

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

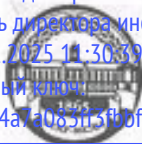
ФИО: Акчурин Сергей Владимирович

Должность: Заместитель директора института зоотехнии и биологии

Дата подписания: 17.11.2025 14:30:39

Уникальный программный идентификатор:

7abcc100773ae7c9cceb4a7a083ff38b0f160d2a



**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 Агробиотехнологии  
Кафедра генетики, селекции и семеноводства

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора института  
зоотехнии и биологии  
Акчурин С.В.  
«26» ноября 2025 г.



УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора института  
агробиотехнологий  
Шитикова А.В.  
«26» ноября 2025 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.28 «ЦИТОЛОГИЯ С ОСНОВАМИ ЦИТОГЕНЕТИКИ»**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направления: 05.03.04 Гидрометеорология  
06.03.01 Биология  
19.03.01 Биотехнология  
35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение  
35.03.04 Агрономия

Курс 2  
Семестр 3

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчики:

Вертикова Е.А., д.с.-х.н., профессор Верт «25» июня 2025г.  
(подпись)

Барнашова Е.К., к.с.-х.н., доцент У «25» июня 2025г.  
(подпись)

Овсянников В.В., ассистент О «25» июня 2025г.  
(подпись)

Симагина А.С., ассистент С «25» июня 2025г.  
(подпись)

Рецензент Моисеенко К.В., кандидат биологических наук, доцент кафедры биотехнологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Мо «25» июня 2025г.  
(подпись)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ПООП, профессиональных стандартов и учебных планов по направлениям подготовки 05.03.04 Гидрометеорология, 06.03.01 Биология, 19.03.01 Биотехнология, 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, 35.03.04 Агрономия.

Программа обсуждена на заседании кафедры генетики, селекции и семеноводства протокол № 82 от «25» июня 2025г.

Зав. кафедрой Вертикова Е.А., д.с.-х.н., Верт «25» июня 2025г.  
(подпись)

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института агробиотехнологии Шитикова А.В., д.с.-х.н., профессор Ш «25» июня 2025г.  
(подпись)

Председатель учебно-методической комиссии института зоотехнии и биологии д.б.н., профессор Маннапов А.Г. М «26» 08 2025г.  
(подпись)

/Заведующий отделом комплектования ЦНБ  
Зам. директора ЦНБ

У Ермаков А.В.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ.....</b>	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>5</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....</b>	<b>5</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	<b>6</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>8</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ.....	8
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.3 ЛЕКЦИИ, ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ.....	13
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....</b>	<b>16</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>16</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	16
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	18
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>18</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	18
7.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	19
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО- ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>19</b>
<b>9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>20</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>21</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	21
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>22</b>

**АННОТАЦИЯ**  
**рабочей программы учебной дисциплины**  
**Б1.О.28 «Цитология с основами цитогенетики» для подготовки**  
**бакалавра по направлениям 05.03.04 Гидрометеорология, 06.03.01**  
**Биология, 19.03.01 Биотехнология, 35.03.03 Агрохимия и**  
**агропочвоведение, 35.03.04 Агрономия.**

**Цель освоения дисциплины:** изучение особенностей организации, развития и функционирования растительных клеток во взаимосвязи с выполняемыми ими функциями; изучение связи между наследованием признаков и числом и строением хромосом; получение практических навыков по применению современных цитогенетических методов в генетике, селекции и семеноводстве. Дисциплина направлена на ознакомление студентов с классическими и современными цитогенетическими методами для использования их в селекционно-генетических исследованиях.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в обязательную часть дисциплин учебного плана по направлениям подготовки 05.03.04 «Гидрометеорология», 06.03.01 «Биология», 19.03.01 «Биотехнология», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 35.03.04 «Агрономия».

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5.

**Краткое содержание дисциплины:**

В курсе «Цитология с основами цитогенетики» подробно рассматриваются следующие темы: особенности устройства микроскопа и цитологическая микротехника, структура растительной клетки, клеточный цикл, структура, функции и абберрации хромосом, методы идентификации хромосом, особенности мейотического деления диплоидов, полиплоидов и отдаленных гибридов, микроспорогенез и развитие мужских гамет, макроспорогенез и развитие женских гамет, двойное оплодотворение, развитие семени и апомиксис.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Цитология с основами цитогенетики», являются «Микробиология с основами иммунологии» - 2 сем, «Теория эволюции» - 2, «Ботаника» - 1 сем.

Дисциплина «Цитология с основами цитогенетики» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Омиксные технологии» - 5 сем и необходимой для проведения научно-исследовательских работ и прохождения производственной практики.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 108 часов / 3 зач.ед.

**Промежуточный контроль:** зачет.

## **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Цитология с основами цитогенетики» является изучение особенностей организации, развития и функционирования растительных клеток во взаимосвязи с выполняемыми ими функциями; изучение связи между наследованием признаков и числом и строением хромосом; получение практических навыков по применению современных цитогенетических методов в генетике, селекции и семеноводстве. Дисциплина направлена на ознакомление студентов с классическими и современными цитогенетическими методами для использования их в селекционно-генетических исследованиях.

В ходе изучения дисциплины студент приобретает знания и приобретает навыки работы с цитологической техникой, осваивает физические и цитохимические методы исследования клеток, различные методы изготовления препаратов, изучает ультраструктуру клеток, структуру и aberrации хромосом, особенности митоза, мейоза, развитие мужских и женских гамет.

Цель дисциплины соотносится с общими целями основной профессиональной образовательной программы (ОПОП ВО) по направлениям подготовки 05.03.04 «Гидрометеорология», 06.03.01 «Биология», 19.03.01 «Биотехнология», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 35.03.04 «Агрономия».

### **1. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина включена в обязательную часть дисциплин учебного плана по направлениям подготовки 05.03.04 «Гидрометеорология», 06.03.01 «Биология», 19.03.01 «Биотехнология», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 35.03.04 «Агрономия».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Цитология с основами цитогенетики», являются «Микробиология с основами иммунологии» - 2 сем, «Теория эволюции» - 2, «Ботаника» - 1 сем.

