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института
садоводства и ландшафтной архитектуры
Маланкина Е.Л., д.с.-х.н., к.б.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

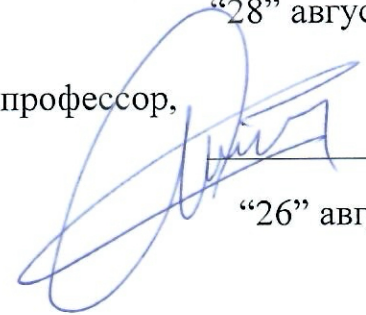
Протокол №1


(подпись)

"28" августа 2025г.

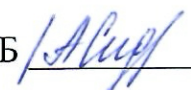
Заведующий выпускающей д.с.-х.н., к.б.н., профессор,
С.Г. Монахос, д.с.-х.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

"26" августа 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ


(подпись)


(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	6
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ	9
ПО СЕМЕСТРАМ	9
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/ ЗАНЯТИЯ.....	13
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	19
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	20
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	20
<i>ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ С ОЦЕНКОЙ</i>	<i>24</i>
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	26
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	29
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	29
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	30
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	30
9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....	31
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .	31
Виды и формы отработки пропущенных занятий	32
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	32

Аннотация

Б1.В.06.04 Основы молекулярной генетики и цитогенетики для подготовки бакалавра по направлению 35.03.05 «Садоводство» направленности «Селекция, генетика и биотехнология садовых культур»

Цель освоения дисциплины: применение полученных фундаментальных знаний и технических лабораторных навыков для эффективной и ускоренной селекции садовых культур путем использования современных молекулярных и геномных методов. В соответствии с целью дисциплины и запросом АПК, студенты должны освоить фундаментальные основы генетических молекулярных механизмов, структуру, синтез и функцию макромолекул: ДНК, РНК и протеины, технологии рекомбинантных ДНК, молекулярное маркирование и его использование в селекции растений, молекулярная цитогенетика в сопровождении селекционного процесса в программах по межвидовой гибридизации, применение полученных в ходе обучения технических навыков по работе с современным оборудованием по выделению и анализу ДНК, постановке полимеразной цепной реакции (ПЦР), клонированию и секвенированию генов и геномов, созданию молекулярно-генетических и молекулярно-цитогенетических маркеров.

Место дисциплины в учебном плане: Обязательная дисциплина вариативной части, дисциплина осваивается в 7 семестре.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: **ПКос-2.**

Краткое содержание дисциплины:

В соответствии с целью дисциплина включает четыре базовых модуля: (1) Фундаментальные основы генетических молекулярных механизмов. Структура, синтез и функция макромолекул: ДНК, РНК и протеины; (2) Технологии рекомбинантных ДНК; (3) Молекулярные маркеры в селекции садовых растений; (4) Молекулярная цитогенетика.

(1) Фундаментальные основы генетических молекулярных механизмов включает: ДНК и эволюция. РНК мир. Прокариоты, археи и эукариоты. Уровни организации живой материи. ДНК – наследуемая структура. Эксперименты Г. Griffith и О. Avery. Правило Чаргаффа. Температура плавления ДНК. Формы ДНК. Упаковка ДНК в хромосому. Гистоны. Центральная догма биологии. Репликация ДНК. Месельсон-Сталь эксперимент. Полуконсервативный механизм репликации ДНК. Н.К. Кольцов - идея матричного происхождения биополимеров. Репликационная вилка. Ферменты репликации. Репликон. Репликация митохондриальной и хлоропластной ДНК. Экспрессия гена: трансляция и транскрипция. Промотор. Терминатор. Стадии транскрипции. Процессинг РНК. Интроны и экзоны. Сплайсинг. 5'-UTR и 3'-UTR в иРНК. Трансляция – процесс синтеза белка на основе иРНК (mRNA). Типы РНК и РНК полимераз. Генетический код – правила перевода последовательности нуклеотидов в аминокислотную последовательность белка. Механизмы репарации: экспериментальное подтверждение proofreading функции ДНК полимеразы, эксцизионная и прямая

репарация. Система репарации апуриновых и апиримидиновых сайтов. Система репарации неправильного спаривания. Эксцизионная репарация.

(2) Технологии рекомбинантных ДНК включает: клонирование ДНК *in vivo*. Плазмиды, космиды, бактериальные искусственные хромосомы (BAC), дрожжевые искусственные хромосомы. Клонировующий и экспрессирующий вектор. Библиотеки геномной ДНК и кДНК. Принцип бело-голубой селекция при клонировании генов. Методы секвенирования ДНК: по Сэнгеру, Illumina, нанопора Оксфорд. Электрофорез ДНК. Типы рестриктаз. ПЦР. Использование растений для получения рекомбинантных белков.

(3) Молекулярные маркеры в селекции садовых растений. Системы молекулярного маркирования: RFLP, RAPD, SSR, ISSR, AFLP. Доминантные и кодоминантные маркеры. SNPs маркеры. HRM-маркеры на основе высоразрешающего анализа температур плавления ДНК. Создание молекулярных маркеров. Генетика наследования признака. Расщепляющееся популяция. Поиск ДНК полиморфизма между донором и акцептором. Подбор праймеров генов с использованием программ Primer 3 Plus и Primer Blast. Генетические (рекомбинационные) карты. Генетическое расстояние между маркерами. Сантиморган (сМ). Группа сцепления. Расщепление и рекомбинация. Принцип создания генетических карт. QTL локусы количественных признаков. Связь между QTL и различными локусами, несущими маркеры. Трансгрессивная сегрегация.

(4) Молекулярная цитогенетика для сопровождения селекционного процесса. Флюоресцентная *in situ* гибридизация (FISH) – новая эра в исследовании хромосом. Tyramide-FISH картирование единичных генов. Интегрированные рекомбинационные и физические карты. Геномная *situ* гибридизация (GISH). Молекулярная структура теломеры и центромеры и методы изучения. Алексей Оловников и роль теломеры в укорочении генома путём концевой недорепарации ДНК.

Общая трудоемкость дисциплины/в т.ч. практическая подготовка: 108/3 (часы/зач. ед.)

Промежуточный контроль: зачет с оценкой в 7 семестре

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Основы молекулярной генетики и цитогенетики» является подготовка высококвалифицированных селекционеров, способных использовать в своей профессиональной деятельности полученные фундаментальные знания по строению и функции наследуемых биополимеров – молекул ДНК, экспрессии информации, записанной в молекулах ДНК, практическом использовании полученных навыков для клонирования и секвенирования целевых генов и на основе этих результатов создавать молекулярные маркеры для быстрого и направленного отбора селекционных форм с заданными свойствами. Применять, полученные знания для генотипического анализа имеющихся генетических ресурсов и пополнения их разнообразия с использованием биотехнологических методов. Создавать конкурентно способные на мировом рынке семена коммерческих F1 гибридов на основе полученных знаний по

цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС) и молекулярным маркерам на типы ЦМС и ядерные генотипы восстановителей и закрепителей стерильности.

