

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

С. Ю. Кузьмин, Е. Н. Науменко

ФИЗИОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов,
обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки
35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура

Профиль программы
«ИНДУСТРИАЛЬНАЯ АКВАКУЛЬТУРА»

Рецензент

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

Кузьмин, С. Ю.

Физиология: учеб.-метод. пособие по изучению дисциплины для студ. бакалавриата по напр. подгот. 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура (профиль программы «Индустриальная аквакультура») / **С. Ю. Кузьмин, Е. Н. Науменко.** – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2025. – 36 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Физиология» представлены учебно-методические материалы по освоению тем лекционного курса, включающие подробный план лекций по каждой изучаемой теме, а также учебно-методические рекомендации и подробный план по освоению тем лабораторных работ курса и тематический план контактных работ преподавателя в ЭИОС, самостоятельной работы студентов.

Табл. 2, список лит. – 12 наименований

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины 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» 25 апреля 2025 г., протокол № 4

УДК 597-11

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2025 г.
© Кузьмин С.Ю., Науменко Е.Н., 2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЛЕКЦИОННОГО КУРСА ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	16
4. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	18
5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЗАНЯТИЙ....	21
6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТАКТНОЙ РАБОТЫ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ В ЭИОС.....	24
7. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН КОНТАКТНОЙ РАБОТЫ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ В ЭИОС ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	25
8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ И КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	30
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	33
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	34

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие разработано для направления подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура (для очной и заочной форм обучения) по дисциплине «Физиология».

Дисциплина «Физиология» входит в Модуль направления Блока 1 обязательной части образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура.

Дисциплина включает два раздела: «Физиология рыб» и «Ихтиотоксикология».

Целью освоения дисциплины является формирование знаний о функционировании различных клеток, тканей, органов и организма рыб в целом.

Раздел дисциплины «Физиология рыб» призван формировать у обучающихся способности решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин с применением информационно-коммуникационных технологий.

В результате освоения раздела дисциплины «Ихтиотоксикология» у обучающегося формируются способности к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основы физиологии рыб, работу органов дыхания, пищеварения, кровообращения, органов осморегуляции, иммунитета;
- обмен веществ, баланс энергии в организме рыб, действие нервных и гормональных механизмов управления жизнедеятельностью.

уметь:

- проводить наблюдения, измерения периодических процессов, определять количественные показатели физиологических процессов;
- проводить хирургический и поведенческий эксперимент на рыбах;
- определять оптимальные условия существования рыб на основании физиологических показателей;
- препарировать, инъектировать, обрабатывать и анализировать экспериментальные данные.

владеть:

- методами контроля физиологических параметров рыб в экспериментах;
- навыками оценки функционального состояния рыб.

Поскольку изучение дисциплины начинается в третьем семестре, дисциплина опирается на компетенции, знания, умения, навыки, способы деятельности и установки, полученные и сформированные как в ходе изучения школьной

программы, так и дисциплин предыдущих семестров в университете (химия, физика).

Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания открытого и закрытого типов;
- контрольные вопросы по темам лабораторных занятий;
- задания по темам контактной работы преподавателя в ЭИОС;
- задания по контрольной работе (для студентов заочной формы обучения).

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется через опрос на лабораторных занятиях, контактную работу преподавателя в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) и систему тестирования. Контрольные вопросы к теории лабораторного занятия и задание по выполнению эксперимента приведены в УМП по лабораторным работам по дисциплине (Кузьмин, 2024).

Необходимым этапом освоения дисциплины у студентов заочной формы обучения является выполнение заданий контрольной работы. Задание по контрольной работе выдается студентам заочной формы обучения с целью контроля качества их самостоятельной работы. Студент, самостоятельно выполнивший задание и обладающий полнотой знаний в отношении изучаемых объектов, получает оценку «зачтено».

Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в виде экзамена.

Условием допуска студента к экзамену является выполнение отчетности по лабораторным работам, выполнение заданий в ЭИОС на оценку «зачтено», прохождение всех тестов текущего контроля на оценку не ниже «удовлетворительно». Экзаменационные задания по дисциплине представлены в виде тестовых заданий закрытого и открытого типов.