Дисциплина «Цитология с основами цитогенетики» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Омиксные технологии» - 5 сем и необходимой для проведения научно-исследовательских работ и прохождения производственной практики.

Особенностью дисциплины является последовательное изучение основ цитологии: основные понятия, классификация методов и объектов исследований, знание современного оборудования и принципов их работы при использовании различных методов цитогенетики в селекционно-генетических исследованиях. Дисциплина является наукоемкой и комплексной, требующей знаний предшествующих дисциплин.

Текущая оценка знаний студентов проводится с помощью устных опросов (защита лабораторных работ).

Промежуточный контроль – зачет.

Рабочая программа дисциплины «Цитология с основами цитогенетики» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких

обучающихся.

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

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

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи	Систематизацию живых организмов, строение и жизненный цикл клетки; основные закономерности химии, общей физики	Актуализировать ранее приобретенные знания о строении и функционировании живых организмов для осознания и систематизации вновь полученной информации	Основными ресурсами поиска информации в области биологии
			УК-1.2 Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи	Принципы кариотипирования, методы идентификации хромосом и хромосомных aberrаций, новейшие методы исследований растительной клетки для объяснения взаимосвязи генотипа и фенотипа	Работать с микроскопом правильно отбирать и фиксировать растительный материал, изготавливать временные и постоянные препараты из различных растительных тканей, проводить цитологический анализ клеток и тканей, использовать основные методы исследований хромосом, применяемые в селекционно-генетической практике	цитологическими методами изучения растительных клеток различных тканей; применять полученные при изучении дисциплины навыки для решения задач профессиональной деятельности
			УК-1.3 Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки	Клеточную теорию, особенности органоидов клетки, строение и функции клеточных мембран.	Находить в информационном пространстве учебные материалы; структурировать изложение процессов функционирования клеток; доказывать	Построением ответа по вопросам функционирования клеток; научной аргументацией в области общей цитологии; методикой сходства и различия

					положения клеточной теории; анализировать сходства и различия разных анализа цитологических органоидов клетки.	разных анализа цитологических различий.
			УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности	Наглядные и аналитические формы представления учебных данных.	Делать сообщения или доклады в устном виде и в виде презентаций-проектов.	Методиками создания и представления электронных презентаций.
			УК-1.5 Определяет и оценивает последствия возможных решений задачи	Знать требования техники безопасности при проведении лабораторных работ.	Работать с различными видами микроскопической техники.	Комплексом лабораторных методов в области цитологии.
2	УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1 Применяет знание о своих ресурсах и их пределах (личностных, ситуативных, временных и т.д.), для успешного выполнения порученной работы	Основы организации и виды самостоятельной работы, порядок выполнения домашних заданий и написания отчетов.	Работать с различными видами информационных источников.	Методикой составления отчёта по выполнению домашних заданий и составления отчётов.



			<p>УК-6.2 Понимает важность планирования перспективных целей собственной деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда</p>	<p>Демонстрировать углубленные представления об основах молекулярной биологии клетки, современных достижениях и перспективах развития, концептуальные основы и методические приемы молекулярной биологии; основные закономерности процессов роста и развития на разных этапах онтогенеза;</p>	<p>Демонстрировать базовые представления о разнообразии биологических объектов; использовать знание принципов клеточной организации биологических объектов, их структурной и функциональной организации, объяснить участие различных клеточных структур в механизмах хранения, передачи и реализации наследственной информации; определять фазы, типы роста, этапы онтогенеза.</p>	<p>Комплексом лабораторных методов исследований; современной аппаратурой и оборудованием для выполнения цитологических исследований представлениями о роли государства и его инструментах в регулировании научно-исследовательских работ по клеточным и цитогенетическим направлениям.</p>
			<p>УК-6.3 Реализует намеченные цели деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда</p>	<p>теоретические основы и базовые представления принципов структурной и функциональной организации биологических объектов</p>	<p>выделять диагностические признаки, определять и описывать предложенный объект; аргументировать полученные знания при обсуждении вопросов, связанных с проблемами биологического разнообразия.</p>	<p>биофизической терминологией; навыками лабораторного эксперимента; навыками идентификации клетки в состоянии плазмолиза и лизиса; способностью определять фазы митоза на микропрепаратах; информацией о молекулярных механизмах жизнедеятельности тканей; способами идентификации микроскопируемых</p>

						объектов; приемами изучения клетки растений, грибов и животных.
			<p>УК-6.4 Критически оценивает эффективность использования времени и других ресурсов при решения поставленных задач, а также относительно полученного результата</p>	<p>принципы и разрешающие возможности микроскопических, биохимических и физико-химических методов изучения клеток и тканей отличия, растений и животных; отличительные особенности различных жизненных форм живых организмов ; разнообразие и принципы идентификации и классификации растений, грибов и грибоподобных организмов; высших и низших животных; устройство светового микроскопа и правила работы с ним; отличия временных и постоянных препаратов; правила оформления схематического рисунка.</p>	<p>применять основные физиологические методы анализа и оценки состояния живых систем; применять различные методы изучения и интерпретировать полученные знания;демонстрировать базовые представления о разнообразии биологических объектов; использовать знание принципов клеточной организации биологических объектов, их структурной и функциональной организации, объяснить участие различных клеточных структур</p>	<p>комплексом лабораторных методов исследований; современной аппаратурой и оборудованием для выполнения цитологических исследований</p>
			<p>УК-6.5 Демонстрирует интерес к учебе и использует предоставляемые возможности для приобретения новых знаний и навыков</p>	<p>Методы построения ответа по вопросам функционирования клеток.</p>	<p>Анализировать научные зарисовки исследуемых объектов.</p>	<p>Научной аргументацией в области общей цитологии; методикой анализа цитологических различий.</p>

## 2. 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	
	час.	в т.ч. по семестрам № 3
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>		
<b>Аудиторная работа</b>	<b>68,25</b>	<b>68,25</b>
<i>лекции (Л)</i>	34	34
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	34	34
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25	0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>39,75</b>	<b>39,75</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	30,75	30,75
<i>Подготовка к зачету (контроль)</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:	зачет	

