

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



подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

### Цитогенетика

Направление подготовки: 06.03.01 - Биология

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) Акулов А.Н.

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК-3	способностью понимать базовые представления о разнообразии биологических объектов, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, способностью использовать методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования биологических объектов
ПК-8	способностью использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- современные молекулярно-генетические методы приготовления цитогенетических препаратов, области их применения для изучения хромосом человека, животных и растений; преимуществах и ограничениях 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.

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;

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.

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);

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.9 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 06.03.01 "Биология (не предусмотрено)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

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

Контактная работа - 64 часа(ов), в том числе лекции - 32 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 32 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 44 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

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

## 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Особенности наследственных структур у эукариот Цитогенетические методы	7	4	0	2	6
2.	Тема 2. Видимое строение хромосом человека и их морфология. Классификация и тонкая структура хромосомы.	7	4	0	2	4
3.	Тема 3. Клеточный цикл, регуляция клеточного цикла. Деление клеток. Непрямое деление клетки. Амитоз. Эндомитоз	7	4	0	2	4
4.	Тема 4. Мейоз	7	4	0	4	6
5.	Тема 5. Хромосомные перестройки	7	8	0	4	6
6.	Тема 6. Полиплоидия. Автополиплоидия и аллополиплоидия (амфиполиплоидия).	7	4	0	2	4
7.	Тема 7. Митотическая активность клеток растений	7	0	0	8	4
8.	Тема 8. Политенные хромосомы дрозофилы и хирономуса	7	2	0	4	4
9.	Тема 9. Мейоз в яичниках дрозофилы	7	0	0	4	4
10.	Тема 10. Цитологические доказательства кроссинговера	7	2	0	0	2
	Итого		32	0	32	44

### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

#### Тема 1. Особенности наследственных структур у эукариот Цитогенетические методы

Цитогенетика как наука. Место среди других наук. Характеристика основных методов исследования. Значение цитогенетики для исследований в области генетики. Структура и функция хромосом. Интерфазные 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.

## **Тема 2. Видимое строение хромосом человека и их морфология. Классификация и тонкая структура хромосомы.**

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.

## **Тема 3. Клеточный цикл, регуляция клеточного цикла. Деление клеток. Непрямое деление клетки. Амитоз. Эндомитоз**

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.

## **Тема 4. Мейоз**

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

## **Тема 5. Хромосомные перестройки**

Структурные изменения в хромосомах (дупликации, инверсии, нехватки, 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.

## **Тема 6. Полиплоидия. Автополиплоидия и аллополиплоидия (амфиполиплоидия).**

Понятия о полиплоидии и основном числе хромосом. Получение полиплоидов. Цитологические механизмы возникновения полиплоидов. Автополиплоиды и аллополиплоиды. Анеуплоиды (моносомии, нуллисомии, трисомии и др.). Роль полиплоидии в видообразовании у растений. Практическое применение полиплоидных растений.

## **Тема 7. Митотическая активность клеток растений**

Метод приготовления давленных препаратов меристемы растений. Изучение митотического цикла. Понятие митотического индекса. Определение митотического индекса и длительности стадий митоза. Митотическая активность у разных видов растений. Документация материала. Методы статистической обработки данных.

## **Тема 8. Политенные хромосомы дрозофилы и хиромомуса**

Наиболее ярким примером такого рода служат пuffed в гигантских политенных хромосомах. Морфологически они представляют собой вздутые определенные районы хромосом, обусловленные декомпактизацией отдельных дисков и интенсивным синтезом в них РНК. Пуфы, таким образом, можно рассматривать как высокоактивные в функциональном отношении тканеспецифичные и стадийспецифичные гены. Установлена роль гормонов (в частности, экдизона - гормона окукливания в индукции пуфов), а также роль белков, синтезированных ранними пуфами, в индукции поздних пуфов.

