

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



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной деятельности КФУ

\_\_\_\_\_ Турилова Е.А.  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа дисциплины**

Экстремальная биология

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): ассистент, к.н. Новиков А.А. (кафедра зоологии и общей биологии, Центр биологии и педагогического образования), AleksANovikov@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                                                                                                                                                                                                         |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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:

- особенности строения и принципы клеточной, тканевой организации биологических объектов,
- физиологические процессы и функции живых объектов, биофизические и биохимические основы жизнедеятельности и гомеостатической регуляции, в ответ на стрессовые воздействия.
- принципы поиска и отбора научной информации, необходимой для постановки и решения стандартных или исследовательских задач в экстремальной биологии.

Должен уметь:

- объяснить механизмы метаболических процессов в клетке, характеризовать медицинское значение животных; физиологические процессы живых систем, биофизические и биохимические основы жизнедеятельности живых объектов, принципы взаимодействия организмов и среды в экстремальных экосистемах;
- следовать алгоритмам использования методов экстремальной биологии.
- вести поиск и отбор научной информации, необходимой для решения задач экстремальной биологии.

Должен владеть:

- навыками лабораторного эксперимента; навыками идентификации клетки, чтения микропрепаратов; информацией о молекулярных/ физиологических механизмах жизнедеятельности клеток, тканей; органов, организмов-экстремофилов;
- способами идентификации микроскопируемых объектов; владеет специальной терминологией в экстремальной биологии.
- навыками поиска и отбора научной информации, необходимой для постановки и решения стандартных либо исследовательских задач экстремальной биологии.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- адекватно использовать различные методы молекулярной биологии, в том числе высокопроизводительные
- самостоятельно планировать ход лабораторной работы,
- анализировать полученные данные
- проводить поиск научной литературы и использовать описанные методы для научной работы

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.14.04 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. Тема 1. Взаимодействие живых организмов с окружающей средой. Изменение условий окружающей среды и ответ живых организмов. | 7        | 2                                                        | 0                  | 2                            | 0                         | 0                           | 0                         | 5                         |
| 2. | Тема 2. Тема 2. Терминология. Типы экстремальных воздействий.                                                                     | 7        | 2                                                        | 0                  | 2                            | 0                         | 0                           | 0                         | 5                         |
| 3. | Тема 3. Тема 3. Молекулярный ответ клеток эукариот на внешние факторы. Механизмы борьбы с активными формами кислорода.            | 7        | 2                                                        | 0                  | 2                            | 0                         | 0                           | 0                         | 5                         |
| 4. | Тема 4. Тема 4. Адаптации к гипер- и гипосмотическим условиям.                                                                    | 7        | 2                                                        | 0                  | 2                            | 0                         | 0                           | 0                         | 5                         |
| 5. | Тема 5. Тема 5. Адаптации к высокому давлению.                                                                                    | 7        | 2                                                        | 0                  | 2                            | 0                         | 0                           | 0                         | 5                         |
| 6. | Тема 6. Тема 6. Тепловой шок и холодовой стресс.                                                                                  | 7        | 2                                                        | 0                  | 2                            | 0                         | 0                           | 0                         | 5                         |
| 7. | Тема 7. Тема 7. Молекулярные основы ответа на обезвоживание. Криптобиоз.                                                          | 7        | 4                                                        | 0                  | 4                            | 0                         | 0                           | 0                         | 10                        |
|    | Итого                                                                                                                             |          | 16                                                       | 0                  | 16                           | 0                         | 0                           | 0                         | 40                        |

##### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

###### Тема 1. Тема 1. Взаимодействие живых организмов с окружающей средой. Изменение условий окружающей среды и ответ живых организмов.

Влияние изменяющихся условий окружающей среды на живые системы. Состояние нормы и состояние стресса у живых организмов. Поддержание гомеостаза. Внешний стресс и его классификация. Расширение экологической ниши живых организмов при адаптациях к меняющимся условиям среды. Уровни стрессового ответа: поведенческий, организменный, клеточный, молекулярный.

###### Тема 2. Тема 2. Терминология. Типы экстремальных воздействий.

Основные понятия экстремальной биологии: экстремофилы, стрессоры, криптобиоз, термотолерантность и др. Физические (температура, давление, радиация), химические (солёность, pH, токсиканты) и осмотические факторы. Особое внимание уделяется условиям, при которых животные и простейшие сохраняют жизнеспособность: замораживание, десикация, гиперосмос, вакуум. Сравнительная характеристика экстремальных сред обитания (глубоководные впадины, соляные озёра, полярные регионы).

###### Тема 3. Тема 3. Молекулярный ответ клеток эукариот на внешние факторы. Механизмы борьбы с активными формами кислорода.

