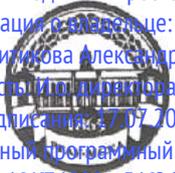


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о документе:  
ФИО: Шитикова Александра Васильевна  
Должность: И.о. директора института агробιοтехнологии  
Дата подписания: 27.07.2023 10:47:15  
Уникальный программный ключ:  
fcd01ecb1fdf76898cc51f245ad12c3f716ce658



**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 агробιοтехнологии  
Кафедра генетики, селекции и семеноводства

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора института  
агробιοтехнологии  
Белопухов С.Л.  
« 22 июля 2022г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.14 «ЦИТОЛОГИЯ С ОСНОВАМИ ЦИТОГЕНЕТИКИ»**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 19.03.01 – Биотехнология

Направленность: Биотехнология

Курс 1

Семестр 2

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2022

Москва, 2022

Разработчик: Голиванов Я.Ю., старший преподаватель



«22» сентября 2022 г.

Рецензент: Тараканов И.Г., д.б.н., профессор, заведующий кафедрой физиологии растений



«22» сентября 2022 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 19.03.01 – Биотехнология.

Программа обсуждена на заседании кафедры генетики, селекции и семеноводства протокол № 41 от «22» сентября 2022 г.

Зав. кафедрой Пыльнев В.В., д.б.н., профессор



«22» сентября 2022 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии  
института агrobiотехнологии

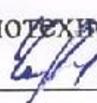
Шитикова А.В. д.с-х.н.



«22» сентября 2022 г.

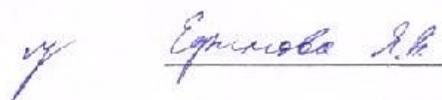
И.о. заведующего выпускающей кафедрой биотехнологии

Чередниченко М.Ю., к.б.н., доцент



«  »            2022 г.

Зав.отдела комплектования ЦНБ



<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>6</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
ПО СЕМЕСТРАМ .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	15
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>22</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>22</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	22
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	23
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>24</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	24
7.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	24
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>25</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>25</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>25</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>27</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	27
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>27</b>

**АННОТАЦИЯ**  
**рабочей программы учебной дисциплины**  
**Б1.О.14 «Цитология с основами цитогенетики»**  
**для подготовки бакалавров по направлению**  
**19.03.01 – «Биотехнология»**

**Цель освоения дисциплины:** формирование научного мировоззрения о клеточном уровне организации растений, взаимосвязи между наследованием признаков и числом и строением хромосом, развитии, воспроизводстве и структуре клеток, выполняемых ими функциях и 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 учебного плана по направлению подготовки 19.03.01 – Биотехнология.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-1, ОПК-7.

**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 абберации 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 косвенное определение плоидности растений. Рассматриваются методики работы в микроскопии, а также флуоресцентная гибридизация хромосом *in situ* с использованием современного программного обеспечения.

Предшествующим курсом, на котором непосредственно базируется дисциплина «Цитология с основами цитогенетики», является «Общая биология».

Дисциплина «Цитология с основами цитогенетики» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Биохимия», «Общая генетики», «Основы молекулярной биологии», «Физиология растений», «Основы биотехнологии», «Культура тканей и клеток растений» и «Селекция и семеноводство» и необходимой для проведения научно-исследовательских работ и прохождения производственной практики.

**Общая трудоемкость дисциплины в т.ч. практическая подготовка:**  
144 часов / 4 зач.ед.

**Промежуточный контроль:** экзамен.

## **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Цитология с основами цитогенетики» является формирование научного мировоззрения о клеточном уровне организации растений, взаимосвязи между наследованием признаков, числом и строением хромосом, развитии, воспроизводстве и структуре клеток, выполняемых ими функциях и практических навыков по применению современных цитогенетических методов в биотехнологии, генетике, селекции и семеноводстве. Дисциплина направлена на ознакомление студентов с классическими и современными цитогенетическими методами для использования их в биотехнологических и 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 с применением современных цифровых технологий и инструментов. Студенты учатся работе с современными видеоокулярами (фотонасадками) и программным обеспечением для них.

