

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

С. А. Судник, Д. Н. Востроушкин, С. Ю. Кузьмин

БИОЛОГИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины и лабораторным работам для студентов, обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура (профиль: Индустриальная аквакультура)

Калининград
2024

УДК 59 (076) : 591.4 : 591.5 : 591.6,
574(075), 57.022.2.(076)

Рецензент

кандидат биологических наук, доцент кафедры водные биоресурсы и аквакультура ФГБОУ ВО «КГТУ» Гончаренок О.Е.

Судник, С. А., Востроушкин, Д. Н., Кузьмин, С. Ю.

Биология водных экосистем: учеб.-метод. пособие по изучению дисциплины и лабораторным работам для студ. бакалавриата по напр. подгот. .03.08 Водные биоресурсы и аквакультура (профиль: Индустриальная аквакультура / С. А. Судник, Д. Н. Востроушкин, С. Ю. Кузьмин. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2024. – 27 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Биология водных экосистем» представлены учебно-методические материалы, включающие тематический план лекционного и лабораторного курсов дисциплины, методические рекомендации по проведению контактных занятий и самостоятельной работы студентов, учебная литература.

Табл. 1, список лит. – 21 наименований

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины и лабораторным работам рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала для использования в учебном процессе методической комиссией института рыболовства и аквакультуры ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет «28» ноября 2024 г., протокол № 9

УДК 59 (076) : 591.4 : 591.5 : 591.6,
574(075), 57.022.2.(076)

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2024 г.
© Судник С.А., Востроушкин Д. Н.,
Кузьмин, С. Ю., 2024 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	16
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЗАНЯТИЙ.....	18
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	24
РЕКОМЕНДУЕМАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	25

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие предназначено для изучения дисциплины «Биология водных экосистем» (для очной и заочной форм обучения). Дисциплина «Биология водных экосистем» входит в Модуль направления Блока 1 обязательной части образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультуры. Дисциплина включает два раздела: «Зоология», «Гидробиология и эволюция живого».

Целью освоения дисциплины является формирование знаний об основных группах водных животных, их макросистематике, морфологии, анатомии, филогении, жизненных циклах эволюции и водных экологических системах, их структуре и функциональных особенностях.

Раздел дисциплины «Зоология» призван формировать у обучающихся готовность к оперированию фундаментальными знаниями о животных, к применению современных методов теоретических и экспериментальных зоологических исследований в профессиональной деятельности в области водных биоресурсов и аквакультуры.

В результате освоения раздела дисциплины «Зоология» у обучающегося должны сформироваться способности использования основных законов естественнонаучных дисциплин, основных законов биологии в профессиональной деятельности, применения методов теоретического и экспериментального исследования.

В результате освоения раздела дисциплины «Гидробиология и эволюция живого» у обучающегося формируются компетенции, используемые студентами в дальнейшей профессиональной деятельности, а также является базой для изучения студентами дисциплин профессионального учебного цикла: ихтиологии, биологических основ рыбоводства, искусственного воспроизводства рыб, физиологии рыб, санитарной гидробиологии, а также при подготовке выпускной квалификационной работы.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основы систематики гидробионтов;
- особенности морфологии, физиологии и экологии основных групп и видов гидробионтов;
- основные закономерности функционирования гидроэкосистем;
- базовые положения теории эволюции;

уметь:

- идентифицировать видовую принадлежность гидробионтов;
- приготавливать препараты с учетом специфики различных групп гидробионтов;

- работать с различными видами микроскопической техники в процессе камеральной обработки гидробиологических проб;
- проводить сбор и фиксацию гидробиологических проб;
- анализировать полученные результаты.

владеть:

- основными методами исследования зоологии и гидробиологии;
- навыками работы с лабораторным и полевым оборудованием;
- навыками предварительной камеральной обработкой гидробиологических проб в соответствии со стандартными методами для целей мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидробиологическим показателям;
- навыками оценки биологических параметров промысловых водных беспозвоночных и растений.
- ведения документации о наблюдениях и экспериментах.

Поскольку изучение дисциплины начинается во втором семестре, дисциплина опирается на компетенции, знания, умения, навыки, способы деятельности и установки, полученные и сформированные в ходе изучения школьной программы.

Знания, умения и навыки, полученные в результате изучения дисциплины, закрепляются, расширяются и углубляются при прохождении студентами учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности после первого курса обучения. Освоение данной дисциплины также пригодится при прохождении производственной практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности и производственной преддипломной практики (научно-исследовательской работы).

Для оценки результатов освоения дисциплины используются: оценочные средства поэтапного формирования результатов освоения дисциплины (текущая аттестация) и оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания открытого и закрытого типов;
- задания для контрольных работ (для заочной формы обучения).

К оценочным средствам для промежуточной аттестации освоения дисциплины **раздела «Зоология»** относятся:

- зачет – проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости; в отдельных случаях (при не прохождении всех видов текущего контроля) зачет может быть проведен в виде тестирования по тестовым заданиям закрытого и открытого типов;

К оценочным средствам для промежуточной аттестации освоения дисциплины **раздела «Гидробиология и эволюция живого»** относятся:

- экзаменационные задания по дисциплине, представленные в виде тестовых заданий закрытого и открытого типов.

Тесты сформированы на основе материалов лекций и вопросов рассмотренных в рамках лабораторных занятий. Тестирование обучающихся проводится на лабораторных занятиях (в течение 10-15 минут, в зависимости от уровня сложности материала) после рассмотрения соответствующих тем. Тестирование проводится с помощью компьютерной программы Indigo (база тестов располагается на сервере кафедры).

Положительная оценка («отлично», «хорошо» или «удовлетворительно») выставляется программой автоматически, в зависимости от количества правильных ответов.

Градация оценок:

- «отлично» – правильно выполнено свыше 85 % заданий;
- «хорошо» – правильно выполнено более 75 %, но не выше 85 % заданий;
- «удовлетворительно» – правильно выполнено свыше 65 %, но не более 75 % заданий.

В данном учебно-методическом пособии, кроме данных введения приводится тематический план двух разделов дисциплины (с описанием содержания тем, форм и объема учебной работы по каждой теме, характера распределения занятий по семестрам, плана лекционного курса), методические рекомендации по проведению разного типа контактных занятий и самостоятельной работы студентов, рекомендуемая учебная литература, заключительные выводы, использованный при подготовке пособия список библиографических источников.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА ДИСЦИПЛИНЫ

Осваивая дисциплину «Биология водных экосистем», студент должен научиться работать на лекциях, лабораторных занятиях и организовывать самостоятельную работу.