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПКР	
<b>Раздел 1. Введение</b>	<b>5,40</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>3,40</b>
Тема 1.1 Цитология как наука о клетке	5,40	2	-	-	3,40
<b>Раздел 2. Цитологическая микротехника</b>	<b>15,40</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>3,40</b>
Тема 2.1 Основы работы с микроскопом	7,70	2	4	-	1,70
Тема 2.2 Методы наблюдений под микроскопом	7,70	2	4	-	1,70
<b>Раздел 3. Ультраструктура растительной клетки</b>	<b>6,40</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>3,40</b>
Тема 3.1 Строение растительной клетки	6,40	3	-	-	3,40
<b>Раздел 4. Клеточный цикл</b>	<b>11,40</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>3,40</b>
Тема 4.1. Общая характеристика процессов, происходящих в клеточном цикле живых организмов	11,40	4	4	-	3,40
<b>Раздел 5. Структура, функции и aberrации хромосом</b>	<b>23,40</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>3,40</b>
Тема 5.1 Структура, химический состав, морфология и функции хромосом	16,70	3	12	-	1,70
Тема 5.2 Структурные изменения хромосом (aberrации)	6,70	3	2	-	1,70
<b>Раздел 6 Мейоз</b>	<b>11,70</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>3,40</b>
Тема 6.1 Мейоз как основа полового размножения	5,70	2	2	-	1,70
Тема 6.2 Мейоз у межвидовых и межродовых гибридов	5,70	2	2	-	1,70
<b>Раздел 7. Микроспорогенез и развитие мужских гамет</b>	<b>7,40</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>3,40</b>
Тема 7.1 Микроспорогенез и развитие мужских гамет	7,40	4	-	-	3,40
<b>Раздел 8 Макроспорогенез и развитие женских гамет</b>	<b>9,40</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>3,40</b>
Тема 8.1 Макроспорогенез и развитие женских гамет	9,40	4	2	-	3,40
<b>Раздел 9 Двойное оплодотворение, развитие семени.</b>	<b>9,55</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>3,55</b>
Тема 9.1 Двойное оплодотворение, развитие семени.	9,55	3	2	-	3,55
<i>подготовка к зачету (контроль)</i>	9	-	-	-	9
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25	-	-	0,25	-
<b>Всего за 3 семестр</b>	<b>108</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>0,25</b>	<b>39,75</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>0,25</b>	<b>39,75</b>

## **Раздел 1. Введение.**

Тема 1. 1 Цитология как наука о клетке.

Методы и задачи цитологии. Эукариоты и прокариоты как разные типы клеточной организации. История изучения клетки. Клеточная теория, ее суть и значение. Достижения цитологии. Использование цитологических методов в генетике, селекции, физиологии и биотехнологии. Место цитологии среди других наук.

## **Раздел 2. Цитологическая микротехника.**

Тема 2.1 Основы работы с микроскопом.

Устройство светового микроскопа и подготовка его к работе. Типы микроскопов. Понятие о разрешающей способности и нумерической апертуре. Сферическая и хроматическая аберрации. Правило подбора окуляра. Осветители. Установка освещения в соответствии с принципом Келлера.

Тема 2.2 Методы наблюдений под микроскопом.

Светлое поле, темное поле, фазовый контраст. Люминесцентная микроскопия. Флуоресцентная микроскопия. Геномная и флуоресцентная гибридизация *in situ*. Электронная микроскопия. Измерение микроскопических объектов. Окуляр-микрометр и объект-микрометр. Основные этапы приготовления временных и постоянных препаратов. Выбор и подготовка материала к фиксации. Предварительная обработка материала перед фиксацией. Фиксирующие жидкости. Общие правила фиксации. Окрашивание препаратов. Монохромное и дифференциальное окрашивание хромосом. Красители, используемые в цитологических исследованиях. Дифференцировка препаратов. Методы приготовления временных препаратов. Методы приготовления временных препаратов и их перевода в постоянные. Цитохимические методы исследования клеток. Реакция на белки, ферменты, нуклеиновые кислоты, полисахариды, жиры и др. Использование гистохимических методов в оценке различных типов устойчивости растений. Основы физических методов определения локализации и количества различных веществ в клетке: цитофотометрия, интерференционная микроскопия. Фиксирование изображения. Фотографирование микрообъектов.

## **Раздел 3. Ультраструктура растительной клетки.**

Тема 3.1 Строение растительной клетки.

Поверхностный аппарат клетки, ее формирование, основные компоненты, строение и функции. Плазмодесмы. Плазмолемма, ее химический состав, строение и функции. Эктоплазма и микротрубочки. Цитоплазма и гиалоплазма, их химический состав, структурные компоненты и функции. Эндоплазматическая сеть. Рибосомы эукариот и прокариот. Аппарат Гольджи, лизосомы, сферосомы. Органоиды энергетического обмена: пластиды, митохондрии, вакуоли. Ядро, его структура, химический состав и функции. Хроматин интерфазного ядра. ДНК и гистоны, их связь. Структурная организация хроматина. Уровни компактизации хроматина.

## **Раздел 4. Клеточный цикл.**

Тема 4.1 Общая характеристика процессов, происходящих в клеточном цикле живых организмов.

Клеточный цикл и его периоды. Изменение активности и морфологии хромосом на разных этапах клеточного цикла. Фазы митоза и их цитогенетическая характеристика. Генетический контроль митоза. Митотический аппарат. Цитокинез. Факторы, влияющие на митоз. Суточные ритмы митоза. Митотический индекс. Амитоз. Эндомитоз. Политения. Понятие о полиплоидии и основном числе хромосом. Механизмы возникновения полиплоидов. Митотическая и мейотическая полиплоидизация. Автополиплоиды и аллополиплоиды. Анеуплоиды: моносомии, нуллисомии, трисомии, тетрасомии и др.

## **Раздел 5. Структура, функции и aberrации хромосом.**

Тема 5.1 Структура, химический состав, морфология и функции хромосом.