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

Дисциплина включена в обязательную часть дисциплин учебного плана по направлению подготовки 19.03.01 – Биотехнология.

Предшествующим курсом, на котором непосредственно базируется дисциплина «Цитология с основами цитогенетики», является «Общая биология».

Программа реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 19.03.01 – Биотехнология.

Дисциплина «Цитология с основами цитогенетики» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Биохимия», «Общая генетика», «Основы молекулярной биологии», «Физиология растений», «Основы биотехнологии», «Культура тканей и клеток растений» и «Селекция и семеноводство» 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 биотехнологических и 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 – экзамен.

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.

### **3. 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.

## **4. Структура и содержание дисциплины**

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

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

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	ОПК-1	Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях	ОПК-1.1 Демонстрирует знание основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности	систематизацию живых организмов, строение и жизненный цикл клетки; основные закономерности неорганической, органической, физической химии, общей физики	актуализировать ранее приобретенные знания о строении и функционировании живых организмов для осознания и систематизации вновь полученной информации	базовыми знаниями в области общей биологии, неорганической, органической и физической химии, общей физики; основными ресурсами поиска информации в области биологии с использованием пакетов прикладных аналитических программ
			ОПК-1.2 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных профессиональных задач	законы и закономерности математических и естественных наук для решения стандартных профессиональных задач	актуализировать ранее приобретенные знания о строении и функционировании живых организмов для осознания и систематизации вновь полученной информации	базовыми знаниями в области общей биологии, неорганической, органической и физической химии, общей физики; основными ресурсами поиска информации в области биологии с использованием пакетов прикладных аналитических программ

			ОПК-1.3 Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях	законы и закономерности математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязи	актуализировать ранее приобретенные знания о строении и функционировании живых организмов для осознания и систематизации вновь полученной информации	базовыми знаниями в области общей биологии, неорганической, органической и физической химии, общей физики; основными ресурсами поиска информации в области биологии с использованием пакетов прикладных аналитических программ
2	ОПК-7	Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы	ОПК-7.1 Демонстрирует знание основных математических, физических, физико-химических, химических, биологических, микробиологических методов экспериментальных исследований	современное учение о клетке, принципы кариотипирования, методы идентификации хромосом и хромосомных aberrаций; современное состояние цитологии; новейшие методы исследований растительной клетки	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	цитологическими методами изучения растительных клеток различными тканями и методами визуализации с использованием программного обеспечения; применять полученные при изучении дисциплины навыки для решения задач профессиональной деятельности
			ОПК-7.2 Под	математические,	работать с	цитологическими

			руководством специалиста более высокой квалификации использует математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы в экспериментальных исследованиях	физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы	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	методами изучения растительных клеток различных тканей и методами визуализации с использованием программного обеспечения; применять полученные при изучении дисциплины навыки для решения задач профессиональной деятельности
			ОПК-7.3 Проводит статистическую обработку результатов экспериментальных исследований и испытаний, формулирует выводы	современные базы данных и пакеты прикладных программ для обработки результатов лабораторных цитологических экспериментов	использовать современные базы данных и пакеты прикладных программ для обработки результатов лабораторных цитологических экспериментов	навыками использования современных баз данных и пакетов прикладных программ для обработки результатов лабораторных цитологических экспериментов

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего	в т.ч. по семестрам № 2
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>		
<b>Аудиторная работа</b>	<b>96,4</b>	<b>96,4</b>
<i>лекции (Л)</i>	38	38
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	38	38
<i>практические занятия (Пр)</i>	18	18
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>47,6</b>	<b>47,6</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>	23	23
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	24,6	24,6
Вид промежуточного контроля:		Экзамен

