

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

Экологическая генетика

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Генетика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

## 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): профессор, д.н. (профессор) Пономарева М.Л. (кафедра генетики, Центр биологии и педагогического образования), MLPonomareva@kpfu.ru

**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
ПК-2	Способен формулировать актуальные задачи исследования и планировать эксперименты в области изучения живых биологических систем, использовать опытно-экспериментальную и приборную базы по тематике проводимых исследований, анализировать результаты, полученные в ходе решения исследовательских задач

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- методологию и логику эколого-генетического анализа, используемого для изучения процессов наследственности и изменчивости;
- пути функционирования и экологической адаптации разных организмов к стрессовым воздействиям среды на популяционном, экосистемном, агроландшафтном и биосферном уровнях;
- основные причины и закономерности мутационного процесса, факторы экологического риска, типы природных и антропогенных мутагенов;
- основные группы загрязнителей, пути накопления и регуляции поллютантов в экосистемах;
- роль основных экологических стрессоров в развитии генетических основ и методов селекции;
- особенности эколого-генетических моделей и симбиогенетики.

Должен уметь:

- излагать и критически анализировать информацию о влиянии различных загрязнений и мутагенных факторов на генофонд растений, животных и микроорганизмов;
- аргументированно и комплексно обсуждать теоретические проблемы и прикладные аспекты экологической генетики;
- проводить популяционно-статистические расчеты и решать генетические задачи в области экологической генетики;
- использовать знания о закономерностях наследственности и изменчивости разных групп живых организмов для решения естественнонаучных задач, мониторинга окружающей среды и сохранения оптимальной среды обитания человека;
- увязывать данные экологической генетики с достижениями эволюционной теории, экологии, селекции и медицины;
- правильно ориентироваться в проблемах генетической токсикологии и канцерогенеза;
- применять методы обнаружения и количественного учета основных загрязнителей в оценке воздействия на окружающую среду.

Должен владеть:

- современным понятийно-терминологическим аппаратом экологической генетики и качественно новой информацией, необходимой для управления изменчивостью и наследственностью живых организмов;
- методами популяционно-генетического анализа, количественной оценки генетической изменчивости и генетического груза в популяциях, алгоритмами решения соответствующих генетических задач;
- навыками тестирования генетической активности факторов окружающей среды, идентификации негативных факторов внешней среды;
- знаниями об аналитическом, прогностическом инструментарии и практических возможностях экологической генетики.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные при освоении дисциплины эколого-генетические знания и понимание закономерностей в профессиональной деятельности и в быту;

- применять различные методологические подходы и демонстрировать навыки доказательного ответа на вопросы экологической генетики;
- правильно формулировать аргументы, делать выводы и выражать свою позицию в области полученных знаний в разных социальных системах;
- уметь анализировать научную, учебно-методическую, справочную литературу, и ориентироваться в изучаемых вопросах;
- самостоятельно собирать, интерпретировать информацию и изучать материал для дальнейшего своего развития и продолжения обучения.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.02.03 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 06.04.01 "Биология (Генетика)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 1 курсе в 2 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 - 22 часа(ов), в том числе лекции - 10 часа(ов), практические занятия - 12 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 50 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен во 2 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	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Экологическая генетика как самостоятельная и синтетическая научная дисциплина.	2	2	0	4	0	0	0	10
2.	Тема 2. Типы мутационной изменчивости и ее генетический мониторинг	2	2	0	2	0	0	0	10
3.	Тема 3. Эколого-генетические модели и симбиогенетика	2	2	0	2	0	0	0	10
4.	Тема 4. Генетика устойчивости к факторам окружающей среды	2	2	0	2	0	0	0	10
5.	Тема 5. Экологическая генетика человека	2	2	0	2	0	0	0	10
	Итого		10	0	12	0	0	0	50

### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

**Тема 1. Экологическая генетика как самостоятельная и синтетическая научная дисциплина.**

Общая структура, сфера интересов и методы экологической генетики: генетические подходы, типы экологических отношений (синэкология, аутоэкология), пищевые цепи. Генетический контроль признаков. Влияние различных факторов на генетические процессы. Естественные и антропогенные факторы окружающей среды. Методы генетического анализа, взаимодействие элементарных признаков и факторов окружающей среды. Генетические процессы в популяциях и ее структура. Генофонд и полиморфизм популяции. Изменение генофонда популяция как результат нарушения генетического равновесия между мутационным процессом и отбором. Цель, задачи и схемы генетического мониторинга. Генетический мониторинг природных популяций. Понятие генетического груза в популяциях. Критерии и количественная оценка генетического риска.

