

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт фундаментальной медицины и биологии



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Таюрский Д.А.

_____ 20__ г.

Программа дисциплины

Цитогенетика Б1.В.ДВ.9

Направление подготовки: 06.03.01 - Биология

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Акулов А.Н.

Рецензент(ы):

Чернов В.М.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Чернов В. М.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института фундаментальной медицины и биологии:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No

Казань
2019

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) Акулов А.Н. , ANAkulov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

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

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.9 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 06.03.01 Биология и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Данная дисциплина относится к циклу Профессиональный Б3.ДВ.1.3 направление подготовки 020400 Биология. При освоении данной дисциплины требуются знания основ биохимии, микробиологии и генетики, приобретенными в результате освоения предшествующих дисциплин. Предназначена для студентов бакалавриата по направлению подготовки: 020400 Биология и Профиля подготовки в рамках направления 020400 - Биология: Генетика Программа разработана на кафедре генетики Института фундаментальной медицины и биологии К(П)ФУ.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
Ок-12	использует основные технические средства в профессиональной деятельности: работает на компьютере и в компьютерных сетях, использует универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создает базы данных на основе ресурсов Интернет, способен работать с информацией в глобальных компьютерных сетях
ОК-6 (общекультурные компетенции)	использует в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
Ок-8	проявляет экологическую грамотность и использует базовые знания в области биологии в жизненных ситуациях; понимает социальную значимость и умеет прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, готов нести ответственность за свои решения
ПК-3 (профессиональные компетенции)	демонстрирует знание принципов структурной и функциональной организации биологических объектов и механизмов гомеостатической регуляции; применяет основные физиологические методы анализа и оценки состояния живых систем

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-4 (профессиональные компетенции)	демонстрирует знание принципов структурной и функциональной организации биологических объектов и механизмов гомеостатической регуляции; применяет основные физиологические методы анализа и оценки состояния живых систем

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- современные молекулярно-генетические методы приготовления цитогенетических препаратов, области их применения для изучения хромосом человека, животных и растений; преимущества и ограничения данных методик;
- принципы изучения структуры и функции хромосом;
- методы изучения полиморфизма морфологии хромосом;
- цитогенетические основы наиболее распространенных хромосомных болезней человека; спонтанного мутагенеза;
- номенклатуру хромосом человека.

2. должен уметь:

- интерпретировать данные литературы с учетом всех ограничений и особенностей использованных методов;
- анализировать кариотип человека с применением современной номенклатуры хромосом;
- проводить сравнительный анализ кариотипов разных групп живых организмов;
- определять тип хромосомных перестроек;

3. должен владеть:

- современными методами цитогенетического анализа хромосом и клеточного цикла;
- методом метафазного анализа кариотипа; анафазным методом учета aberrаций хромосом в растительных и животных клетках;
- правилами оформления результатов экспериментальных работ в виде научного отчета;
- навыками работы на современном оборудовании, используемом для проведения генетических и молекулярно-генетических исследований.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- демонстрировать базовые представления о разнообразии биологических объектов, понимание значения биоразнообразия для устойчивости биосферы
- демонстрировать знание принципов структурной и функциональной организации биологических объектов и механизмов гомеостатической регуляции
- демонстрировать знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности
- применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой (ПК-5);

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет с оценкой в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Особенности наследственных структур у эукариот Цитогенетические методы	7		4	0	2	
3.	Тема 3. Видимое строение хромосом человека и их морфология. Классификация и тонкая структура хромосомы.	7		4	0	8	
4.	Тема 4. Клеточный цикл, регуляция клеточного цикла. Деление клеток. Непрямое деление клетки. Амитоз. Эндомитоз	7		4	0	2	
6.	Тема 6. Мейоз	7		2	0	4	
7.	Тема 7. Хромосомные перестройки	7		4	0	8	
8.	Тема 8. Полиплоидия. Автополиплоидия и аллополиплоидия (амфиполиплоидия).	7		2	0	0	
9.	Тема 9. Митотическая активность клеток растений	7		4	0	4	
10.	Тема 10. Политенные хромосомы дрозофилы и хирономуса	7		4	0	0	
11.	Тема 11. Мейоз в яичниках дрозофилы	7		2	0	4	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
12.	Тема 12. Цитологические доказательства кроссинговера	7		2	0	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Зачет с оценкой
	Итого			32	0	32	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Особенности наследственных структур у эукариот Цитогенетические методы лекционное занятие (4 часа(ов)):

Цитогенетика как наука. Место среди других наук. Характеристика основных методов исследования. Значение цитогенетики для исследований в области генетики. Структура и функция хромосом. Интер-фазные и митотические хромосомы. Форма метафазных хромосом и их классификация. Первичная и вторичная перетяжки хромосом. Центромеры и нецентромеры. Цитогенетика В-хромосом. Кольцевые, дицентрические и телоцентрические хромосомы. Изохромосомы.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Микроскопирование делящихся клеток разных организмов

Тема 3. Видимое строение хромосом человека и их морфология. Классификация и тонкая структура хромосомы.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Митоз - общая характеристика процессов репродуктивного деления клеток. Понятия о митотическом цикле и его периодах. Изменение активности и морфологии хромосом в митотическом цикле. Фазы митоза и их цитогенетическая характеристика. Преемственность наследственных свойств при митозе. Амитоз. Эндомитоз. Политения.

лабораторная работа (8 часа(ов)):

Просмотр препаратов на разных стадиях митоза

Тема 4. Клеточный цикл, регуляция клеточного цикла. Деление клеток. Непрямое деление клетки. Амитоз. Эндомитоз

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Изменения хромосом в клеточном цикле. Клеточный цикл Клетки многоклеточного организма чрезвычайно разнообразны по выполняемым функциям. В соответствии со специализацией клетки имеют разную продолжительность жизни. Так нервные клетки после завершения эмбриогенеза перестают делиться и функционируют на протяжении всей жизни организма. Клетки же других тканей (костного мозга, эпидермиса, эпителия тонкого кишечника) в процессе выполнения своей функции быстро погибают и замещаются новыми в результате клеточного деления. Деление клеток лежит в основе развития, роста и размножения организмов. Деление клеток также обеспечивает самообновление тканей на протяжении жизни организма и восстановление их целостности после повреждения.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Просмотр препаратов

Тема 6. Мейоз

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Мейоз как основа полового размножения. Типы мейоза. Эволюция мейоза. Характеристика основных фаз мейоза. Принципы расхождения и комбинации гомологичных хромосом. Генетическое значение мейоза.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Приготовление препаратов яичников и семенников дрозофиллы

Тема 7. Хромосомные перестройки

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Структурные изменения в хромосомах (дупликации, инверсии, не-хватки, транслокации). Значение для цитологических исследований структурных перестроек хромосом, видимых под микроскопом и поддающихся строгому учету. Процессы восстановления поврежденных хромосом. Вещества, задерживающие восстановление поврежденных хромосом. Формы хромосомных перестроек в зависимости от фазы митотического цикла, во время которой хромосомы подверглись воздействию мутагенного фактора. Роль дупликаций, нехваток, инверсий и транслокаций в эволюции генома.

лабораторная работа (8 часа(ов)):

Приготовление препаратов клеток растений, обработанных мутагенами

Тема 8. Полиплоидия. Автополиплоидия и аллополиплоидия (амфиполиплоидия).

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Понятия о полиплоидии и основном числе хромосом. Получение полиплоидов. Цитологические механизмы возникновения полиплоидов. Автополиплоиды и аллополиплоиды. Анеуплоиды (моносомии, нуллисомии, трисомии и др.).

Тема 9. Митотическая активность клеток растений

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Особенности митоза у различных видов растений.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Приготовление давленных препаратов меристемы растений. Изучение митотического цикла. Понятие митотического индекса. Определение митотического индекса и длительности стадий митоза. Документация материала. Методы статистической обработки данных.

Тема 10. Политенные хромосомы дрозофилы и хирономуса

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Морфология политенных хромосом дрозофилы и хирономуса. Приготовление препаратов политенных хромосом хирономуса. Анализ перестроек хромосом на постоянных препаратах политенных хромосом дрозофилы.

Тема 11. Мейоз в яичниках дрозофилы

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Генетический контроль мейоза. Мейоз у межвидовых и межродовых гибридов. Образование унивалентов и мультивалентов. Нарушения мейоза в первом и втором делениях. Факторы, влияющие на ход мейоза.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Приготовление давленных препаратов яичников. Мейоз. Фазы мейоза. Анализ профазы мейоза, анафазы 1 и анафазы 2 мейоза.

Тема 12. Цитологические доказательства кроссинговера

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Опыты Б. Мак-Клинтон на кукурузе

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Особенности наследственных структур у эукариот Цитогенетические методы	7		подготовка по научным статьям	4	опрос
3.	Тема 3. Видимое строение хромосом человека и их морфология. Классификация и тонкая структура хромосомы.	7		подготовка по конспектам лекций	4	тест
4.	Тема 4. Клеточный цикл, регуляция клеточного цикла. Деление клеток. Непрямое деление клетки. Амитоз. Эндомитоз	7		анализ научных статей и конспектов лекций	8	доклад
6.	Тема 6. Мейоз	7		конспекты лекций	4	контрольная
7.	Тема 7. Хромосомные перестройки	7		методические пособия	4	отчет
8.	Тема 8. Полиплоидия. Автополиплоидия и аллополиплоидия (амфиполиплоидия).	7		атласы и учебные пособия	4	доклад