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С	ЛР	ПКР	
<b>Раздел 1. Введение</b>	<b>4,4</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2,38</b>
Тема 1.1 Цитология как наука о клетке	4,4	2	-	-	-	2,38
<b>Раздел 2. Цитологическая микротехника</b>	<b>18,8</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>4,76</b>
Тема 2.1 Основы работы с микроскопом	8,4	2	-	4	-	2,38
Тема 2.2 Методы наблюдений под микроскопом, типы окрашиваний хромосом	10,4	2	2	4	-	2,38
<b>Раздел 3. Ультраструктура растительной клетки</b>	<b>6,4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2,38</b>
Тема 3.1 Строение растительной клетки	6,4	2	2	-	-	2,38
<b>Раздел 4. Клеточный цикл</b>	<b>29,6</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>9,52</b>
Тема 4.1 Общая характеристика процессов, происходящих в клеточном цикле живых организмов.	12,4	2	4	4	-	2,38
Тема 4.2 Типы деления клеток	6,4	2	-	2	-	2,38
Тема 4.3 Митоз в растительных	6,4	2	-	2	-	2,38

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С	ЛР	ПКР	
клетках						
Тема 4.4 Отклонения от типичного хода митоза	4,4	2	-	-	-	2,38
<b>Раздел 5. Структура, функции и aberrации хромосом</b>	<b>26</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>11,9</b>
Тема 5.1 Структура, химический состав, морфология и функции хромосом	6,4	2	-	2	-	2,38
Тема 5.2 Структурные изменения хромосом (aberrации)	6,4	2	-	2	-	2,38
Тема 5.3 Методы идентификации хромосом	4,4	2	-	-	-	2,38
Тема 5.4 Хромосомные перестройки	4,4	2	-	-	-	2,38
Тема 5.5 Методы молекулярной цитогенетики	4,4	2	-	-	-	2,38
<b>Раздел 6 Мейоз</b>	<b>24,6</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>9,52</b>
Тема 6.1 Мейоз как основа полового размножения	8,4	2	2	2	-	2,38
Тема 6.2 Вариации мейоза у различных культурных растений	4,4	2	-	-	-	2,38
Тема 6.3 Отклонения от правильного хода мейоза	4,4	2	-	-	-	2,38
Тема 6.4 Мейоз у межвидовых и межродовых гибридов и полиплоидов	7,4	1	2	2	-	2,38
<b>Раздел 7. Микроспорогенез и развитие мужских гамет</b>	<b>6,4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2,38</b>
Тема 7.1 Микроспорогенез и развитие мужских гамет	6,4	2	2	-	-	2,38
<b>Раздел 8 Макроспорогенез и развитие женских гамет</b>	<b>9,4</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>2,38</b>
Тема 8.1 Макроспорогенез и развитие женских гамет	9,4	1	4	2	-	2,38
<b>Раздел 9 Двойное оплодотворение, развитие семени.</b>	<b>6,4</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>2,38</b>
Тема 9.1 Двойное оплодотворение, развитие семени.	6,4	2	-	2	-	2,38
<i>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	-	-	-	0,4	-
<i>подготовка к экзамену (контроль)</i>	26,6	-	-	-	2	24,6
<b>Всего за 2 семестр</b>	<b>144</b>	<b>38</b>	<b>18</b>	<b>38</b>	<b>2,4</b>	<b>47,6</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>144</b>	<b>38</b>	<b>18</b>	<b>38</b>	<b>2,4</b>	<b>47,6</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. Кариологический анализ

Тема 4.2 Типы деления клеток.

Амитоз. Бинарное деление. Эндомитоз. Политения. Понятие о полиплоидии и основном числе хромосом. Механизмы возникновения полиплоидов. Митотическая и мейотическая полиплоидизация. Автополиплоиды и аллополиплоиды. Анеуплоиды: моносомы, нуллисомы, трисомы, тетрасомы и др.

Тема 4.3 Митоз в растительных клетках.

Фазы митоза и их цитогенетическая характеристика. Генетический контроль митоза. Митотический аппарат. Цитокинез. Факторы, влияющие на митоз. Суточные ритмы митоза. Митотический индекс.

Тема 4.4 Отклонения от типичного хода митоза

Мультиполярный митоз. Отставание хромосом. Остановка деления. Генетический контроль отклонений.

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

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

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. Редупликация и транскрипционная активность хромосом.

Тема 5.2 Структурные изменения хромосом (аберрации).