Тестовые задания используются для оценки освоения всех тем дисциплины студентами. Тесты сформированы на основе материалов лекций и вопросов, рассмотренных в рамках лабораторных работ и заданий, выполненных в рамках работы в ЭИОС. Тестирование обучающихся проводится на лабораторных занятиях (в течение 10-15 минут, в зависимости от уровня сложности материала) после рассмотрения соответствующих тем и выполненных заданий в ЭИОС. Тестирование может проводиться 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» - свыше 81 %;
- «хорошо» - более 61 %, но не выше 80 %;
- «удовлетворительно» - свыше 41 %, но не более 60 %.

Система оценивания результатов обучения при промежуточной аттестации включает в себя системы оценок: «зачтено», «не зачтено» (табл. 1).

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2 Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные данные	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной за-

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
				дачи
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

Учебно-методическое пособие состоит из:

- введения, где указаны: шифр, наименование направления подготовки; дисциплина учебного плана, для изучения которой оно предназначено; цель и планируемые результаты освоения дисциплины; место дисциплины в структуре ОПОП ВО; виды текущего контроля, последовательности его проведения, критерии и нормы оценки (отметки); форма проведения промежуточной аттестации; условия допуска к экзамену, критерии и нормы оценки (текущей и промежуточной аттестации);
- основной части, которая содержит методические рекомендации к лекционным занятиям; тематический план лекционных занятий;
- основной части, которая содержит методические рекомендации к лабораторным занятиям; тематический план лабораторных занятий;
- основной части, которая содержит методические рекомендации к контактной работе преподавателя в ЭИОС; тематический план контактной работы преподавателя в ЭИОС;
- основной части, которая содержит методические рекомендации к выполнению контрольной работы; темы заданий контрольных работ;
- заключения;
- списка рекомендованных источников.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА

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

Лекции являются одной из основных форм аудиторной работы студентов.

В начале лекции необходимо уяснить цель, которую лектор ставит перед собой и студентами. Важно внимательно слушать, отмечать наиболее существенную информацию и кратко ее конспектировать; сравнивать то, что услышано на лекции с прочитанным и усвоенным ранее материалом, укладывать новую информацию в собственную, уже имеющуюся, систему знаний. По ходу лекции необходимо подчеркивать новые термины, определения, устанавливать их взаимосвязь с изученными ранее понятиями. При подготовке к лабораторным занятиям студентам необходимо не только воспользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, но и проявить самостоятельность в отыскании новых источников, интересных фактов, статистических данных, связанных с темой лекции и лабораторного занятия.

На лекциях рассматриваются основные понятия предметной области, разъясняется значение различных терминов, объясняется их происхождение, дается, в случае необходимости, латинское написание, рассказывается также о связи физиологии с другими биологическими науками, о том, как могут быть использованы знания в дальнейшей работе ихтиолога, рыбовода, ихтиопатолога, эколога и пр. Порядок изложения и объем изучаемого материала на лекции определяется учебной программой. Каждая лекция строится по определенному плану. Сначала рассказывается о строении изучаемого органа, затем о его работе, об особенностях строения и работы органа в связи с водной средой обитания, коротко – о работе соответствующего органа у воздушнодышащих животных, об особенностях работы данного органа у различных групп рыб. Все сказанное сопровождается демонстрацией плакатов, муляжей. При чтении лекций используются данные из соответствующих учебников, монографий и научных журналов, где приводятся новейшие данные по изучаемому предмету.

2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЛЕКЦИОННОГО КУРСА ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел «Физиология рыб».

Тема 1. Введение.

Форма проведения занятия: лекция, контактная работа с преподавателем в ЭИОС.

Вопросы для обсуждения:

Физиология рыб и ее связь с другими науками. Цель и задачи физиологии рыб. Предмет изучения раздела дисциплины физиология рыб. Методы. Основные исторические этапы в развитии физиологии. Ученые, работающие в науке *Физиология рыб*.

Тема 2. Мышечная система, плавание рыб.

Форма проведения занятия: лекция, лабораторное занятие, контактная работа с преподавателем в ЭИОС.

Вопросы для обсуждения:

Строение и функции поперечнополосатых мышц. Теория мышечных сокращений. Изотонические и изометрические сокращения мышц. Энергетика мышечного сокращения. Одиночное сокращение. Темная и светлая мускулатура и их роль в плавании. Тетаническое сокращение. Эффективная частота сокращения плавательных мышц. Зависимость скорости плавания от размеров тела и частоты плавательных движений. Скоростная выносливость рыб; броски, спринтерские скорости, длительное плавание. Гладкая мускулатура и ее роль в деятельности внутренних органов

Тема 3. Физиология нервной системы и нервная деятельность.

