

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета агрономии, агрохимии  
и экологии Пичугин А.П.

«25»



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### ФТД.01 ЦИТОГЕНЕТИКА

Направление подготовки 35.03.04 Агрономия

Направленность (профиль) селекция и генетика с.-х. культур

Квалификация выпускника бакалавр

Факультет Агрономии, агрохимии и экологии

Кафедра Селекции, семеноводства и биотехнологии

Разработчик рабочей программы: заведующий кафедрой селекции семеноводства и биотехнологии, докт. с.-х. н., доцент Голева Г.Г.

Рабочая программа разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 35.03.04 Агронимия, утвержденный приказом Минобрнауки России от 26 июля 2017 г. № 699, с изменениями, внесенными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 8 февраля 2021 г. № 83 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 12 марта 2021 г., регистрационный № 62739).

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры селекции, семеноводства и биотехнологии (протокол № 11 от 05.06.2024 г)

Заведующий кафедрой



Голева Г.Г.

подпись

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией факультета агрономии, агрохимии и экологии (протокол №10 от 24.06.2024 г.).

Председатель методической комиссии



Несмеянова М.А.

подпись

Рецензент – вед. науч. сотрудник лаборатории маркер-ориентированной селекции ФГБУ «ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова», доктор биологических наук Федулова Т.П.

## 1. Общая характеристика дисциплины

Цитогенетика - раздел генетики, изучающий взаимосвязь между закономерностями наследования признаков, строением и функциями различных внутриклеточных структур. Как пограничная наука цитогенетика использует методы генетики и цитологии и тесно связана с разделами этих наук - молекулярной генетикой, цитохимией, кариологией, кариосистематикой и др. Цитогенетика подразделяется на общую, изучающую общие клеточные основы наследственности, и цитогенетику растений, животных, человека.

### 1.1. Цель дисциплины

Формирование научного мировоззрения о клеточном уровне организации живой материи, воспроизведении, рекомбинации, изменении и функционировании генетически значимых структур клетки, их распределение в митозе, мейозе и при оплодотворении в зависимости от их числа и генетического строения.

### 1.2. Задачи дисциплины

- формирование знаний о структуре хромосом, форме метафазных хромосом; структурных изменений хромосом, методов подсчета хромосомных aberrаций;
- формирование знаний о процессах репродуктивного деления клетки;
- формирование знаний о мейозе как основе полового размножения;
- формирование знаний об устройстве светового микроскопа, различных методах наблюдения под микроскопом;
- формирование навыка работы с микроскопической техникой: типов микроскопов,
- формирование умений измерения микроскопических объектов, принципов подсчета чисел хромосом в митозе и мейозе.

### 1.3. Предмет дисциплины

Основным предметом исследования в цитогенетике являются хромосомы, их морфология, структурная и химическая организация, функции и поведение в делящихся и неделящихся клетках.

## 4. Место дисциплины в образовательной программе

Дисциплина «Цитогенетика» относится факультативным дисциплинам.

### 1.5. Взаимосвязь с другими дисциплинами

Дисциплина «Цитогенетика» связана с такими дисциплинами как Генетика, Физиология и биохимия растений.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция		Индикатор достижения компетенции	
Код	Содержание	Код	Содержание
Тип задач производственно-технологический			
ОПК-1	Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информа-	<b>Обучающийся должен знать:</b>	
		ИД1 <sub>ОПК-1</sub>	Знает основные законы математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области агрономии
		<b>Обучающийся должен уметь:</b>	
		ИД2 <sub>ОПК-1</sub>	Использует знания основных законов

	ционно-коммуникационных технологий		математических и естественных наук для решения стандартных задач профессиональной деятельности
		<b>Обучающийся должен иметь навыки и (или) опыт деятельности:</b>	
		ИДЗ ОПК-1	Решает типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий

### 3. Объем дисциплины и виды работ

#### 3.1. Очная форма обучения

Показатели	Выберите форму обучение на листе расчет	Всего
	6	
Общая трудоёмкость, з.е./ч	2 / 72	2 / 72
Общая контактная работа, ч	24,15	24,15
Общая самостоятельная работа, ч	47,85	47,85
Контактная работа при проведении учебных занятий, в т.ч. (ч)	24,00	24,00
лекции	12	12,00
практические-всего	12	12,00
Самостоятельная работа при проведении учебных занятий, ч	39,00	39,00
Контактная работа при проведении промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч. (ч)	0,15	0,15
зачет	0,15	0,15
Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (ч)	8,85	8,85
подготовка к зачету	8,85	8,85
Форма промежуточной аттестации	зачет	зачет