Задачи курса

- теоретическое изучение основ молекулярной генетики;
- знакомство с основами современных методов селекции, генетики, генной инженерии;
- знакомство с классическими и современными методами селекции и генетики.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Основы молекулярной генетики и цитогенетики» включена в часть формируемую участниками образовательных отношений (Б1.В.06.04) учебного плана. Реализация в дисциплине «Основы молекулярной генетики и цитогенетики» требований ФГОС ВО, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.03.05 «Садоводство» для подготовки бакалавров по направленности «Селекция, генетика и биотехнология садовых культур».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Основы молекулярной генетики и цитогенетики», являются «Ботаника», «Физиология и биохимия растений».

Дисциплина «Основы молекулярной генетики и цитогенетики» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Селекция садовых культур», «Частная селекция садовых культур», «Питомниководство», «Основы ДНК-технологий в селекции», «Селекция на устойчивость и качество».

Особенностью дисциплины является представление основ наследственности и закономерностей изменчивости в непосредственной привязке к практическим приемам и современным молекулярно-генетическим методам селекции растений.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены 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.	ПКос-2	Способен осуществлять оценку качества продукции садоводства и определять способы ее использования	ПКос-2.1 Использует знания о требованиях к качеству продукции садоводства.	основы наследования признаков и свойств живых организмов; основы изменчивости признаков и влияния факторов среды на их проявление	применять знания об основах наследственности, изменчивости	генетическими методами анализа селекционных задач; навыками проведения отбора в условиях изменения проявления признаков и влияние отбора на наследование признаков
				метод генетического анализа; основы изменчивости признаков и влияния факторов среды на их проявление; явления инбридинг и гетерозис	применять генетический анализ при решении селекционных задач, планировании селекционных экспериментов и выполнении практических и лабораторных работ	навыками проведения генетического анализа и решения селекционных задач; навыками проведения отбора в условиях изменения проявления признаков и влияние отбора на наследование признаков
				молекулярные основы хранения и передачи наследственной информации, факторов изменения генетической структуры популяции	анализировать нуклеотидную последовательность генов	методом анализа генетического кода
			ПКос-2.3 Владеет стандартными методами определения качества посевного и посадочного материала	применять генно-инженерные методы	решать генетические задачи, ставить эксперименты	основами современных методов селекции, ге-
			ПКос-2.4 Владеет визуальными и ин-			

			струментальными методами оценки качества продукции садоводства.			менты по генетическому анализу	нетики, генной инже- нерии
--	--	--	--	--	--	-----------------------------------	-------------------------------

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	всего/ в том числе практическая подготовка	Распределение по семестрам 7 семестр
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	180
1. Контактная работа:		
Аудиторная работа	52,35	52,35
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л)	26	26
практические занятия (ПЗ)/семинары (С)	26	26
лабораторные работы (ЛР)	0	-
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35	0,35
2. Самостоятельная работа (СРС)	55,65	55,65
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка	46,65	46,65
Подготовка к экзамену (контроль)	9	9
Вид промежуточного контроля:		зачет с оценкой

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С всего/ в том числе практическая подготовка	ЛР всего/ в том числе практическая подготовка	ПКР всего/ в том числе практическая подготовка	
Раздел 1 Структура, синтез и функция макромолекул: ДНК, РНК и протеины	25	7	13	-	-	5
Тема 1 ДНК и эволюция.	6	1	4	-	-	2
Тема 2 Структура ДНК и РНК	8	2	4	-	-	2
Тема 3 Репликация и экспрессия ДНК: Трансляция и транскрипция	10	3	4	-	-	2
Тема 4 Репарация ДНК	7	2	4	-	-	1
Раздел 2 Технологии рекомбинантных ДНК	25	8	12	-	-	5
Тема 5 Библиотеки геномной и кДНК	8	2	4	-	-	2
Тема 6 Клонирование генов	8	2	4	-	-	2
Тема 7 Секвенирование геномов	5	2	2	-	-	1
Тема 8 Получение рекомбинантных белков	5	1	2	-	-	2

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С всего/ в том числе практиче- ская подготов- ка	ЛР всего/ в том числе практиче- ская подготов- ка	ПКР всего/ в том числе практиче- ская подготов- ка	
Тема 9 Саузерн-, Нозерн- и Вестерн-блоттинг	5,75	1	2	-	-	2,75
Раздел 3 Молекулярные маркеры в селекции садовых растений	30	6	14	-	-	10
Тема 10 Полимеразная цепная реакция	12	2	4	-	-	6
Тема 11 Молекулярное маркирование	12	2	5	-	-	6
Тема 12 Создание генетических и интегрированных карт	12	2	5	-	-	6
Раздел 4. Молекулярная цитогенетика	18,65	4	8	-	-	6,65
Тема 13 Картирование генов с использованием Tyramide-FISH	8,65	2	4	-	-	2,65
Тема 14 Цитогенетический анализ, флуоресцентная in situ гибридизация (FISH)	10	2	2	-	-	4
Тема 15 Цитогенетический анализ, геномная in situ гибридизация (GISH)	8	-	2	-	-	4
Консультация перед экзаменом	-	-	-	-	-	-
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35	-	-	-	0,35	-
Подготовка к зачету с оценкой	9	-	-	-	0,25	9
Итого по дисциплине	108	26	26	0/4	0,6	55,65

Раздел 1. Структура, синтез и функция макромолекул: ДНК, РНК и протеины

Тема 1 ДНК и эволюция.

ДНК и эволюция. РНК мир. Прокариоты, археи и эукариоты. Уровни организации живой материи: биосфера, биоценозы, агробиоценозы, популяции, организмы, ткани и органеллы, клетки, наследуемые структуры. Эволюция клетки. Одноклеточные и многоклеточные организмы. Фотосинтез 1 и 2. Эукариоты и прокариоты.

Тема 2 Структура ДНК и РНК

ДНК – наследуемая структура. Эксперименты F. Griffith и O. Avery. Правило Чаргаффа. Азотистые основания. Водородные, ковалентные гликозидные связи. Правило комплементарности. Температура плавления ДНК. Формы ДНК. Упаковка ДНК в хромосому. Гистоны. Типы РНК. Отличия ДНК от РНК. Ядерная ДНК. Хлоропластная и митохондриальная ДНК.

Тема 3 Репликация и экспрессия ДНК: Трансляция и транскрипция

Центральная догма биологии. Репликация ДНК. Месельсон-Сталь эксперимент. Полуконсервативный механизм репликации ДНК. Н.К. Кольцов - идея матричного происхождения биополимеров. Репликационная вилка. Ферменты репликации. Репликон. Репликация митохондриальной и хлоропластной ДНК. Экспрессия гена: трансляция и транскрипция. Промотор. Терминатор. Стадии транскрипции. Процессинг РНК. Интроны и экзоны. Сплайсинг. 5'-UTR и 3'-UTR в иРНК. Трансляция – процесс синтеза белка на основе иРНК (mRNA).

Типы РНК и РНК полимераз. Генетический код – правила перевода последовательности нуклеотидов в аминокислотную последовательность белка.

Тема 4 Репарация ДНК

Механизмы репарации: экспериментальное подтверждение proofreading функции ДНК полимеразы, эксцизионная и прямая репарация. Система репарации апуриновых и апирииминовых сайтов. Система репарации неправильного спаривания. Эксцизионная репарация. Сшивание концов негомологичной рекомбинации. Скорость мутирования гена: метода подсчета.