Форма проведения занятия: лекция, лабораторное занятие, контактная работа с преподавателем в ЭИОС.

Вопросы для обсуждения:

Строение и функции нерва. Проведение возбуждения по нерву. Синапсы, их структура и функции. Медиаторы и их химическая природа. Общий план строения нервной системы рыб. Анимальная и вегетативная нервная системы. Симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы. Спинной мозг. Головной мозг рыб и его важнейшие отделы. Разнообразие строения головного мозга рыб с разным образом жизни. Продолговатый мозг. Важнейшие центры продолговатого мозга рыб. Функции черепно-мозговых нервов. Функции среднего мозга. Промежуточный мозг. Нейросекреторная деятельность гипоталамуса. Значение эпифиза и гипофиза. Функции мозжечка. Связь мозжечка с другими отделами центральной нервной системы. Функции перед-

него мозга. Принципы рефлекторной теории. Элементы поведения рыб. Кинезы и таксисы – простейшие элементы поведения. Условные рефлексы как основа приспособления и усложнения поведения. Условные рефлексы рыб, их значение в практике рыбного хозяйства. Видовые стереотипы поведения. Половое и родительское поведение.

Тема 4. Органы чувств и рецепция.

Форма проведения занятия: лекция, лабораторное занятие, контактная работа с преподавателем в ЭИОС.

Вопросы для обсуждения:

Классификация органов чувств и методика их изучения. Строение глаза. Рецепторные элементы сетчатки. Значение хрусталика. Аккомодация. Фотохимические процессы. Киноскопический эффект. Острота зрения. Цветовое зрение. Оптико-моторные реакции рыб, использование их в практике рыбоводства. Механорецепторы. Тактильные рецепторы. Акустико-латеральная система, слух рыб. Реакция рыб на звук и на свет, использование ее в рыбоводстве и рыболовстве. Химические анализаторы. Строение периферического отдела органа обоняния у рыб. Обонятельная и вкусовая чувствительность рыб. Роль обоняния в отыскании пищи, в оборонительных стайных реакциях и миграциях рыб. Вкусовая рецепция. Роль вкусовой рецепции в добывании пищи рыбами с разными способами питания. Электрорецепция и электрорецепторы. Поведение рыб в полях постоянного, импульсивного и переменного тока. Терморегуляция.

Тема 5. Обмен веществ и энергии.

Форма проведения занятия: лекция, контактная работа с преподавателем в ЭИОС.

Вопросы для обсуждения:

Обмен веществ как основная функция живого организма. Формы обмена. Зависимость обмена веществ от внутренних и внешних факторов. Ассимиляция и диссоциация. Метаболизм как результат катаболических и анаболических процессов энергии. Катаболические процессы – траты, потери, выделение веществ из организма, распад сложных веществ. Экзотермические катаболические процессы – источник энергии для всякого рода жизнедеятельности. Активный обмен. Производство энергии. Факторы, влияющие на интенсивность энергетических трат, факторы биологической природы. Неэнергетический катаболизм – потери и выведение из организма минеральных элементов и чужеродных веществ. Метаболиты рыб. Анаболические процессы – рост, накопление веществ, синтез сложных веществ, увеличение количества и величины клеток, биосорбция растворенных веществ через поверхность тела. Пути ассимиляции веществ. Пищевые потребности рыб. Белковый обмен, связь с возрастом, половым циклом, характером питания, сезонным ритмом. Жировой обмен. Роль

жира. Изменение жирности с возрастом, при миграциях и зимовках. Углеводный обмен. Влияние условий обитания на содержание сахара в крови и гликогена в мышцах и печени рыб. Баланс веществ при питании рыб. Положительный баланс при обильном питании. Показатели эффективности питания. Доля пищи, используемой на рост. Кормовой коэффициент. Депонирование запасных веществ. Голодание. Отрицательный баланс при недостаточном питании и голодании. Нейрогуморальная регуляция обменных процессов.

Тема 6. Питание и пищеварение.

Форма проведения занятия: лекция, лабораторное занятие, контактная работа с преподавателем в ЭИОС.