Повреждения хромосом при ионизирующих излучениях, химических мутагенах и длительном хранении семян. Использование в селекции структурных перестроек хромосом.

Тема 5.3 Методы идентификации хромосом

Реакция Фельгена для выявления ДНК. Метод «распластывания клеток». Монохромное окрашивание хромосом. Дифференциальное окрашивание хромосом.

Тема 5.4 Хромосомные перестройки

Типы аберраций: дупликации, инверсии, делеции и транслокации. Дицентрические и телоцентрические хромосомы. Изохромосомы. Методы анализа хромосомных аберраций: метафазный и анафазный.

Тема 5.5 Методы молекулярной цитогенетики

Гибридизация *in situ* GISH. Гибридизация *in situ* FISH. Принципы гибридизации *in situ*. Хромосомные территории. 24-цветная 3D-FISH. Строение метафазных 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 Вариации мейоза у различных культурных растений

Тема 6.3 Отклонения от правильного хода мейоза.

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

Тема 6.4 Мейоз у межвидовых и межродовых гибридов и полиплоидов.

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 семяпочек. 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 семяпочки. 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 пloidность. 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 и практические занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций, лабораторных работ и контрольных мероприятий

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и лабораторных работ	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1 «Введение»</b>				
	Тема 1.1 Цитология как наука о клетке	Лекция № 1 Цитология как наука о клетке	ОПК-1	-	2
2.	<b>Раздел 2 «Цитологическая микротехника»</b>				
	Тема 2.1. Основы работы с микроскопом	Лекция № 2 Основы работы с микроскопом	ОПК-7	-	2
		Лабораторная работа № 1 Строение микроскопа. Правила работы с биологическими микроскопами	ОПК-1 ,ОПК-7	устный опрос (защита лабораторной работы)	2
		Лабораторная работа №2 Измерение микрообъектов		устный опрос (защита лабораторной работы)	2
	Тема 2.2. Методы наблюдений под	Лекция №3 Методы наблюдений под микроскопом	ОПК-1 ,ОПК-7	-	2
		Лабораторная работа №3 Фазово-контрастная		устный опрос	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и лабораторных работ	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	микроскопом	микроскопия Лабораторная работа №4 Флуоресцентная микроскопия. Метод темного поля		(защита лабораторной работы)	2
3.	<b>Раздел 3 «Ультраструктура растительной клетки»</b>				
	Тема 3.1. Строение растительной клетки	Лекция № 4 Строение растительной клетки	ОПК-1	-	2
4.	<b>Раздел 4 «Клеточный цикл»</b>				
	Тема 4.1 Общая характеристика процессов, происходящих в клеточном цикле живых организмов	Лекция № 5 Клеточный цикл и фазы митоза у растительных организмов	ОПК-1	-	2
		Лабораторная работа №5 Приготовление препаратов из корневых меристем растений	ОПК-1 ,ОПК-7	устный опрос (защита лабораторной работы)	2
		Лабораторная работа №6 Косвенные методы определения ploидности растений			2
	Тема 4.2 Типы деления клеток	Лекция № 6 Типы деления клеток	ОПК-1	-	
		Лабораторная работа №7 Типы деления клеток и клеточный цикл	ОПК-1 ,ОПК-7	устный опрос (защита лабораторной работы)	
	Тема 4.3 Митоз в растительных клетках	Лекция №7 Митоз в растительных клетках	ОПК-1	-	
		Лабораторная работа №8 Митоз в растительных клетках	ОПК-1 ,ОПК-7	устный опрос (защита лабораторной работы)	
	Тема 4.4 Отклонения от типичного хода митоза	Лекция №8 Отклонения от типичного хода митоза	ОПК-1	-	
5.	<b>Раздел 5 «Структура, функции и aberrации хромосом»</b>				
	Тема 5.1 Структура, химический состав, морфология	Лабораторная работа №9 Кариологический анализ	ОПК-1 ,ОПК-7	устный опрос (защита лабораторной работы)	2
		Лабораторная работа №10 Определение митотического индекса в меристемах			2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и лабораторных работ	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	и функции хромосом	корешка		-	2
		Лабораторная работа №11 Приготовление препаратов политенных хромосом			
		Лабораторная работа №12 Перевод временных препаратов в постоянные			
		Лабораторная работа №13 Приготовление постоянных препаратов методом «распластывания клеток»			
		Лабораторная работа №14			
	Тема 5.2 Структурные изменения хромосом (абберации)	Дифференциальное окрашивание хромосом	ОПК-1	-	2
		Лекция №9 Методы учета хромосомных аббераций			
		Лабораторная работа №15 Методы учета хромосомных аббераций	ОПК-1 ,ОПК-7	устный опрос (защита лабораторной работы)	2
	Тема 5.3 Методы идентификации хромосом	Лекция №10 Методы идентификации хромосом	ОПК-1	-	2
	Тема 5.4 Хромосомные перестройки	Лекция №11 Хромосомные перестройки	ОПК-1	-	2
	Тема 5.5 Методы молекулярной цитогенетики	Лекция №12 Методы молекулярной цитогенетики	ОПК-1	-	2
6.	<b>Раздел 6 «Мейоз»</b>				
	Тема 6.1 Мейоз как основа полового размножения	Лекция № 13 Мейоз как основа полового размножения	ОПК-1	-	2
		Лабораторная работа №16 Мейоз. Микроспоро- и микрогаметогенез. Фертильность пыльцы	ОПК-1 ,ОПК-7	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 Вариации мейоза у различных культурных растений	Лекция №14 Вариации мейоза у различных культурных растений	ОПК-1	-	2
	Тема 6.3 Отклонения от правильного хода мейоза	Лекция №15 Отклонения от правильного хода мейоза	ОПК-1		2
	Тема 6.4 Мейоз у межвидовых и межродовых гибридов и полиплоидов	Лекция №16 Мейоз у межвидовых и межродовых гибридов	ОПК-1		1
		Лабораторная работа №17 Нарушения в мейозе при отдаленной гибридизации	ОПК-1 ,ОПК-7		2
7.	<b>Раздел 7 «Микроспорогенез и развитие мужских гамет»</b>				
	Тема 7.1 Микроспорогенез и развитие мужских гамет	Лекция №17 Микроспорогенез и развитие мужских гамет	ОПК-1	-	2
8.	<b>Раздел 8 «Макроспорогенез и развитие мужских гамет»</b>				
	Тема 8.1 Макроспорогенез и развитие мужских гамет	Лекция №18 Микроспорогенез и развитие мужских гамет	ОПК-1		1
		Лабораторная работа №18 Макроспорогенез и макрогаметогенез	ОПК-1 ,ОПК-7	устный опрос (защита лабораторной работы)	2
9.	<b>Раздел 9 «Двойное оплодотворение. Развитие семени»</b>				
	Тема 9.1 Двойное оплодотворение, развитие семени	Лекция №19 Микроспорогенез и развитие мужских гамет	ОПК-1	устный опрос (защита лабораторной работы)	2
		Лабораторная работа №19 Стадии развития зародыша	ОПК-1 ,ОПК-7	устный опрос (защита лабораторной работы)	2
		Лабораторная работа №20 Анализ частоты хиазм в диакинезе-метафаза 1 мейоза			