Раздел 2. Технологии рекомбинантных ДНК

Тема 5 Библиотеки геномной и кДНК

Создание библиотеки геномной ДНК и кДНК. Плазмиды, космиды, бактериальные искусственные хромосомы (BAC), дрожжевые искусственные хромосомы. Клонирование вектор. Принцип бело-голубой селекции при клонировании фрагментов ДНК *in vivo*. Типы рестриктаз. Использование растений для получения рекомбинантных белков.

Тема 6 Клонирование генов.

Поиск целевых генов в генетических базах данных. NCBI – система баз данных: GENE – аннотированные гены, Nucleotide – коллекция всех сиквенсов. Поиск и создание праймеров с помощью программы Primer-BLAST. ПЦР с геномной ДНК. Лигирование в клонирующий вектор. Вставка вектора в бактерию: тепловой шок, электропарация, химический шок. Выращивание *E. coli* на твердой среде и бело-голубая селекция.

Тема 7 Секвенирование геномов

Методы секвенирования ДНК: по Сэнгеру, Illumina, нанопора Оксфорд.

Подготовка ДНК для определенного способа секвенирования. Анализ результатов секвенирования: проверка качества ридов с использованием программ FASTQC, русоQC и multiQC. Обработка и фильтрация данных с использованием программы Trimmomatic. Сборка контигов и псевдохромосом.

Тема 8 Получение рекомбинантных белков

Выделение РНК и получение кДНК. Экспрессирующие прокариотические и эукариотические вектора. Проблемы конформации полипептидов, полученных в бактериальных клетках, и активность белков. Использование растений для получения рекомбинантных белков. Трансгенные растения.

Тема 9 Саузерн-, Нозерн- и Вестерн-блоттинг

Гибридизация нуклеиновых кислот *in vitro* и ее использование для анализа генов и геномов. Постановка Саузерн- и Нозерн- блоттинга с использованием радиоактивной и флуоресцентной меток. Иммуно-химическая детекция белков с использованием антител.

Раздел 3 Молекулярные маркеры в селекции садовых растений

Тема 10 Полимеразная цепная реакция и рестрикция для маркирования ценных признаков

Принцип ПЦР. Типы амплификаторов. Составление программ для амплификации. Электрофорез ДНК. Количественная ПЦР (qPCR) в реальном времени. Цифровая ПЦР: капиллярная и капельная ПЦР для определения копийности ДНК сиквенса в образце (зараженность вирусами и бактериями, уровень транскрипции гена).

Тема 11 Молекулярное маркирование

Молекулярные маркеры в селекции растений. Системы молекулярного маркирования: RFLP, RAPD, SSR, ISSR, AFLP. Доминантные и кодоминантные маркеры. SNPs маркеры. HRM-маркеры на основе высоразрешающего анализа температур плавления ДНК. Создание молекулярных маркеров. Генетика наследования признака. Расщепляющееся популяция. Поиск ДНК полиморфизма между донором и акцептором. Подбор праймеров генов с использованием программ Primer 3 Plus и Primer Blast. QTL локусы количественных признаков. Связь между QTL и различными локусами, несущими маркеры. Трансгрессивная сегрегация.

Тема 12 Создание генетических и интегрированных карт

Типы расщепляющиеся популяции растений для генетического картирования. Группы сцепления - физическое расположение маркеров/признаков в одной хромосоме. Расчет попадания маркеров/признаков в одну группу сцепления. Алгоритм генетического картирования. Генетические (рекомбинационные) карты. Генетическое расстояние между маркерами. Сантиморган (сМ). Расщепление и рекомбинация. Принцип создания генетических карт. Физическое картирование (секвенирование, HiC, *in situ* локализация ДНК сиквенсов). Создание интегрированных рекомбинационных и физических карт.

Раздел 4. Молекулярная цитогенетика

Тема 13 Картирование генов с использованием Tyramide-FISH

Принцип метода Tyramide-FISH. Создание ДНК-зондов для Tyramide-FISH. Локализация генов путем ДНК-ДНК гибридизации с последующей визуализацией единичных генов на физических хромосомах с использованием депозиции активированных молекул тирамид.

Тема 14 Цитогенетический анализ, флуоресцентная (FISH) и геномная *in situ* гибридизации (GISH)

Принцип FISH и GISH. Подготовка меченных проб. Подготовка геномной ДНК для использования в качестве пробы и блока ДНК. Использование GISH мониторинга геномов родителей в программах межвидовой селекции. Использование FISH для слежения за индивидуальными хромосомами в процессе селекции.

Тема 15 Молекулярная цитогенетика центромеры и теломеры

(5) Молекулярная структура теломер у разных сельскохозяйственных культур. Структура и функция теломеразы. Теломера – биологические часы. Лимит Хейфлика. Алексей Оловников и роль теломеры в укорочении генома путём концевой недорепарации ДНК. Структура центромеры. Видо- и хромосомоспецифичность.

4.3 Лекции/лабораторные/практические/ занятия

Таблица 4

Содержание лекций/лабораторного практикума/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций / практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
1.	Раздел 1 Структура, синтез и функция макромолекул: ДНК, РНК и протеины		ПКос-2	Контрольная работа 1 на занятии №6	24
	Тема 1 ДНК и эволюция.	Лекция №1 ДНК и эволюция	ПКос-2	устный опрос	2
		Семинарское занятие № 1-2. Эволюция клетки. Одноклеточные и многоклеточные организмы. Фотосинтез 1 и 2. Эукариоты и прокариоты.	ПКос-2	устный опрос	4
	Тема 2 Структура ДНК и РНК	Лекция №2 Структура ДНК и РНК	ПКос-2	устный опрос	2
		Семинарское занятие № 3. Строение нуклеотида. Структура ДНК и уровни компактизации. Формы ДНК	ПКос-2	устный опрос, тестирование	2
		Семинарское занятие № 4. Гистоны. Модификация гистонов. Нуклеосомы. Типы РНК	ПКос-2	устный опрос	2
	Тема 3 Репликация и	Лекция №3 Репликация ДНК	ПКос-2	устный опрос	2
		Практическое занятие № 5-6.	ПКос-2	устный опрос	4

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций / практических/ семинарских занятий	Формиру емые компетен ции	Вид контрольного о мероприятия	Кол-во Часов/ из них практиче- ская подго- товка
	экспрессия ДНК: Транс- ляция и тран- скрипция	Экспрессия ДНК. Процес- синг РНК. Синтез белка. Ри- босома			
	Тема 4 Репа- рация ДНК	Лекция №4 Репарация ДНК	ПКос-2	устный опрос	2
		Практическое занятие № 7. Мутации. Определение ско- рости мутирования генов	ПКос-2	устный опрос,	2
		Семинарское занятие № 8. Типы систем репарации и ферменты, вовлеченные в репарацию ДНК	ПКос-2	устный опрос	2
2.	Раздел 2 Технологии рекомбинантных ДНК		ПКос-2	Контрольная работа 2 на занятии №13	22
	Тема 5 Биб- лиотеки ге- номной и кДНК	Лекция №5 Библиотеки ге- номной и кДНК	ПКос-2	устный опрос	2
		Практическое занятие № 9. Выделение геномной ДНК	ПКос-2	устный опрос	4
	Тема 6 Кло- нирование генов	Лекция №6 Клонирование генов	ПКос-2	устный опрос	2
		Практическое занятие № 10. Выделение плазмидной ДНК со вставкой ДНК гена	ПКос-2	устный опрос	2
		Практическое занятие № 11. Поиск целевых генов в гене- тических базах данных. NCBI – система баз данных: GENE – аннотированные ге- ны, Nucleotide – коллекция всех сиквенсов. Поиск и со- здание праймеров с помо- щью программы Primer- BLAST.	ПКос-2	устный опрос	2
	Тема 7 Се- квенирование геномов	Лекция №7 Методы се- квенирования	ПКос-2	устный опрос	2
		Практическое занятие № 12- 13. Подготовка ДНК для определенного способа се- квенирования. Анализ ре- зультатов секвенирования: проверка качества ридов с использованием программ FASTQC, русoQC и multiQC. Обработка и фильтрация данных с использованием программы Trimmomatic. Сборка контигов и псевдо-	ПКос-2	устный опрос	4

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций / практических/ семинарских занятий	Формиру емые компетен ции	Вид контрольного о мероприятия	Кол-во Часов/ из них практиче- ская подго- товка
		хромосом. Подготовка			
	Тема 8 Полу- чение реком- бинантных белков	Лекция №8 Получение ре- комбинантных белков	ПКос-2	устный опрос	1
		Семинарское занятие № 14. Выделение РНК и получение кДНК. Экспрессирующие прокариотические и эукари- отические вектора.	ПКос-2	устный опрос	2
	Тема 9 Сау- зерн-, Но- зерн- и Ве- стерн- блоттинг	Лекция №9 Саузерн-, Но- зерн- и Вестерн-блоттинг	ПКос-2	устный опрос	1
		Семинарское занятие № 15. Постановка Саузерн- и Но- зерн- блоттинга с использо- ванием радиактивной и флу- оресцентной меток. Имму- но-химическая детекция бел- ков с использованием анти- тел.	ПКос-2	устный опрос	2
3.	Раздел 3. Молекулярные маркеры в се- лекции садовых растений		ПКос-2	Контрольная работа 3 на занятии №17	
	Тема 10 По- лимеразная цепная реак- ция	Лекция №10 Полимеразная цепная реакция	ПКос-2	устный опрос	2
		Практическое занятие № 16. Типы амплификаторов. Со- ставление программ для ам- плификации. Анализ ПЦР продукта: Электрофорез ДНК.	ПКос-2	устный опрос	2/1
		Практическое занятие № 17. Количественная ПЦР (qPCR) в реальном времени. Цифро- вая ПЦР: капиллярная и ка- пельная ПЦР для определе- ния копийности ДНК сиквенса в образце	ПКос-2	устный опрос	2/1
	Тема 11 Мо- лекулярное маркирование	Лекция №11 Молекулярное маркирование	ПКос-2	устный опрос	2
		Семинарское занятие № 18- 19. Молекулярные маркеры в селекции растений. Систе- мы молекулярного маркиро- вания: RFLP, RAPD, SSR, ISSR, AFLP. Доминантные и кодоминантные маркеры. SNPs маркеры. HRM- маркеры на основе высораз-	ПКос-2	устный опрос	4/1

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций / практических/ семинарских занятий	Формиру емые компетен ции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практиче- ская подго- товка
		решающего анализа температур плавления ДНК. Создание молекулярных маркеров.			
	Тема 12 Создание генетических и интегрированных карт	Лекция №12 Создание генетических и интегрированных карт	ПКос-2	устный опрос	2
		Семинарское занятие № 20-21. Расчет попадания маркеров/признаков в одну группу сцепления. Алгоритм генетического картирования. Генетическое расстояние между маркерами. Сантиморган (сМ). Принцип создания генетических карт. Создание интегрированных рекомбинационных и физических карт.	ПКос-2	устный опрос	4/1
4.	Раздел 4. Молекулярная цитогенетика		ПКос-2	Контрольная работа 3 на занятии №25	16
	Тема 13 Картирование генов с использованием Tyramide-FISH	Лекция №13 Основы физического картирования генов, <i>in situ</i> гибридизация	ПКос-2	устный опрос	2
		Практическое занятие № 22-23 Создание ДНК-зондов для Tyramide-FISH. Локализация генов путем ДНК-ДНК гибридизации с последующей визуализацией единичных генов на физических хромосомах с использованием депозиции активированных молекул тирамид.	ПКос-2	устный опрос	4
	Тема 14 Цитогенетический анализ, флуоресцентная (FISH) и геномная <i>in situ</i> гибридизации (GISH)	Лекция №14 Цитогенетический анализ, флуоресцентная <i>in situ</i> гибридизация (FISH, GISH)	ПКос-2	устный опрос	2
		Практическое занятие № 24-25 Флуоресцентная метка; Флуоресцентная <i>in situ</i> гибридизации (FISH и GISH)	ПКос-2	устный опрос	4
	Тема 15 Молекулярная	Практическое занятие № 24-25. Структура и функция те-	ПКос-2	устный опрос	4

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций / практических/ семинарских занятий	Формиру емые компетен ции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практиче- ская подго- товка
	цитогенетика теломеры и центромеры	ломеразы. Теломера – биоло- гические часы. Лимит Хейфлика. Алексей Оловни- ков и роль теломеры в укор- очении генома путём кон- цевой недорепаликации ДНК. Структура центромеры			

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и те- мы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Структура, синтез и функция макромолекул: ДНК, РНК и протеины		
1.	Тема 1. ДНК и эволюция	Прокариоты, археи и эукариоты. Уровни организации живой материи: биосфера, биоценозы, агробиоценозы, популяции, организмы, ткани и органеллы, клетки, наследуемые структуры. Эволюция клетки.
2.	Тема 2. Структура ДНК и РНК	Типы молекул ДНК: кольцевые и линейные. Размеры геномов растений. Ядерная ДНК и ДНК пластид. Митохондриальная ДНК и цитоплазматическая мужская стерильность
3.	Тема 3. Реплика- ция и экспрессия ДНК	Центральная догма биологии. Репликация ДНК. Месельсон-Сталь эксперимент. Полуконсервативный метод репликации. Строение рибосомы. Организация рибосомальных генов в геноме.
4.	Тема 4. Репара- ция ДНК	SOS-репарация у прокариот. Определение скорости мутирования генов у растений. Озоновые дыры и уровень спонтанного мутирования на Земле. Количество генов у растений и уровень мутирования.
Раздел 2. Технологии рекомбинантных ДНК		
5.	Тема 5 Создание библиотек геном- ной и кДНК	Размеры геномов растений и создание библиотек геномной ДНК. Создание библиотек кДНК из разных тканей растений