Реакция Фельгена для выявления ДНК. Интерфазные и митотические хромосомы. Изменения хромосом в клеточном цикле. Метафазные хромосомы и их классификация. Первичная и вторичная перетяжки хромосом. Ядрышковый организатор. Гетерохроматиновые и эухроматиновые участки хромосом. Гомологичные и гомеологичные хромосомы. Дополнительные хромосомы. Кариотип, кариограмма и идиограмма. Методы идентификации хромосом. Редупликация и транскрипционная активность хромосом. Метод «распластывания клеток» и дифференциальное окрашивание хромосом.

Тема 5.2 Структурные изменения хромосом (aberrации).

Повреждения хромосом при ионизирующих излучениях, химических мутагенах и длительном хранении семян. Типы aberrаций: дупликации, инверсии, делеции и транслокации. Дицентрические и телоцентрические хромосомы. Изохромосомы. Методы анализа хромосомных aberrаций: метафазный и анафазный. Использование в селекции структурных перестроек хромосом.

## **Раздел 6. Мейоз.**

Тема 6.1 Мейоз как основа полового размножения.

Биологическое значение мейоза. Типы мейоза: гаметический, зиготический и спорный. Отличия мейоза от митоза. Генетический контроль мейоза. Спорогенные ткани. Первое и второе деления мейоза, их фазы и стадии. Конъюгация гомологичных хромосом и образование бивалентов. Понятие о кроссинговере и хиазмах. Синаптонемный комплекс, его образование и функции. Пахитенный анализ и его использование для идентификации хромосом. Образование тетрад и их расположение.

Тема 6.2 Мейоз у межвидовых и межродовых гибридов.

Образование унивалентов и мультивалентов. Нарушения в мейозе: отставание отдельных хромосом, совмещение первого и второго делений, асинхронность делений, образование микроядер, триады, пентады и т.д. Мейоз у

автополиплоидов и амфидиплоидов. Типы конъюгации хромосом по Г.Д. Карпеченко.

## **Раздел 7. Микроспорогенез и развитие мужских гамет.**

Тема 7.1 Микроспорогенез и развитие мужских гамет. Строение пыльника и его развитие. Спорогенная ткань. Тапетум, его роль и типы. Ход мейоза в микроспороцитах. Сукцессивный и симультантный тип образования тетрад. Формирование тетрад у однодольных и двудольных растений. Микрогаметогенез. Образование вегетативной и генеративной клеток, спермиев. Использование одноядерных пыльцевых зерен для получения гаплоидов и подсчета хромосом. Особенности морфологии пыльцевых зерен различных с.-х. культур. Формирование экзины и интины пыльцевого зерна. Оболочка пыльцевого зерна, химический состав, роль при опылении растений. Жизнеспособность и фертильность пыльцы, методы их определения. Типы стерильности пыльцы. Сперматогенез у животных и человека.

## **Раздел 8. Макроспорогенез и развитие женских гамет.**

Тема 8.1 Макроспорогенез и развитие женских гамет.

Строение пестика высших растений. Семяпочка, ее развитие и строение. Типы семязачатков. Нуцеллус, его типы. Развитие женского археспория. Мейоз макроспороцита и образование тетрады макроспор. Развитие зародышевого мешка. Особенности деления ядер в зародышевом мешке. Типы зародышевых мешков у различных с.-х. культур и принципы их классификации. Формирование зародышевого мешка Polygonum- и Allium-типа. Яйцеклетка, синергиды, центральное ядро, антиподы зародышевого мешка. Гигантские хромосомы в антиподах. Пloidность компонентов зародышевого мешка. Гипостаза. Стерильные семязачатки. Овогенез у животных и человека.

## **Раздел 9. Двойное оплодотворение. Развитие семени.**

Тема 9.1 Двойное оплодотворение. Развитие семени.

Фазы оплодотворения у растений. Пыльцевая трубка, ее развитие и организация. Типы проникновения пыльцевых трубок в завязь: порогамия, халазогамия, мезогамия. Рост пыльцевой трубки однодольных и двудольных растений. Двойное оплодотворение у растений. Работы С.Г. Навашина в области двойного оплодотворения. Конкурентоспособность пыльцы при оплодотворении, методы ее изучения и способы уменьшения. Зигота и типы ее образования: предмитотический, промежуточный и постмитотический. Типы развития эндосперма и его ploидность. Строение и стадии развития зародышей однодольных и двудольных растений. Выращивание зародышей на искусственной питательной среде (эмбриокультура in vitro). Соматическая гибридизация в культуре клеток и ее значение в клеточной инженерии. Апомиксис и амфимиксис. Партеногенез (гиногенез и андрогенез), апогамия, апоспория и адвентивная эмбриония. Значение апомиксиса в селекции.

### 4.3 Лекции, лабораторные занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций, лабораторного практикума и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и лабораторных работ	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол- во часов
1.	Раздел 1 «Введение»				
	Тема 1.1 Цитология как наука о клетке	Лекция № 1 Цитология как наука о клетке	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5	-	2
2.	Раздел 2 «Цитологическая микротехника»				
	Тема 2.1. Основы работы с микроскопом	Лекция № 2 Основы работы с микроскопом	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5	-	2
		Лабораторная работа № 1 Строение микроскопа. Правила работы с биологическими микроскопами		устный опрос (защита лабораторной работы)	2
	Лабораторная работа №2 Измерение микрообъектов	устный опрос (защита лабораторной работы)		2	
	Тема 2.2. Методы наблюдений под микроскопом	Лекция №3 Методы наблюдений под микроскопом		-	2
		Лабораторная работа №3 Фазово-контрастная микроскопия		устный опрос (защита лабораторной работы)	2
		Лабораторная работа №4 Флуоресцентная микроскопия. Метод темного поля			2
3.	Раздел 3 «Ультраструктура растительной клетки»				
	Тема 3.1. Строение растительной клетки	Лекция № 4 Строение растительной клетки	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5	-	3
4.	Раздел 4 «Клеточный цикл»				
	Тема 4.1 Общая характеристика	Лекция № 5 Клеточный цикл и фазы митоза у растительных организмов	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5	-	4



№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и лабораторных работ	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	процессов, происходящих в клеточном цикле живых организмов	Лабораторная работа №5 Приготовление препаратов из корневых меристем растений	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5	устный опрос (защита лабораторной работы)	2
		Лабораторная работа №6 Косвенные методы определения плоидности растений			2
5.	Раздел 5 «Структура, функции и aberrации хромосом»				
	Тема 5.1 Структура, химический состав, морфология функции хромосом	Лабораторная работа №7 Кариологический анализ	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5	устный опрос (защита лабораторной работы)	2
		Лабораторная работа №8 Определение митотического индекса в меристемах корешка			2
		Лабораторная работа №9 Приготовление препаратов политенных хромосом			2
		Лабораторная работа №10 Перевод временных препаратов в постоянные			2
		Лабораторная работа №11 Приготовление постоянных препаратов методом «распластывания клеток»			3
		Лабораторная работа №12 Дифференциальное окрашивание хромосом			2
	Тема 5.2 Структурные изменения хромосом (aberrации)	Лекция №6 Методы учета хромосомных aberrаций	-	3	
		Лабораторная работа №13 Методы учета хромосомных aberrаций	устный опрос (защита лабораторной работы)	2	
6.	Раздел 6 «Мейоз»				
	Тема 6.1 Мейоз как основа полового размножения	Лекция №7 Мейоз как основа полового размножения	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5	-	2
		Лабораторная работа №14 Мейоз. Микроспоро- и микрогаметогенез. Фертильность пыльцы		устный опрос (защита лабораторной работы)	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и лабораторных работ	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Тема 6.2 Мейоз у межвидовых и межродовых гибридов	Лекция №8 Мейоз у межвидовых и межродовых гибридов	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5	устный опрос (защита лабораторной работы)	2
		Лабораторная работа №16 Нарушения в мейозе при отдаленной гибридизации			2
7.	Раздел 7 «Микроспорогенез и развитие мужских гамет»				
	Тема 7.1 Микроспорогенез и развитие мужских гамет	Лекция №9 Микроспорогенез и развитие мужских гамет	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5	-	4
8.	Раздел 8 «Макроспорогенез и развитие мужских гамет»				
	Тема 8.1 Макроспорогенез и развитие мужских гамет	Лекция №10 Макроспорогенез и развитие женских гамет	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5	-	4
		Лабораторная работа №17 Макроспорогенез и макрогаметогенез	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5	устный опрос (защита лабораторной работы)	4
9.	Раздел 9 «Двойное оплодотворение. Развитие семени»				
	Тема 9.1 Двойное оплодотворение, развитие семени	Лекция №11 Двойное оплодотворение, развитие семени	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5	-	3
		Лабораторная работа №18 Стадии развития зародыша	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5	устный опрос (защита лабораторной работы)	2

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

<b>№ п/п</b>	<b>№ раздела и темы</b>	<b>Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения</b>
<b>Раздел 1 «Введение»</b>		
1.	Тема 1.1 Цитология как наука о клетке	Методы и задачи цитологии. Эукариоты и прокариоты как разные типы клеточной организации (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5)
<b>Раздел 2 «Цитологическая микротехника»</b>		
2.	Тема 2.1. Основы работы с микроскопом	Устройство светового микроскопа и подготовка его к работе (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5)
3.	Тема 2.2 Методы наблюдений под микроскопом	Фиксирование изображения. Фотографирование микрообъектов (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5)
<b>Раздел 3 «Ультраструктура растительной клетки»</b>		
4.	Тема 3.1.Строение растительной клетки	Уровни компактизации хроматина (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5)
<b>Раздел 4 «Клеточный цикл»</b>		
5.	Тема 4.1 Общая характеристика процессов, происходящих в клеточном цикле живых организмов	Факторы, влияющие на митоз. Суточные ритмы митоза (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5)
<b>Раздел 5 «Структура, функции и aberrации хромосом»</b>		
6.	Тема 5.1 Структура, химический состав, морфология и функции хромосом	Интерфазные и митотические хромосомы. Изменения хромосом в клеточном цикле (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5)
7.	Тема 5.2 Структурные изменения хромосом (aberrации)	Использование в селекции структурных перестроек хромосом (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5)
<b>Раздел 6 «Мейоз»</b>		
8.	Тема 6.1 Мейоз как основа полового размножения	Биологическое значение мейоза. Типы мейоза: гаметический, зиготический и спорный (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5)
9.	Тема 6.2 Мейоз у межвидовых и межродовых гибридов	Типы конъюгации хромосом по Г.Д. Карпеченко (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5)
<b>Раздел 7 «Микроспорогенез и развитие мужских гамет»</b>		
10.	Тема 7.1 Микроспорогенез и развитие мужских гамет	Сперматогенез у животных и человека (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5)
<b>Раздел 8 «Макроспорогенез и развитие женских гамет»</b>		
11.	Тема 8.1 Макроспорогенез и развитие женских гамет	Строение пестика высших растений (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5)
<b>Раздел 9 «Двойное оплодотворение. Развитие семени»</b>		
12.	Тема 9.1 Двойное оплодотворение, развитие семени	Типы развития эндосперма и его плоидность (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5)

### 3. Образовательные технологии

Таблица 6

#### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Методы наблюдений под микроскопом	Л	мастер-класс, экскурсия в Центр молекулярной биотехнологии
2.	Фазово-контрастная микроскопия	ПЗ	тематическая дискуссия
3.	Флуоресцентная микроскопия. Метод темного поля	ПЗ	тематическая дискуссия
4.	Строение растительной клетки	Л	лекция-дискуссия, просмотр обучающих видеоматериалов
5.	Двойное оплодотворение, развитие семени	ПЗ	просмотр обучающих видеоматериалов