Тематический план лекционного курса разделу «Зоология» дисциплины

Тема 1. Предмет курса "Зоология". Царство Protista (простейшие)

Вопросы темы рассматриваются на двух лекциях.

Содержание темы, рассматриваемые вопросы. Цель и задачи дисциплины. Место дисциплины в структуре образовательной программы. Планируемые результаты освоения дисциплины. Жизнь – это Биосфера. Пятицарственная система живого покрова Земли. Место животных в живом покрове Земли.

Беспозвоночные и их место в живом покрове Земли, а также в истории и хозяйственной деятельности человечества.

Общая характеристика простейших: простейшие как морфологически и физиологически полноценные клеточные организмы; место гетеротрофных простейших среди Protista; понятие энергиды, моноэнергидные и полиэнергидные простейшие; размеры простейших, поверхность тела и следствия этого; типы организации простейших: монадный (жгутиковый) и саркодовый (амебоидный); жгутиковый аппарат, его строение, органеллы клеток простейших. Понятие жизненного цикла. Типы жизненных циклов у простейших. Монадный тип организации простейших: свободноживущие и симбиотические жгутиконосцы, паразитические формы; инфузории как вершина эволюции простейших. Классификация, строение, размножение, значение. Саркодовый тип организации простейших. Классификация, строение, размножение, значение.

Тема 2. Царство Metazoa, подцарство Prometazoa (примитивные многоклеточные)

Вопросы темы рассматриваются на одной лекции.

Содержание темы, рассматриваемые вопросы. Общая характеристика многоклеточных (Metazoa), основные черты примитивных многоклеточных (Prometazoa). Тип Placozoa: строение, жизненный цикл. Тип Spongia (губки). Классификация, размеры, форма тела. Клеточный состав и клеточные ансамбли. Основные морфоанатомические типы организации губок. Скелет губок. Уникальные свойства губок. Особенности размножения губок. Распространение, экологическая функция, геологическое и хозяйственное значение губок.

Тема 3. Подцарство Eumetazoa (настоящие многоклеточные), целентерические животные

Вопросы темы рассматриваются на четырёх лекциях.

Содержание темы, рассматриваемые вопросы. Общая характеристика настоящих многоклеточных (возникновение индивидуальности гетероклеточного животного, роль этого явления с эволюционной точки зрения). Характеристика целентерических животных как группы, сохранившей наибольшее количество примитивных признаков настоящих многоклеточных.

Тип Cnidaria (стрекающие): особенности организации, полипоидная и медузоидная стадии, их строение. Класс Hydrozoa (гидроидные) как базовая группа стрекающих: классификация, размеры и строение одиночного полипа, колонии; образование и строение медузоидной стадии; типы жизненных циклов гидроидных. Класс Polypodiozoa (полиподиозоа): пример паразитирования многоклеточного животного внутри клетки; строение и жизненный цикл. Классы Scyphozoa (сцифоидные) и Cubozoa (кубоидные): классификация, размеры, строение медузы и полипа; сходство и различия в строении и жизненных циклах. Класс Anthozoa (коралловые полипы): классификация, размеры, строение одиночного полипа, строение колоний, в том числе рифообразующих кораллов,

типы скелетов, размножение; значение мутуализма полипа и зооксантеллы для возникновения коралловых атоллов, геологические масштабы этого явления.

Тип Plathelminthes (плоские черви): общая характеристика, классификация. Класс Turbellaria (ресничные черви): характеристика турбеллярий как базовой группы среди плоских червей, размеры, строение, размножение и развитие, способность к регенерации. Класс Trematoda (трематоды): характеристика как эндопаразитов, строение, развитие, жизненные циклы, патогенное значение. Класс Monogenoidea (моногенетические сосальщики): характеристика как эктопаразитов, строение, развитие, жизненные циклы. Класс Cestoda (ленточные черви): черты упрощения и специализации организации, жизненные циклы, патогенное значение ленточных червей.

Тема 4. Надтип Aschelminthes (первичнополостные черви)

Вопросы темы рассматриваются на одной лекции.

Содержание темы, рассматриваемые вопросы. Тип Nemathelminthes (круглые черви): миниатюризация и потеря паренхимы, возникновение первичной полости тела. Класс нематоды: анатомия и морфология свободноживущих и паразитических нематод. Тип Rotatoria (коловратки): классификация, внешнее и внутреннее строение, результаты миниатюризации, жизненный цикл, цикломорфоз коловраток, их роль в сообществах водоемов и в питании рыб. Тип Acanthocephala (скребни): морфология, анатомия, паразитизм и патогенное значение.

Тема 5. Тип Annelida (кольчатые черви)

Вопросы темы рассматриваются на одной лекции (1 ч).

Содержание темы, рассматриваемые вопросы. Целом как пример гидроскелета, его формирование, строение. Метамерия. Кожно-мускульный мешок. Макросистематика целомических животных. Класс Polychaeta (многощетинковые черви): строение, размножение и развитие. Класс Oligochaeta (малощетинковые черви): морфология и анатомия; роль дождевых червей в формировании почвы. Класс Hirudinea (пиявки): морфология и анатомия, функциональные изменения в строении различных систем органов; пиявки как хищники-засадчики.

Тема 6. Тип Arthropoda (членистоногие)

Вопросы темы рассматриваются на двух лекциях (3 ч).

Содержание темы, рассматриваемые вопросы. Общая характеристика членистоногих, филогения; хитиновый наружный скелет и его значение, усложнение сегментации, разрушение кожно-мускульного мешка, формирование членистых конечностей; строение мускулатуры, полости тела и кровеносной системы; тагмозис.

Подтип Branchiata (жабродышащие). Надкласс Crustacea (ракообразные): роль в природе, строение, классификация, размножение и развитие. Класс Branchiopoda (жаброногие раки), отряды: жаброногие, щитни, ветвистоусые раки:

внешнее и внутреннее строение, особенности размножения, значение в природе и для человека. Класс *Copepoda* (веслоногие). Класс *Cirripedia* (уконогие раки). Класс *Malacostraca* (высшие раки), отряды: равноногие, бокоплавы, кумовые, мизидовые, эуфазиевые и ротоногие, десятиногие раки: основные признаки строения, размножения и развития, распространение, значение в природе и практическое значение.