#### 3.2. Заочная форма обучения

Не предусмотрено

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Содержание дисциплины в разрезе разделов и подразделов

*Раздел 1. Строение и функции хромосом.*

*Подраздел 1.1 Структурная организация хромосом.*

Введение. Цитогенетика как наука. Место цитогенетики среди других наук. Краткий исторический очерк развития цитогенетики. Молекулярная организация митотической хромосомы. Морфология хромосом различных видов организмов. Кариотип. Цито-

логические характеристики кариотипа. Организация кариотипа. Видовые и индивидуальные характеристики кариотипа. Критерии морфометрического метода анализа. Специальные методы окрашивания и анализа. Метод анализа синаптонемальных комплексов, кариограмма, кариотип, идеограмма. Дифференциальное окрашивание хромосом. Эволюция кариотипа, преобразования в онтогенезе и филогенезе. Пути преобразования кариотипа. Цитогенетическая нестабильность как механизм адаптации. Мобильные генетические элементы и вирусы как факторы генетической нестабильности. Дополнительные или В-хромосомы. Характеристика их ДНК. Поведение в клеточном цикле. Предпочтительное распределение В-хромосом при микроспорогенезе. Функции В-хромосом. Структурные изменения хромосом. Механизмы возникновения перестроек хромосом. Хромосомные и хроматидные аберрации (анафазный и метафазный анализ). Транслокации. Способы расхождения хромосом, составляющих тетравалент, у гетерозигот по транслокации. Цитологический и генетический методы выявления транслокаций. Роль транслокаций в эволюционных преобразованиях кариотипов. Значение Робертсоновских перестроек в преобразовании кариотипов. Инверсии. Генетический и цитогенетический методы выявления инверсий. Природа подавления кроссинговера у гетерозигот по парацентрическим и перичцентрическим инверсиям. Дупликации и нехватки. Генетический и цитологический методы выявления дупликаций и нехваток. Способы экспериментального получения дупликаций и нехваток. Использование нехваток для цитологической локализации генов. Эффект положения. Мозаичный и стабильный типы эффекта положения. Влияние количества и качества гетерохроматина вблизи гена на степень выраженность эффекта положения. Модифицированный эффект положения. Мутации и эффект положения.

*Подраздел 1.2. Цитогенетика мобильных элементов.*

Мобильные генетические элементы, их типы и строение. Генетический анализ высокой мутабельности гена *al* у кукурузы. Контролирующие элементы и высокая мутабельность у кукурузы. Парамутации у кукурузы и томатов.

*Раздел 2. Репродуктивное деление клетки.*

*Подраздел 2.1. Митоз – основа бесполого размножения.*

Общая характеристика процессов репродуктивного деления клеток. Изменение активности и морфологии хромосом в митотическом цикле. Фазы митоза и их цитогенетическая характеристика. Преемственность наследственных свойств при митозе. Амитоз. Эндомитоз. Политения. Цитологические механизмы сегрегации, рекомбинации, конъюгации хромосом в клеточном цикле. Особенности мутаций у гибридов, полиплоидов, и в случае структурных нарушений хромосом. Цитогенетические механизмы стерильности. Амитоз.

*Подраздел 2.2. Мейоз как основа полового размножения.*

Типы мейоза. Эволюция мейоза. Характеристика основных фаз мейоза. Принципы расхождения и комбинации гомологичных хромосом. Генетический контроль мейоза. Мейоз у межвидовых и межродовых гибридов. Образование унивалентов и мультивалентов. Нарушения мейоза в первом и втором делениях. Факторы, влияющие на ход мейоза. Конъюгация хромосом. Синаптонемный комплекс, его строение и функции. Значение гомологичной и распределительной конъюгации. Генетический контроль конъюгации хромосом. Мутации асинапсиса, десинапсиса и индискриминального синапсиса. Конъюгация X и Y хромосом. Роль ассоциации X-хромосомы с аберрантной аутосомой. Генетическая рекомбинация. Типы рекомбинации. Основные положения теории мейотического кроссинговера. Цитогенетические модели, доказывающие хроматидную природу кроссинговера. Хиазменная и хроматидная интерференция. Кроссинговер между сестринскими хроматидами. Неравный кроссинговер. Сравнение генетических и цитологических карт хромосом. Факторы, влияющие на кроссинговер: генетические (положение участка в хромосоме, особенно относительно центромеры, гетерозиготность по хромосомным перестройкам, мутации отдельных генов), биологические, абиотические. Основные гипотезы о механизме кроссинговера. Конверсия генов. Связь кроссинговера с синтезом ДНК. Основные моменты современных представлений о молекулярном механизме рекомбинации. Схема