#### 4. 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.

##### Примерные вопросы промежуточного контроля:

1. Предфиксационная обработка материала. Цель, методы.
2. Фиксация. Цель, способы. Типы фиксаторов и их использование.
3. Красители в цитологических исследованиях. Их классификация по происхождению и характеру действия.
4. Какие требования необходимо соблюдать при отборе растительного материала для изучения мейотического деления?
5. Правила перевода временных цитологических препаратов в постоянные.
6. Приготовление цитологических препаратов методом «распластывания клеток».
7. Особенности приготовления постоянных препаратов срезов растений.
8. Типы хроматина и методы, позволяющие их идентифицировать.
9. Гибридизация *in situ* в цитологических исследованиях. Отличия метода флуоресцентной гибридизации *in situ* - FISH от метода геномной гибридизации *in situ* – GISH.
10. Сравните возможности и ограничения методов молекулярной цитогенетики и методов классической цитогенетики для идентификации и изучения структуры хромосом.
11. Пахитенный анализ. Принципы составления пахитенных карт хромосом.
12. Сравните возможности использования для идентификации хромосом методов монокромного и дифференциального окрашивания митотических хромосом и пахитенного анализа.
13. Методы анализа хромосомных перестроек.
14. Митотический индекс и методика его определения.
15. Мейотический индекс.
16. Косвенные и прямые методы определения ploидности у растений.
17. Методы определения фертильности и жизнеспособности.
18. Опишите основные узлы микроскопа.

19. Назначение объектива, окуляра, конденсора. Типы объективов и конденсоров.
20. Общее и полезное увеличение микроскопа. Предельно-полезное увеличение микроскопа и подбор окуляра для работы.
21. Принцип Келлера при установке освещения.
22. Метод фазового контраста. Способы повышения контраста препаратов.
23. Методы светлого поля и темного поля. Метод косого освещения. Суть и возможности их использования.
24. Аберрации оптических приборов. Апертура оптических приборов.
25. Особенности электронной микроскопии.
26. Митотический аппарат клетки.
27. Кариотип и идиограмма. Сформулируйте основные принципы их составления.
28. Митоз. Фазы и их краткая характеристика. Биологическое значение митоза.
29. Строение метафазной хромосомы. Типы хромосом.
30. Амитоз, эндомитоз, политения, к-митоз.
31. Клеточный цикл, его периоды и продолжительность.
32. Генетический контроль клеточного цикла.
33. Химический состав и функции хромосом. Уровни компактизации хроматина.
34. Характеристика интерфазы.
35. Политения. Дайте понятие политении и ее значение в жизни организмов. Возможности использования политенных хромосом в цитогенетических исследованиях.
36. Хромосомные перестройки. Механизмы их возникновения.
37. Мейоз. Дайте краткую характеристику типов мейоза.
38. Механизмы рекомбинации генетического материала во время мейотического деления.
39. Отличительные особенности микроспорогенеза однодольных растений в сравнении с двудольными.
40. Особенности микрогаметогенеза у однодольных и двудольных растений.
41. Характеристика профазы I мейоза.
42. Геном, гомологичные и гомеологичные хромосомы.
43. Характеристика типов конъюгации хромосом у отдаленных гибридов по Г.Д. Карпеченко.
44. Причины образования микроядер, унивалентов и мультивалентов, а также триад и полиад в мейозе у отдаленных гибридов.
45. Макроспорогенез и макрогаметогенез.
46. Основные элементы зародышевого мешка и их назначение. Основные типы зародышевых мешков.
47. Двойное оплодотворение у растений. Формирование зародыша.
48. Перисперм. Эндосперм. Основные типы развития эндосперма.
49. Амфимиксис и апомиксис.
50. Фертильность и жизнеспособность пыльцы.

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

Обучение студентов заканчивается зачетом.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

Студент получает зачет по дисциплине «Цитология с основами цитогенетики», если положительно оценены выступления на семинарах и тестирования по темам курса, пропущено не более 5% лекционных и практических занятий, пропущенные занятия отработаны.

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

### **7.1 Основная литература**

1. Карманова, Е. П. Практикум по генетике: учебное пособие для вузов / Е. П. Карманова, А. Е. Болгов, В. И. Митютко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-7823-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/166343>
2. Ленченко, Е. М. Цитология, гистология и эмбриология: учебник для вузов / Е. М. Ленченко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 347 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08185-5. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/471853>
3. Генетика: учебник для вузов / Н. М. Макрушин, Ю. В. Плугатарь, Е. М. Макрушина [и др.]; под редакцией д. с.-х. н. [и др.]. — 3-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-8097-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/177828>

### **7.2 7.2. Дополнительная литература**

1. Пухальский, В. А., Практикум по цитологии и цитогенетике растений [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 110200 "Агрономия" и специальности 110204 "Селекция и генетика сельскохозяйственных культур" / В.А. Пухальский, А.А. Соловьев, Е.Д. Бадаева, В.Н. Юрцев. - Москва: КолосС, 2007. - 197,[1] с.
2. Пухальский В.А., Цитология и цитогенетика растений [Текст] : учебное пособие для студ. агр. спец.; Допущ. УМО вузов РФ по агр. образ. / В. А. Пухальский, А. А. Соловьев, В. Н. Юрцев ; Московская сельскохозяйственная академия им. К. А. Тимирязева. - М. : МСХА, 2004. - 118 с.
3. Методы клеточной биологии и цитогенетики : учебное пособие для проведения практических занятий по курсу "Цитогенетика" [Текст] : учебное пособие для проведения практических занятий по курсу "Цитогенетика" / И. Б. Алиева [и др.] ; ред. И. И. Киреева ; Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Факультет биоинженерии и биоинформатики. - Москва : Перо, 2018. - 259 с.
4. Ахмадеев, А. В. Гистология, эмбриология, цитология: учебное пособие для среднего профессионального образования / А. В. Ахмадеев, Л. Б. Калимуллина, А. М. Федорова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 138 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13451-3. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/459125>