Подтип *Chelicerata* (хелицеровые): общая характеристика, классификация, тагмозис внутри отдельных групп. Классы *Xiphosura* (мечехвосты) и *Arachnida* (паукообразные): строение, биология и распространение; характеристика основных отрядов с водными формами, практическое значение паукообразных.

Подтип *Tracheata* (трахейные): особенности организации, биология размножения; класс *Insecta* (насекомые): многообразие, значение в природе водных форм, тагмозис, биологическое значение метаморфоза, классификация, значение насекомых в рыбном хозяйстве, промышленности, в природных процессах.

Тема 7. Тип *Mollusca* (моллюски)

Вопросы темы рассматриваются на двух лекциях.

Содержание темы, рассматриваемые вопросы. Общая характеристика моллюсков, строение, формирование целомического комплекса органов; развитие и связь с червями, классификация, филогения. Подтип *Amphineura* (боко-нервные моллюски), класс *Loricata* (хитоны). Подтип *Conchifera* (раковинные моллюски): класс *Gastropoda* (брюхоногие моллюски): строение, асимметрия, хиастоневрия, классификация и ее происхождение, биология и практическое значение; классы *Scaphopoda* (лопатоногие моллюски) и *Bivalvia* (двустворчатые моллюски): строение размножение и развитие, биология и практическое значение; класс *Cephalopoda* (головоногие моллюски): строение, редукция раковины и развитие внутреннего скелета, классификация, биология и экология, практическое значение, геологическое прошлое головоногих.

Тема 8. Тип *Echinodermata* (иглокожие)

Вопросы темы рассматриваются на одной лекции.

Содержание темы, рассматриваемые вопросы. Общая характеристика иглокожих, радиальная симметрия, кожа, ее скелетные элементы, амбулакральная система, целом, системы внутренних органов, размножение и развитие, распространение, классификация, значение и филогения иглокожих. Классы *Asterioidea* (морские звезды), *Ophiuroidea* (офиуры), *Echinoidea* (морские ежи), *Holothuroidea* (голотурии), *Crinoidea* (морские лилии): особенности внешнего и внутреннего строения, размножение. Значение иглокожих в природе и деятельности человека, важные промысловые объекты.

Тема 9. Тип *Chordata* (хордовые)

Вопросы темы рассматриваются на трёх лекциях.

Содержание темы, рассматриваемые вопросы. Общая характеристика хордовых, их положение в системе животного мира, происхождение. Подтип Tunicata (личиночдохордовые или оболочники): характеристика, классификация, морфология, анатомия, размножение и развитие. Подтип подтип Acrania (бесчерепные): внешнее, внутреннее строение, развитие ланцетника.

Подтип Vertebrata (Craniota) (позвоночные, черепные), класс Cyclostomata (круглоротые): анатомия, происхождение и классификация, хозяйственное значение. Общая характеристика анамний.

Группа Pisces (рыбы): морфология, анатомия и сравнительная характеристика хрящевых и костных рыб (классы Chondrichthyes и Osteichthyes), развитие скелета, поясов конечностей и основных систем органов, особенности строения и биология, происхождение, эволюция и хозяйственное значение рыб.

Класс Amphibia (амфибии): общая характеристика, классификация группы, внешнее строение, анатомия амфибий на примере лягушки; размножение, развитие, метаморфоз; обзор современных амфибий, их значение.

Общая характеристика высших наземных позвоночных - амниот. Класс Reptilia (рептилии): особенности организации, классификация группы; внешнее строение, анатомия пресмыкающихся на примере ящерицы; размножение, обзор современных пресмыкающихся, жизнь которых связана с водоемами, их значение.

Класс Aves (птицы): общая характеристика, классификация группы; внешнее строение и анатомия летающей птицы; комплекс адаптаций к полету, поведение, миграции и ориентация птиц, размножение, забота о потомстве, значение водных и полуводных форм птиц.

Класс Mammalia (млекопитающие): общая характеристика, классификация группы; особенности строения в связи с приспособлениями к водной среде обитания; внешнее строение, скелет, анатомия плацентарного млекопитающего; размножение и забота о потомстве. Значение водных форм млекопитающих.

Тематический план лекционного курса по разделу «Гидробиология и эволюция живого» дисциплины «Биология водных экосистем»

Часть 1 – Гидробиология

Тема 1. Гидробиология как наука. Определение и содержание гидробиологии. История развития гидробиологии. Объективные причины эволюции гидробиологии в научную дисциплину. Развитие отечественной гидробиологии. Дифференциация современной гидробиологии на отдельные отрасли (продукционная гидробиология, санитарно-техническая, рыбоводная и др.). Современные направления гидробиологии, связанные с решением научно-теоретических проблем (трофологическое, энергетическое, токсикологическое, этологическое, системное и др.). Цели и задачи гидробиологии. Основные понятия в гидробио-

логии. Основные биотопы водоемов и соответствующие им жизненные формы гидробионтов.

Тема 2. Адаптации гидробионтов к условиям обитания в пелагиали и бентали водоёмов. Приспособления планктона к пелагическому образу жизни. Вертикальное распределение планктона. Горизонтальные миграции. Различные типы миграции (онтогенетические, сезонные, суточные). Причины и значение миграций. Планктон и звукорассеивающие слои. Криопланктон, как своеобразная жизненная форма планктона. Значение планктона. Своеобразие экологических условий нейстали. Адаптации нейстона, связанные с образом жизни. Нектон. Конвергентные формы тела и способы активного плавания. Специфичность бентали как среды обитания. Адаптация гидробионтов к бентосному образу жизни. Экологические группировки донных организмов. Биология различных организмов обрастания. Методы борьбы с обрастаниями судов и различных гидросооружений. Способы защиты от разрушающего действия сверлящих организмов.

Тема 3. Методы гидробиологических исследований. Современные методы сбора и обработки планктона (фито- и зоопланктона). Оценка концентрации гипонейстона. 12 Методы сбора и обработки бентоса. Специфика сбора планктона и бентоса в морских и континентальных водоемах. Оформление результатов исследований.

