

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



*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Генетика развития

Направление подготовки: 06.03.01 - Биология

Профиль подготовки: Биология

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

## 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): доцент, к.н. Баранова Н.Б. (кафедра генетики, Центр биологии и педагогического образования), NBBaranova@krpfu.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
ОПК-2	Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания;
ПК-2	Способен использовать теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области биологии и биомедицины

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- молекулярно-генетические механизмы детерминации, дифференцировки клеток, морфогенеза и органогенеза в процессе индивидуального развития;
- комплекс методов, используемых для изучения генетических механизмов онтогенеза;
- значение феномена клеточного цикла, его главные регуляторы и участники;
- основные этапы, генетические процессы и явления, происходящие в клетках различных тканей мыши и дрозофилы в процессе развития;
- гены развития и их роль в контроле онтогенеза; особенности многоуровневой регуляции тканеспецифической экспрессии генов.

Должен уметь:

- объяснить значение дифференциальной экспрессии генов в процессе развития организма;
- охарактеризовать базовые события, определяющие нормальное развитие, и влияние мутаций на процессы развития;
- составлять генетические схемы для поиска мутаций по генам развития у дрозофилы и мыши;
- объяснить последовательность и механизмы активации генов в процессе развития;
- характеризовать особенности организации и функционирования гомеостатических генов;
- использовать теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области биологии и биомедицины;
- применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания.

Должен владеть:

- представлениями о особенностях функционирования генетических систем, контролирующих развитие;
- представлениями о последовательной экспрессии генов в процессе развития;
- современными методами анализа биологических материалов;
- методами выявления гомеостатических мутаций у дрозофилы;
- навыками анализа и обобщения теоретических знаний, критического и аналитического мышления.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- эффективно применять имеющиеся фундаментальные знания о генетическом контроле развития для анализа прикладных проблем;
- выполнять разнообразные поставленные задачи, единство знаний, умений и навыков по генетике индивидуального развития, которые необходимы для выполнения практической деятельности;

- применить знания об основных молекулярно-генетических процессах, обеспечивающих онтогенез, и опыт к самостоятельному проведению исследований, постановке естественнонаучного эксперимента для решения научных и профессиональных задач;
- использовать полученные навыки критического и аналитического мышления при планировании и проведении генетических исследований с применением базового набора генетических методик;
- реализовывать полученные знания о внутриклеточной и надклеточной регуляции клеточного цикла, контроле на уровне организма в научно-исследовательской деятельности;
- осуществлять современные подходы и технологии применительно к задачам генетики развития.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.14.07 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 06.03.01 "Биология (Биология)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

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 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 32 часа(ов), в том числе лекции - 16 часа(ов), практические занятия - 16 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 40 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет 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	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная 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. Размножение и развитие: биологическая сущность, способы, формы, эволюция.	7	2	0	2	0	0	0	4
2.	Тема 2. Современные представления о контроле развития.	7	2	0	2	0	0	0	4
3.	Тема 3. Генетические механизмы, контролирующие развитие.	7	2	0	2	0	0	0	4
4.	Тема 4. Фундаментальные принципы генетического контроля развития.	7	2	0	2	0	0	0	4
5.	Тема 5. Эмбриональная и клеточная дифференцировка в развитии мышц.	7	2	0	2	0	0	0	4
6.	Тема 6. Дифференциальная активность генов.	7	2	0	2	0	0	0	4
7.	Тема 7. Технологии манипулирования генами, хромосомами и эмбрионами.	7	2	0	2	0	0	0	4
8.	Тема 8. Технология трансгеноза в исследованиях проблем развития.	7	0	0	0	0	0	0	8
9.	Тема 9. Современные аспекты генетики развития растений.	7	2	0	2	0	0	0	4
	Итого		16	0	16	0	0	0	40

## 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

### Тема 1. Размножение и развитие: биологическая сущность, способы, формы, эволюция.

Цитогенетическая характеристика мейоза. Морфофункциональные особенности гамет. Оплодотворение. Партогенез. Гермафродитизм. Половой диморфизм. Онтогенез, его типы. Периодизация онтогенеза. Морфогенез и его составляющие - гистогенез и органогенез, метаморфоз и рост. Феномен клеточного цикла и его этапы: рост, репликация, деление клетки, точки контроля этих событий.

### Тема 2. Современные представления о контроле развития.

Объекты, традиционно используемые для изучения клеточного цикла (клеточные культуры, ооциты, дрожжевые клетки). Участники и регуляторы клеточного, эмбрионального, эндомитотического, мейотического цикла. Разнообразие вариантов клеточных циклов и особенности их регуляции. Особенности клеточных циклов одноклеточных и многоклеточных. Разнообразие жизненных циклов и их эволюция. Жизненные циклы и разнообразие базовых чисел хромосом у разных видов растений и млекопитающих. Критические периоды развития. Влияние условий жизни матери на развитие зародыша и плода.