Вопросы для обсуждения:

Захват и поедание пищи рыбами. Животоядные, растительноядные и всеядные рыбы. Интенсивность питания рыбы. Суточный рацион. Величина разового приема пищи. Строение пищеварительной системы. Желудок и его аналоги. Ферменты желудка. Значение соляной кислоты. Кишечник. Относительная длина кишечника разных видов рыб. Типы пищеварения. Поджелудочная железа и ее ферменты. Кишечный сок. Роль печени в пищеварении. Состав желчи и ее значение для пищеварения. Роль пилорических придатков. Всасывание низкомолекулярных веществ – аминокислот, сахаров, глицерина и жирных кислот, минеральных ионов и др. веществ. Пиноцитоз высокомолекулярных соединений и фагоцитоз продуктов неполного гидролиза белка и жировых капель. Нейрогуморальная регуляция деятельности пищеварительного тракта.

Тема 7. Физиология дыхания.

Форма проведения занятия: лекция, лабораторное занятие, контактная работа с преподавателем в ЭИОС.

Вопросы для обсуждения:

Значение дыхания для организма. Различия воды и воздуха как сред дыхания. Строение и работа жабр. Дыхательная поверхность жабр. Механизмы жаберного дыхания. Эффективность извлечения кислорода из воды жабрами. Кожа и ее роль в дыхании рыб. Воздушное дыхание. Дополнительные органы дыхания (кишечник, лабиринтовый и наджаберный органы). Устойчивость рыб к дефициту кислорода. Критические и пороговые значения насыщения кислородом воды для разных видов рыб. Анаэробизм у рыб. Регуляция потребления кислорода. Строение плавательного пузыря. Открытопузырные и закрытопузырные рыбы. Газовая железа и овал. Плавательный пузырь как дополнительный орган дыхания у рыб. Пересыщение воды газами, его опасность для рыб.

Тема 8. Кровь и кровообращение.

Форма проведения занятия: лекция, лабораторное занятие, контактная работа с преподавателем в ЭИОС.

Вопросы для обсуждения:

Кровь, лимфа и тканевая жидкость как внутренняя среда организма. Физиологическое значение крови и лимфы. Химический состав крови рыб. Белки крови рыб, их видовая специфичность. Физико-химические свойства крови. Осмотическое давление. Кислотно-щелочное равновесие. Свертывание крови. Эритроциты. Дыхательная функция крови. Роль гемоглобина в дыхании. Кислородная емкость крови. Эффект Бора и эффект Рута. Перенос кровью углекислоты. Миоглобин и его значение для водных животных. Лейкоциты, их функции. Лейкоцитарная формула крови. Тромбоциты. Защитная функция крови.

Кровеносная система и сердце. Строение кровеносной системы у рыб. Сердце рыб, его строение. Свойства сердечной мышцы. Автоматизм сердца. Цикл работы сердца и его фазы. Систолический и минутный объем сердца. Электрокардиограмма рыб и ее особенности. Течение крови по сосудам. Кровяное давление. Скорость кровотока. Время кругооборота крови. Нервно-рефлекторная и гуморальная регуляция деятельности сердца и сосудов. Лимфатическая система.

Тема 9. Осморегуляция и выделение.

Форма проведения занятия: лекция, контактная работа с преподавателем в ЭИОС.

Вопросы для обсуждения:

Осмотический гомеостаз рыб в пресной воде. Особенности осморегуляции пресноводных костистых, морских и хрящевых рыб. Органы выделения и их значение для организма. Развитие почек в онтогенезе. Строение почек у разных экологических групп рыб. Нефрон – функциональная единица почки. Процесс мочеобразования. Роль клубочков и различных отделов канальцев в формировании мочи. Количество мочи, выделяемое морскими и пресноводными рыбами. Состав мочи рыб. Гуморальная регуляция мочеобразования. Жабры как орган осморегуляции и экскреции. Ректальная железа акул и рыб. Роль пищеварительного тракта в осморегуляции.

Тема 10. Железы внутренней секреции.

Форма проведения занятия: лекция, контактная работа с преподавателем в ЭИОС.