Клеточные стрессовые реакции у животных и простейших: экспрессия шаперонов (HSP), LEA- и CAHS-белков, активация репарационных систем ДНК. Антиоксидантные механизмы - роль супероксиддисмутазы, каталазы, глутатиона и трегалозы в нейтрализации АФК при температурном, осмотическом и радиационном стрессе. Связь между окислительным стрессом и повреждением мембран, белков и нуклеиновых кислот, а также способы их защиты в условиях экстремума.

#### **Тема 4. Адаптации к гипер- и гипоосмотическим условиям.**

Стратегии осморегуляции у морских и пресноводных беспозвоночных и простейших. Рассматриваются механизмы накопления органических осмопротекторов (трегалоза, глицерин, аминокислоты), регуляция ионного баланса и объёмного гомеостаза клеток. Осмобиоз - форма криптобиоза, индуцированная резким изменением осмолярности. Примеры: артемии в соляных озёрах, нематоды в солончаках, инфузории в эстуариях. Роль мембранных транспортёров и адаптивной экспрессии генов.

#### **Тема 5. Адаптации к высокому давлению.**

Физиологические и молекулярные адаптации глубоководных животных (амфиподы, рыбы, головоногие) и простейших к гидростатическому давлению свыше 500 атм. Изменения в структуре мембран (повышенное содержание ненасыщенных жирных кислот), стабилизация белков и рибосом, модификация цитоскелета. Влияние давления на ферментативную активность и метаболизм. Данные о выживании организмов из Марианской впадины и их устойчивости к декомпрессии.

#### **Тема 6. Тепловой шок и холодовой стресс.**

Пойкилотермные и гомойотермные животные: основа классификации, представители, механизмы терморегуляции. Адаптации пойкилотермных животных к низким температурам. Понятие гипометаболизма. Ограничивающие факторы распространения. Принципы адаптаций к повышенной температуре. Молекулярный ответ к тепловому шоку. Белки теплового шока (БТШ). История открытия БТШ. Универсальный ответ на стресс. Функции БТШ. Классификация БТШ. Механизмы функционирования БТШ. Значение белков теплового шока для адаптации к стрессу. Примеры адаптаций к тепловому шоку у живых организмов: разнообразие стратегий выживания.

#### **Тема 7. Молекулярные основы ответа на обезвоживание. Криптобиоз.**

Понятие анабиоза (аметаболизма). Стратегии выживания при потере воды. Ангидробиоз и контроль процесса ангидробиоза. История изучения адаптаций к обезвоживанию. Модельные и немодельные организмы при исследовании стресса обезвоживания. От физиологических исследований к молекулярным методам. Эволюция генома вследствие адаптаций к обезвоживанию. Транскрипция генов стрессового ответа. Практические аспекты фундаментальных исследований ангидробиоза.

### **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 (модуля).

## 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)

Journal of Visualized Experiments - <http://www.jove.com>

PubMed - <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>

Сайт обучающихся лекций - <https://stepik.org>

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

| Вид работ            | Методические рекомендации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| лекции               | В ходе лекционных занятий полезно вести конспектирование учебного материала. Примите к сведению следующие рекомендации: Обращайте внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| практические занятия | В ходе подготовки к семинарам изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывайте свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Подготовьте тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на семинар. Готовясь к докладу или реферативному сообщению, обращайтесь за методической помощью к преподавателю. Составить план-конспект своего выступления. Продумайте примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью. Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Обучающийся может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании курсовых и дипломных работ. |