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
6.	Тема 6 Клонирование генов	Как выделить ген в очищенном виде: методы выделения и анализ сиквенсов.
7.	Тема 7 Секвенирование геномов	Анализ результатов секвенирования: провести проверку качества ридов с использованием программ FASTQC, русoQC и multiQC. Обработка и фильтрация данных с использованием программы Trimmomatic.
8.	Тема 8 Получение рекомбинантных белков	Провести поиск и обзор мировой литературы по использованию растений для получения рекомбинантных белков.
9.	Тема 9 Саузерн-, Нозерн- и Вестерн-блоттинг	Поиск в литературе конкретных примеров использования Саузерн-, Нозерн- и Вестерн-блоттинга в селекции овощных культур
Раздел 3. Молекулярные маркеры в селекции садовых растений		
10.	Тема 10 Полимеразная цепная реакция	Новые отечественные амплификаторы: фирмы, технические характеристики. Использование ПЦР в селекции конкретных овощных культур. Перспективы использования ПЦР при выполнении дипломных проектов
11.	Тема 11 Молекулярное маркирование	Системы молекулярного маркирования SCAR, CpSSR, RAMP, SAMPL, SRAP, SSCP, CAPS
12.	Тема 12 Создание генетических и интегрированных карт	Провести поиск работ по созданию интегрированных карт для овощных культур с целью использования этой информации в дальнейшей селекционной деятельности
Раздел 4. Молекулярная цитогенетика		
13.	Тема 13 Картирование генов с использованием Tyramide-FISH	Статья: Localization of single-copy T-DNA insertion in transgenic shallots (<i>Allium cepa</i>) by using ultra-sensitive FISH with tyramide signal amplification. (2001) The plant journal/ https://doi.org/10.1046/j.1365-313x.2001.00995.x
14.	Тема 14 Цитогенетический анализ, флуоресцентная (FISH) и геномная <i>in situ</i> гибридизации (GISH)	Использование GISH мониторинга геномов родителей в программах межвидовой селекции. Поиск в статей по теме «GISH в селекции овощных культур»
15.	Тема 15 Молеку-	Сиквенсы теломер овощных культур. Изучение моле-

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	лярная цитогенетика центромеры и теломеры	кулярной структуры центромер овощных культур.

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Тема 1. ДНК и эволюция	С	Круглый стол
2.	Тема 2. Структура ДНК и РНК	С	Круглый стол
3.	Тема 3. Репликация и экспрессия ДНК	Л	Активная неимитационная форма: проблемная лекция
4.	Тема 4. Репарация ДНК	ПЗ	Круглый стол
5.	Тема 5. Создание библиотек геномной и кДНК	Л	Активная неимитационная форма: проблемная лекция
6.	Тема 6. Клонирование генов	ПЗ	Круглый стол
7.	Тема 7. Секвенирование геномов	ПЗ	Круглый стол
8.	Тема 8. Получение рекомбинантных белков	С	Круглый стол
9.	Тема 9. Саузерн-, Нозерн- и Вестерн-блоттинг	Л	Активная неимитационная форма: проблемная лекция
10.	Тема 10. Полимеразная цепная реакция	ПЗ	Интерактивная форма: мастер-класс
11.	Тема 11. Молекулярное маркирование	Л	Активная неимитационная форма: проблемная лекция
12.	Тема 12. 12 Создание генетических и интегрированных карт	С	Круглый стол
13.	Тема 13. Картирование генов с использованием Tyramide-FISH	С	Круглый стол
14.	Тема 14. Цитогенетический анализ, флуоресцентная (FISH) и геномная <i>in situ</i> гибридизации (GISH)	Л	Активная неимитационная форма: проблемная лекция
15.	Тема 15. Молекулярная цитогене-	ПЗ	Интерактивная форма: мастер-

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых актив- ных и интерактивных образователь- ных технологий
	нетика центромеры и теломеры	класс

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

Вопросы контрольной работы №1

Вариант 1

1. Экспериментальные доказательства роли ДНК как наследуемой структуры.
2. Двуспиральная модель ДНК, структура РНК
3. Генетический код и в чем проявляется его вырожденность
4. Репликация ДНК

Вариант 2

1. Рекомбинация
2. Уровни упаковки ДНК в структуру хромосомы
3. Структура гистонов и их модификации
4. Полуконсервативный механизм репликации ДНК

Вопросы контрольной работы №2

Вариант 1

1. Репликационная вилка. Ферменты репликации
2. Механизмы репарации: эксцизионная репарация и репарация не-
правильного спаривания нуклеотидов
3. Ферменты репарации апуриновых сайтов
4. Репликативная и пострепликативная репарация

Вариант 2

1. Процессинг РНК у эукариота
2. Структура гена у прокариот. Цистроны и опероны
3. Структура тРНК
4. Рибосомальная РНК и ее роль в синтезе белка

Вопросы контрольной работы №3

Вариант 1

1. Клонирование ДНК
2. Компоненты технологии рекомбинантной ДНК

3. Ферменты рестрикции
4. Плазмида

Вариант 2

1. Клонирование векторы
2. Схема клонирования
3. Генетические векторы клонирования ДНК: космиды, ВАС и YAC.
4. Геномные и кДНК библиотеки

Вопросы контрольной работы №4

Вариант 1

1. ДНК-секвенирование по Сенгеру
2. Типы рестриктаз
3. Геномная *in situ* гибридизация (GISH)
4. Локализация генов с помощью Tyramide-FISH

Вариант 2

1. Молекулярная структура центромеры
2. Молекулярная структура теломеры
3. Создание ДНК-зондов для флуоресцентной *in situ* гибридизации (FISH)
4. Применение молекулярно-цитогенетических маркеров в селекции растений

Примерный перечень вопросов для устного опроса

1. Библиотеки генов: геномные и кДНК
2. Влияние мутации на экспрессию гена и функцию гена
3. Генетика хлоропластов и митохондрий
4. Генетическая информация, генетический код
5. Структура прокариотического гена и его транскрипция
6. Генетический код
7. Геномная *in situ* гибридизации (GISH)
8. Модель структуры ДНК, формы ДНК
9. ДНК-секвенирование
10. 5'-UTR и 3'-UTR эукариотического транскрипта
11. Инициация, элонгация и терминация трансляции
12. Картирование генов с использованием Tyramide-FISH
13. Клонирование ДНК
14. Клонирование векторы
15. Технологии рекомбинантной ДНК: библиотеки геномной и кДНК
16. Контроль инициации транскрипции эукариот
17. Саузерн-, Нозерн- и Вестерн блоттинги
18. Полимеразная цепная реакция (ПЦР)
19. Методы блоттинга
20. Механизмы репарации: эксцизионная и репарация неправильного спаривания

21. ДНК-зонд. Гибридизация нуклеиновых кислот
22. Мутагенез: первичный инструмент генетического анализа
23. Мутации мтДНК в сельском хозяйстве
24. Структура и наследование хлоропластной и митохондриальной ДНК
25. Основы генетического картирования и молекулярные маркеры
26. Особенности посттранскрипционной модификации у эукариота
27. Структура цистрона. Транскрипция у прокариота
28. Аллелизм и SNPs
29. Плазмиды, космиды, ВАС и YAC клонирующие вектора.
30. Полуконсервативный механизм репликации ДНК
31. Различия в экспрессии генов между про- и эукариотами
32. Рамка считывания
33. Регуляторные и структурные области гена
34. Регуляции транскрипции генов
35. Энхансеры и репрессоры
36. Факторы инициации транскрипции
37. Репликативная и пострепликативная репарация
38. Репликационная вилка. Ферменты репликации
39. Репликация ДНК
40. Сплайсинг
41. Структура гена эукариот
42. Структура гена прокариот
43. Хромосома и уровни компактизации ДНК
44. Эпигенетика: модификации ДНК
45. Получение рекомбинантных белков
46. Транскрипция
47. Трансляция
48. Модификация гистонов и экспрессия генов
49. Типы форм ДНК
50. Факторы инициации транскрипции
51. Ферменты репарации
52. Ферменты рестрикции
53. Флуоресцентная *in situ* гибридизации (FISH)
54. Методы получения меченой ДНК
55. Структура и функция теломеры
56. Структура и функция центромеры
57. Экзоны и интроны
58. Опыты Гриффитса и Бовери
59. Правила Чаргаффа
60. Н.К. Кольцов и матричный синтез ДНК

Критерии оценки:

оценка «отлично» выставляется студенту, если все ответы правильные

оценка «хорошо» выставляется студенту, если один ответ неправильный

оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если два ответа неправильные

оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если три и более ответа неправильные.