Холлидэя. Особенности мейоза у полиплоидов. Хромосомное и хроматидное расщепление. Причины нарушения менделевских закономерностей в F<sub>1</sub>. Полиплоидные ряды. Поведение хромосом в мейозе у гаплоидов. Получение и использование гаплоидов. Анеуплоиды. Механизмы возникновения восходящей и нисходящей анеуплоидии. Создание и использование серии анеуплоидов (моносомиков, нулосомиков, трисомиков, тетрасомиков) в цитогенетических исследованиях. Использование полиплоидов в селекции.

#### 4.2. Распределение контактной и самостоятельной работы при подготовке к занятиям по подразделам

##### 4.2.1. Очная форма обучения

Разделы, подразделы дисциплины	Контактная работа			СР
	лекции	ЛЗ	ПЗ	
<i>Раздел 1. Строение и функции хромосом.</i>	6		6	18,15
<i>Подраздел 1.1 Структурная организация хромосом</i>	4		4	9,15
<i>Подраздел 1.2. Цитогенетика мобильных элементов</i>	2		2	9
<i>Раздел 2. Репродуктивное деление клетки.</i>	6		6	20,35
<i>Подраздел 2.1. Митоз – основа бесполого размножения</i>	2		2	12
<i>Подраздел 2.2. Мейоз как основа полового размножения.</i>	4		4	13,35
Всего	12		12	38,5

##### 4.2.2. Заочная форма обучения Не предусмотрено

#### 4.3. Перечень тем и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объем, ч форма обучения	
			очная	заочная
1	Цитологические характеристики карิโอ-типа.	Применение молекулярных методов исследования в генетике [электронный ресурс] : Учебное пособие / Л. Н. Нефедова.– Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2019 .— 104 с. — ВО - Бакалавриат .— ISBN 978-5-16-009872-2 .— ISBN 978-5-16-101433-2 .— <URL: <a href="http://znanium.com/go.php?id=1033803">http://znanium.com/go.php?id=1033803</a> >.	4	
2	Специальные методы окрашивания и анализа	Применение молекулярных методов исследования в генетике [электронный ресурс] : Учебное пособие / Л. Н. Нефедова.– Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2019 .— 104 с. — ВО - Бакалавриат .— ISBN 978-5-16-009872-2 .— ISBN 978-5-16-101433-2 .— <URL: <a href="http://znanium.com/go.php?id=1033803">http://znanium.com/go.php?id=1033803</a> >.	3	
3	Предпочтительное	Молекулярно-генетические и биохимические ме-	3	

	распределение В-хромосом при микророспорогенезе.	тоды в современной биологии растений / под ред. Вл.В. Кузнецова, В.В. Кузнецов, Г.А. Романова .— Москва : Лаборатория знаний"" (ранее ""БИНОМ. Лаборатория знаний", 2015 .— 487 с. : ил. — (Методы в биологии) .— Библиогр. в конце разд .— ISBN 978-5-9963-2659-4 .— <URL: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66252">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66252</a> >.		
4	Цитологический и генетический методы выявления транслокаций.	Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений / под ред. Вл.В. Кузнецова, В.В. Кузнецов, Г.А. Романова .— Москва : Лаборатория знаний"" (ранее ""БИНОМ. Лаборатория знаний", 2015 .— 487 с. : ил. — (Методы в биологии) .— Библиогр. в конце разд .— ISBN 978-5-9963-2659-4 .— <URL: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66252">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66252</a> >.	3	
5	Генетический и цитологический методы выявления дупликаций и нехваток.	Применение молекулярных методов исследования в генетике [электронный ресурс] : Учебное пособие / Л. Н. Нефедова.— Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2019 .— 104 с. — ВО - Бакалавриат .— ISBN 978-5-16-009872-2 .— ISBN 978-5-16-101433-2 .— <URL: <a href="http://znanium.com/go.php?id=1033803">http://znanium.com/go.php?id=1033803</a> >.	4	
6	Изменение активности и морфологии хромосом в митотическом цикле.	Применение молекулярных методов исследования в генетике [электронный ресурс] : Учебное пособие / Л. Н. Нефедова.— Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2019 .— 104 с. — ВО - Бакалавриат .— ISBN 978-5-16-009872-2 .— ISBN 978-5-16-101433-2 .— <URL: <a href="http://znanium.com/go.php?id=1033803">http://znanium.com/go.php?id=1033803</a> >.	4,5	
7	Генетический контроль мейоза	Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений / под ред. Вл.В. Кузнецова, В.В. Кузнецов, Г.А. Романова .— Москва : Лаборатория знаний"" (ранее ""БИНОМ. Лаборатория знаний", 2015 .— 487 с. : ил. — (Методы в биологии) .— Библиогр. в конце разд .— ISBN 978-5-9963-2659-4 .— <URL: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66252">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66252</a> >.	4	
8	Мейотические мутации и их характеристики.	Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений / под ред. Вл.В. Кузнецова, В.В. Кузнецов, Г.А. Романова .— Москва : Лаборатория знаний"" (ранее ""БИНОМ. Лаборатория знаний", 2015 .— 487 с. : ил. — (Методы в биологии) .— Библиогр. в конце разд .— ISBN 978-5-9963-2659-4 .— <URL: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66252">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66252</a> >.	5	
9	Цитогенетические модели, доказываю-	Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений / под ред.	4	