Вопросы для обсуждения:

Особенности гормональной регуляции функций организма, отличия от нервной регуляции. Эндокринные железы головного мозга: эпифиз, гипоталамус, гипофиз. Гормоны гипофиза, их использование для стимуляции созревания

ния половых продуктов рыб. Щитовидная железа. Островковая ткань поджелудочной железы: инсулин и глюкагон – важные регуляторы межсуточного обмена. Хромаффиновые железы и роль адреналина. Интерреналовые железы и роль кортикостероидов. Стресс – реакция организма. Каудальная нейросекреторная железа – урофиз. Половые железы рыб, их стероидные гормоны – андрогены и эстрогены. Использование андрогенов и эстрогенов для изменения пола рыбы.

Тема 11. Функции кожного покрова.

Форма проведения занятия: лекция, контактная работа с преподавателем в ЭИОС.

Вопросы для обсуждения:

Строение кожи рыб. Защитная функция кожи. Значение чешуи, слизи. Регенерация чешуи, кожи, плавников. Ядовитые железы кожи некоторых видов рыб. Фотофоры рыб. Окраска рыб, ее биологическое значение. Нервная и гуморальная регуляция работы хроматофоров.

Тема 12. Воспроизводительная система рыб.

Форма проведения занятия: лекция, контактная работа с преподавателем в ЭИОС.

Вопросы для обсуждения:

Генетические и физиологические основы пола у рыб. Оогенез и сперматогенез у рыб. Строение гонад и выводящих путей. Овуляция и спермация. Оплодотворение. Возможность сохранения икры и спермы рыб.

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

Раздел «Ихтиотоксикология»

Тема 1. Введение.

Форма проведения занятия: лекция, лабораторное занятие, контактная работа с преподавателем в ЭИОС.

Вопросы для обсуждения:

Цель и задачи дисциплины. Место дисциплины в структуре образовательной программы. Планируемые результаты освоения дисциплины. Токсиканты сточных вод и их влияние на водоемы

Тема 2. Действие токсикантов на гидробионтов (симптомы отравления рыб, обратимость отравления).

Форма проведения занятия: лекция, лабораторное занятие, контактная работа с преподавателем в ЭИОС.

Вопросы для обсуждения:

Основные пути поступления токсикантов в организм гидробионтов. Поражение внешних покровов и внутренних органов гидробионтов вредными веществами. Изменение поведения гидробионтов при токсическом воздействии. Видовые особенности чувствительности и устойчивости рыб к ядам.

Тема 3. Симптомы отравления рыб.

Форма проведения занятия: лекция, лабораторное занятие, контактная работа с преподавателем в ЭИОС.

Вопросы для обсуждения:

Развитие общего адаптационного синдрома (Селье) при отравлении. Роль гипоталамо-гипофизарной нейросекреторной системы (ГГНС) в развитии защитных и приспособительных реакций в ответ на действие стресс-факторов. Обратимость отравления рыб.

Тема 4. Острые и хронические эксперименты.

Форма проведения занятия: лекция, лабораторное занятие, контактная работа с преподавателем в ЭИОС.

Вопросы для обсуждения:

Определение токсических доз и токсических концентраций веществ. Методы постановки острых, подострых и хронических экспериментов на различных гидробионтах. Основные биологические показатели при проведении острых и хронических опытов на гидробионтах.

Тема 5. Комбинированное действие ядов, синергизм, антагонизм, адаптация к ядам, кумуляционный эффект.

Форма проведения занятия: лекция, лабораторное занятие, контактная работа с преподавателем в ЭИОС.

Вопросы для обсуждения:

Способы выражения токсичности. Летальные дозы и концентрации, эффективность дозы и концентрации, предельно-допустимые концентрации, пороговые концентрации. Острое, подострое и хроническое воздействие токсикантов на организм. Комбинированное действие ядов: синергизм и антагонизм. Адаптация рыб к ядам. Кумуляционный эффект. Зависимость токсического эффекта от концентрации яда и времени его воздействия на рыб.

Тема 6. Принципы биотестирования токсичности природных и сточных вод.

Форма проведения занятия: лекция, лабораторное занятие, контактная работа с преподавателем в ЭИОС.

Вопросы для обсуждения:

Физиологические, биохимические, поведенческие тесты. Наиболее используемые виды гидробионтов в качестве тест-объектов. Экспресс-методы при биотестировании. Устройства и аппаратура используемые в токсикологическом мониторинге. Биологический контроль за токсичностью сточных вод.

Тема 7. Охрана водоемов от токсикантов.

Форма проведения занятия: лекция, контактная работа с преподавателем в ЭИОС.

Вопросы для обсуждения:

Основные способы защиты водоемов от загрязнений, Ограничительные меры. Очистные сооружения. Биологическая очистка сточных вод. Поля фильтрации, поля орошения, биологические пруды. Биофильтры. Влияние токсикантов на биоценоз активного ила. Использование антимуtagens при защите водоемов от загрязнений. Новые бактериальные препараты для борьбы с нефтяным загрязнением и другими токсикантами.

Тема 8. Методы определения ПДК токсикантов в водоемах.

Форма проведения занятия: лекция, контактная работа с преподавателем в ЭИОС.

Вопросы для обсуждения:

Санитарно-гигиенические ПДК. Эколого-рыбохозяйственные ПДК. Основные принципы установления эколого-рыбохозяйственных ПДК на представительных гидробионтах в системе от бактерии до рыб. Региональные ПДК. Установление ПДК для вредных веществ воды морских водоемов.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Для лучшего усвоения теоретических положений раздела “Физиология рыб” необходимо выполнение лабораторных работ. Основными методическими приёмами в физиологии рыб являются измерение и эксперимент. Измеряется частота периодических процессов – дыхательных актов, сердцебиения, плавательных движений и т.д. Эксперимент предполагает создание для животного, отдельного органа или тканей различных условий и определение влияния этих условий на результирующий показатель. В ходе лабораторных занятий студенты ставят эксперименты на рыбе, лягушках, а часть – на человеке. Использование указанных объектов для лабораторных опытов объясняется тем, что многие закономерности работы органов являются общими для позвоночных животных, а опыты на самих себе всегда вызывают большой интерес у студентов, способствуют лучшему запоминанию материала.

Методические указания к каждой лабораторной работе включают название темы, цель работы, задание, краткое теоретическое обоснование работы, ход работы, контрольные вопросы.

При проведении лабораторных работ студенты должны соблюдать правила техники безопасности. Следует внимательно читать этикетку на флаконе. Недопустимо пробовать на вкус химические реактивы. Следует наполнять пипетки растворами кислот, щелочей только при помощи груши. Необходимо проявлять осторожность при работе с острыми, режущими и колющими предметами. С электрическими приборами нужно работать точно по инструкции. После окончания работы выключить лампы, приборы. Студент записывает в свою рабочую тетрадь название темы, цель работы, результаты наблюдения и подсчётов (желательно в табличной форме), вывод. Вывод формулируется соответственно поставленной цели на основании полученных в опыте данных.

Конечно же, как и при освоении других дисциплин образовательной программы, необходимо своевременно выполнять предусмотренные в семестре учебные задания. По дисциплине «Физиология рыб» к ним относятся задания по лабораторным работам и подготовка к опросу или тестированию по теме занятия (теоретические данные излагаются на предыдущей лекции). Систематическое освоение необходимого учебного материала позволяет быть готовым для тестирования и выполнения лабораторных работ.

Осваивая курс «Физиология рыб», студент должен научиться работать на лабораторных занятиях и организовывать самостоятельную работу. При подготовке к лабораторным занятиям студентам необходимо не только воспользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, но и проявить самостоятельность в отыскании новых источников, интересных фактов, статистических

данных, связанных с темой лабораторного занятия. По дисциплине предусматриваются лабораторные занятия в лаборатории кафедры.

Для лучшего усвоения теоретических положений раздела «Ихтиотоксикология» необходимо выполнение лабораторных работ. Во время проведения лабораторных занятий студенты выполняют опыты на животных, демонстрирующие действие различных токсикантов.

На лабораторных занятиях обязательно проводится беседа о технике безопасности при работе с токсическими веществами, напоминается о правилах работы с микроскопами, уделяется внимание работе с живым материалом (дафниями, рыбой). По возможности, выбираются дозировки веществ, которые вызывают легкую степень отравления животного (о чем можно судить об изменении поведения, дыхания и пр.), а затем, помещая в чистую воду, наблюдают обратимость отравления. При проведении занятий используются также постоянные гистологические препараты, микро- и макропрепараты крови, печени, жабр полученные от животных, получивших ту или иную степень отравления токсикантами.