### **Тема 2. Типы мутационной изменчивости и ее генетический мониторинг**

Мутационная изменчивость и факторы мутагенеза. Три основных периода изучения мутационного процесса. Теория мутаций Г. Де-Фриза, теория "присутствия-отсутствия" У. Бэтсона. Открытие радиационного и химического мутагенеза. Классификация типов мутаций. Молекулярные механизмы возникновения мутаций, рекомбиногенез, индукция репаративного синтеза ДНК. Типы классификаций мутаций: генные, хромосомные, геномные. Ошибки репликации, репарации и рекомбинации как причина возникновения мутаций. Классификация мутагенов. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Спонтанные и индуцированные мутации в природных популяциях - сходство и различия, роль в эволюции. Частота спонтанного мутирования. Мутабельные гены и гены-мутаторы. Адаптивная ценность естественных мутаций. Физические факторы мутагенеза. Особенности и закономерности радиационного мутагенеза. Типы излучений и дозовые зависимости. Понятия: доза, мощность, порог дозы. Принцип попадания и теория "мишени". Одноударность и беспороговость действия. Генетические последствия крупных производственных аварий, ядерных испытаний, катастроф (Хиросима и Нагасаки, Токский полигон, Чернобыль, Сезово и т.д.). Химические факторы мутагенеза. Особенности и распространенность химического мутагенеза. Супермутагены. Промутагены. Типы химических мутагенов: аналоги азотистых оснований, окислители и восстановители, алкилирующие соединения, акридиновые красители. Биологические факторы мутагенеза. Вирусы, бактерии, микотоксины как факторы индуцированного мутагенеза. Влияние вакцинаций. Группы риска в промышленности, сельском хозяйстве, медицине, компонентах пищи. Эколого-генетические основы использования спонтанных и индуцированных мутаций в селекции.

### **Тема 3. Эколого-генетические модели и симбиогенетика**

Современные принципы и цели разработки эколого-генетических моделей. Известные на сегодняшний день модели, их фундаментальная и практическая важность. Эколого-генетическая модель растение-дрозофила и защита растений. Взаимоотношение типа "производитель-потребитель" на примере членистоногих и высших растений.

История и современное представление о симбиотических отношениях. Генетическая основа симбиотических отношений и их роль в эволюции. Теория эндосимбиогенеза Л.Маргелис. Роль эндосимбиотических отношений в возникновении эукариотической клетки. Современный взгляд на симбиотические отношения: определение, многообразие симбиотических систем, их значение. Этапы взаимодействия между растением и бактерией. Генетические основы бобово-ризобияльного симбиоза. Микориза: симбиоз между растениями и грибами. Различные типы микориз. Особенности строения арбускулярной и эктомикоризы. Изменение генной экспрессии при микоризообразовании. Эндосимбиоз у животных. Микроорганизмы, заселяющие кишечник и внутриклеточные симбиотические микроорганизмы, бактериоциты - клетки насекомого, заселенные микроорганизмами, строение, локализация в организме насекомых. Особые условия коэволюции геномов симбиотических микроорганизмов насекомых.

### **Тема 4. Генетика устойчивости к факторам окружающей среды**

Генетические механизмы, определяющие устойчивость организмов к факторам среды. Основные положения генетики устойчивости. Понятие о факторах окружающей среды. Ксенобиотики и механизмы, устойчивости к ним на примере насекомых.

Цель, задачи и методы генетической токсикологии. Токсигеномика и представление о генетически активных факторах. Наследственный полиморфизм в популяциях человека и его роль в определении чувствительности к генотоксикантам. Делеционный и однонуклеотидный полиморфизмы. Гены биотрансформации ксенобиотиков. Гены репарации ДНК и контроля клеточного цикла. Генетические последствия загрязнения окружающей среды физическими и химическими мутагенами.

Фармакогенетика нутригеномика. Проблема оценки различий индивидуальных реакций на лекарственные препараты. Генетический полиморфизм, ассоциированный с варьирующими ответами на лекарства.

Биохимическая индивидуальность как ответная реакция организма на воздействия среды. Экогенетические патологические реакции на факторы среды. Исследование генов "внешней среды" и концепция генетического паспорта.

### **Тема 5. Экологическая генетика человека**

Патологические проявления экспрессии генов на специфические факторы среды, экогенетические болезни.

Канцерогены - химические, биологические и физические агенты, вызывающие развитие рака. Природные и антропогенные источники канцерогенов. Разделение канцерогенных веществ по степени их опасности для человека.

Основные химические канцерогены и механизм их действия. Этапы химического канцерогенеза. Процессы репарации и их дефекты. Генетический полиморфизм ферментов метаболизма канцерогенов и восстановления ДНК.