	щие хроматидную природу кроссинговера.	Вл.В. Кузнецова, В.В. Кузнецов, Г.А. Романова .— Москва : Лаборатория знаний"" (ранее ""БИНОМ. Лаборатория знаний", 2015 .— 487 с. : ил. — (Методы в биологии) .— Библиогр. в конце разд .— ISBN 978-5-9963-2659-4 .— <URL: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66252">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66252</a> >.		
10	Основные моменты современных представлений о молекулярном механизме рекомбинации.	Применение молекулярных методов исследования в генетике [электронный ресурс] : Учебное пособие / Л. Н. Нефедова.— Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2019 .— 104 с. — ВО - Бакалавриат .— ISBN 978-5-16-009872-2 .— ISBN 978-5-16-101433-2 .— <URL: <a href="http://znanium.com/go.php?id=1033803">http://znanium.com/go.php?id=1033803</a> >.	4	
Всего			38,5	

## 5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля

### 5.1. Этапы формирования компетенций

Подраздел дисциплины	Компетенция	Индикатор достижения компетенции	
Подраздел 1.1. Структурная организация хромосом	ОПК-1 – Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	З	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
		У	ИД2 <sub>ОПК-1</sub>
		Н	ИД3 <sub>ОПК-1</sub>
Подраздел 1.2. Структурная организация хромосом	ОПК-1 – Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	З	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
		У	ИД2 <sub>ОПК-1</sub>
		Н	ИД3 <sub>ОПК-1</sub>
Подраздел 2.1. Митоз – основа бесполого размножения.	ОПК-1 – Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных	З	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
		У	ИД2 <sub>ОПК-1</sub>
		Н	ИД3 <sub>ОПК-1</sub>

	наук с применением информационно-коммуникационных технологий		
Подраздел 2.2 Мейоз как основа полового размножения	ОПК-1 – Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	З	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
		У	ИД2 <sub>ОПК-1</sub>
		Н	ИД3 <sub>ОПК-1</sub>

## 5.2. Шкалы и критерии оценивания достижения компетенций

### 5.2.1. Шкала оценивания достижения компетенций

Вид оценки	Оценки			
Академическая оценка по 4-х балльной шкале	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

### 5.2.2. Критерии оценивания достижения компетенций

#### Критерии оценки на зачете

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Зачтено, высокий	Студент выполнил все задания, предусмотренные рабочей программой, отчитался об их выполнении, демонстрируя отличное знание освоенного материала и умение самостоятельно решать сложные задачи дисциплины
Зачтено, продвинутый	Студент выполнил все задания, предусмотренные рабочей программой, отчитался об их выполнении, демонстрируя хорошее знание освоенного материала и умение самостоятельно решать стандартные задачи дисциплины
Зачтено, пороговый	Студент выполнил все задания, предусмотренные рабочей программой, отчитался об их выполнении, демонстрируя знание основ освоенного материала и умение решать стандартные задачи дисциплины с помощью преподавателя
Не зачтено, компетенция не освоена	Студент выполнил не все задания, предусмотренные рабочей программой или не отчитался об их выполнении, не подтверждает знание освоенного материала и не умеет решать стандартные задачи дисциплины даже с помощью преподавателя

#### Критерии оценки тестов

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Отлично, высокий	Содержание правильных ответов в тесте не менее 90%
Хорошо, продвинутый	Содержание правильных ответов в тесте не менее 75%
Удовлетворительно, пороговый	Содержание правильных ответов в тесте не менее 50%
Неудовлетворительно, компетенция не освоена	Содержание правильных ответов в тесте менее 50%