### Тема 3. Генетические механизмы, контролирующие развитие.

Организация эукариотического генома. Общие понятия: типы развития - мозаичный и регуляторный, тотипотентность яйца и плюрипотентность эмбрионального генома в раннем развитии. Детерминация как элемент эмбриональной дифференцировки. Феногенетика. Задачи генетики развития: время и место действия гена. Методы: анализ мутантов, мозаики, материнские эффекты, анализ экспрессии генов на уровне транскрипции и трансляции; манипуляции с генами и эмбрионами, генетическая модификация генома как инструмент анализа функций генов эукариотического генома.

Основные типы ДНК и компоненты генома: гены и повторы, теломеры и центромеры, мобильные генетические элементы. Функциональная классификация генов и роль разных категорий генов в фенотипическом разнообразии дифференцированных клеток. Сколько генов и какая доля генома контролирует развитие. Структурные изменения ДНК в ходе развития и клеточной дифференцировки: перестройки генов, диминуция хроматина, элиминация хромосом. Дифференциальная активность генов - современная парадигма развития. Роль эпигенетической модификации генома в развитии и дифференцировке.

### Тема 4. Фундаментальные принципы генетического контроля развития.

Гены развития. Система координат эмбриона. Гены раннего развития. Нох-гены дрозофилы и их зоны ответственности. Роль генов развития в эволюции животных. Классификация генов развития: гены материнского эффекта, гены сегментации и гомеозисные гены. Роль материнских генов в становлении передне-задней и дорзально-вентральной осей эмбриона и позиционной информации. Значение экспрессии генов сегментации группы "gap" в прочтении позиционной информации, созданной материнскими генами. Молекулярная сегментация синцитиальной бластомеры под контролем генов сегментации группы pair-rule. Парасегменты и становление их границ под контролем генов wingless, engrailed, fushi tarazu и др. Гомеозисные гены комплексов ANT-C и BX-C, их структура и организация. Иерархическая регуляция и взаимодействие генов комплексов ANT-C и BX-C; анализ компаундов и трансгенных мух. Эволюционный консерватизм гомеозисных генов и кластерной их организации. Роль гомеозисных генов в становлении осевых координат в развитии млекопитающих.

### Тема 5. Эмбриональная и клеточная дифференцировка в развитии мыши.

Раннее развитие мыши и экспрессия генов в развитии мыши. Организация яйца и оплодотворение. Деления дробления, первые признаки эмбриональной дифференцировки - компактизация и кавитация. Формирование бластоцисты и первичных экто- и энтодермы и трофобласта. Обособление клеток внутренней массы и выделение зачатка первичных половых клеток. Имплантация, гаструляция и образование мезодермы. Тотипотентность в раннем развитии, формирование химер. Асинхронность дифференцировки и обратимость утраты плюрипотенции. Асинхронность утраты потенциалов в развитии млекопитающих, стволовые клетки тканей взрослого животного как источник регенерации. Геномное деметилирование ДНК в мужском и женском пронуклеусах, активное и пассивное деметилирование, метилирование de novo. Активность генома в первых делениях дробления до стадии бластоцисты. "Пучковая" (координированная) активация генов. Микроочиповая технология оценки активности эмбрионального генома на разных стадиях развития. Транс-мембранные сигнальные системы регуляции в развитии млекопитающих. Эволюционный консерватизм этих систем на примере млекопитающих и дрозофилы.

### Тема 6. Дифференциальная активность генов.

Стволовые клетки; механизмы перепрограммирования генома дифференцированных клеток. Эмбриональные стволовые клетки. Фазы апоптоза, генетическая регуляция апоптоза. Программируемая гибель клеток в процессах морфогенеза, метаморфоза и у взрослых организмов. Цитологические факторы регуляции активности генов в эмбриогенезе. Феногенетика хромосомных аномалий.

### Тема 7. Технологии манипулирования генами, хромосомами и эмбрионами.

Особенности трансгенеза у дрозофилы с использованием Р-элементов. Микроинъекции рекомбинантных ДНК в полярную зону ранних эмбрионов дрозофилы. Организация Р-элементов и использование их концевых повторов в конструировании векторов. Идентификация трансгенных мух. Копийность трансгенов и "эффект положения", эктомическая и мозаичная экспрессии трансгенов. Инсерционный мутагенез (интеграция трансгена) и его последствия. Техника поиска функциональных сайтов в промоторах с использованием генов репортеров.