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

1. <http://www.springer.com/biomed/human+genetics/journal/13328> Журнал «Russian Journal Of Genetics: Applied Research»
2. <https://compcytogen.pensoft.net/> журнал «Comparative Cytogenetics»
3. [www.genetika.ru](http://www.genetika.ru) Журнал «Биотехнология»
4. [www.ippras.ru](http://www.ippras.ru) Журнал «Физиология растений»
5. [www.agrobiology.ru](http://www.agrobiology.ru) Журнал «Сельскохозяйственная биология»
6. <https://elibrary.ru> Научная электронная библиотека
7. [www.cnsrb.ru](http://www.cnsrb.ru) Центральная научная сельскохозяйственная библиотека
8. <http://plantgen.com/ru/obyvateliam/1075-kak-uvidet-gen.html> Видеофильм «Как увидеть ген»
9. <http://plantgen.com/ru/abiturientam/1536-video-reportazh-o-master-klasse-qsekretymikroskopa.html> Видео-обзор мастер-класса «Секреты микроскопа»
10. <http://plantgen.com/ru/obyvateliam/1528-video-obzor-master-klasse-qdelenie-kletki-tajny-mitoza.html> Видео-обзор мастер-класса «Деление клетки. Тайны митоза»
11. <http://plantgen.com/ru/obyvateliam/1458-video-obzor-lekcziy-qtake-raznye-xromosomy.html> Видео-обзор мастер-класса «Такие разные хромосомы»
12. <http://plantgen.com/ru/obyvateliam/1451-video-lekciya-qcto-skryvaet-kletka.html> Видео-обзор мастер-класса «Что скрывает клетка?»
13. <http://plantgen.com/files/images/2015/01/MetodCentr.png> Видео-лекция "Люминесценция в биологии" на сайте Методцентра
14. <http://plantgen.com/ru/obyvateliam/1445-video-lekciya-qsekretymikroskopa.html> Видео-обзор мастер-класса «Секреты микроскопа»
15. <https://www.m24.ru/videos/programmy/26052013/19909> Видеорепортаж о пыльце растений на телеканале Москва 24
16. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> - National Center of Biotechnology Information

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

Таблица 7

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

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Учебная лаборатория для проведения практических занятий, демонстрации материала и мастер-классов (учебный корпус №37, аудитория №205)	Микроскопы световые 560109/10, 560109/24, 560109/23, 560109/22, 560109/11, 560109/09, столы, стулья

Учебная лаборатория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебный корпус № 37, аудитории №211)	Стул со столиком – 30 шт Стул – 3 шт Стол с тумбочкой SovLab - 2 шт Стол – 1 шт Холодильник атлант – 1 шт Доска магнитная – 1 шт Мойка – 1 шт Интерактивная доска Lumen- 1 шт
Помещение для подготовки к практическим занятиям (подготовка посуды, растворов, растительного материала) – учебный корпус №37, аудитория 205)	Аквадистиллятор № 559576 Весы Ohaus № 34426 Весы аналитические ACCULAB № 559572 Весы электронные KERN EW № 35571 Мойка лабораторная №№ 559920/1, 559920/2, 559920/3 Термостат №№ 559578/1, 559578, 559577 Шейкер-инкубатор орбитальный № 410124000559945 Шкаф вытяжной № 559925 Печь микроволновая Samsung № 310138000000106 Холодильник №№ 552595, 552607, 35799 Шкаф для посуды №№ 559918, 559918/1 Шкаф для химикатов № 559919 Шкаф лабораторный №№ 560199, 560199/2 Стол лабораторный №№ 560198/2, 560198/3, 560198/4, 560198/5, 560198/6, 560198/7, 560198/8,

	560198/9, 560198/10, 560198/11, 560198/12, пинцеты, лабораторная посуда химическая мерная, автоматические пипетки, пипетки Пастера, пробирки стеклянные, спиртовки, штативы.
Лекционная аудитория (учебный корпус № 37, аудитория №212)	Стул со столиком 30 шт Стулья с металлическими ножками -16 шт Столы 16 шт Мониторы 16 шт Наушники 16 Блок 16 шт Шкаф 1 шт Кондиционер 1 шт Интерактивная компьютерная доска Lumen- 1 шт
Помещение для самостоятельной работы и работы в сети Интернет (учебный корпус №37, аудитория 212)	Стул со столиком 30 шт Стулья с металлическими ножками -16 шт Столы 16 шт Мониторы 16 шт Наушники 16 Блок 16 шт Шкаф 1 шт Кондиционер 1 шт Интерактивная компьютерная доска Lumen- 1 шт
Центральная научная библиотека	Читальные залы
Общежитие	Комната для самоподготовки



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

Учебный процесс по освоению дисциплины «Цитология с основами цитогенетики» включает: лекционные, лабораторно-практические занятия, экскурсии и мастер-классы. Все формы проведения занятий являются обязательными.

Перед допуском к работе в цитологической аудитории, необходимо пройти инструктаж по технике безопасности у ответственного лица. С начала прохождения курса каждый студент закрепляется за одним из микроскопов и биноклюров. В начале каждого занятия следует проверить цитологическое оборудование на наличие видимых повреждений. В случае обнаружения повреждения – сообщить преподавателю данного курса. В конце каждого занятия преподавателем подводится итог выполнения задания студентами и дается тема для изучения на следующее занятие. После каждого ПЗ студентом проводится уборка своего рабочего места и протираются все части микроскопа, включая объективы, слабым раствором спирта.

Самостоятельная работа студентов над курсом «Цитология с основами цитогенетики» заключается в систематической работе с учебными пособиями и конспектом лекций, подготовке к лабораторно-практическим занятиям. Все сложные вопросы по теории и практике разбираются на семинарских занятиях. Для плохо успевающих студентов необходимо организовывать консультации.

Посещение лекций позволит студенту понять основные термины и понятия цитологии, их классификацию, принципиальные схемы прохождения процессов в живых клетках. Мастер-классы по темам дисциплины «Цитология с основами цитогенетики» дают студенту опыт работы в молекулярно-генетической лаборатории, необходимый для прохождения производственной практики; увидеть «вживую» применение методов цитологического анализа растительного материала.

Студентам рекомендуется аккуратно посещать занятия, а также заранее к ним готовиться, используя основную и дополнительную литературу. Для лучшего понимания материала и самостоятельной проработки тем рекомендуется использовать различные информационные ресурсы.

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

Студент, пропустивший занятия, обязан в установленные кафедрой дни и время (не позднее окончания зачетной недели) отработать лабораторно-практические занятия. К отработкам допускаются студенты, владеющие теоретическим материалом по выполняемой работе, которые проверяются преподавателем в форме устного опроса. Пропущенные лекции отрабатываются в виде написания реферата с последующей его защитой.