## Критерии оценки устного опроса

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Зачтено, высокий	Студент демонстрирует уверенное знание материала, четко выражает свою точку зрения по рассматриваемому вопросу, приводя соответствующие примеры
Зачтено, продвинутый	Студент демонстрирует уверенное знание материала, но допускает отдельные погрешности в ответе
Зачтено, пороговый	Студент демонстрирует существенные пробелы в знаниях материала, допускает ошибки в ответах
Не зачтено, компетенция не освоена	Студент демонстрирует незнание материала, допускает грубые ошибки в ответах

## Критерии оценки решения задач

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Зачтено, высокий	Студент уверенно знает методику и алгоритм решения задачи, не допускает ошибок при ее выполнении.
Зачтено, продвинутый	Студент в целом знает методику и алгоритм решения задачи, не допускает грубых ошибок при ее выполнении.
Зачтено, пороговый	Студент в целом знает методику и алгоритм решения задачи, допускает ошибок при ее выполнении, но способен исправить их при помощи преподавателя.
Не зачтено, компетенция не освоена	Студент не знает методику и алгоритм решения задачи, допускает грубые ошибки при ее выполнении, не способен исправить их при помощи преподавателя.

**5.3. Материалы для оценки достижения компетенций****5.3.1. Оценочные материалы промежуточной аттестации****5.3.1.1. Вопросы к экзамену**

Не предусмотрено

**5.3.1.2. Задачи к экзамену**

Не предусмотрено

**5.3.1.3. Вопросы к зачету с оценкой**  
Не предусмотрено

**5.3.1.4. Вопросы к зачету**

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1	Структурная организация хроматина эукариот.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
			ИД2 <sub>ОПК-1</sub>
			ИД3 <sub>ОПК-1</sub>
2	Морфологическая характеристика хромосом эукариот	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
			ИД2 <sub>ОПК-1</sub>
			ИД3 <sub>ОПК-1</sub>
3	Общая характеристика мейоза. Генетический контроль мейоза.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
			ИД2 <sub>ОПК-1</sub>
			ИД3 <sub>ОПК-1</sub>
4	Митоз. Генетический контроль митоза.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
			ИД2 <sub>ОПК-1</sub>
			ИД3 <sub>ОПК-1</sub>
5	Схема кроссинговера Холлидея.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
			ИД2 <sub>ОПК-1</sub>
			ИД3 <sub>ОПК-1</sub>
6	Схема кроссинговера Холлидея.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
			ИД2 <sub>ОПК-1</sub>
			ИД3 <sub>ОПК-1</sub>

**5.3.1.5. Перечень тем курсовых проектов (работ)**  
Не предусмотрены

**5.3.1.6. Вопросы к защите курсового проекта (работы)**  
Не предусмотрены

**5.3.2. Оценочные материалы текущего контроля**

**5.3.2.1. Вопросы тестов**

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1	Плечи одинаковой длины имеют: -метацентрические хромосомы; -изохромосомы; -acroцентрические хромосомы; -субметацентрические хромосомы.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
2	Генетически идентичные плечи имеют: -метацентрические хромосомы; -изохромосомы; -acroцентрические хромосомы; -субметацентрические хромосомы.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
3	К митотическому аппарату клетки относятся: -хромосомы, центриоли, нити веретена деления; -митохондрии, рибосомы, микротрубочки; -хромосомы, комплекс Гольджи, лизосомы.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>

4	Во время профазы: -образуется ядерная оболочка и ядрышко; -исчезает ядерная оболочка и ядрышко; -хромосомы расходятся к полюсам клетки; -происходит деспирализация хроматина.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
5	Движение хромосом к полюсам клетки осуществляется за счет: -циклоза; -сокращения хромосом; -сокращения нитей веретена деления.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
6	Профаза первого деления мейоза включает в себя следующие этапы: -лептотена, зиготена, пахитена, диплотена, диакинез; -интерфаза, метафаза, анафаза, телофаза, интеркинез; -пахитена, диакинез, метафаза, анафаза, телофаза; -интеркинез, профаза, метафаза, анафаза.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
7	На какой стадии первого деления мейоза происходит образование бивалентов и -кроссинговер: -профаза, метафаза; -лептотена, зиготена; -зиготена, пахитена; -пахитена, диплотена.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
8	Во время анафазы первого деления мейоза происходит: -«сползание» хиазм и расхождение гомологичных хромосом к полюсам клетки; -расхождение сестринских хроматид к полюсам клетки; -обмен гомологичными участками между гомологичными хромосомами; -образование синаптонемального комплекса.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
9	Количество поличенных хромосом в клетке равно: -гаплоидному набору; -диплоидному набору; -тетраплоидному набору; -триплоидному набору.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
10	Организм, клетки которого содержат 4 генома: -тетрасомик; -тетраплоид; -тетрада.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
11	Первый метод дифференциального окрашивания хромосом был разработан в 1968 году. Кто его автор? -Флеминг; -Чистяков; -Тио и Леван; -Касперсон	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
12	На первом уровне компактизации хроматина при взаимодействии ДНК с гистонами образуются: -нуклеосомы; -нуклеомеры; -хромомеры; -хромонемы	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
13	Диминуция хроматина - это:	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>