Тема 4. Влияние абиотических факторов среды на существование гидробионтов. Пассивный и активный водно-солевой обмен гидробионтов. Экологическое значение солености и солевого состава воды. Устойчивость гидробионтов к колебаниям солености и солевого состава воды. Влияние биогенных соединений на степень развития жизни в водоеме. Растворенное органическое вещество. Его значение для гидробионтов. Физиологическое действие температуры. Температурные адаптации у пойкилотермных гидробионтов. Связь обмена веществ, размножения, эмбриогенеза с температурой. Термические области Мирового океана, особенности их населения. Амфиарктические и амфибореальные формы гидробионтов. Биполярные организмы. Причины биполярного распределения организмов. Теория Л.С. Берга. Приспособления растений и животных к световым условиям водной толщи (органы зрения, окраска, хроматическая адаптация водорослей). Биолюминисценция и ее значение. Значение движения водных масс для гидробионтов. Адаптация водных организмов к движению воды. Гидростатическое давление - влияние на физические и химические свойства воды и организмы. Адаптация водных животных к высоким давлениям.

Тема 5. Питание и пищевые взаимоотношения гидробионтов. Классификация водных организмов в зависимости от характера питания. Трофогенная и трофолитическая зоны в океане и континентальных водоемах. Кормовые ресурсы водоемов. Кормовая база. Кормность и обеспеченность пищей. спосо-

бы добывания пищи. Спектры питания и пищевая элективность. Интенсивность питания и усвоение пищи. Внутривидовые и межвидовые пищевые отношения.

Тема 6. Рост и развитие гидробионтов. Соматический и генеративный рост особей. Формы роста: линейный, рост массы, увеличение энергоемкости тела, массы его разных компонентов (белков, жиров, углеводов, всего органического вещества, сухой массы, зольных элементов); бесконечный и конечный; изометрический и аллометрический. Удельная скорость роста. Влияние различных факторов на рост гидробионтов. Формы и продолжительность развития гидробионтов. Энергетика роста и развития.

Тема 7. Популяции гидробионтов и гидробиоценозы. Структура популяций. Величина и плотность, методы определения и регуляция. Хорологическая, возрастная, половая и генеративная структура. Внутрипопуляционные отношения. Продукция и энергобаланс популяций. Воспроизводство и динамика популяций гидробионтов. Рождаемость. Формы и ритмы размножения. Плодовитость. Смертность и выживаемость. Кривые смертности. Типы роста популяций. Динамика численности и биомассы популяций. Методы расчета динамических показателей популяций. Структура гидробиоценозов. Видовая, трофическая, хорологическая, размерная структура. Межпопуляционные отношения в гидробиоценозах.

Тема 8. Гидроэкосистемы и экологические основы их рационального освоения. Биологическая продуктивность водных экосистем и пути ее повышения. Первичная и вторичная продукция, методы расчета. Основные факторы, определяющие биологическую продуктивность водоемов. Величина первичной и вторичной продукции в различных водоемах. Коэффициент П/Б и удельная продукция. Пути повышения биологической продуктивности водоемов. Биологические ресурсы гидросферы, их освоение и воспроизводство промысловых гидробионтов. Охрана и повышение эффективности естественного воспроизводства промысловых гидробионтов. Акклиматизация гидробионтов. Гидробиологические аспекты аквакультуры. Загрязнение водоемов. Классификация загрязнений. Влияние загрязнений на жизнедеятельность гидробионтов. Антропогенная эвтрофикация, термофикация водоемов. Биологическое самоочищение водоемов и формирование качества воды. Минерализация органического вещества, биоседиментация и биологическая детоксикация. Биологическая индикация загрязнения водоемов. Токсикологический контроль. Гидробиологический мониторинг. Методы биологической очистки сточных вод.

Тема 9. Гидробиология континентальных водоёмов. Озера. Экологические зоны бентали и пелагиали озер. Биоценозы литорали, сублиторали, профундали. Значение высших водных растений как продуцентов органического вещества. Биоценозы водной толщи. Миграции гидробионтов в озерах. Экологическое и трофологическое направление в классификации озер. Продуктивность озер. Пруды. Размеры и типы прудов. Состав населения. Планктон и бен-

тос. Продуктивность прудов. Реки. Состав, происхождение и формирование фауны и флоры рек. Планктон и бентос. Биоценозы рек. Водохранилища. Процессы формирования фауны и флоры в первые и последующие годы существования водохранилища (периоды «созревания» и «стабилизации»). Биоценозы водохранилищ. Продуктивность водохранилищ.

Тема 10. Гидробиология морских водоёмов. Балтийское море. Геологическое прошлое. Формирование и состав фауны и флоры. Современные тенденции в изменении гидрологического режима. Биологическая продуктивность.

Часть 2 – Эволюция живого

Тема 1. Введение

Вопросы темы рассматриваются на первой лекции (1 ч). История изучения эволюции – самостоятельно по учебнику (Воронцов, 1999).

Содержание темы, рассматриваемые вопросы. Цели и задачи дисциплины, ее место и значение в системе естественных наук и в подготовке бакалавров в области водных биоресурсов и аквакультуры. Планируемые результаты освоения дисциплины. Понятия «эволюция» и «биологическая эволюция». Использование этого термина в различных областях человеческой деятельности. История изучения эволюции жизни и эволюционные теории (ламаркизм, дарвинизм, номогенез, синтетическая теория эволюции (СТЭ) и др.). Предпосылки создания дарвинизма. Основные постулаты синтетической теории эволюции (СТЭ). Закономерности эволюции живых объектов хозяйственной деятельности человека как теоретическая основа их охраны и увеличения продуктивности природных и антропогенных экосистем, а также основа селекции новых пород и сортов для интенсивного и эффективного ведения рыбного хозяйства. Методы изучения эволюции.

Тема 2. Эволюция Вселенной, возникновение и начальные этапы эволюции жизни, наследственность и изменчивость.

Вопросы темы рассматриваются студентами самостоятельно (на основе знаний по Биологии из школьной программы) с помощью учебного пособия (Востроушкин, 2017) и учебника (Уколов, 2021).

Содержание темы, рассматриваемые вопросы. Краткая история развития представлений о строении Вселенной. Геоцентрическая, гелиоцентрическая модели. Идеальный космологический принцип, теория стационарной Вселенной. Модель Большого Взрыва А. Фридмана. Сингулярная точка. Доказательства модели Большого взрыва. Гипотеза Мультивселенной. Состав первичной атмосферы и гидросферы Земли, механизмы их возникновения, основные параметры. Добиологический (химический) этап эволюции. Образование органических соединений, биополимеров. Мир РНК. Эксперименты Стэнли Миллера и Сиднея Фокса. Коацерваты и микросферы. Методы идентификации ископаемых биологических объектов. Возраст первых следов жизни. Протобионты.

Анаэробная биосфера. Происхождение кислорода как результат деятельности фотосинтетиков. Основные особенности эволюции прокариот. Основные различия прокариот и эукариот. Время и условия возникновения эукариот. Симбиотическая гипотеза возникновения эукариот. Широкое распространение симбиоза в природе, внутриклеточный симбиоз. Сходство прокариот и митохондрий, и пластид эукариот.

Развитие взглядов на наследственность. Зарождение генетики. Работы Менделя, Г. Де Фриза, Иогансена. Формирование хромосомной теории наследственности. Становление молекулярной генетики, «центральная догма» генетики. Современные представления о структуре генома про- и эукариот. Экзон-интронная структура генов эукариот, сплайсинг и альтернативный сплайсинг. Структурные гены и гены-регуляторы. Мобильные генетические элементы (МГЭ), транспозоны эукариот как разновидности МГЭ. Горизонтальный перенос генов.

Изменчивость (определение). Представления об изменчивости во времена Ч. Дарвина. Фенотипическая, генотипическая и паратипическая изменчивость. Дискретная и непрерывная изменчивость. Онтогенетическая изменчивость. Комбинативная изменчивость. Гомологическая изменчивость. Норма реакции. Краткосрочные и длительные модификации. Морфозы. Современные представления о мутациях. Мутации, типы мутаций. «Обезвреживание» мутаций в эволюции. Мутагенные факторы. Частота возникновения мутаций. Мутации и генетические процессы в природных популяциях. Мода на мутации. Генетическая комбинаторика.

Тема 3. Элементарные факторы эволюции. Искусственный и естественный отбор. Популяции. Вид и видообразование. Адаптации

Вопросы темы рассматриваются на лекциях (3ч).

Содержание темы, рассматриваемые вопросы. Факторы эволюции: мутационный процесс, популяционные волны, их классификация и дрейф генов, поток генов и изоляция, естественный отбор. Авторы концепции естественного отбора. Предпосылки естественного отбора (гетерогенность особей, прогрессия размножения, борьба за существование). Формы естественного отбора: основные (стабилизирующий, движущий и дизруптивный (разрывающий)), специфические (частотно-зависимый, плотностно-зависимый отбор (r-отбор и K-отбор), дестабилизирующий отбор, отбор местообитания, половой отбор. Объект и сфера действия отбора. Эффективность и скорость действия отбора. Определения естественного отбора: дарвиновское и современное. Примеры действия естественного отбора. Адаптации. Мимикрия.

Популяции (определение). Иерархия и основные характеристики популяций.

Краткий исторический очерк развития концепции вида. Типологический вид К. Линнея. Критерий вида Ж. Бюффона. Мнение Ж.-Б. Ламарка. Эlemen-

тарный вид Д. Жордана. Политипический вид. Вид как система в работах Н.И. Вавилова. Концепция биологического вида. Первичные и вторичные критерии вида. Вид у форм, не имеющих полового процесса. Вид в палеонтологии. Современные представления о структуре вида. Аллопатрическое и симпатрическое видообразование. Современные концепции видообразования. Гипотеза прерывистого равновесия Эдриджа и Гулда. Гипотеза отбора видов Стэнли. Концепции видообразования Алтухова и Голубовского. Хромосомное видообразование. Видообразование во времени: анагенез, стасигенез, кладогенез, синтетогенез. Экспериментальный синтез видов. Формы видообразования. Квантовое видообразование. Принцип основателя.

Тема 4. Эволюция и классификация. Эволюция онтогенеза и филогенеза.

Вопросы темы рассматриваются на лекциях (2 ч).

Содержание темы, рассматриваемые вопросы. Основы классификации. Искусственные и естественные системы классификации. Типы систем классификации: филогенетическая, кладистическая, фенетическая. Иерархическая система таксонов. Формы филогенеза групп (простые: филетическая эволюция, дивергенция и сложные: параллелизм, конвергенция). Главные направления эволюции филумов: аллогенез, арогенез. Специализация. Эпектогенез. Регресс (катагенез). Алломорфоз, эпектоморфоз, ароморфоз, катаморфоз. Темпы формообразования. Вымирание. Эмпирические правила эволюции групп.

Морфофизиологический прогресс. Биологический прогресс. Групповой (ограниченный) и биотехнический прогресс.

Понятие онтогенеза. Онтогенез прокариот и протистов. Особенности онтогенеза в разных группах эукариот. Онтогенетическая дифференцировка. Целостность онтогенеза. Корреляции (геномные, морфогенетические, эргонетические). Координации (топографические, динамические, биологические). Стадийность онтогенеза и типы эволюционных тенденций: усложнение, упрощение, эмбрионизация. Педогенез. Неотения. Фетализация. Адультизация. Автономизация. Принцип рекапитуляции, биогенетический закон. Филэмбриогенезы (анаболия, девиация, архаллакис). Эволюционная роль гетерохроний. Классификация гетерохроний. Гетеротопии.

При заочной форме обучения большая часть времени, отведенная для изучения дисциплины, занято самостоятельной работой студентов, работе в электронной образовательной среде ВУЗа.

Самопроверка результатов освоения тем дисциплины осуществляется студентами с помощью перечня вопросов для защиты лабораторных работ, приведенных в учебных изданиях (Судник, 2024; Кузьмин, 2023а, 2023б).

2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Раздел «Зоология»

Состав лабораторного курса

Очная форма обучения:

Лабораторная работа № 1. Простейшие: свободноживущие и симбиотические жгутиконосцы, паразитические формы.

Лабораторная работа № 2. Простейшие: инфузории и саркодовые простейшие.

Лабораторная работа № 3. Примитивные многоклеточные животные: губки.

Лабораторная работа № 4. Книдарии: гидроидные и сцифоидные.

Лабораторная работа № 5. Книдарии: кубомедузы и коралловые полипы.

Лабораторная работа № 6. Плоские черви (ресничные черви, трематоды).

Лабораторная работа № 7. Плоские черви (моногонеи, цестоды).

Лабораторная работа № 8. Круглые черви. Коловратки. Скребни.

Лабораторная работа № 9. Кольчатые черви. Членистоногие (ракообразные).

Лабораторная работа № 10. Членистоногие (хелицеровые, трахейнодышащие).

Лабораторная работа № 11. Моллюски (хитоны, брюхоногие, лопатоногие).

Лабораторная работа № 12. Моллюски (двустворчатые, головоногие).

Лабораторная работа № 13. Иглокожие.

Лабораторная работа № 14. Оболочники. Ланцетник. Круглоротые.

Лабораторная работа № 15. Рыбы. Амфибии.

Лабораторная работа № 16. Рептилии. Птицы. Млекопитающие.

Заочная форма обучения:

Лабораторная работа № 1. Простейшие, примитивные многоклеточные животные, книдарии, черви.

Лабораторная работа № 2. Членистоногие животные, моллюски и иглокожие.

Лабораторная работа № 3. Хордовые животные.

Раздел «Гидробиология и эволюция живого»

Состав лабораторного курса

Очная форма обучения:

Лабораторная работа № 1. Терминология отношения гидробионтов к основным факторам окружающей среды. Методы, орудия сбора и обработки зоопланктона.

Лабораторная работа № 2. Население континентальных водоёмов. Качественный анализ зоопланктона городского пруда.

Лабораторная работа № 3. Определение видового состава зоопланктона городского пруда.

Лабораторная работа № 4. Количественный анализ зоопланктона городского пруда. Определение численности видов зоопланктона.

Лабораторная работа № 5. Определение численности видов зоопланктона городского пруда (продолжение).

Лабораторная работа № 6. Количественный анализ зоопланктона городского пруда. Определение биомассы зоопланктона.

Лабораторная работа № 7. Методы сбора и обработки зообентоса. Качественный анализ зообентоса Куршского залива.

Лабораторная работа № 8. Определение видового состава зообентоса Куршского залива.

Лабораторная работа № 9. Определение биомассы видов зообентоса Куршского залива

Лабораторная работа № 10. Структура популяции массового вида зоопланктона.

Лабораторная работа № 11. Определение динамических характеристик популяции массового вида гидробионтов.

Лабораторная работа № 12. Биологический метод определения сапробности водоёмов.

Лабораторная работа № 13. Оценка экологического состояния водоёмов гидробиологическими методами.

Лабораторная работа № 14. Оценка экологического состояния водоёмов гидробиологическими методами (продолжение).

Лабораторная работа № 15. Эволюция Вселенной, возникновение и начальные этапы эволюции жизни, наследственность и изменчивость. Элементарные факторы эволюции. Искусственный и естественный отбор.

Лабораторная работа № 16. Популяции. Вид и видообразование. Адаптации. Эволюция и классификация. Эволюция онтогенеза и филогенеза.

Заочная форма обучения:

Лабораторная работа № 1. Терминология отношения гидробионтов к основным факторам окружающей среды. Методы, орудия сбора и обработки зоопланктона.

Лабораторная работа № 2. Население континентальных водоёмов. Качественный анализ зоопланктона городского пруда.

Лабораторная работа № 3. Количественный анализ зоопланктона городского пруда. Определение численности видов зоопланктона.

Лабораторная работа № 4. Биологический метод определения сапробности водоёмов.

Самостоятельная работа студента

В ходе обучения предусмотрена самостоятельная работа студента (таблица 1).

Таблица 1 – Самостоятельная работа студентов

Вид (содержание) самостоятельной работы студента	Форма текущего контроля
Семестр 2 - раздел «Зоология»	
Освоение теоретического учебного материала, оформление результатов заданий по лабораторным работам	тестирование
Семестр 3 - раздел «Гидробиология и эволюция живого»	
Освоение теоретического учебного материала, оформление результатов заданий по лабораторным работам	тестирование
Выполнение контрольных работ (№1 и №2) студентами заочной формы обучения	проверка контрольных работ

Учебные задания по дисциплине необходимо выполнять своевременно. Систематическое освоение необходимого учебного материала позволяет быть готовым к промежуточной аттестации по дисциплине.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЗАНЯТИЙ

Раздел «Зоология»

Зоология – комплексная наука, входящей в мегакомплекс биологических наук, которые изучают состав, строение и функционирование биосферы. При проведении занятий курса необходимо иметь в виду, что в задачи собственно зоологии входит изучение внешнего и внутреннего строения (морфологии и анатомии) животных, их индивидуального и исторического развития (онтогенеза и филогенеза), взаимоотношение с другими животными и растениями, особенности географического распространения и др.

Зоология относится к фундаментальным биологическим дисциплинам, так как она не только включает в себя всю совокупность сведений о животных, но и дает многочисленные примеры закономерностей развития и функционирования живой природы, формирует мировоззрение будущего специалиста. Объектами зоологии служит широчайший круг животных, играющих очень важную

роль в практической деятельности человека, в том числе в качестве объектов сельского и рыбного хозяйств и болезнетворных организмов.

В процессе изучения зоологии студент получает комплекс знаний о структуре животного мира, принципах его классификации, а также таксономической структуре и, одновременно, должен освоить основы биологического латинского языка (правильное чтение, ударения и произношение латинских названий).

Преподаватель строит курс, исходя из сказанного выше, используя необходимые средства и методы обучения.

1. Средства обучения

В современном мире для наглядности и более эффективного усвоения учебного материала при изучении любой дисциплины, в том числе, зоологической, во время лекций и во время лабораторных занятий применяются цифровые образовательные технологии (компьютерные презентации, биологические видеофильмы, контрольные тестовые задания и пр.). Они играют важную вспомогательную роль, красочно дополняя теоретическую информацию, излагаемую преподавателем во время лекции или объяснения теоретической части лабораторного занятия, способствуют оперативной проверке знаний обучающимися теории изучаемых тем дисциплины.

К демонстрационным материалам относятся схемы строения животных, характеризующие их план организации, строение систем органов, тканей и их клеточных элементов, схемы жизненных циклов, филогенетические построения, таксономическая структура крупных таксономических групп животных. Это – наиболее важный элемент средств обучения. Они по возможности представляются оцифрованным материалом, демонстрируемым с помощью проектора.

Во время лабораторных занятий также изучаются организмы разных групп животных – как объекты наблюдения и вскрытия, фиксированные животные и препараты из них, а также препараты для изучения строения животных на микроскопическом уровне.

Наблюдение за живыми организмами (культуры простейших, турбеллярии, рыбы в аквариуме и т.п.), а также вскрытие животных и изготовление временных препаратов студентами — одно из важнейших средств изучения зоологии, поэтому преподавателю необходимо готовить базу для этого (культуры простейших, коловраток, дафний, артемии, мучных червей и т.п.). Могут быть использованы и другие, дополнительные средства обучения: посещение музея и т.п.

2. Методы обучения

Основными методами обучения зоологии служат следующие:

— лекционные занятия, во время которых происходит ознакомление студентов с основными теоретическими положениями зоологии, анализ планов ор-

ганизации ключевых групп животных. Благодаря этому студенты должны понять морфо-анатомические основы построения животных, особенности каждой группы и составить представление о единстве всего животного мира;

— лабораторные занятия, во время которых обучающиеся должны продемонстрировать степень усвоения теоретического материала во время текущего контроля, закрепить их в процессе изучения соответствующих препаратов животных, а также в процессе рисования в альбоме особенностей морфологии и анатомии изучаемых объектов;

— консультации.

Лекции

Каждая лекция должна быть логически и внутренне завершенным этапом изложения материала курса. Порядок изложения и объем излагаемого на каждой лекции материала определяется рабочей программой по дисциплине и учебным планом на текущий учебный год. Каждая лекция строится по принципу триады: от общего — к частному, а на ее завершающем этапе — возвращение к общему на уровне вновь изложенного материала. Это требует подчинение ее определенному, строго выдерживаемому алгоритму или плану.

Один из вариантов такого алгоритма следующий. Рассказ о каждой группе животных должен начинаться с характеристики его таксономического статуса и таксономической структуры. Далее следует количественная характеристика таксона (сколько видов, размеры) и морфология (форма тела, типы симметрии, расчленение его на тагмы и особенности тагмозиса, описание компарментов и их характеристика). После этого описывается анатомическое строение (желательно, для развитые животных, в следующем порядке: покровы, локомоторная, пищеварительная, кровеносная, экскреторная системы, полость тела, нервная система и органы чувств, репродуктивная система).

После этого необходимо описать и проанализировать особенности жизненных циклов видов изучаемой группы и в заключение охарактеризовать положение данной группы в системе органического мира и, в том числе, роль в природе и человеческой культуре (промысловый, паразитический, одомашненный, наносящий вред сельскому хозяйству и т.п.). Если необходимо, надо оценить филогению группы.

В процессе лекции стоит, по возможности, акцентировать внимание студентов на затрагиваемые попутно теоретические аспекты зоологии. Например, на понятия рекапитуляции, субституции и конвергенции, биологического и морфо-анатомического прогресса, на «закон большого числа», на роль увеличения размеров животных в процессе эволюции и уменьшающейся в результате относительной поверхности тела и другие закономерности сравнительной анатомии животных и их эволюции.

Рекомендуется объяснять попутно, как читаются латинские названия, как ставятся ударения, как произносятся отдельные гласные, дифтонги и сочетания

звуков в соответствии с правилами латинского языка и (если необходимо), что они означают. Необходимо, чтобы студенты это записывали (это же относится к зоологической терминологии, чтобы студенты постепенно усваивали такие обыденные понятия, как терминальный, апикальный, базальный, латеральный, вентральный, дорсальный и т.п.).

Лабораторные занятия

Лабораторные занятия необходимо планировать так, чтобы тема лекции предшествовала данной теме лабораторного занятия.

Цель лабораторных занятий – закрепление теоретических знаний, полученных во время лекции, получение навыков в работе с оптикой, использования временных и постоянных препаратов изучаемых объектов, микроскопирования, анатомического препарирования и изучения живых объектов. Дополнительно к этому студент должен получить первичные навыки научного рисования и в процессе этого закрепить всю совокупность полученных навыков.

При выполнении лабораторных работ выполняются и оформляются рисунки в альбоме. Рисование объектов изучения на лабораторных занятиях служит не только для освоения студентами основ научного рисования, но и имеет те же цели, что и опрос, то есть контроль текущей работы студентов по изучаемой дисциплине; определение работающих и не работающих студентов и, главное, углубление усвоения студентами не только теоретической информации, но и конкретных знаний строения тела важных представителей беспозвоночных и позвоночных животных. Перечень рисунков для отчетности, классификация к объектам рисунков приводится к каждому лабораторному занятию (Судник, 2024).

На первом лабораторном занятии студентам объясняются все общие требования по проведению лабораторных занятий, особенностях текущего контроля, проводится инструктаж по технике безопасности. Поясняется, что рабочие места студентов должны быть подготовлены до звонка (должны лежать методические пособия к лабораторным занятиям, тетради для записи, альбомы, должна стоять необходимое оборудование (оптика и т.д.), инструменты, и пр.).

Первое лабораторное занятие посвящено, в числе прочего, получению навыков биологического рисования, освоению техники рисунка, ознакомлению с правилами его оформления.

Лабораторное занятие имеет следующую структуру: проверка готовности рабочего места, настройка микроскопов, получение препаратов; краткая вводная информация преподавателя по теме занятия; работа с животными или препаратами, микроскопирование, рисование; защита теории предыдущего лабораторного занятия.

Преподаватель знакомит студентов с содержанием занятия, с конкретными объектами, которые они должны изучить, с их видовой принадлежностью, с их таксономическим статусом: озвучивает классификацию изучаемых видов

организмов (приведена в каждом ЛЗ (Судник, 2024)), студенты записывают в тетрадь произношение терминов (таксонов животных) на латыни и их перевод на русский язык – для заучивания и сдачи их при защите ЛР. Также преподаватель знакомит обучающихся с основными чертами морфологии и анатомии изучаемых видов животных.

Если на занятии предусматривается вскрытие животных, преподаватель должен показать и объяснить, как это делается и как изготавливаются временные препараты для микроскопирования, и что студент должен на препаратах увидеть и зарисовать. На это также не должно быть потрачено более 15 мин. Остальное время занятия отводится на практическую работу – студенты исследуют микро- или макроскопические живые объекты или их препараты, если это необходимо, производят вскрытие и изготавливают временный препарат, выполняют рисунки исследованных животных или их органов. На каждом занятии, параллельно с этой работой, рекомендуется выделять для студентов время (во второй половине занятия) на предъявление на проверку альбомов.

Раздел «Гидробиология и эволюция живого»

Для успешного освоения данного раздела дисциплины, прежде всего, необходимо уяснить, что гидробиология изучает закономерности биологических явлений в водоемах. Цель этой науки – создать основу управления водными экосистемами в интересах человека, но так, чтобы эксплуатация водоемов не приводила к их деградации. Грамотное освоение гидросферы невозможно без биологического изучения ее, без изучения взаимоотношений водных организмов друг с другом и со средой обитания. При этом необходимо иметь в виду специфические свойства водной среды, резко отличные от наземных, что накладывает характерный отпечаток на облик и образ жизни обитателей гидросферы. Осваивать этот раздел дисциплины нужно, опираясь на полученные студентами знания по физике, химии, гидрологии, зоологии. Вместе с тем, надо иметь в виду, что гидробиология сама занимает видное место среди биологических наук. Многие важные понятия современной экологии (биоценоз, биомасса, продукция и др.) сформировались в результате изучения водных форм жизни. Гидробиология – это краеугольный камень и ихтиологии, и аквакультуры, так как даёт студенту генерализованные знания о жизни в воде, что важно для будущих специалистов по ихтиологии, ихтиопатологии и аквакультуре. Понимание важности гидробиологии формируется в процессе лекционных, лабораторных занятий, и при самостоятельной учебной работе студентов.