Вопросы к зачёту

1. Экспериментальные доказательства роли ДНК как наследственной структуры
2. Двуспиральная модель ДНК, структура РНК
3. Генетическая информация, генетический код
4. Репликация ДНК
5. Рекомбинация ДНК на молекулярном уровне
6. Структура ДНК
7. Уровни компактизации ДНК в структуру хромосомы
8. Полуконсервативный механизм репликации ДНК
9. Репликационная вилка. Ферменты репликации
10. Механизмы репарации: эксцизионная и прямая репарация
11. Ферменты репарации
12. Репликативная и пострепликативная репарация
13. Структура гена
14. Мутагенез: первичный инструмент генетического анализа
15. Рамка считывания
16. Строение гена эукариот и прокариот
17. Регуляторные и структурные области гена
18. Экзоны и интроны
19. Экспрессия гена
20. Генетический код
21. Транскрипция
22. Различия в экспрессии генов между про- и эукариотами
23. Факторы транскрипции
24. Особенности транскрипции и посттранскрипционной модификации у эукариот
25. Сплайсинг, кэпирование и полиадинилирование
26. Влияние мутации на экспрессию гена и функцию гена
27. Трансляция
28. Инициация, элонгация и терминация трансляции
29. Основы геномного картирования и молекулярные маркеры
30. ДНК хлоропластов и митохондрий
31. Наследование хлоропластной и митохондриальной ДНК
32. Мутации мтДНК в сельском хозяйстве
33. Структура генов прокариот
34. Энхансеры и репрессоры в регуляции экспрессии генов
35. Факторы инициации транскрипции
36. Структура хроматина
37. Структура промотора
38. Структура и функция рибосом
39. Плазмиды, космиды, ВАС и YAC клонирующие вектора.

- 40. Рамка считывания
- 41. Экспрессирующие вектора

Перечень вопросов к зачету с оценкой

Вопросы к зачету

1. Уровни организации живой материи (биосфера, экосистемы, популяции, организм).
2. Организация ДНК в многоклеточных и одноклеточных организмах (эукариоты и прокариоты).
3. Эксперименты Фридрика Гриффитса и Освальда Эвери доказывающие, что ДНК является наследуемой структурой.
4. Строение нуклеиновых кислот.
5. Формы ДНК (А, В и Z) их биологическая функция.
6. Уровни упаковки ДНК (гистоны и негистоновые белки). Модификация гистонов.
7. Отличие ДНК от РНК.
8. Свойства ДНК и РНК (растворимость, осаждение, расщепление)
9. Температура плавления ДНК (T_m).
10. Центральная догма молекулярной биологии.
11. Эксперименты Месельсона-Сталя, доказавшие полуконсервативный способ репликации ДНК
12. Кольцов Н.И. и идея матричного происхождения биологических молекул.
13. Ферменты репликации (геликаза, топоизомераза. SSB, ДНК-праймаза).
14. Свойства ДНК-полимеразы.
15. ДНК полимеразы прокариот и эукариот.
16. Репликационная вилка. Этапы репликации.
17. Строение ориджина репликации и сайта терминации репликации.
18. Репликон.
19. Репликация ДНК у *E. coli*.
20. Репликация хлоропластной ДНК.
21. Репликация митохондриальной ДНК.
22. Свойства РНК полимеразы II.
23. Структура промотора у эу- и прокариот.
24. Факторы инициации транскрипции.
25. Структура терминатора (стоп сигнал).
26. Строение прокариотического гена.
27. Транскрипция прокариотического гена.
28. Оперон. Лактозный оперон.
29. Структура эукариотического гена (экзоны и интроны).
30. Типы РНК полимераз у эукариота.

31. Три этапа процессинга РНК у эукариота (кэпирование, аденилирование и сплайсинг).
32. Регуляция экспрессии генов. Энхансеры - структура и положение (upstream, downstream).
33. Генетический код. Что означает понятие «генетический код вырожденный»
34. Синтез белка.
35. Типы РНК.
36. Структура рибосомы и ее сборка.
37. Открытая и закрытая рамка считывания.
38. Три этапа синтеза белка (инициация, элонгация и терминация).
39. Типы спонтанных нарушений ДНК (потеря пуриновых и пиримидиновых оснований, дезаминирование, тиминовые димеры).
40. Белки системы репарации (АП-эндонуклеаза, ДНК полимераза, лигаза).
41. Эксцизионная репарация.
42. Система репарации неправильного спаривания (Mismatch repair system).
43. Негомологичное соединёние концов (non-homologous end joining, NHEJ. SOS репарация.
44. Как определить скорость мутирования гена?
45. Типы рестриктаз.
46. Открытая и закрытая рамка считывания.
47. Векторы клонирования ДНК (плазмида, космида, ВАС, YAC) и их структура.
48. Создание библиотек геномной ДНК.
49. Создание библиотек кДНК
50. Репортерный и селективный гены. Голубая селекция.
51. Колония и клон ДНК.
52. Прокариотический экспрессирующий вектор. Рекомбинантный белок.
53. Эукариотический экспрессирующий вектор.
54. Использование растений для получения рекомбинантных белков.
55. Саузерн и Нозерн блоттинг.
56. Электрофорез ДНК. От чего зависит скорость миграции ДНК в агарозном геле?
57. Приготовление геля для электрофореза ДНК. Подбор необходимой концентрации агарозы.
58. Полимеразная цепная реакция (ПЦР). Три этапа ПЦР (денатурация, отжиг, элонгация).
59. Создание праймеров для ПЦР.
60. Компоненты ПЦР.
61. Создание программы для ПЦР.
62. Типы амплификаторов
63. Что такое молекулярный маркер?