	-запрограммированное уничтожение части генетического материала; -запрограммированная гибель клетки; -уменьшение размера хромосом из-за потери части генетического материала.		
14	Характерный для вида набор хромосом называют: -идиограммой; -кариотипом; -геномом; -генотипом	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
15	Объединение политенных хромосом <i>Drosophila melanogaster</i> в центромерных участках называется: -хромомерой; -хромоцентром; -хромонемой.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
16	Транскрипционно активный хроматин это: -факультативный гетерохроматин; -конститутивный гетерохроматин; -эухроматин.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
17	Мутации, обуславливающие отсутствие конъюгации гомологичных хромосом, называются мутациями: -асинапсиса; -десинапсиса; -индискриминантного синапсиса.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
18	Спутник хромосомы, локализованный на ее конце, называется: -линейным; -терминальным; -интеркалярным.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
19	Условием для осуществления кроссинговера является возникновение: -двухцепочечных разрывов в ДНК; -одноцепочечных разрывов в цепях ДНК одинаковой направленности; -одноцепочечных разрывов в цепях ДНК разной направленности; -хромосомных разрывов.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
20	Хроматидные мутации возникают на: -стадии G <sub>1</sub> клеточного цикла; -стадии анафазе клеточного цикла; -стадии G <sub>2</sub> клеточного цикла.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
21	К межхромосомным перестройкам относятся: -делеция, инверсия; -делеция, дупликация; -делеция, транслокация; -инверсия.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
22	При делеции: -происходит потеря участка хромосомы ; -происходит перемещение участка одной хромосомы в другую; -происходит удлинение хроматиды за счет встраивания участка другой, сестринской; -происходит переворот внутреннего участка хромосомы на 180°.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>

23	При инверсии происходит: -потеря участка хромосомы ; -перемещение участка одной хромосомы в другую; -удлинение хроматиды за счет встраивания участка другой, сестринской; -переворот внутреннего участка хромосомы на 180°.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
24	«Запирателями» кроссинговера называют: -инверсии; -дупликации; -делеции; -транслокации.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
25	Объединение двух акроцентрических хромосом в центромерной области называется: -симметричная транслокация; -не реципрокная транслокация; -робертсоновская транслокация.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
26	К сбалансированным хромосомным перестройкам можно отнести: -инверсии; -дилеции; -дупликации.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
27	К несбалансированным хромосомным перестройкам можно отнести: -инверсии, делеции; -дилеции, дупликации; -дупликации, транслокации.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
28	В результате сбалансированных хромосомных перестроек формируются особи: -фенотипически нормальные; -фенотипически ненормальное.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
29	Несбалансированных хромосомные перестройки: -меняют дозовое соотношение генов; -не меняют дозовое соотношение генов.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
30	Перемещение участков хромосомы в другие локусы (точки) этой же хромосомы называется: -транспозиции; -транслокации; -инверсии.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>

### 5.3.2.2. Вопросы для устного опроса

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1	Дополнительные или В-хромосомы.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
2	Структурные изменения хромосом.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
3	Цитологический и генетический методы выявления транслокаций	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
4	Генетический и цитологический методы выявления дупликаций и нехваток.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
5	Цитологические механизмы сегрегации, рекомбинации, конъюгации хромосом в клеточном цикле.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
6	Цитогенетические механизмы стерильности.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>

7	Мутации асинапсиса, десинапсиса и индискриминального синапсиса	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
8	Мобильные генетические элементы, их типы и строение.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
9	Генетический анализ высокой мутабельности гена <i>al</i> у кукурузы	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
10	Контролирующие элементы и высокая мутабельность у кукурузы.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
11	Парамутации у кукурузы и томатов.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
12	Синатонемный комплекс, его строение и функции.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
13	Значение гомологичной и распределительной конъюгации.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
14	Кроссинговер между сестринскими хроматидами.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
15	Факторы, влияющие на кроссинговер	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
16	Связь кроссинговера с синтезом ДНК.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
17	Основные моменты современных представлений о молекулярном механизме рекомбинации.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
18	Получение и использование гаплоидов.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
19	Создание и использование серии анеуплоидов	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>
20	Использование полиплоидов в селекции.	ОПК-1	ИД1 <sub>ОПК-1</sub>