### **Тема 8. Технология трансгенеза в исследованиях проблем развития.**

Технология получения эмбриональных стволовых (ЭС) клеток из клеток внутренней массы бластоцист млекопитающих, их культивирование и оценка их плюрипотентности и тотипотентности. Комбинирование ЭС клеток с эмбрионами и получение химерных животных и потомства с генотипом ЭС клеток. ЭС клетки как вектор для создания трансгенных животных. Репрограммирование генома дифференцированных клеток. Управляемая *in vitro* дифференцировка и репрограммирование ЭС клеток и клонирование животных. Ростовые и транскрипционные факторы, регулирующие направление дифференцировки эмбриональных клеток. Использование потенциала ЭС клеток для репрограммирования генома дифференцированных клеток, техника получения гибридных клеток между ЭС клетками и дифференцированными клетками взрослого животного. Мозаичное репрограммирование, восстановление теломеразной активности, реактивация и сайленсинг генов.

### **Тема 9. Современные аспекты генетики развития растений.**

Особенности генома растений. Молекулярно-генетические механизмы, лежащие в основе управления онтогенезом растений. Изучение генетического контроля онтогенеза. Иерархия (последовательность) действия генов с помощью анализа генных взаимодействий. Генная сеть регуляции процессов развития. Генетический контроль сигнальных путей. Функционирование апикальных меристем. Особенности морфогенеза растительных органов (листа, цветка, семян). Синтетические аллополиплоиды растений. Генетические изменения, связанные с мобильными элементами. Генетические механизмы дифференциальной регуляции действия генов в онтогенезе. Генетические основы регуляции развития растений фитогормонами.

### **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)

<http://biomolecula.ru/> - <http://biomolecula.ru/>

[www.bionet.nsc.ru](http://www.bionet.nsc.ru) - [www.bionet.nsc.ru](http://www.bionet.nsc.ru)

молекулярная генетика развития растений - <https://openedu.ru/course/msu/MOLECGENETICS/>

#### 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.
практические занятия	Практические занятия не дублируют лекции, а содержат материал, позволяющий развить у студентов логику генетического мышления, использовать теоретические знания в решении прикладных задач. 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. 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.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует углублению и расширению знаний, формированию интереса к познавательной деятельности, овладению приемами процесса познания, развитию познавательных способностей. Она заключается в проработке лекционного материала и рекомендованной литературы, решении задач и тестов, подготовке докладов, проработке дополнительных тем, не вошедших в лекционный материал, но обязательных согласно учебной программе дисциплины; подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний; выполнение контрольных работ.

Вид работ	Методические рекомендации
зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий. Подготовка обучающегося к зачету включает самостоятельную работу в течение семестра и непосредственную подготовку в дни предшествующие зачету. Подготовку целесообразно начать с планирования и подбора литературы. Прежде всего, следует внимательно перечитать учебную программу и примерные вопросы. Далее следует выделить наиболее непонятые и наименее знакомые пункты. Далее следует повторение всего программного материала. На эту работу необходимо выделить наибольшую часть времени. Следующей стадией является самоконтроль знания изученного материала, который заключается в устном освещении разных частей материала программы. При подготовке к зачету студент должен пользоваться как учебником, так и конспектом лекций, а также конспектом литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра.

#### **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 06.03.01 "Биология" и профилю подготовки "Биология".

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

Направление подготовки: 06.03.01 - Биология

Профиль подготовки: Биология

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

#### Основная литература:

1. Иванищев, В. В. Молекулярная биология : учебник / В. В. Иванищев. - 2-е изд. - Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2024. - (Высшее образование). - 233 с. - ISBN 978-5-369-01857-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2122970> (дата обращения: 05.02.2025). - Режим доступа: по подписке.
2. Глотова, Г. Н. Генетика животных : учебное пособие / Г. Н. Глотова, В. А. Позолотина. - Рязань : РГАТУ, 2024. - 116 с. - ISBN 978-5-98660-433-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/404165> (дата обращения: 05.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Пассарг, Э. Наглядная генетика : учебное пособие / Э. Пассарг ; перевод с английского под редакцией Д. В. Ребрикова. - 4-е изд. (эл.). - Москва : Лаборатория знаний, 2025. - 511 с. - ISBN 978-5-93208-762-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/451523> (дата обращения: 05.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### Дополнительная литература:

1. Разин, С. В. Хроматин: упакованный геном : учебное пособие / С. В. Разин, А. А. Быстрицкий. - 5-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 199 с. - ISBN 978-5-00101-834-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/151599> (дата обращения: 05.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Клаг, Уильям С. Основы генетики / Уильям С. Клаг, Майкл Р. Каммингс, Шарлотта А. Спенсер. - Москва : Техносфера, 2021. - 982 с. - ISBN 978-5-94836-623-4. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948366234.html> (дата обращения: 28.02.2025). - Режим доступа: по подписке.
3. Лоншакова, А. С. Размножение. Онтогенез : учебное пособие / А. С. Лоншакова, Е. Е. Дубровина. - Иркутск : ИГМУ, 2023. - 60 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/420017> (дата обращения: 05.02.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

Направление подготовки: 06.03.01 - Биология

Профиль подготовки: Биология

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

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.