**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Формируемые компетенции	
<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	ОПК-1, ОПК-7	
<b>Раздел 2 «Цитологическая микротехника»</b>				
2.	Тема 2.1. Основы работы с микроскопом	Устройство светового микроскопа и подготовка его к работе		
3.	Тема 2.2 Методы наблюдений под микроскопом	Фиксирование изображения. Фотографирование микрообъектов		
<b>Раздел 3 «Ультраструктура растительной клетки»</b>				
4.	Тема 3.1.Строение растительной клетки	Уровни компактизации хроматина		
<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		
	Тема 4.2 Типы деления клеток	Генетический контроль амитоза, эндомитоза и полипении		
	Тема 4.3 Митоз в растительных клетках	Генетический контроль митоза		
	Тема 4.4 Отклонения от типичного хода митоза	Факторы, влияющие на отклонения		
<b>Раздел 5 «Структура, функции и аберрации хромосом»</b>				
6.	Тема 5.1 Структура, химический состав, морфология и функции хромосом	Интерфазные и митотические хромосомы. Изменения хромосом в клеточном цикле		
7.	Тема 5.2 Структурные изменения хромосом (аберрации)	Использование в селекции структурных перестроек хромосом		
	Тема 5.3 Методы идентификации хромосом	Современные методы микроскопии		
	Тема 5.4 Хромосомные перестройки	В чем заключается процесс репарации		
	Тема 5.5 Методы молекулярной цитогенетики	Области применения FISH и GISHO		
<b>Раздел 6 «Мейоз»</b>				
8.	Тема 6.1 Мейоз как основа полового размножения	Биологическое значение мейоза. Типы мейоза: гаметический, зиготический и спорный		
	Тема 6.2 Вариации мейоза у различных культурных растений	Основные отличия мейоза у разных растений		
	Тема 6.3 Отклонения от правильного хода мейоза	Типы отклонений от мейоза		

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Формируемые компетенции
9.	Тема 6.4 Мейоз у межвидовых и межродовых гибридов	Типы конъюгации хромосом по Г.Д. Карпеченко	
<b>Раздел 7 «Микроспорогенез и развитие мужских гамет»</b>			
10.	Тема 7.1 Микроспорогенез и развитие мужских гамет	Сперматогенез у животных и человека	
<b>Раздел 8 «Макроспорогенез и развитие женских гамет»</b>			
11.	Тема 8.1 Макроспорогенез и развитие женских гамет	Строение пестика высших растений	
<b>Раздел 9 «Двойное оплодотворение. Развитие семени»</b>			
12.	Тема 9.1 Двойное оплодотворение, развитие семени	Типы развития эндосперма и его плоидность.	

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	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	лекция-дискуссия, просмотр обучающих видеоматериалов

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

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

#### 1.1.1. Перечень вопросов 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 монохромного 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 косо́го 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, эндоми́тоз, поли́тения, 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. Поли́тения. Дайте понятие поли́тении и ее значение в жизни организмов. Возможности использования поли́тенных 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 экзаменом.

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

**Экзамен** – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

## Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 7

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку <b>«отлично»</b> заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – высокий.</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку <b>«хорошо»</b> заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку <b>«удовлетворительно»</b> заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – достаточный.</b>
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку <b>«неудовлетворительно»</b> заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>не сформированы.</b>

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

#### 7.1 Основная литература

1. Пухальский, В.А. Практикум по цитологии и цитогенетике растений : учебное пособие / В. А. Пухальский [и др.]. - Москва : КолосС, 2007. - 197 с.
2. Пухальский, В.А. Цитология и цитогенетика растений : учебное пособие / В. А. Пухальский, А. А. Соловьев, В. Н. Юрцев - М. : МСХА, 2004. - 118 с.

#### 7.2. Дополнительная литература

1. Атабекова, А.И., Цитология растений : учебник / А. И. Атабекова, Е. И. Устинова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Агропромиздат, 1987. - 246 с.
2. Паушева, З.А., Практикум по цитологии растений : учеб. пособие / Паушева З. П. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Агропромиздат, 1988. - 271 с.

3. Ченцов, Ю.С. Общая цитология (Введение в биологию клетки) : учебник для вузов / Ю. С. Ченцов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : МГУ им. М. В. Ломоносова, 1995. - 384 с. Эмбриология растений. М.: Агропромиздат, 1990.
4. Жимулев, И.Ф. Общая и молекулярная генетика : учебное пособие для студ. вузов по напр. Биология / И. Ф. Жимулев; Отв. ред. Е. С. Беляева, Отв. ред. А. П. Акифьев ; Институт цитологии и генетики (Новосибирск), Новосибирский государственный университет. - Новосибирск : НГУ, 2002. - 459 с.