В начале занятия проводится опрос: 10-15 минут по теме занятия (теоретические данные излагаются на предыдущей лекции). Затем студент выполняет самостоятельную работу, выслушав предварительно указания преподавателя о ходе работы и далее, пользуясь методическими указаниями к лабораторным работам.

На консультациях, которые проводятся по специальному графику – еженедельно, студенты получают ответы на непонятные для них вопросы, а также могут отработать пропущенные лабораторные работы.

4. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

РАЗДЕЛ «ФИЗИОЛОГИЯ РЫБ»

очная форма обучения:

Тема 2, 4. **Мышечная система, плавание рыб. Органы чувств и рецепция.**

Лабораторная работа № 1. Приготовление нервно-мышечного препарата. Ознакомление с работой электростимулятора лабораторного ЭСЛ-2.

Тема 3. **Физиология нервной системы и нервная деятельность.**

Лабораторная работа № 2. Определение порога реагирования мышцы. Действие различных раздражителей на мышечный препарат при прямом и непрямом раздражении. Электростимуляция сокращения мышц тела рыбы.

Тема 2. **Мышечная система, плавание рыб.**

Лабораторная работа № 3. Наблюдение одиночного и тетанического сокращения мышцы.

Тема 3. **Физиология нервной системы и нервная деятельность.**

Лабораторная работа № 4. Рефлексы спинного мозга. Анализ рефлекторной дуги. Определение времени рефлекса. Рефлексы положения тела.

Тема 4. **Органы чувств и рецепция.**

Лабораторная работа № 5. Влияние химических сигналов на пищевое поведение рыб. Определение зон вкусового восприятия на языке человека.

Тема 6. **Питание и пищеварение.**

Лабораторная работа № 6. Ферменты поджелудочной железы и воздействие панкреатина на белок. Фермент желудочного сока и его воздействие на белок.

Тема 2, 6. **Мышечная система, плавание рыб. Питание и пищеварение.**

Лабораторная работа № 7. Наблюдение за работой ресничного эпителия пищевода лягушки.

Тема 8. **Кровь и кровообращение.**

Лабораторная работа № 8. Определение группы крови.

Лабораторная работа № 9. Измерение кровяного давления. Наблюдение автоматизма работы сердца и действия солей, гормонов на работу сердца.

заочная форма обучения:

Тема 3. **Физиология нервной системы и нервная деятельность.**

Лабораторная работа № 1. Рефлексы спинного мозга. Анализ рефлекторной дуги. Определение времени рефлекса. Рефлексы положения тела.

Тема 6. **Питание и пищеварение.**

Лабораторная работа № 2. Ферменты поджелудочной железы и воздействие панкреатина на белок. Фермент желудочного сока и его воздействие на белок.

Лабораторная работа № 3. Наблюдение за работой ресничного эпителия пищевода лягушки и движения изолированного кишечника лягушки. Определение двигательного пищевого рефлекса рыб.

Тема 8. Кровь и кровообращение.

Лабораторная работа № 4. Определение группы крови.

РАЗДЕЛ «ИХТИОТОКСИКОЛОГИЯ»

очная форма обучения:

Тема 1, 2. Действие токсикантов на гидробионтов (симптомы отравления рыб, обратимость отравления).

Лабораторная работа № 1. Симптомы отравления рыб тяжелыми металлами. Обратимость отравления

Лабораторная работа № 2. Симптомокомплекс при отравлении рыб ядами локального действия

Тема 2, 3. Действие токсикантов на гидробионтов (симптомы отравления рыб, обратимость отравления). Симптомы отравления рыб.

Лабораторная работа № 3. Симптомокомплекс при отравлении рыб ядами резорбтивного действия. Обратимость отравления.

Тема 5. Комбинированное действие ядов, синергизм, антагонизм, адаптация к ядам, кумуляционный эффект.

Лабораторная работа № 4. Комбинированное действие ядов на рыб.

Тема 4. Острые и хронические эксперименты.

Лабораторная работа № 5. Исследование поражающего влияния на рыб экстремальной температуры воды

Тема 6. Принципы биотестирования токсичности природных и сточных вод.

Лабораторная работа № 6. Влияние химических веществ на меланоциты чешуи рыб

Лабораторная работа № 7. Исследование мазков крови здоровых рыб и рыб, подвергшихся воздействию токсических веществ

Тема 2, 4. Действие токсикантов на гидробионтов (симптомы отравления рыб, обратимость отравления). Острые и хронические эксперименты.