## **Тема 9. Мейоз в яичниках дрозофилы**

Приготовление давленных препаратов яичников. Мейоз. Фазы мейоза. Анализ профазы мейоза, анафазы 1 и анафазы 2 мейоза. Профаза I мейоза отличается значительной продолжительностью и сложностью. Ее условно разделяют на пять последовательных стадий: лептотена, зиготена, пахитена, диплотена и диакинез. Каждая из этих стадий обладает своими отличительными особенностями. Лептотена (стадия тонких нитей). Для этой стадии характерно наличие тонких и длинных хромосомных нитей. Число хромосомных нитей соответствует диплоидному числу хромосом. Каждая хромосомная нить состоит из двух хроматид, соединенных общим участком - центромерой. Хроматиды очень близко сближены, и поэтому каждая хромосома кажется одиночной. Зиготена (стадия соединения нитей). Моментом перехода лептотены в зиготену считают начало синапса. Синапс - процесс тесной конъюгации двух гомологичных хромосом. Подобная конъюгация отличается высокой точностью. Конъюгация часто начинается с того, что гомологичные концы двух хромосом сближаются на ядерной мембране, а затем процесс соединения гомологов распространяется вдоль хромосом от обоих концов. В других случаях синапс может начаться во внутренних участках хромосом и продолжаться по направлению к их концам.

## **Тема 10. Цитологические доказательства кроссинговера**

Цитологические доказательства кроссинговера. Опыты Штерна на дрозофиле. Опыты Б. Мак-Клинтон на кукурузе. Зависимость кроссинговера от пола. Схема митотического кроссинговера. Факторы, влияющие на частоту кроссинговера и заператели кроссинговера. Цитологические признаки кроссинговера. Обнаружение инверсий и делеций в процессе кроссинговера.

#### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

#### **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

#### **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.



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

В свободном доступе лучшие учебники по генетике и молекулярной медицине на английском языке - <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/book> 8

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 Национального института здоровья США с базами данных по нуклеотидным последовательностям ДНК, секвенированным геномам, SNP, хромосомным картам: - [www.ncbi.nih.gov](http://www.ncbi.nih.gov)

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	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.
лабораторные работы	При выполнении лабораторных работ студент осваивает методы цитогенетического анализа разных организмов. Применяет знания предшествующих курсов (химии, ботаники, цитологии, эмбриологии). Получает результаты, которые в дальнейшем будут являться основой отчетов по соответствующим темам. По итогам лабораторной работы оформляется развернутый и иллюстрированный отчет.
самостоятельная работа	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.
зачет с оценкой	Зачет проводится после того как будут сданы все лабораторные работы. В ходе зачета оценивается владение обучающегося основным материалом, умение отвечать на дополнительные вопросы, ориентироваться в пройденном материале. Зачет имеет оценку в баллах. По его результату студенту в зачетку выставляется соответствующая оценка.

### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

### 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

### 12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

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



### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 06.03.01 - Биология

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

#### Основная литература:

1. Мандель, Б.Р. Основы современной генетики / Б.Р. Мандель. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. - 334 с. : ил. - Режим доступа: по подписке. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=440752>. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-8332-3. - DOI 10.23681/440752. - Текст : электронный.
2. Нахаева, В.И. Практический курс общей генетики / В.И. Нахаева. - 3-е изд., стереотип. - Москва : Издательство 'Флинта', 2016. - 210 с. - Режим доступа: по подписке. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83544>. - ISBN 978-5-9765-1204-7. - Текст : электронный.
3. Сазанов, А. А. Генетика [Электронный ресурс] : учеб. рос. / А. А. Сазанов. - СПб.: ЛГУ им. А. С. Пушкина, 2011. - 264 с. - Режим доступа: <http://www.znaniium.com/catalog/product/445036>

#### 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. Жимулев И.Ф. Хромомерная организация политенных хромосом - Новосибирск: Наука.Сиб.изд.фирма, 1994 - 564с.
4. Методическое пособие по цитогенетике и цитохимии - Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1984 - 46с.
5. Смирнов В.Г. Цитогенетика: Учебник для вузов по спец. 'Генетика' - М.: Высшая школа, 1991 - 247с.
6. Жимулев И.Ф. Гетерохроматин и эффект положения гена - Новосибирск: Наука.Сиб.изд.фирма, 1993 - 490с
7. 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.
8. Изучение кариотипа животных: методические указания по дисциплине 'Генетика и биометрия': [16+] / Кафедра генетики, разведения и биотехнологии животных. - Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2011. - 15 с. : ил., табл. - Режим доступа: по подписке. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564268> (дата обращения: 28.06.2019). - Библиогр. в кн. - Текст : электронный.
9. Медицинская генетика : журнал / . - Москва : Гениус Медиа, 2012. - Т. 11, ◆ 8(122). - 48 с. - Режим доступа: по подписке. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=237665> (дата обращения: 28.06.2019). - ISSN 2073-7998. - Текст : электронный.

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 06.03.01 - Биология

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows