

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

Е.А. Турилова

28 февраля 2025 г.

подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

### Эволюция функциональных систем позвоночных

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Биоресурсы и биология животных

Квалификация выпускника: магистр

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. Галанин И.Ф. (кафедра зоологии и общей биологии, Центр биологии и педагогического образования), Igor.Galanin@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 творчески использовать в профессиональной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность программы магистратуры;
ПК-1	Готов использовать полученные биологические знания и знания смежных наук, нормативные документы по организации и проведению научно-исследовательских и (или) производственно-технологических работ в профессиональной деятельности в соответствии с профилем программы магистратуры

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Основные принципы эволюции функциональных систем позвоночных

Должен уметь:

Использовать полученные биологические знания по эволюции функциональных систем в профессиональной деятельности в соответствии с профилем программы магистратуры

Должен владеть:

Навыками анализа особенностей эволюции функциональных систем позвоночных

Должен демонстрировать способность и готовность:

к анализу и использованию в научной работе литературы, рассматривающей различные вопросы функциональной морфологии и эволюции

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.04 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 06.04.01 "Биология (Биоресурсы и биология животных)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 1 курсе в 1 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 - 28 часа(ов), в том числе лекции - 10 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 62 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 18 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 1 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- сто- 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. Введение. Основные принципы эволюционного конструирования тела животных	1	2	0	2	0	0	0	10	
2.	Тема 2. Эволюционные преобразования систем органов на примере позвоночных животных	1	2	0	4	0	0	0	22	
3.	Тема 3. Эволюционные преобразования органов сердечно-сосудистой системы позвоночных животных	1	2	0	4	0	0	0	10	
4.	Тема 4. Эволюционные преобразования органов дыхательной и пищеварительной систем позвоночных животных	1	2	0	4	0	0	0	10	
5.	Тема 5. Эволюционные преобразования органов мочеполовой системы позвоночных животных	1	2	0	4	0	0	0	10	
	Итого		10	0	18	0	0	0	62	

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)**

**Тема 1. Введение. Основные принципы эволюционного конструирования тела животных**

Ключевые понятия. Принципы дифференциации и интеграции. Гомология и аналогия. Морфофункциональные перестройки и их взаимосвязь. Основные направления морфофункциональных преобразований (по Северцову, Шмальгаузену). Ароморфизы как узловые точки эволюционных преобразований. Специализация и необратимость эволюционного процесса.

**Тема 2. Эволюционные преобразования систем органов на примере позвоночных животных**

Иллюстрация эволюции функциональных систем на примере различных систем органов беспозвоночных. Типы симметрии и разные типы скелета. Преобразования покровов беспозвоночных. Возникновение и преобразования пищеварительной системы. Типизация нервной и выделительной систем. Нервная система и органы чувств.

**Тема 3. Эволюционные преобразования органов сердечно-сосудистой системы позвоночных животных**

Сердечно-сосудистая система и ее особенности у позвоночных животных. Направление движения крови и положение пульсаторного органа. Структурные компоненты кровеносной системы: сосуды (артерии, вены, капилляры) и сердце. Строение сосудов, особенности устройства сосудов разного типа. Лимфатическая система, особенности её функционирования. Общая схема кровеносной системы водных животных, особенности различных групп. Перестройка кровеносной системы при переходе к легочному дыханию. Возникновение второго круга кровообращения. Проблема разделения кругов кровообращения. Происхождение и эволюция сердца. Строение сердца в разных группах позвоночных. Преобразование артериальных жаберных дуг и венозных сосудов позвоночных.

**Тема 4. Эволюционные преобразования органов дыхательной и пищеварительной систем позвоночных животных**

Пищеварительная система как пример дифференциации органа. Пищеварение как многоступенчатый процесс. Значение дифференциации для эффективной работы структуры. Пищеварительная трубка ланцетника: начало дифференциации ? возникновение глотки и печеночного выроста. Эмбриональное развитие кишечника. Ротовое отверстие и ротовая полость: сбор и механическая обработка пищи. Образование ротовой полости. Язык его происхождение и выполняемые функции. Структуры механической обработки пищи, их разнообразие (зубы, глоточные зубы, клюв и другие роговые образования). Преобразования этих структур в зависимости от выполняемых функций. Возникновение гетеродонтии и тонкой механической обработки пищи - жевания у млекопитающих и значение вторичного костного неба для этого процесса. Глотка и её значение у водных и наземных позвоночных. Механизмы, препятствующие попаданию пищи в дыхательные структуры. Пищевод и желудок. Значение желудка и возможные пути его возникновения. Дифференциация желудка у жвачных. Кишечник и его отделы. Способы повышения всасывающей поверхности кишечника (складки, спиральный клапан, увеличение длины, микроворсинки). Пилорические придатки, пилорическая железа и слепая кишка. Основные пищеварительные железы печень и поджелудочная железа. Окончание кишечника, анальное отверстие и клоака. Состав кормов и симбиотическое пищеварение. Особенности пищеварительной системы у разных представителей позвоночных. Основные принципы организации органов дыхания. Органы дыхания позвоночных животных. Дыхание первичноводных животных. Эмбриональное развитие жаберных мешков. Связь пищеварительной и дыхательной систем. Исходное значение жаберных щелей, как элементов пищеварительной системы. Строение жаберного аппарата круглоротых и рыб. Механизм вентиляции жаберных щелей. Возникновение жаберных крышек у костных рыб и химер. Причины редукции межжаберных перегородок. Превращение жаберных мешков в щелевидные пространства. Уменьшение количества жаберных отверстий у высших водных животных. Брызгальце, как редуцированная жаберная щель и причины его возникновения. Наружные жабры. Дополнительные приспособления для использования атмосферного воздуха у амфибий: наджаберные структуры, ротовая полость, кишечник, плавательный пузырь. Легкие двоякодышащих рыб, как добавочные органы дыхания, причина их возникновения. Вопрос генетической взаимосвязи легких и плавательного пузыря. Легкие позвоночных их возникновение и строение в разных систематических группах. Двойственность дыхания амфибий (маленький объем легких и большое значение ротоглоточной полости и покровов. Усложнение легких, увеличения площади дыхательной поверхности. Дифференциация дыхательных путей тетрапод. Усовершенствование механизмов вентиляции легких. Дыхательные мешки птиц и диафрагма млекопитающих.

## **Тема 5. Эволюционные преобразования органов мочеполовой системы позвоночных животных**

Выделительная система позвоночных животных. Её значение в регуляции водно-солевого обмена и выведения продуктов азотистого обмена у морских, пресноводных и наземных позвоночных.

Участие жабр и покровов в регуляции водно-солевого обмена и выделении продуктов азотистого обмена. Типы конечного продукта азотистого обмена. Значение уремии акул. Нефриды ланцетника. Почки позвоночных. Нефронт ? основной функциональный компонент почек. Структурные компоненты нефрона: сосудистый клубочек, боуменова капсула, нефростом и извитой каналец. Основные типы нефрона. Эмбриональное развитие нефрона. Эволюция нефрона. Механизм работы нефрона (фильтрация, реабсорбция и секреция). Три поколения почек позвоночных (пронефрос, мезонефрос и метанефрос) их генетическая связь. Теории опистонефроса и смены поколений канальцев их аргументация. Мочеточечники и мочевой пузырь. Особенности организации процессов выделения в разных группах. Половая система. Проблемы дифференциация пола. Причины наличия индифферентной стадии развития. Случаи гермафроритизма, партеногенеза и реверсии пола у позвоночных. Обзор структурных компонентов половой системы (гонады, протоки, копулятивные органы и вторичнополовые признаки). Разнообразие и значение вторичнополовых признаков. Развитие гонад в эмбриогенезе. Первичные половые клетки. Связь половой и выделительной систем позвоночных, реализация этой связи в разных группах позвоночных. Изменение расположения гонад. Вопрос опускания семенников в мошонку у млекопитающих. Проводящие пути половой системы у разных представителей позвоночных, их исходное выделительное происхождение. Разделение архинефрического канала на Вольфов и Мюллеров каналы. Использование Мюллерова канала как яйцевода. Дифференциация яйцевода при сложном яйце. Появление яйцекиворождения, как результат задержки яиц в дистальных отделах яйцевода. Развитие матки у плацентарных млекопитающих. Слияние яйцеводов у млекопитающих (двойная, двураздельная, двурогая, простая типы матки). Смена функции Вольфова канала с выделительной на половую (семяпроводы) в разных группах позвоночных. Использование передней части мезонефроса в качестве придатка семенника в большинстве групп позвоночных, кроме бесчелюстных и высших костных рыб. Разнообразие копулятивных органов в разных группах позвоночных.

Типизация рецепторов. Экзорецепторы и эндорецепторы структур. Первичночувствующие и вторичночувствующие рецепторы. Контактные и дистантные рецепторы. Типизация рецепторов по характеру воспринимаемых воздействий: механических, химических, электромагнитных. Механорецепция позвоночных животных. Механорецепторы покровов позвоночных: свободные нервные окончания и осзательные тельца. Проприорецепция в разных группах позвоночных. Органы акустико-латеральной (сеймосенсорной) системы. Строение невромаста. Боковая линия водных животных. Органы слуха и равновесия их развитие и эволюция. Контактная хеморецепция (вкус). Строение вкусовой почки. Расположение вкусовых почек в разных группах позвоночных. Обоняние. Развитие и значение органов обоняния у разных позвоночных. Якобсонов орган.

Органы зрения. Принцип восприятия электромагнитных волн. Спектр, воспринимаемый органами зрения. Глазки Гессе ланцетника. Возникновение органов зрения у позвоночных. Связь глаза и головного мозга. Строение и развитие камерного глаза позвоночного животного. Преимущества камерного глаза перед фасеточным. Инвертированность сетчатки. Особенности строения глаза водных и наземных позвоночных. Различные способы аккомодации. Степень развития зрения в различных группах позвоночных. Цветовосприятие. Птицы как эволюционная вершина развития органов зрения. Исторические причины ухудшения зрения у млекопитающих. Повторное возникновение развитого восприятия у некоторых приматов. Обзор органов чувств и сенсорные системы у разных групп позвоночных животных.

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

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996н/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)**

Архив БВИ: Систематика - <http://bvi.rusf.ru/sista.htm>

Бесплатная электронная биологическая библиотека - <http://zoomet.ru>

Научная электронная библиотека - <http://elibrary.ru>

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

<b>Вид работ</b>	<b>Методические рекомендации</b>
лекции	Лекция является основным видом аудиторной работы обучающегося. В ходе лекций преподаватель излагает основные, наиболее сложные понятия и темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы. Обучаемый получает представление об основных понятиях эволюционной морфологии, которые проиллюстрированы примерами эволюционных преобразований отдельных систем органов. Перед началом курса обучающему следует ознакомиться с рабочей программой и планом лекций. Обучаемые кратко конспектируют лекции и используют эти конспекты для дальнейшей более расширенной самостоятельной работы с рекомендуемой литературой и другими источниками информации.
практические занятия	Практические занятия как и лекционные являются основным видом аудиторной работы обучающегося. Цель занятий - помочь обучающимся закрепить и углубить знания теоретического материала. Помимо закрепления изученного материала, обучающиеся развиваются умения и навыки практической работы. Практические занятия предполагают более углубленное знакомство с отдельными системами органов, как иллюстрацию материала, рассматриваемого в ходе лекции.
самостоятельная работа	В ходе самостоятельной работы обучающиеся проводят проработку теоретических материалов полученных на аудиторных занятиях. Студентам рекомендуется после завершения занятий в этот же день просматривать и анализировать текст лекций и выполненные зарисовки экспонатов учебных коллекций с использованием рекомендованных источников. Некоторые темы, а также неясные вопросы требуют дополнительного самостоятельного творческого поиска. В некоторых случаях неясные вопросы следует фиксировать, чтобы получить консультацию у преподавателя. При подготовке к следующей лекции повторять предыдущую с учетом знаний и навыков, полученных в ходе лабораторных занятий. Следует регулярно повторять основные понятия и термины по заданной теме для эффективной подготовки к экзамену.
экзамен	Экзамен представляет собой проверку полученных в ходе курса знаний. Подготовка обучающегося к зачету включает самостоятельную работу в течение семестра и непосредственную подготовку в дни предшествующие экзамену. 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. Для усвоения систематики рекомендуется помимо верbalного механизма действовать и моторные ресурсы памяти, когда обучающиеся в письменном виде по памяти пытаются воспроизвести отдельные элементы курса.

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

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

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

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

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

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

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

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

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

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 06.04.01 "Биология" и магистерской программе "Биоресурсы и биология животных".

*Приложение 2*  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
*Б1.В.04 Эволюция функциональных систем позвоночных*

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

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Биоресурсы и биология животных

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

**Основная литература:**

1. Еськов, Е. К. Биоэволюция: термины, понятия, законы и теории : справочное пособие / Е.К. Еськов. - Москва : ИНФРА-М, 2021. - 412 с. - ISBN 978-5-16-109616-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1851350> (дата обращения: 11.01.2025). - Режим доступа: по подписке.

2. Ердаков, Л. Н. Системы органов животных. Сравнительная морфология отдельных систем органов у различных типов животных : учебное пособие / Л. Н. Ердаков, Н. А. Прусевич. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2022. - 162 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - DOI 10.12737/19052. - ISBN 978-5-16-011726-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1856567> (дата обращения: 11.01.2025). - Режим доступа: по подписке.

3. Блохин, Г. И. Зоология : учебник для вузов / Г. И. Блохин, В. А. Александров. - 7-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 572 с. - ISBN 978-5-507-47553-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/388970> (дата обращения: 10.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Дауда, Т. А. Зоология позвоночных : учебное пособие / Т. А. Дауда, А. Г. Кощаев. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 224 с. - ISBN 978-5-8114-1708-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/211742> (дата обращения: 10.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Дополнительная литература:**

Основная литература:

1. Еськов, Е. К. Биоэволюция: термины, понятия, законы и теории : справочное пособие / Е.К. Еськов. - Москва : ИНФРА-М, 2021. - 412 с. - ISBN 978-5-16-109616-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1851350> (дата обращения: 11.01.2025). - Режим доступа: по подписке.

2. Ердаков, Л. Н. Системы органов животных. Сравнительная морфология отдельных систем органов у различных типов животных : учебное пособие / Л. Н. Ердаков, Н. А. Прусевич. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2022. - 162 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - DOI 10.12737/19052. - ISBN 978-5-16-011726-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1856567> (дата обращения: 11.01.2025). - Режим доступа: по подписке.

3. Блохин, Г. И. Зоология : учебник для вузов / Г. И. Блохин, В. А. Александров. - 7-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 572 с. - ISBN 978-5-507-47553-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/388970> (дата обращения: 10.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Дауда, Т. А. Зоология позвоночных : учебное пособие / Т. А. Дауда, А. Г. Кощаев. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 224 с. - ISBN 978-5-8114-1708-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/211742> (дата обращения: 10.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Зоология позвоночных: теория и практика: учебно-методическое пособие / Погодина Н.В., Коровин В.А., Загайнова О.С. - 2-е изд., стер. - Москва :Флинта, 2017. - 104 с.: ISBN 978-5-9765-3217-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/959817> (дата обращения: 11.01.2025). - Режим доступа: по подписке.

2. Боев, В. И. Анатомия животных : учебник / В. И. Боев, И. А. Журавлева, Г. И. Брагин. - Москва : ИНФРА-М, 2025. - 352 с. - (Высшее образование). - DOI 10.12737/3065. - ISBN 978-5-16-019738-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2191618> (дата обращения: 27.02.2025). - Режим доступа: по подписке.

3. Роговые образования эпидермиса позвоночных животных : учебно-методическое пособие к курсу сравнительной анатомии позвоночных животных/ Казан. И. Ф. Галанин. - Казань : Казан.гос. ун-т, 2007 . - 23 с. 30ЭКЗ. НБ . Лобачевского

4. Дауда, Т. А. Практикум по зоологии : учебное пособие / Т. А. Дауда, А. Г. Кощаев. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 320 с. - ISBN 978-5-8114-1709-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/211736> (дата обращения: 10.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Константинов, В.М. Зоология позвоночных : учебник для студентов биол. фак. высш. пед. учеб. заведений / В.М. Константинов, С.П. Наумов, С.П. Шаталова . - М. : Academia, 2000. - 495 с. 211ЭК3
6. Константинов, В.М. Сравнительная анатомия позвоночных животных : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 032400 'Биология' / В. М. Константинов, С. П. Шаталова . - М.: Академия, 2005 . - 300 с. 29ЭК3
7. Ердаков, Л. Н. Зоология с основами экологии : учебное пособие / Л. Н. Ердаков. - Москва : ИНФРА-М, 2023. - 223 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. - (Высшее образование: Бакалавриат). - DOI 10.12737/761. - ISBN 978-5-16-006246-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1861665> (дата обращения: 11.01.2025). - Режим доступа: по подписке
8. Панов, В. П. Сравнительная анатомия позвоночных. Аппарат движения : учебно-методическое пособие по курсу / В. П. Панов, М. В. Сидорова, А. Э. Семак - Москва : МСХА, 2005. - 112 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/475392> (дата обращения: 10.01.2025). - Режим доступа: по подписке.
9. Пономарев, С. В. Ихтиология : учебник для вузов / С. В. Пономарев, Ю. М. Баканева, Ю. В. Федоровых. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2025. - 560 с. - ISBN 978-5-507-50459-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/437195> (дата обращения: 27.02.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

*Приложение 3*  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
*Б1.В.04 Эволюция функциональных систем позвоночных*

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

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Биоресурсы и биология животных

Квалификация выпускника: магистр

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.