| Вид работ                   | Методические рекомендации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| самостоя-<br>тельная работа | <p>Главная задача курса направлена на формирование системных навыков, умений и знаний о приоритетных достижениях биологических наук и их комплексного использования различных высокопроизводительных методов для решения современных задач биологии и медицины. Работу с литературой разумнее начинать с разбора материала, изложенного в лекциях. Для лучшего усвоения материала предпочтительнее после лекции затрачивать 20-30 минут на рассмотрение изложенного материала, отмечая места, вызывающие вопросы или содержащие непонятный текст. Вопросы, которые требуют дополнительного уточнения, можно разобрать, используя учебники или обратившись к преподавателю. С целью углубления знаний по изучаемому вопросу требуется использовать: рекомендованную литературу и интернет.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| зачет                       | <p>Вопросы к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие экстремальной биологии. Объекты и задачи дисциплины.</li> <li>2. Классификация экстремальных факторов: физические, химические, осмотические. При-меры для каждого типа.</li> <li>3. Что такое криптобиоз? Основные формы (ангидробиоз, осмобиоз, криобиоз, аноксиби-оз).</li> <li>4. Механизмы защиты клеток при десикации у тихоходок. Роль белков CAHS, SAHS и трегалозы.</li> <li>5. Адаптации нематод к замораживанию и оттаиванию. Понятие "криотолерантности".</li> <li>6. Осморегуляция у морских беспозвоночных в условиях колебаний солёности. Отличие осморегуляторов от осмоконформеров.</li> <li>7. Устойчивость к ионизирующему излучению у тихоходок и нематод: молекулярные ме-ханизмы.</li> <li>8. Особенности метаболизма в состоянии криптобиоза. Может ли обмен веществ полно-стью прекращаться?</li> <li>9. Глубоководные организмы: адаптации к высокому гидростатическому давлению (на примере амфипод и рыб).</li> <li>10. Термотолерантность у животных: верхние и нижние пределы выживания. Примеры термофильных и психрофильных видов.</li> <li>11. Роль специфических защитных белков (например, LEA-белков, HSP) в стрессоустойчи-вости простейших и беспозвоночных.</li> <li>12. Криптобиоз как стратегия выживания в условиях космоса. Эксперименты с тихоходка-ми на орбите.</li> <li>13. Сравнительная характеристика криптобиоза у тихоходок, артемий и нематод.</li> <li>14. Механизмы восстановления после выхода из криптобиоза: репарация ДНК, восстано-вление мембран, реактивация метаболизма.</li> <li>15. Прикладное значение исследований в области экстремальной биологии: криоконсерва-ция, биомедицина, астробиология.</li> <li>16. Влияние гиперосмотического стресса на клетки животных. Механизмы осмопротекции.</li> <li>17. Понятие "стрессовой памяти" у простейших. Существуют ли адаптивные ответы при повторном воздействии?</li> <li>18. Эволюционное значение экстремальных адаптаций. Какие факторы способствовали их возникновению?</li> <li>19. Этические и экологические аспекты использования экстремофильных организмов в биотехнологии.</li> <li>20. Какие физиологические изменения происходят в организме тихоходки при входе в со-стояние ангидробиоза?</li> <li>21. В чём заключается роль трегалозы в защите клеток при десикации и замораживании?</li> <li>22. Почему некоторые организмы способны выживать при температурах выше 100 -С, не-смотря на денатурацию белков? (на примере животных/простейших)</li> <li>23. Какие адаптации позволяют глубоководным ракообразным функционировать при дав-лении свыше 1000 атм?</li> <li>24. В чём различие между "криотолерантностью" и "криофобностью" у беспозвоночных?</li> <li>25. Какие молекулярные маркёры используются для оценки стрессового ответа у простей-ших?</li> <li>26. Может ли криптобиоз быть обратимым после десятилетий покоя? Приведите экспери-ментальные данные.</li> <li>27. Как гипоосмотический стресс влияет на клетки морских беспозвоночных, и какие меха-низмы компенсации существуют?</li> <li>28. Какие эволюционные преимущества даёт способность к криптобиозу в условиях неста-бильной среды?</li> <li>29. Как знания об адаптациях тихоходок могут быть использованы в разработке технологий криоконсервации клеток человека?</li> </ol> |

**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.

#### **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. Авдеева, Л. В. Биохимия : учебник / Л. В. Авдеева, Т. Л. Алейникова, Л. Е. Андрианова [и др. ] ; под ред. Е. С. Северина. - 5-е изд., испр. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. - 768 с. - ISBN 978-5-9704-5461-9. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970454619.html> (дата обращения: 11.01.2025). - Режим доступа : по подписке.
2. 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.
3. Ребриков, Д. В. NGS : высокопроизводительное секвенирование / Д. В. Ребриков, Д. О. Коростин, Е. С. Шубина, В. В. Ильинский; под общ. ред. Д. В. Ребрикова. - 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 235 с. Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". - ISBN 978-5-00101-654-0. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001016540.html> (дата обращения: 11.01.2025). - Режим доступа : по подписке.

#### Дополнительная литература:

1. Сазанов, А. А. Генетика : учебное пособие / А. А. Сазанов. - Санкт-Петербург : ЛГУ им. А. С. Пушкина, 2011. - 264 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/445036> (дата обращения: 11.01.2025). - Режим доступа: по подписке.
2. Нефедова, Л. Н. Применение молекулярных методов исследования в генетике : учебное пособие / Л. Н. Нефедова. - Москва : ИНФРА-М, 2024. - 104 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-019028-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2083223> (дата обращения: 11.01.2025). - Режим доступа: по подписке.
3. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии : учебное пособие / под редакцией К. Уилсон, Дж. Уолкер ; перевод с английского Т. П. Мосоловой, Е. Ю. Бозелек-Решетняк. - 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 855 с. - ISBN 978-5-00101-786-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/151579> (дата обращения: 11.01.2025). - 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.