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
9.	Тема 9. Митотическая активность клеток растений	7		методические указания	4	отчет
10.	Тема 10. Политенные хромосомы дрозофилы и хирономуса	7		конспекты лекции	4	тест
11.	Тема 11. Мейоз в яичниках дрозофилы	7		конспекты лекций	4	опрос
12.	Тема 12. Цитологические доказательства кроссинговера	7		научная литература	4	колоквиум
	Итого				44	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

1. Лекция - визуализация. В ходе лекции студент преобразовывает устную и письменную информацию в визуальную форму, выделяя при этом наиболее значимые и существенные элементы. На лекции используются схемы, рисунки, чертежи, слайды-презентации, к подготовке которых привлекаются обучающиеся. Проведение лекции проводится в виде связанного развернутого комментирования подготовленных наглядных пособий.

2. Коллоквиум - консультация, при котором до 50% времени отводится для ответов на вопросы студентов.

3. Индивидуальные проблемные задания, связанные с поиском и анализом полученной информации и формулированием выводов и готового решения, которое формулируется в виде готового эссе; разбор конкретных ситуационных задач с использованием знаний и методик цитогенетического, молекулярно-генетического анализа.

Удельный вес занятий, проводимых в активных и интерактивных формах, составляет 50% от общего числа аудиторных занятий

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Особенности наследственных структур у эукариот Цитогенетические методы
опрос , примерные вопросы:

Реферат. Сравнительный хромосомный пэйнтинг

Тема 3. Видимое строение хромосом человека и их морфология. Классификация и тонкая структура хромосомы.

тест , примерные вопросы:

Плечи одинаковой длины имеют: а) метацентрические хромосомы; б) изохромосомы; в) акроцентрические хромосомы; г) субметацентрические хромосомы К митотическому аппарату клетки относятся: а) Хромосомы, центриоли, нити веретена деления; б) Митохондрии, рибосомы, мик-ротрубочки; в) хромосомы, комплекс Гольджи, лизосомы Во время профазы: а) образуется ядерная оболочка и ядрышко; б) исчезает ядерная оболочка и ядрышко; в) хромосомы расходятся к полюсам клетки; г) происходит деспирализация хроматина Движение хромосом к полюсам клетки осуществляется за счет: а) циклоза; б) сокращения хромосом?; в) сокращения нитей веретена деления.

Тема 4. Клеточный цикл, регуляция клеточного цикла. Деление клеток. Непрямое деление клетки. Амитоз. Эндомитоз

доклад , примерные вопросы:

Типы организации генетического материала. Строение хромосом эукариот. Генетический контроль митоза

Тема 6. Мейоз

контрольная , примерные вопросы:

5. Профаза первого деления мейоза включает в себя следующие этапы: а) лептотена, зиготена, пахитена, диплотена, диакинез; б) интерфаза, метафаза, анафаза, телофаза, интеркинез; в) пахитена, диакинез, метафаза, анафаза, телофаза; г) ин-теркинез, профазы, метафаза, анафаза 6. На какой стадии первого деления мейоза происходит образование бивалентов и крос-синговер: а) профазы, метафаза; б) лептотена, зиготена; в) зиготена, пахитена; г) пахитена, ди-плотена 7. Во время анафазы первого деления мейоза происходит: а) ?Сползание? хиазм и расхождение гомологичных хромосом к полюсам клетки; б) расхождение сестринских хроматид к полюсам клетки; в) обмен гомологичными участками между гомологичными хромосомами; г) образование синаптонемального комплекса

Тема 7. Хромосомные перестройки

отчет , примерные вопросы:

письменный отчет с фотографиями хромосомных перестроек

Тема 8. Полиплоидия. Автополиплоидия и аллополиплоидия (амфиполиплоидия).

доклад , примерные вопросы:

Роль полиплоидии в видообразовании.

Тема 9. Митотическая активность клеток растений

отчет , примерные вопросы:

письменный отчет с фотографиями различных фаз митоза

Тема 10. Политенные хромосомы дрозофилы и хиромомуса

тест , примерные вопросы:

На какой стадии первого деления мейоза происходит образование бивалентов и крос-синговер: а) профазы, метафаза; б) лептотена, зиготена; в) зиготена, пахитена; г) пахитена, ди-плотена Во время анафазы первого деления мейоза происходит: а) ?Сползание? хиазм и расхождение гомологичных хромосом к полюсам клетки; б) расхождение сестринских хроматид к полюсам клетки; в) обмен гомологичными участками между гомологичными хромосомами; г) образование синаптонемального комплекса Количество политенных хромосом в клетке равно: а) гаплоидному набору; б) диплоидному набору; в) тетраплоидному набору; г) три-плоидному набору Вторичная перетяжка характерна для: а) метацентрической хромосомы; б) субметацентрической хромосомы; в) акроцентрической хромосомы; г) изохромосомы

Тема 11. Мейоз в яичниках дрозофилы

опрос , примерные вопросы:

Общая характеристика мейоза. Генетический контроль мейоза. Реферат. Роль хромоцентра в расхождении хромосом в мейозе у *Drosophila melanogaster*

Тема 12. Цитологические доказательства кроссинговера

колоквиум, примерные вопросы:

Опыты Б.Мак-Клинток на кукурузе и опыт Штерна на дрозофиле

Итоговая форма контроля

зачет с оценкой (в 7 семестре)

Примерные вопросы к зачету с оценкой:

Экзаменационные билеты

Билет ♦ 1.

