

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
генетики, цитологии и биотехнологии

В.Н. Попов

02.07.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.ДВ.01.01 Цитогенетика

1. Код и наименование направления подготовки: \_\_06.06.01 Биологические науки
2. Профиль подготовки: \_\_\_\_Генетика \_\_\_\_\_
3. Квалификация (степень) выпускника: Исследователь, преподаватель-исследователь
4. Форма обучения: \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: Генетики, цитологии и биотехнологии
6. Составители программы: \_\_\_\_Машкина Ольга Сергеевна, к.б.н., доц. \_\_\_\_\_
7. Рекомендована: \_\_\_\_Научно-методическим советом медико-биологического ф-та, 23.06.2021, протокол №5 ,

отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2023-2024 \_\_\_\_\_

Семестр: 6

### 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

**Цель учебной дисциплины:** ознакомить студентов с современными представлениями о структуре, функциях и методах изучения хромосом; механизмами их поведения в клеточном цикле; процессами передачи, реализации и изменения генетической информации на уровне структурно функциональных преобразований хромосом.

**Задачи учебной дисциплины:** Сделать обзор основных этапов развития цитогенетики и достигнутых успехов. Осветить роль русских ученых в развитии науки. Рассмотреть современное представление о структуре и типах генов, роли мобильных генетических элементов и повторяющихся последовательностей ДНК в структуре генома эукариот. Рассмотреть различные типы организации генетического материала. Особенности генома прокариот, вирусов и эукариот; генома митохондрий и хлоропластов. Рассмотреть роль модификаций ДНК и гистонов в регуляции работы хроматина. Рассмотреть различные типы мутаций, нарушающие правильность деления и их генетические последствия. Научить студентов использовать полученные ими знания и практические навыки для грамотного анализа научной информации и в научно-исследовательской работе по цитогенетике.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Учебная дисциплина «Цитогенетика» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки.

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):**

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ПК-26	способность оценивать последствия влияния различных факторов на генетический аппарат и структурно-функциональную организацию хромосом организма	<p>знать: современное состояние вопроса о структуре, функциях и методах изучения хромосом, механизмах их поведения при воздействии различных факторов; роль разных типов хромосомных мутаций, отклонений поведения хромосом в митозе и мейозе на фенотип, жизнеспособность и продуктивность организмов.</p> <p>уметь: применять фундаментальные знания по цитогенетике для оценки последствий влияния различных факторов на генетический аппарат и структурно-функциональную организацию хромосом.</p> <p>владеть: информацией о современном состоянии исследований в различных областях цитогенетики; современными методами анализа и оценки генетических явлений в связи с особенностями структурно-функционального состояния клеток организма.</p>

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.**   2   /  72 

**Форма промежуточной аттестации**  зачет

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		6 сем	№ семестра	...
Аудиторные занятия	4	4		
в том числе:				
индивидуальные занятия	4	4		
практические				
лабораторные				
Самостоятельная работа	68	68		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – ___ час.)				
Итого:	72	72		

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Индивидуальные занятия</b>		
1.1	Эу- и гетерохроматическое состояние хромосом как механизм регуляции генетической активности.	Различия в организации прокариотических и эукариотических геномов. Наличие избыточной ДНК - характерная особенность генетического материала эукариот. Типы хромосомной ДНК. Модификации гистонов и ДНК, их роль в регуляции работы хроматина. Понятие "гистоновый код". В гистоновом коде записана информация о дифференциальной экспрессии генов. Эпигенетическая регуляция хромосомного наследования.
1.2	Современные методы кариотипирования и цитогенетическая диагностика.	Кариотип. Эволюция кариотипа. Современные методы хромосомного анализа. Кариотипирование – диагностика хромосомных нарушений. Диагностика хромосомных болезней человека с помощью молекулярно-цитогенетических методов.
1.3	Генетический контроль мейоза. Мейотические мутации и их последствия.	Эволюция митоза и мейоза. Мейотические мутации, влияющие на конъюгацию хромосом, их цитогенетические последствия. Асинхронические и десинахронические мутанты. Мей-мутации, приводящие к формированию нередуцированных гамет и их использование в селекции растений. Влияние различных факторов на поведение хромосом в мейозе. Хромосомные болезни человека, связанные с нарушениями мейоза. Структурные перестройки хромосом, выявляемые в мейозе.
1.4	Цитогенетические механизмы стерильности (на примере отдаленных гибридов и полиплоидов растений).	Особенности мейоза у полиплоидов и отдаленных гибридов. Цитогенетические механизмы стерильности. Цитомиксис в мейозе при микроспорогенезе и его генетические последствия.

#### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		ИЗ	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего

1	Эу- и гетерохроматическое состояние хромосом как механизм регуляции генетической активности.	1			22	23
2	Современные методы кариотипирования и цитогенетическая диагностика.	1			18	19
3	Генетический контроль мейоза. Мейотические мутации и их последствия.	1			18	19
4	Цитогенетические механизмы стерильности (на примере отдаленных гибридов и полиплоидов растений).	1			10	11
	Итого:	4			68	72

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Виды учебной работы и последовательность их выполнения:

- аудиторная: индивидуальные занятия – посещение в соответствии с учебным расписанием;
- самостоятельная работа: изучение теоретического материала для написания рефератов, составления докладов с презентацией;
- Прохождение промежуточной аттестации – зачет.

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции / С.Г. Инге-Вечтомов. – СПб. : Изд-во: Н-Л, 2010. – 718 с.
2	Лима-де-Фариа А. Похвала «глупости» хромосомы. Исповедь непокорной молекулы / А. Лима-де-Фариа. – М.: Бином. Лаборатория знаний. 2012. - 322 с. - <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=221828">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=221828</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Коряков Д.Е. Хромосомы. Структура и функции / Д.Е. Коряков, И.Ф. Жимулев. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2009. – 258 с.
4	Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика / И.Ф. Жимулев. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2007. – 480 с. - <a href="http://www.knigafund.ru/books/18890">http://www.knigafund.ru/books/18890</a>
5	Разин С.В. Хроматин: упакованный геном / С.В. Разин, А.А. Быстрицкий. – М.: Бином. Лаборатория знаний. 2012. - 176 с. - <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=8805">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=8805</a>
6	Богданов Ю.Ф. Синаптонемный комплекс – индикатор динамики мейоза и изменчивости хромосом / Ю.Ф. Богданов, О.Л. Коломиец. – М. :КМК, 2007. – 358 с.
7	Гайнер Т.А. Достижения и перспективы развития новой лаборатории медицинской цитогенетики / Т.А. Гайнер, О.Г. Каримова // Цитология. - 2013. – Т. 55, № 4. – С. 279–281.
8	Герашенков Г.А. Мобильные генетические элементы в эволюции пола у растений / Г.А. Герашенков, Н.А. Рожнова // Генетика. – 2010. – Т.46, №11. – С. 1445 – 1457.
9	Гринберг К.Н. Реализация фенотипического эффекта хромосомных аномалий у человека / К.Н. Гринберг, В.И. Кухаренко // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013. – Т. 17, № 1. – С. 32-39
10	Добавочные хромосомы, сегментные дупликации и эволюция / В.А. Трифонов [и др.]. // Генетика. – 2010. – Т. 46, №9. – С. 1234 - 1236.
11	Кравец Е.А. Цитомиксис и его роль в регуляции фертильности растений / Е.А. Кравец // Онтогенез. – 2013. – Т. 44, № 3. – С. 147-165.