Биологические и медицинские последствия индуцированного мутагенеза в популяциях человека. Повышение частоты злокачественных новообразований, наследственных патологий, врожденных пороков развития, снижение нормы реакции и иммунитета человека.

Антимутагенез. Протекторы мутаций естественного происхождения. Антимутагены как факторы, уменьшающие ошибки репликации и репарации ДНК. Дисмутагены. Ингибиторы метаболической активации.

Генетический мониторинг и биологические тест-объекты для выявления мутагенов: микроорганизмы, грибы, растения, насекомые, клетки млекопитающих *in vitro* и *in vivo*. Культуры клеток человека.

Тест-системы для выявления мутагенов. Скрининговые бактериальные тесты: тест Эймса, SOS-хромотест.

Цитогенетические методы: выявление хромосомных aberrаций, обменов сестринских хроматид, микроядер.

Использование FISH-технологии в биотестировании. Метод комет.

Онкогенные вирусы. Механизмы вирус-опосредованной трансформации клеток, канцерогенный эффект. Механизмы защиты клетки от потенциальных опухолеродных вирусов. Оценка генетического риска на популяции человека.

## **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 науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/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)**

методы изучения мутагенности факторов окружающей среды - <http://abilev.narod.ru/factor.htm>

мутагены и канцерогены - <http://abilev.narod.ru/mutagen.htm>

экологическая генетика - <https://journals.eco-vector.com/ecolgenet>

Электронная библиотека образовательных ресурсов - <http://elib.oreluniver.ru/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	При изучении дисциплины необходимо внимательно прослушать лекцию по каждой теме, прочитать рекомендованную литературу и составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения последующих тем курса. Для расширения знания по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы; проводить поиски в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем. Материал, законспектированные на лекциях, необходимо регулярно прорабатывать и дополнять сведениями из других источников литературы, представленных не только в программе дисциплины, но и в периодических изданиях. Работа над лекционной темой завершается разбором примеров и решением генетических задач, приведенных в учебниках или предложенных преподавателем, до полного их понимания. Если после работы над темой останутся неясные вопросы, то необходимо задать их преподавателю на очередной лекции.

Вид работ	Методические рекомендации
<p>практические занятия</p>	<p>Практические занятия не дублируют лекции, а содержат материал, позволяющий развить у студентов логику генетического мышления, использовать теоретические знания в решении экологических задач. Работа на практических занятиях ведется в тетрадах. В ходе занятия студент должен выполнить все предложенные задания.</p> <p>Практические занятия базируются на материале, рассмотренном на лекциях и изучаемом студентом самостоятельно. Основным требованием повышения качества усвоения материала студентами является обязательная подготовка к каждому практическому занятию. Для этого необходимо перед аудиторными занятиями ознакомиться с вопросами для самоконтроля и с соответствующими литературными источниками.</p> <p>Обучающийся на практических занятиях выполняет специальные задания, которые нацелены на владение материалом по теме занятия, приобретение аналитических способностей, владение методами, умениями и навыками, необходимыми для освоения дисциплины. Работа на занятиях проводится в виде моделирования ситуационных заданий, в ходе которых студенты демонстрируют полученные навыки и компетенции.</p> <p>В качестве текущей формы контроля знаний о новом, а также о пройденном материале на практическом занятии используется беседа и/или дискуссия на заданные темы, либо конкретные вопросы. Например,</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какова опасность испытания ядерного оружия с позиций генетики?</li> <li>2. Где мы сталкиваемся с генетической токсикологией?</li> <li>3. Какие факторы генетической опасности вам известны?</li> <li>4. Что такое генетическая активность факторов окружающей среды?</li> <li>5. Какие тест-системы для испытания генетической активности химических соединений вам известны?</li> <li>6. Какова связь между мутагенным и канцерогенным действием генетически активных веществ?</li> <li>7. Что такое метаболическая активация промутагенов?</li> <li>8. Почему частота рекомбинации используется как один из показателей генетической опасности?</li> <li>9. Несмотря на многообразие тест-систем, в большинстве из них генетическая активность веществ анализируется по результату влияния на несколько основных процессов, происходящих в клетке. Что это за процессы?</li> <li>10. Охарактеризуйте кратко понятие антимуtagenез?</li> <li>11. На каких этапах возможно вмешательство в мутационный процесс, изменяющее его результаты?</li> </ol> <p>По окончании практического занятия тетрадь с выполненными заданиями сдается преподавателю.</p>
<p>самостоятельная работа</p>	<p>Самостоятельная работа является одной из наиболее продуктивных форм образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения.</p> <p>Для реализации способностей и более глубокого освоения дисциплины предусмотрены текущая и проблемно-ориентированная самостоятельная работа. Текущая работа по освоению дисциплины, направленная на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений включает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуальному заданию;</li> <li>- опережающую самостоятельную работу;</li> <li>- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;</li> <li>- подготовку к практическим занятиям и экзамену.</li> </ul> <p>Творческая проблемно-ориентированная работа, предусматривает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализ научных публикаций по тематике, определенной преподавателем;</li> <li>- поиск, анализ, структурирование и презентацию информации по теме занятий;</li> <li>- углубленное изучение вопросов по тематике практических работ.</li> </ul> <p>Дисциплина насыщена большим количеством специальных генетических определений и терминов. Для их усвоения необходимо выписать незнакомые генетические термины в словарь терминов и дать им подробное объяснение. Далее следует проработать отдельные вопросы по предложенным источникам литературы. При подготовке к практическим занятиям, устному опросу и проверочным работам обучающийся в обязательном порядке самостоятельно изучает теоретический материал в соответствии с перечнем основной и дополнительной учебной литературы, с использованием Internet-ресурсов, информационных баз, методических разработок.</p> <p>Контроль за самостоятельной работой проводится в виде выступления с научными докладами на практических занятиях (выделяется 15 мин. в соответствующей теме занятия), коллоквиума и письменных домашних заданий.</p>



Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	<p>Подготовка к экзамену способствует закреплению и углублению знаний, полученных в ходе освоения дисциплины и применению их для решения практических задач. С этой целью обязательно следует ликвидировать имеющиеся пробелы, систематизировать и упорядочить свои знания. На занятиях и консультации перед экзаменом преподаватель знакомит студентов с основными требованиями об объеме и глубине знаний по предмету, отвечает на возникшие у них вопросы. Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. При подготовке к экзаменам студент должен пользоваться как учебником, так и конспектом лекций, а также конспектом литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы и внимательно разобраться в них. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, уделяя внимание понятиям и терминологии.</p> <p>Для лучшей запоминаемости материал следует расположить весь согласно экзаменационным вопросам. Можно подготовить миниконспекты по каждому из вопросов, но использовать их на экзамене категорически запрещено. При ответе на вопросы экзаменационного билета учитываются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- грамотность и логическая структура ответа на вопросы экзаменационного билета;</li> <li>- умение оперировать специальными терминами;</li> <li>- умение использовать в ответе дополнительный и самостоятельно проработанный материал;</li> <li>- умение иллюстрировать теоретические положения практическим материалом;</li> <li>- понимание прикладных аспектов использования экологической генетики.</li> </ul>

**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.

**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 06.04.01 "Биология" и магистерской программе "Генетика".

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

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Генетика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

#### Основная литература:

1. Иванищев В.В. Основы генетики: Учебник: 1 - Москва: Издательский Центр РИОР, 2021 - 207с. - URL: <http://znanium.com/catalog/document?id=377304>
2. Хандогина Е.К. и др. Генетика человека с основами медицинской генетики: учебник - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2019 - 192с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970451489.html>
3. Веселова Т. А. и др. Биоэтические проблемы в биологических и экологических исследованиях: учебно-методическое пособие - Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2018 - 187с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/144580>
4. Бочков Н.П. и др. Медицинская генетика: учебник - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020 - 224с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970454817.html>

#### Дополнительная литература:

1. Кисленко В. Н. и др. Общая и ветеринарная экология: Учебник: 1 - Москва: ООО 'Научно-издательский центр ИНФРА-М', 2018 - 344с. - URL: <http://znanium.com/go.php?id=951288>
2. Карманова, Е. П. Практикум по генетике : учебное пособие / Е. П. Карманова, А. Е. Болгов, В. И. Митюлько. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 228 с. - ISBN 978-5-8114-2897-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/104872> (дата обращения: 28.06.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Мандель Б.Р. Основы генетики: Учебное пособие: 2 - Москва: Издательство 'Флинта', 2020 - 256с. - URL: <http://znanium.com/catalog/document?id=360762>
4. Нефедова Л. Н. Применение молекулярных методов исследования в генетике: Учебное пособие: 1 - Москва: ООО 'Научно-издательский центр ИНФРА-М', 2022 - 104с. - URL: <http://znanium.com/catalog/document?id=385596>
5. Основы молекулярной биологии клетки / Б. Альбертс, Д. Брей, К. Хопкин [и др.] ; пер. с англ. под ред. канд. биол. наук С. М. Глаголева и д-ра биол. наук Д. В. Ребрикова. ? 2-е изд., испр. ? Москва : Лаборатория знаний : [Лаборатория Пилот, 2018] .? 768 с. ISBN 978-5-00101-087-6

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

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Генетика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

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

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.