1. Структурная организация хроматина эукариот. Белковый и нуклеиновый компоненты.
2. Гетерохроматин: структурные и функциональные особенности.
3. Механизмы возникновения хромосомных перестроек.

Билет ♦ 2.

1. Митоз, фазы митоза. Амитоз.
2. Дифференциальное окрашивание хромосом.
3. Эухроматин и механизмы гетерохроматинизации.

Билет ♦ 3.

1. Клеточный цикл. Регуляция клеточного цикла.
2. Политенные хромосомы. Механизм образования, строение, функционирование.
3. Цитологические доказательства кроссинговера (опыты Штерна на дрозофиле и Мак Клинтон на кукурузе).

Билет ♦ 4.

1. Общая характеристика мейоза. Фазы мейоза. Биологическое значение мейоза.
2. Диминуция хроматина
3. Мобильные генетические элементы, их классификация и характеристика.

Билет ♦ 5.

1. Структура митотической хромосомы, уровни и механизмы компактизации.
2. Сестринские хроматидные обмены, причины возникновения и способы выявления.
3. Транслокации, причины возникновения и последствия. Роль в эволюции.

7.1. Основная литература:

1. Сазанов, А. А. Генетика [Электронный ресурс] : учеб. рос. / А. А. Сазанов. - СПб.: ЛГУ им. А. С. Пушкина, 2011. - 264 с. - Режим доступа: <http://www.znanium.com/>
2. Чернодубов, А.И. Популяционная генетика, цитогенетика, анатомия и гистология древесины [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.И. Чернодубов. ? Электрон. дан. ? Воронеж : ВГЛУ, 2014. ? 22 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/64152.> ? Загл. с экрана.

7.2. Дополнительная литература:

1. Дыбан А.П. Цитогенетика развития млекопитающих - Москва: Наука, 1978 - 216с.
2. Орлов В. Н. и др. Сравнительная цитогенетика и кариосистематика млекопитающих - М.: Наука, 1983 - 405с.
3. Отдаленная гибридизация плодово-ягодных и других многолетних растений - Кишинев: Штиинца, 1994 - 46с.
4. Жимулев И.Ф. Хромомерная организация политенных хромосом - Новосибирск: Наука.Сиб.изд.фирма, 1994 - 564с.
5. Методическое пособие по цитогенетике и цитохимии - Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1984 - 46с.
6. Смирнов В.Г. Цитогенетика: Учебник для вузов по спец. 'Генетика' - М.: Высшая школа, 1991 - 247с.

7. Жимулев И.Ф. Гетерохроматин и эффект положения гена - Новосибирск: Наука.Сиб.изд.фирма, 1993 - 490с

8. Электронное издание на основе: Наследственные болезни: национальное руководство + CD / Под ред. Н.П. Бочкова, Е.К. Гинтера, В.П. Пузырева. 2012. - 936 с. (Серия 'Национальные руководства') - ISBN 978-5-9704-2231-1.

7.3. Интернет-ресурсы:

В свободном доступе лучшие учебники по генетике и молекулярной медицине на английском языке - <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/book>

Видео материалы по генетике, презентации: - <http://med-edu.ru>

Ресурсы генома человека. База данных генов человека и их локализации на хромосомах: - <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genome/guide/human/>

Сайт классической молекулярной биологии: - <http://molbiol.ru>

Сайт Национального института здоровья США с базами данных по нуклеотидным последовательностям ДНК, секвенированным геномам, SNP, хромосомным картам: - www.ncbi.nih.gov

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Цитогенетика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

При проведении занятий по специальному курсу "Цитогенетика" учащиеся должны быть обеспечены всей необходимой материально-технической базой:

- 1) Аудиторией с мультимедийным презентационным оборудованием для демонстрации иллюстративного материала.
- 2) Лабораторной комнатой для проведения практических занятий, обеспеченной учебно-научным и научным оборудованием в соответствии с реализуемой учебной тематикой (микроскопы, термостаты, химическая посуда, вытяжные шкафы, химические реактивы и красители).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 06.03.01 "Биология" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Акулов А.Н. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Чернов В.М. _____

"__" _____ 201__ г.