12	Логинова Д.Б. Митотическое поведение центромер в мейозе как механизм восстановления фертильности у пшенично-ржаных амфигаллоидов / Д.Б. Логинова, О.Г. Силкова // Генетика. – 2014. - Т.50. №8.- С. 930 – 939.
13	Макунин А.И. Современные методы анализа добавочных хромосом / А.И. Макунин, В.А. Трифонов // Цитология. - 2013. – Т. 55, № 3. – С. 148–152.
14	Особенности организации хромосом в мейозе / Гришаева Т.М. [и др.] // Цитология. – 2013. – Т. 55, № 4. – С. 275–278
15	Родионов А.В. Полиплоидия и межвидовая гибридизация в эволюции цветковых растений / А.В. Родионов // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013. – Т. 17, №4/2. – С. 916-929.
16	Шабарина А.Н. Роль участков прикрепления хромосом к ядерной оболочке в функциональной организации хромосом / А.Н. Шабарина, Н.Г. Шостак, М.В.Глазков // Генетика. – 2010. – Т. 46, №9. – С. 1175 - 1177.
17	Щербань А.Б. Реорганизация генома растений в ходе аллополиплоидизации / А.Б. Щербань // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013. – Т. 17, №2. – С.277-285.
18	Юрченко Н.Н. Мобильные генетические элементы: нестабильность генов и геномов / Н.Н. Юрченко, Л.В. Коваленко, И.К. Захаров // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2011. – Т. 15, №2. – С. 261 – 270.
19	Яргин С.В. О цитологической диагностике / С.В. Яргин // Цитология. – 2014. – Т. 56, № 12. – С. 933–934.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
1.	<a href="http://www.lib.vsu.ru">http:// www.lib.vsu.ru</a> – Зональная научная библиотека ВГУ
2.	<a href="http://www.moodle.vsu.ru">http://www.moodle.vsu.ru</a> Образовательный портал "Электронный университет ВГУ"
3.	<a href="http://www.studmedlib.ru/">http://www.studmedlib.ru/</a> Консультант студента. Электронная библиотека медицинского вуза
4.	<a href="http://eLIBRARY.RU">eLIBRARY.RU</a> – научная электронная библиотека
5.	<a href="http://www.tsitologiya.cytspb.rssi.ru/contents_ru.htm">http://www.tsitologiya.cytspb.rssi.ru/contents_ru.htm</a> - Цитология (журнал)
6.	<a href="http://www.bionet.nsc.ru/vogis/">http://www.bionet.nsc.ru/vogis/</a> - "Вавиловский журнал генетики и селекции"

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Машкина О.С. Цитология : учебно-методическое пособие для вузов / О.С. Машкина, М.В. Белоусов, В.Н. Попов.— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2013. — 97 с. - <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-114.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-114.pdf</a>
2	Буторина А.К. Картирование генома и обратная генетика : учебное пособие / А.К. Буторина, О.С. Машкина .— Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2005. - 67 с.
3	Машкина О.С. Основы генетики : учебное пособие / О.С. Машкина, М.Н. Назарова, В.Н. Попов ; Воронежский государственный университет. - Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019. - 191с.

## 17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

### 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Типовое оборудование аудитории для аудиторных занятий (проектор Acer X115H DLP, экран для проектора, ноутбук Lenovo G580 с возможностью подключения к сети «Интернет»).

### 19. Фонд оценочных средств:

#### 19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их)	ФОС* (средства оценивания)

	посредством формирования знаний, умений, навыков)	наименование)	
ПК-26 - способность оценивать последствия влияния различных факторов на генетический аппарат и структурно-функциональную организацию хромосом организма	Знать: современное состояние вопроса о структуре, функциях и методах изучения хромосом, механизмах их поведения при воздействии различных факторов; роль разных типов хромосомных мутаций, отклонений поведения хромосом в митозе и мейозе на фенотип, жизнеспособность и продуктивность организмов.	Эу- и гетерохроматическое состояние хромосом как механизм регуляции генетической активности. Современные методы кариотипирования и цитогенетическая диагностика.	темы рефератов и докладов
	Уметь: применять фундаментальные знания по цитогенетике для оценки последствий влияния различных факторов на генетический аппарат и структурно-функциональную организацию хромосом.	Генетический контроль мейоза. Мейотические мутации и их последствия.	
	Владеть: информацией о современном состоянии исследований в различных областях цитогенетики; современными методами анализа и оценки генетических явлений в связи с особенностями структурно-функционального состояния клеток организма.	Генетический контроль мейоза. Мейотические мутации и их последствия. Цитогенетические механизмы стерильности (на примере отдаленных гибридов и полиплоидов растений).	
<b>Промежуточная аттестация (зачет)</b>			КИМ

## 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели:

1) знание современного состояния вопроса о структуре, функциях и методах изучения хромосом, механизмах их поведения при воздействии различных факторов; роли разных типов хромосомных мутаций, отклонений поведения хромосом в митозе и мейозе на фенотип, жизнеспособность и продуктивность организмов.

2) умение применять фундаментальные знания по цитогенетике для оценки последствий влияния различных факторов на генетический аппарат и структурно-функциональную организацию хромосом.

3) владение информацией о современном состоянии исследований в различных областях цитогенетики; современными методами анализа и оценки генетических явлений в связи с особенностями структурно-функционального состояния клеток организма.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено.

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Продемонстрировано знание предмета, цели и задач дисциплины и ее значение для профессиональной деятельности; умение применять знания для использования современных методов цитогенетики для оценки генетических явлений в связи с цитологическими особенностями организмов; владение основами понятийно-терминологического аппарата цитогенетики	Повышенный уровень	Зачтено

Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Недостаточно продемонстрировано знание предмета, цели и задач дисциплины и ее значение для профессиональной деятельности	Базовый уровень	Зачтено
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Демонстрирует частичные знания предмета, цели и задач дисциплины и ее значение для профессиональной деятельности; не умеет применять знания для использования современных методов цитогенетики для оценки генетических явлений в связи с цитологическими особенностями организмов	Пороговый уровень	Зачтено
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания предмета, цели и задач дисциплины и ее значение для профессиональной деятельности; не умеет применять знания для использования современных методов цитогенетики для оценки генетических явлений в связи с цитологическими особенностями организмов; не владеет основами понятийно-терминологического аппарата цитогенетики	–	Не зачтено

### **19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **19.3.1 Перечень вопросов к зачету:**

1. Организация наследственного материала у прокариот и вирусов.
2. Хромосомы пластид и митохондрий.
3. Клеточный цикл как основа структурно-функциональных преобразований хромосом эукариот в процессе реализации генетической программы.
4. Хроматин – основа хромосомы эукариот.
5. Диминуция хроматина и хромосом.
6. Мобильные генетические элементы у прокариот и эукариот (структура, типы, механизм транзиции). Генетические последствия перемещения МГЭ.
7. Упаковка ДНК в хромосомах эукариот (уровни компактизации ДНК).
8. Клеточный цикл. Митотическое деление клетки. Полиплоидия и анеуплоидия как результат нарушения сегрегации хромосом в анафазе митоза. Авто- и аллополиплоиды. Цитогенетические критерии отбора полиплоидов.
9. Структура митотических хромосом высших эукариот.
10. Понятие о кариотипе. Методы хромосомного анализа. Составление кариограммы и
11. идиограммы.
12. Политенные хромосомы как результат "сбоя" клеточного цикла. Добавочные (В-хромосомы).
13. Мейоз как основа полового размножения. Гаметогенез (микрогаметогенез и макрогаметогенез) у голосеменных и покрытосеменных растений.
14. Генетический контроль мейоза. Мейотические мутации, влияющие на конъюгацию хромосом, их цитогенетические последствия.
15. Особенности мейоза у отдаленных гибридов и полиплоидов. Изучение конъюгации хромосом – основа геномного анализа отдаленных гибридов.
16. Мейотические мутации, приводящие к формированию нередуцированных гамет и их использование в селекции растений. Получение мейотических полиплоидов и их значение для селекции.

#### **19.3.2 Темы рефератов и докладов**

1. Хромосомная территория как единица ядерной организации.
2. Эу- и гетерохроматическое состояние хромосом как механизм регуляции генетической активности.

3. Уровни упаковки ДНК в составе хромосом эукариот. Модификации гистонов и ДНК, их роль в регуляции работы хроматина.
4. Эпигенетическая регуляция хромосомного наследования.
5. Цитогенетическая диагностика наследственных заболеваний человека.
6. Различные типы хромосом как проявление дифференциальной активности генов в процессе онтогенеза (политенные хромосомы, хромосомы типа “ламповых щеток”).
7. Цитология митоза. Численные изменения хромосом в клетке, связанные с нарушением митоза. Цитогенетический метод в оценке загрязнения окружающей среды и генетического материала живых организмов.
8. Генетический контроль мейоза. Мейотические мутации и их цитогенетические последствия.
9. Влияние неблагоприятных факторов среды на поведение хромосом в мейозе, на фенотип, жизнеспособность и продуктивность организмов.
10. Особенности мейоза у полиплоидов и отдаленных гибридов. Цитогенетические механизмы стерильности.
11. Цитогенетические аспекты апоптоза.

#### **19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: оценки рефератов и докладов, подготовленных на заданную тему.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний..

При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.