### 5.3.2.3. Задачи для проверки умений и навыков

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1	Провести расчет различных характеристик микроскопа объектива	ОПК-1	ИД2 <sub>ОПК-1</sub> ИД3 <sub>ОПК-1</sub>
2	Рассчитать диаметр пыльцевых зерен в мкм	ОПК-1	ИД2 <sub>ОПК-1</sub> ИД3 <sub>ОПК-1</sub>
3	Рассчитать индекс митотической активности клеток	ОПК-1	ИД2 <sub>ОПК-1</sub> ИД3 <sub>ОПК-1</sub>
4	Подобрать окуляр с нужным увеличением	ОПК-1	ИД2 <sub>ОПК-1</sub> ИД3 <sub>ОПК-1</sub>

### 5.3.2.4. Перечень тем рефератов, контрольных, расчетно-графических работ

Не предусмотрено

### 5.3.2.5. Вопросы для контрольной (расчетно-графической) работы

Не предусмотрено

## 5.4. Система оценивания достижения компетенций

### 5.4.1. Оценка достижения компетенций в ходе промежуточной аттестации

ОПК-1 – Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий				
Индикаторы достижения компетенции <u>ОПК-1</u>		Номера вопросов и задач		
Код	Содержание	вопросы к зачету	задачи к экзамену	вопросы по курсовому проекту (работе)
ИД1 <sub>ОПК-1</sub>	Знает методику расчета норм высева семян, посадочного материала, доз внесения удобрений и пестицидов	1-6		-

ИД2 <sub>ОПК-1</sub>	Определяет общую потребность в семенном и посадочном материала	1-6		-
ИД3 <sub>ОПК-1</sub>	Составлять заявки на приобретение семенного и посадочного материала исходя из общей потребности в их количестве	1-6		-

#### 5.4.2. Оценка достижения компетенций в ходе текущего контроля

ОПК-1 – Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий				
Индикаторы достижения компетенции ОПК-1		Номера вопросов и задач		
Код	Содержание	вопросы тестов	вопросы устного опроса	задачи для проверки умений и навыков
ИД1 <sub>ОПК-1</sub>	Знает методику расчета норм высева семян, посадочного материала, доз внесения удобрений и пестицидов	1-30	1-20	
ИД2 <sub>ОПК-1</sub>	Определяет общую потребность в семенном и посадочном материала			1-4
ИД3 <sub>ОПК-1</sub>	Составлять заявки на приобретение семенного и посадочного материала исходя из общей потребности в их количестве			1-4

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Рекомендуемая литература

№	Библиографическое описание	Тип издания	Вид учебной литературы
1	Нефедова, Л. Н. Применение молекулярных методов исследования в генетике : учебное пособие / Л. Н. Нефедова. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 104 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-019028-0. - Текст : электронный. - URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/2083223">https://znanium.com/catalog/product/2083223</a>	Учебное	Основная
2	Пухальский В.А Практикум по цитологии и цитогенетике растений: Учеб. Пособие по направлению «Агрономия»/В.А. Пухальский, А.А. Соловьев, Е.Д. Бадаева, В.Н. Юрцев.-М.: КолосС, 2007.-С.135-139.	Учебное	Дополнительная
3	Цитогенетика [Электронный ресурс] : методические указания по изучению дисциплины для обучающихся по направлению 35.03.04 «Агрономия» профиль Селекция и генетика сельскохозяйственных культур / Воронежский государственный аграрный университет ; [сост. Г. Г. Голева] .— Электрон. текстовые дан. (1 файл : 338 Кб) .— Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2019.— Режим доступа.— <URL: <a href="http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m154873.pdf">http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m154873.pdf</a> >.	Методическое	
4	Цитогенетика [Электронный ресурс] : методические указания по организации самостоятельной работы для	Методическое	

	обучающихся по направлению 35.03.04 «Агрономия» профиль Селекция и генетика сельскохозяйственных культур / Воронежский государственный аграрный университет ; [сост. Г. Г. Голева] .— Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2019.— Режим доступа.— <URL: <a href="http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m154874.pdf">http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m154874.pdf</a> >.		
5	Аграрная наука	Периодическое	
6	Вестник российской сельскохозяйственной науки	Периодическое	
7	Достижения науки и техники АПК	Периодическое	
8	Зерновое хозяйство	Периодическое	
9	Российская сельскохозяйственная наука	Периодическое	
10	Селекция, семеноводство и генетика	Периодическое	
11	Сельскохозяйственная биология	Периодическое	