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

В ходе лекционного курса, помимо рассмотрения основных вопросов


разделов, рекомендуется просмотр фильмов «Митоз» и «Клетка» BBC. В процессе проведения занятий необходимы наборы постоянных цитологических препаратов:

1. пыльца сельскохозяйственных культур, сорных растений и древесных культур;
2. микротомные срезы корневых меристем лука и/или других культур;
3. препараты метафазных пластинок митоза различных с.-х. культур;
4. препараты метафазных пластинок пшеницы, тритикале и ржи с дифференциальным окрашиванием хромосом;
5. препараты материнских клеток пыльцы со всеми стадиями деления, а так же препараты с микрогаметогенезом у однодольных;
6. препараты с пахитенными хромосомами томата окрашенные красителем Гимза;
7. препараты микроспорогенеза растений – диакинез – метафаза 1;
8. препараты микроспорогенеза отдаленных гибридов стадий – диакинез – метафаза 1;
9. микротомные цитологические срезы завязи растений с макроспорогенезом и макрогаметогенезом, а так же с двойным оплодотворением и различными стадиями развития зародыша и эндосперма.


Для самостоятельного изготовления временных и постоянных препаратов студентам понадобится зафиксированный материал: корневые меристемы лука, колосья злаковых, бутоны двудольных, пестики культур с различным временем фиксации после оплодотворения. Кроме зафиксированного материала необходимо наличие свежих луковиц и семян лука, зерновок злаковых, личинок мотыля. Во время защиты ЛПЗ следует обращать внимание на усвоение студентами цели работы, формулировку задач и сделанных выводов. В качестве повышающего коэффициента оценки выполнения задания могут быть предложенные обучающимся дополнительные исследования и эксперименты, направленные на совершенствование проведенной работы. На занятиях необходимо предоставлять возможность выступления каждому студенту группы.

#### Программу разработали:


Вертикова Е.А., д. с.-х.н., профессор

  
(подпись) «25» июня 2025г.


Барнашова Е.К., к. с.-х.н., доцент

  
(подпись) «25» июня 2025г.

Овсянников В.В., ассистент

  
(подпись) «25» июня 2025г.

Симагина А.С., ассистент

  
(подпись) «25» июня 2025г.

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу учебной дисциплины**  
**Б1.О.28 «Цитология с основами цитогенетики» для подготовки**  
**бакалавра по направлениям 05.03.04 Гидрометеорология, 06.03.01**  
**Биология, 19.03.01 Биотехнология, 35.03.03 Агрохимия и**  
**агропочвоведение, 35.03.04 Агрономия.**

Моисеенко Константином Валерьевичем, доцентом кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, кандидатом биологических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Цитология с основами цитогенетики» ОПОП ВО по направлениям подготовки 05.03.04 «Гидрометеорология», 06.03.01 «Биология», 19.03.01 «Биотехнология», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 35.03.04 «Агрономия» (бакалавриат), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре генетики, селекции и семеноводства (разработчики – Вертикова Елена Александровна, профессор кафедры генетики, селекции и семеноводства, доктор сельскохозяйственных наук, Барнашова Екатерина Константиновна, доцент кафедры генетики, селекции и семеноводства, кандидат сельскохозяйственных наук, Овсянников Вячеслав Владиславович, ассистент кафедры генетики, селекции и семеноводства, Симагина Анастасия Сергеевна, ассистент кафедры генетики, селекции и семеноводства).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Цитология с основами цитогенетики» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлениям подготовки 05.03.04 «Гидрометеорология», 06.03.01 «Биология», 19.03.01 «Биотехнология», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 35.03.04 «Агрономия». 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 вариативной части учебного цикла – Б1.О.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС по направлениям подготовки 05.03.04 «Гидрометеорология», 06.03.01 «Биология», 19.03.01 «Биотехнология», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 35.03.04 «Агрономия».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Цитология с основами цитогенетики» закреплено 10 **компетенций**. Дисциплина «Цитология с основами цитогенетики» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Цитология с основами цитогенетики» составляет 3 зачётных единицы (108 часов).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Цитология с основами цитогенетики» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлениям подготовки 05.03.04 «Гидрометеорология», 06.03.01 «Биология», 19.03.01 «Биотехнология», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 35.03.04 «Агрономия» и возможность дублирования в содержании отсутствует. Поскольку дисциплина не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области биологических



дисциплин в профессиональной деятельности бакалавра по данному направлению подготовки.

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

9. Программа дисциплины «Цитология с основами цитогенетики» предполагает проведение занятий в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО по направлениям подготовки 05.03.04 «Гидрометеорология», 06.03.01 «Биология», 19.03.01 «Биотехнология», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 35.03.04 «Агрономия».

11. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, в форме защиты лабораторных работ), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла - Б1.О.ФГОС по направлениям подготовки 05.03.04 «Гидрометеорология», 06.03.01 «Биология», 19.03.01 «Биотехнология», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 35.03.04 «Агрономия».

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

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой - 4 наименований, Интернет-ресурсы - 16 источников и соответствует требованиям ФГОС по направлениям подготовки 05.03.04 «Гидрометеорология», 06.03.01 «Биология», 19.03.01 «Биотехнология», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 35.03.04 «Агрономия».

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Цитология с основами цитогенетики» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Цитология с основами цитогенетики».

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Цитология с основами цитогенетики» ОПОП ВО по направлениям подготовки 05.03.04 «Гидрометеорология», 06.03.01 «Биология», 19.03.01 «Биотехнология», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 35.03.04 «Агрономия» (квалификация выпускника - бакалавр), разработанная Вертиковой Е. А., профессор кафедры генетики, селекции и семеноводства, доктор сельскохозяйственных наук; Барнашовой Е. К., доцент кафедры генетики, селекции и семеноводства, кандидат сельскохозяйственных наук, Овсянниковым В. В., ассистент кафедры генетики, селекции и семеноводства; Симагиной А.С., ассистент кафедры генетики селекции и семеноводства, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Моисеенко К.В., доцент кафедры биотехнологии растений ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидат биологических наук

(подпись)

«25» июня 2022г.