Изучению некоторых знаний об эволюции жизни на планете Земля отведено небольшое место в составе раздела «Гидробиология и эволюция живого», потому студентам обязательно необходимо регулярно изучать теоретический материал этой части раздела дисциплины в процессе самостоятельной работы по рекомендуемой литературе.

Регулярное выполнение предусмотренных в семестре учебных заданий позволит быть своевременно готовым к промежуточной аттестации.

Консультации

Консультации проводятся в рамках общего графика консультаций по дисциплине.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данное учебно-методическое пособие по изучению дисциплины «Биология водных экосистем» определяет цель и планируемые результаты освоения дисциплины, характеризует её тематический план, описывает оценочные средства поэтапного формирования результатов освоения дисциплины и формы их контроля, содержит материалы по методике преподавания, изучения учебной дисциплины, рекомендует продуктивные способы выполнения заданий.

В результате освоения дисциплины «Биология водных экосистем» у обучающегося должны сформироваться способности использования основных законов естественнонаучных дисциплин, основных законов биологии, способности применения методов теоретического и экспериментального биологического исследования в профессиональной деятельности.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Буруковский, Р. Н. Зоология беспозвоночных: учеб. пособие / Р. Н. Буруковский. – Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2020. – 960 с. ISBN 978-5-903090-40-2
2. Козлов, С. А. Зоология позвоночных животных: учебное пособие для вузов / С. А. Козлов, А. Н. Сибен, А. А. Ляцев. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 328 с. – ISBN 978-5-507-44272-0. – Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/223400> (дата обращения: 04.09.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Кузьмин С.Ю., Гидробиология: учеб.-метод. пособие по выполнению лабораторных работ дисциплины для студ. бакалавриата по напр. подгот. 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура / С.Ю. Кузьмин. – Калининград: Из-дво ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 62 с.
4. Кузьмин, С. Ю. Гидробиология: учеб.-метод. пособие по выполнению лабораторных работ для студ. бакалавриата по напр. подгот. 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура / С. Ю. Кузьмин. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023а. – 75 с.
5. Кузьмин, С. Ю. Гидробиология: учеб.-метод. пособие по изучению дисциплины для студ. бакалавриата по напр. подгот. 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура / С. Ю. Кузьмин. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023б. – 36 с.
6. Северцов, А. С. Теории эволюции: учебник для вузов / А. С. Северцов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 384 с.
7. Судник, С. А. Практикум по зоологии: учебное пособие / С. А. Судник. – Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2019. – 264 с. ISBN 978-5-906109-86-6
8. Судник, С.А. Биология водных экосистем (раздел «Зоология»): учебно-методическое пособие по лабораторным работам для студ. бакалавриата по напр. подгот. 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура (профиль программы «Индустриальная аквакультура») / С. А. Судник. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2024. – 193 с.

Дополнительная литература:

9. Большой практикум по зоологии беспозвоночных (Protozoa, Spongia, Coelenterata, Plathelminthes, Nematoda): учеб.-метод. пособие / Н.В. Шакурова. – Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2011. – 38 с.

10. Воронцов, Н.Н. Развитие эволюционных идей в биологии / Н.Н. Воронцов. – Москва: Издат. отдел УНЦ ДО МГУ, Прогресс-Традиция, АБФ, 1999. – 640 с.
11. Востроушкин, Д.Н. Теория эволюции: учеб. пособие / Д.Н. Востроушкин. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВО «КГТУ», 2017. – 97 с.
12. Калайда, М.Л. Гидробиология: учеб. пособие / М.Л. Калайда, М.С. Хамидова. – Санкт-Петербург: Проспект науки, 2013. – 192 с.
13. Карташов, Н. Н. Практикум по зоологии позвоночных: учеб. пособие / Н. Н. Карташев, В. Е. Соколов, и. А. Шилов, 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1981. – 320 с.
14. Константинов, В.М. Зоология позвоночных: учеб. для студентов вузов / В. М. Константинов, С. П. Шаталова. – Москва: Владос, 2004. – 527 с. ISBN: 5-691-01293-2
15. Кузьмин, С.Ю. Гидробиология: учеб. пособие / С.Ю. Кузьмин. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2013. – 105 с.
16. Кузьмина, И.А. Малый практикум по гидробиологии / И.А. Кузьмина. – Москва: Колос, 2007. – 232 с.
17. Тихомиров, И. А. Малый практикум по зоологии беспозвоночных: [учеб. пособ.] / И. А. Тихомиров, А. А. Добровольский, А. И. Гранович. – Санкт-Петербург: КМК, 2005. – Ч. 1. – 302 с.
18. Уколов, П.И. Генетика и селекция рыб / П.И. Уколов, Л.Н. Пристач, О.Г. Шараськина. – Санкт-Петербург: КВАДРО, 2021. – 216 с.
19. Яблоков, А.В. Эволюционное учение: Учеб. для биол. спец. вузов / А.В. Яблоков, А.Г. Юсуфов. – 5-е изд, испр. и доп. – Москва: Высш. школа, 2004. – 310 с.
20. Языкова, И.М. Зоология беспозвоночных [Электронный ресурс] : курс лекций / И.М. Языкова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет». - Ростов: Издательство Южного федерального университета, 2011. – Ч. 1. – 432 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).
21. Языкова, И. М. Практикум по зоологии беспозвоночных [Электронный ресурс]: для студентов биолого-почвенного факультета : учебное пособие / И.М. Языкова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет», Биолого-почвенный факультет. – Ростов: Издательство Южного федерального университета, 2010. – 326 с.

Локальный электронный методический материал

Судник Светлана Александровна,
Дмитрий Николаевич Востроушкин,
Сергей Юрьевич Кузьмин

БИОЛОГИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Редактор И. Голубева

Уч.-изд. л. 2,1. Печ. л. 1,7.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1