64. Преимущества молекулярных маркеров.
65. Маркеры RFLP, RAPD, CAPS, SSR, ISSR, AFLP, SNP.
66. Доминантные и кодоминантные маркеры.
67. Применение молекулярных маркеров в селекции растений.
68. Что такое генетическая карта?
69. Расщепление и рекомбинация.
70. Как определяют, что маркеры находятся в одной группе сцепления?
71. Привязывание групп сцепления к конкретным физическим хромосомам (моносомно дополненные линии, сборка контигов BAC и YAC библиотек, линии с делециями и транслокациями).
72. Конструирование карты. Алгоритм подсчета рекомбинаций между маркерами и порядок их расположения.
73. QTL (quantitative trait loci) - локусы количественных признаков. Картирование. Связывание QTL с локусами, которые содержат молекулярные маркеры.
74. Выделение плазмидной ДНК. Этапы и химические процессы на каждом этапе.
75. Выделение геномной ДНК. Этапы и химические процессы на каждом этапе.
76. Приготовление давленных препаратов хромосом
77. Молекулярная цитогенетика – эпоха ренессанса цитогенетики
78. Принцип флуоресцентной *in situ* гибридизации
79. Применение FISH в фундаментальных и прикладных исследованиях
80. В чем отличие FISH от GISH?
81. Методы мечения ДНК-пробы для FISH/GISH
82. Визуализация на хромосомах единичных генов с использованием Tyramide FISH
83. Трудности секвенирования центромер
84. Типы центромер
85. Функция центромеры
86. Молекулярная структура центромеры
87. Эволюция центромеры. Неоцентромеры
88. Эксперимент Nagaki et al. 2014
89. Структура и функция теломеры
90. Структура и функция теломеразы
91. Лимит Хейфлика
92. Алексей Оловников и его гипотеза укорочения генома постмитотических клеток

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

Балльно-рейтинговая система оценки - зачет

Объем рейтинга составляет: за текущий контроль - 30% от нормативного рейтинга дисциплины, за рубежный контроль - 30% от нормативного рейтинга дисциплины и за итоговый контроль - 40% от нормативного рейтинга дисциплины.

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме устного опроса, выполнение реферата по заданной теме. Он позволяет оценить успехи в учебе на протяжении семестра.

Рубежный контроль проводится 3 раза в течение семестра в соответствии с рабочей учебной программой дисциплины с целью определения степени усвоения материала соответствующих разделов дисциплины. Вид рубежного контроля - контрольная работа.

Итоговый контроль - экзамен, принимаемый в традиционной форме.

Накопление рейтинга по дисциплине происходит в соответствии с формулой:

R дисц. = R тек. + R руб. + R итог., где

R дисц. – фактический рейтинг студента, полученный им по окончании изучения дисциплины,

R тек. – фактический рейтинг по текущему контролю, выполненному в течение периода обучения,

R руб. – фактический рейтинг по рубежному контролю, выполненному в течение периода обучения,

R итог. – фактический рейтинг итогового контроля (зачета/экзамена).

Система рейтинговой оценки

Оценочные средства	Баллы			
Устный опрос	0	2	4	5
Реферат	0-4	5-6	7-8	9-10
Контрольная работа	0-4	5-6	7-8	9-10
Зачёт	0-8	9-13	14-17	18-20
Оценка	Неуд.	Удовл.	Хорошо	Отлично
Посещение лекций и практических занятий				
Посещаемость	≤85%	86-88%	89-91%	92-100%
Баллы	0	10	20	30

Посещаемость рассчитывается, как отношение числа пропущенных занятий к общему числу занятий.

Максимальное число баллов – 100

Для допуска к сдаче экзамена по дисциплине необходимо:

- фактический рейтинг семестрового контроля должен составлять более 50% от нормативного рейтинга семестрового контроля для дисциплины ($R_{\text{факт.сем}} > 50\%R_{\text{норм семестр}}$), т.е. должен быть достигнут пороговый рейтинг;

- должен быть выполнен объем аудиторных занятий (включая посещение лекций), предусмотренный учебным планом.

Рейтинговый балл, выставаемый студенту

Рейтинговый балл

Оценка по традиционной шкале

(в % от макс. балла за дисциплину)

65,1 – 100 %

Зачет

Балльно-рейтинговая система оценки – зачет с оценкой

Объем рейтинга составляет: за текущий контроль - 30% от нормативного рейтинга дисциплины, за рубежный контроль - 30% от нормативного рейтинга дисциплины и за итоговый контроль - 40% от нормативного рейтинга дисциплины.

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме устного опроса, выполнение реферата по заданной теме. Он позволяет оценить успехи в учебе на протяжении семестра.

Рубежный контроль проводится 3 раза в течение семестра в соответствии с рабочей учебной программой дисциплины с целью определения степени усвоения материала соответствующих разделов дисциплины. Вид рубежного контроля - контрольная работа.

Итоговый контроль – зачет с оценкой, принимаемый в традиционной форме.

Накопление рейтинга по дисциплине происходит в соответствии с формулой:

$R_{\text{дисц.}} = R_{\text{тек.}} + R_{\text{руб.}} + R_{\text{итог.}}$, где

$R_{\text{дисц.}}$ – фактический рейтинг студента, полученный им по окончании изучения дисциплины,

$R_{\text{тек.}}$ – фактический рейтинг по текущему контролю, выполненному в течение периода обучения,

$R_{\text{руб.}}$ – фактический рейтинг по рубежному контролю, выполненному в течение периода обучения,

$R_{\text{итог.}}$ – фактический рейтинг итогового контроля (зачета/экзамена).

Система рейтинговой оценки

Оценочные	Баллы
-----------	-------

средства				
Устный опрос	0	2	4	5
Реферат	0-4	5-6	7-8	9-10
Контрольная работа	0-4	5-6	7-8	9-10
Зачет с оценкой	0-8	9-13	14-17	18-20
Оценка	Неуд.	Удовл.	Хорошо	Отлично
Посещение лекций и практических занятий				
Посещаемость	≤85%	86-88%	89-91%	92-100%
Баллы	0	10	20	30

Посещаемость рассчитывается, как отношение числа пропущенных занятий к общему числу занятий.

Максимальное число баллов – 100

Для допуска к сдаче зачета с оценкой по дисциплине необходимо:

- фактический рейтинг семестрового контроля должен составлять более 50% от нормативного рейтинга семестрового контроля для дисциплины ($R_{\text{факт.сем}} > 50\% R_{\text{норм семестр}}$), т.е. должен быть достигнут пороговый рейтинг;
- должен быть выполнен объем аудиторных занятий (включая посещение лекций), предусмотренный учебным планом.

Рейтинговый балл, выставяемый студенту

Рейтинговый балл (в % от макс. балла за дисциплину)	Оценка по традиционной шкале
85,1-100%	Отлично
65,1 – 85 %	Хорошо
50,1 – 65 %	Удовлетворительно
0 %	Неудовлетворительно

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

Баженова, И. А. Основы молекулярной биологии. Теория и практика : учебное пособие для вузов / И. А. Баженова, Т. А. Кузнецова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 140 с. — ISBN 978-5-8114-6787-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152444> (дата обращения: 26.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

1. Инге-Вечтомов, С. Г. Генетика с основами селекции [Текст] : учебник для студентов ВУЗов / С. Г. Инге-Вечтомов. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : Изд. Н-Л, 2010. - 718 с.
2. Абдукаева, Н. С. Сборник задач по генетике и молекулярной биологии : учебное пособие / Н. С. Абдукаева, Н. С. Косенкова, Н. В. Васильева. — Санкт-Петербург : СПбГПМУ, 2021. — 52 с. — ISBN 978-5-907321-95-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/174367> (дата обращения: 26.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2 Дополнительная литература

1. Глазко, Валерий Иванович ДНК-технологии в генетике и селекции [Текст] : курс лекций / В. И. Глазко, Т. Т. Глазко ; Всероссийский научно-исследовательский институт риса (Краснодар). - Краснодар : ВНИИР, 2006. - 399 с.
2. Пухальский, В.А. Введение в генетику [Текст] : краткий конспект лекций: Учебное пособие для студ. по агр. спец. / В. А. Пухальский ; Международная ассоциация "Агрообразование". - М. : КолосС, 2007. - 224 с.
3. Глик, Бернанд. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение [Текст] : учебник / Б. Глик, Д. Пастернак ; ред. перевода Н. К. Янковский. - М. : Мир, 2002. - 589 с.

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

1. Genetics Education Center - <http://www.kumc.edu>
2. DNA Learning Center - <http://www.dnalc.org>
3. Plant Breeding Training Network - <http://passel.unl.edu>
4. Modern Genetics Online - <http://bcs.whfreeman.com>
5. eXtension Plant Breeding and Genomics - http://www.extension.org/plant_breeding_genomics
6. Gene School '99 - <http://library.thinkquest.org>
7. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российская государственная библиотека» (ФГБУ «РГБ») - <http://www.rsl.ru>
8. Государственное научное учреждение Центральная научная сельскохозяйственная библиотека Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ЦНСХБ Россельхозакадемии) - <http://www.cnshb.ru>
9. The National Center for Biotechnology Information advances science and health by providing access to biomedical and genomic information - <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
10. Springer Science+Business Media - <http://www.springer.com>
11. Researcher@ Форум - Информационный центр - <http://www.researcher-at.ru/>

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные аудитории, аудитории для проведения практических занятий оснащенные средствами мультимедиа, биотехнологическая лаборатория, оснащенная приборами, инструментами и материалами для проведения лабораторных занятий.

Таблица 8

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений
1	2
Учебный корпус №30, аудитории №206, 207, 211 Практические занятия, групповые и индивидуальные консультации, текущий контроль, промежуточная аттестация и самостоятельная работа студентов	Столы, стулья, маркерная доска
Лаборатория селекции, генетики и биотехнологии овощных культур, лаборатория: проведение практических занятий	набор центрифуг, ДНК-амплификаторы, электрофоретическое оборудование для разделения фрагментов ДНК, лабораторный и стереомикроскопы (в т.ч. с флуоресценцией), спектрофотометры, ламинарные боксы для стерильной работы с культурой клеток и тканей, автоклав, шейкер-инкубатор, термоинкубаторы
Зал для самоподготовки: Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова. Компьютерный читальный зал (каб. № 144)	Компьютеры – 20 шт. Столы – 39 шт. Wi-fi
Общежитие. Комната для самоподготовки	Столы, стулья.

10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

- лекции (занятия лекционного типа);
- семинары, практические занятия, лабораторные работы (занятия семинарского типа);

групповые консультации;
самостоятельная работа обучающихся.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Основной объем материала студенту необходимо освоить самостоятельно в соответствии с темами для самостоятельной подготовки из таблицы 5. Для получения практических навыков работы с молекулярными маркерами крайне рекомендуется посещать практические занятия по секвенированию, активно участвовать в дискуссиях и обсуждениях, посвященных работе с молекулярными маркерами. При возникновении вопросов – сразу уточнять непонятные моменты у преподавателя, т.к. работа с молекулярными маркерами имеет множество особенностей, которые могут повлиять на конечный результат.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятия обязан предоставить и защитить конспект по пропущенной теме.

11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Дисциплина «Основы молекулярной генетики и цитогенетики» является важной для обучения студента бакалавра садоводства. Преподаватель, ведущий практические занятия, должен иметь базовое образование или большой практический опыт работы в сфере селекции садовых культур.

При преподавании курса необходимо ориентироваться на современные образовательные технологии путем использования группового способа обучения на семинарских и практических занятиях, разбора конкретных ситуаций и интерактивного обсуждения результатов исследовательских учебных работ. Реализация современного подхода должна обеспечиваться широким использованием активных интерактивных форм проведения занятий, посещение профильных научно-исследовательских учреждений и повысить интерес к изучению дисциплины.

Самостоятельная работа должна быть направлена на углубленное изучение основополагающих разделов дисциплины, а также изучение разделов, в недостаточной мере рассматриваемых на лекционных, семинарских и практических занятиях.

Программу разработал (и):

Монахос С.Г., д.с.-х.н., профессор

Хрусталева Л.И. д.б.н., профессор



(подпись)

(подпись)

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Основы молекулярной генетики и цитогенетики»
ОПОП ВО по направлению 35.03.05 "Садоводство", направленность «Селекция, генетика и биотехнология садовых культур»
(квалификация выпускника – бакалавр)

Монахосом Григорием Федоровичем, генеральным директором ООО «Селекционная станция им. Н.Н.Тимофеева», кандидатом сельскохозяйственных наук, старшим научным сотрудником (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Основы молекулярной генетики и цитогенетики» ОПОП ВО по направлению 35.03.05 – "Садоводство", направленность «Селекция, генетика и биотехнология садовых культур» (бакалавриат) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства (разработчики – Монахос Сократ Григорьевич, д.с.-х.н., профессор, заведующий кафедрой, Хрусталева Л.И., д.б.н., профессор, профессор кафедры)

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Основы молекулярной генетики и цитогенетики» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 35.03.05 – "Садоводство". Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к части дисциплин, формируемой участниками образовательных отношений – Б1.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 35.03.05 "Садоводство".

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Основы молекулярной генетики и цитогенетики» закреплено **1 компетенция**. Дисциплина «Основы молекулярной генетики и цитогенетики» и представленная Программа способна реализовать ее в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Основы молекулярной генетики и цитогенетики» составляет 3 зачётных единицы (108 часов/из них практическая подготовка 4).

а) Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Основы молекулярной генетики и цитогенетики» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.03.05 – "Садоводство" и возможность дублирования в содержании отсутствует.

6. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

7. Программа дисциплины «Основы молекулярной генетики и цитогенетики» предполагает 15 занятий в интерактивной форме.

8. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 35.03.05 "Садоводство".

9. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, в форме обсуждения отдельных вопросов, контрольная работа), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

10. Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины

плины части учебного цикла, формируемой участниками образовательных отношений – Б1 ФГОС ВО направления 35.03.05 – "Садоводство"

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источник (базовый учебник), дополнительной литературой – 4 наименований, источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 12 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 35.03.05 "Садоводство".

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Основы молекулярной генетики и цитогенетики» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Основы молекулярной генетики и цитогенетики».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Основы молекулярной генетики и цитогенетики» ОПОП ВО по направлению 35.03.05 "Садоводство", направленность «Селекция, генетика и биотехнология садовых культур» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Монахосом Сократом Григорьевичем, заведующим кафедрой, д.с.-х.н., профессор и Хрусталева Людмилой Ивановной, д.б.н., профессором кафедры, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Монахос Григорий Федорович, генеральный директор ООО «Селекционная станция им. Н.Н.Тимофеева», кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

“26” августа 2025 г.

(подпись)

(подпись)

Подпись рецензента Монахоса Григория Федоровича заверяю