### **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.cnsnb.ru](http://www.cnsnb.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-qsekretymikroskopaq.html> Видео-обзор мастер-класса «Секреты микроскопа»
10. <http://plantgen.com/ru/obyvateliam/1528-video-obzor-master-klasya-qdelenie-kletki-tajny-mitozay.html> Видео-обзор мастер-класса «Деление клетки. Тайны митоза»
11. <http://plantgen.com/ru/obyvateliam/1458-video-obzor-lekcziy-qtakie-raznyexromosomyq.html> Видео-обзор мастер-класса «Такие разные хромосомы»
12. <http://plantgen.com/ru/obyvateliam/1451-video-lekciya-qchto-skryvaet-kletkay.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-qsekretymikroskopaq.html> Видео-обзор мастер-класса «Секреты микроскопа»
15. <https://www.m24.ru/videos/programmy/26052013/19909> Видеорепортаж о пыльце растений на телеканале Москва 24

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

1. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

### **10. 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 №3, аудитория №103)	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 № 3, аудитории №№ 106, 107)	Стол: 599017, 599012, 599037, 599014, 599018, 599038, 599010, 599013, 599015, 599033, 599035, 599036, 599023, 599016, 599034, 599026, 599021, 599030, 599020, 599031, 599027, 599022, 599032, 599028, 599029, 599025, 599019, 599024 Стулья: 599085, 599055, 599092, 599059, 599060, 599045, 599090, 599047, 599088, 599064, 599086, 599062, 599058, 599105, 599118, 599117, 599110, 599103, 599114, 599166, 599104, 599106, 599111, 599113, 599116, 599102, 599101, 599102, 599103, 599108, 599107, 599100, 599112, 599042, 599051, 599046, 599043, 599062 Доски меловые
Помещение для подготовки к практическим занятиям (подготовка посуды, растворов, растительного материала) – учебный корпус №3, аудитория 109)	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 № 3, аудитория №102)	Мультимедиа система 35642/5 Экран настенный 591746, доска меловая 591780/2
Помещение для самостоятельной работы и работы в сети Интернет (учебный корпус №3, аудитория 104)	Моноблоки 560254, 560254/1, 560254/10...16 Стол компьютерные, доступ в Интернет
Центральная научная библиотека	Читальные залы
Общежитие	Комната для самоподготовки

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

Учебный процесс по освоению дисциплины «Цитология 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 бинокляров. 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.

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

В ходе лекционного курса, помимо рассмотрения основных вопросов разделов, рекомендуется просмотр фильмов «Митоз» и «Клетка» ВВС. 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 зафиксированных 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 разработал:**

Голиванов Я.Ю., старший преподаватель \_\_\_\_\_

## РЕЦЕНЗИЯ

### на рабочую программу дисциплины «Цитология с основами цитогенетики» ОПОП ВО по направлению 19.03.01 – «Биотехнология», направленность «Биотехнология» (квалификация выпускника – бакалавр)

Таракановым Иваном Германовичем, заведующим кафедрой физиологии растений ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, доктором биологических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Цитология с основами цитогенетики» ОПОП ВО по направлению 19.03.01 – «Биотехнология», направленность «Биотехнология» (бакалавриат), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре генетики, селекции и семеноводства (разработчик – Голиванов Ярослав Юрьевич, старший преподаватель 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 направлению 19.03.01 – «Биотехнология». 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.В.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 19.03.01 – «Биотехнология».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Цитология с основами цитогенетики» закреплено 2 компетенции. 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 4 зачётных единицы (144 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 направлению 19.03.01 – «Биотехнология» 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 направления 19.03.01 – «Цитология с основами цитогенетики».

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 экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1.В. ФГОС направления 19.03.01 – «Биотехнология».

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

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (базовых учебников), дополнительной литературой – 4 наименований, Интернет-ресурсы – 15 источников и соответствует требованиям ФГОС направления 19.03.01 – «Биотехнология».

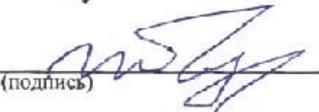
14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Цитология с основами цитогенетики» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

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 направлению 19.03.01 – «Биотехнология», направленность «Биотехнология» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Голиванов Я.Ю., старшим преподавателем 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: Тараканов И.Г., заведующий кафедрой физиологии растений ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доктор биологических наук

  
(подпись)

« 22 » сентября 20 22 г.