## 6.2. Ресурсы сети Интернет

### 6.2.1. Электронные библиотечные системы

№	Название	Размещение
1	Лань	<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>
2	ZNANIUM.COM	<a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>
3	ЮРАЙТ	<a href="http://www.biblio-online.ru/">http://www.biblio-online.ru/</a>
4	IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
5	E-library	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
6	Электронная библиотека ВГАУ	<a href="http://library.vsau.ru/">http://library.vsau.ru/</a>

### 6.2.2. Профессиональные базы данных и информационные системы

№	Название	Размещение
1	Портал открытых данных РФ	<a href="https://data.gov.ru/">https://data.gov.ru/</a>
2	Справочная правовая система Консультант Плюс	<a href="http://ivo.garant.ru">http://ivo.garant.ru</a>
3	Аграрная российская информационная система.	<a href="http://www.aris.ru/">http://www.aris.ru/</a>
4	Информационная система по сельскохозяйственным наукам и технологиям	<a href="http://agris.fao.org/">http://agris.fao.org/</a>

### 6.2.3. Сайты и информационные порталы

№	Название	Размещение
1	Все ГОСТы	<a href="http://vsegost.com/">http://vsegost.com/</a>
2	ФГБУ «Госсорткомиссия»	<a href="https://gossortrf.ru/">https://gossortrf.ru/</a>
3	ФГБУ Россельхозцентр	<a href="https://rosselhocenter.com/">https://rosselhocenter.com/</a>

## 7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 7.1. Помещения для ведения образовательного процесса и оборудование

#### 7.1.1. Для контактной работы

№ уч. корп.	№ ауд.	Статус аудитории	Перечень оборудования
1	268	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Комплект учебной мебели, мультимедийное оборудование, экран.
1	248а	Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа	Комплект учебной мебели, раздаточный материал для определения видов и разновидностей пшеницы, овса, ячменя, подвидов кукурузы, табличный материал, чашки Петри, фильтровальная бумага, гербарные образцы сортов с.-х. культур, разборные доски, шпатели, весы, линейки, сноповый материал для апробации с.-х. культур, микроскопы, весы, влагомер, диафаноскоп, счетчик семян.
1	224, 120, 122, 122а 146а	Учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект учебной мебели. Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.
1	269	Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Мебель для хранения и обслуживания учебного оборудования, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий

#### 7.1.2. Для самостоятельной работы

№ уч. корп.	№ ауд.	Название аудитории	Перечень оборудования
3	219	Помещение для самостоятельной работы	Комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно - образовательную среду

### 7.2. Программное обеспечение

#### 7.2.1. Программное обеспечение общего назначения

№	Название	Размещение
1	Операционные системы MS Windows / Linux	ПК в локальной сети ВГАУ
2	Пакеты офисных приложений Office MS Windows / OpenOffice	ПК в локальной сети ВГАУ
3	Программы для просмотра файлов Adobe Reader / DjVu Reader	ПК в локальной сети ВГАУ
4	Браузеры Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer	ПК в локальной сети ВГАУ
5	Антивирусная программа DrWeb ES	ПК в локальной сети ВГАУ
6	Программа-архиватор 7-Zip	ПК в локальной сети ВГАУ
7	Мультимедиа проигрыватель MediaPlayer Classic	ПК в локальной сети ВГАУ
8	Платформа онлайн-обучения eLearning server	ПК в локальной сети ВГАУ
9	Система компьютерного тестирования AST Test	ПК в локальной сети ВГАУ

#### 7.2.2. Специализированное программное обеспечение

№	Название	Размещение
1	Пакет статистической обработки данных Statistica	ПК ауд.122а (К1)

### 8. Междисциплинарные связи

Дисциплина, с которой необходимо согласование	Кафедра, на которой преподается дисциплина	Подпись заведующего кафедрой
Генетика	Селекции, семеноводства и биотехнологии	

### Приложение 1

#### Лист периодических проверок рабочей программы и информация о внесенных изменениях

Должностное лицо, проводившее проверку: Ф.И.О., должность	Дата	Потребность в корректировке указанием соответствующих разделов рабочей программы	Информация о внесенных изменениях
Зав кафедрой селекции, семеноводства и биотехнологии Голева Г.Г. 	05.06.2024 Протокол №11	Не требуется	РП актуализирована на 2024-2025 уч.год