Лабораторная работа № 8. Патологоанатомическое исследование рыб

Заочная форма обучения:

Тема 1, 2. Действие токсикантов на гидробионтов (симптомы отравления рыб, обратимость отравления).

Лабораторная работа № 1. Методика органолептического исследования воды. Симптомокомплекс при отравлении рыб ядами локального действия.

Тема 2, 4. Действие токсикантов на гидробионтов (симптомы отравления рыб, обратимость отравления). Действие токсикантов на гидробионтов (симптомы отравления рыб, обратимость отравления). Острые и хронические эксперименты.

Лабораторная работа № 2. Патологоанатомическое исследование рыб. Симптомы отравления рыб тяжелыми металлами. Обратимость отравления.

Тема 2, 3. Действие токсикантов на гидробионтов (симптомы отравления рыб, обратимость отравления). Симптомы отравления рыб.

Лабораторная работа № 3. Симптомокомплекс при отравлении рыб ядами резорбтивного действия. Обратимость отравления.

Тема 6. Принципы биотестирования токсичности природных и сточных вод.

Лабораторная работа № 4. Морфофизиологические индикаторы рыб при токсикозах

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЗАНЯТИЙ

Раздел «Физиология рыб»

Методы обучения

Основными методами обучения служат следующие:

— лекционные занятия, во время которых происходит ознакомление студентов с основными теоретическими положениями физиологических процессов. Благодаря этому студенты должны понять работу основных систем органов рыб.

— лабораторные занятия, во время которых обучающиеся должны продемонстрировать степень усвоения теоретического материала во время текущего контроля, закрепить их в процессе экспериментов и анализа полученных данных.

— 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. Сначала рассказывается о строении изучаемого органа, затем о его работе, об особенностях строения и работы органа в связи с водной средой обитания, коротко - о работе соответствующего органа у воздушнодышащих животных, об особенностях работы данного органа у различных групп рыб. Все сказанное сопровождается демонстрацией плакатов, муляжей. При чтении лекций используются данные из соответствующих учебников, монографий и научных журналов, где приводятся новейшие данные по изучаемому предмету.

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,

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, должно стоять необходимое оборудование, инструменты, и пр.). При проведении лабора-

торных занятий используются лабораторно-химическое оборудование- хим. посуда, хим. реактивы, приборы-термооксисименты, аквариумное оборудование, наглядные пособия-плакаты, видеофильмы, живой материал для проведения экспериментов – рыбы, лягушки.

Раздел «Ихтиотоксикология»

Ихтиотоксикология изучает токсическое воздействие на гидробионтов отходов промышленного и сельскохозяйственного производства, бытовых стоков и пр. В процессе изучения раздела дисциплины «Ихтиотоксикология» студенты получают представление о различных видах загрязнителей водоемов, о их воздействии на кормовую базу и рыб, о клиническом проявлении различного вида токсикозов, о способах диагностики отравления рыб, в том числе и об экспресс-методах, основанных на физиологических и биохимических показателях.

Средства обучения ихтиотоксикологии могут быть использованы при чтении лекций, при проведении лабораторных занятий, написании рефератов по темам дисциплины, а также при самостоятельном изучении этого предмета.

При чтении лекций используются информационно-программные средства, видеофильмы, плакаты с изображением опытов на животных, графиков, диаграмм.

При проведении лабораторных занятий используются лабораторно-химическое оборудование- хим. посуда, хим. реактивы, приборы-термооксисименты, аквариумное оборудование, наглядные пособия-плакаты, видеофильмы, слайды, живой материал для проведения экспериментов – рыбы, лягушки, дафнии.

Основные методы обучения: лекции, лабораторные занятия, консультации, проведение зачета.

Порядок изложения и объем излагаемого материала на лекциях определяется разработанной учебной программой данного курса, утвержденной проректором по учебно-методической работе университета. В них отображается основное содержание предмета: дается понятие об основных загрязнителях, о токсикозах рыб, об очистке сточных вод, а также рассказывается о значении пороговых и предельно-допустимых доз токсикантов.

Лекции строятся по определенному плану. Сначала рассказывается о некоторых химических характеристиках токсикантов, об их воздействии на воду водоема, на кормовые организмы, на физиологические и биохимические показатели рыб, на способы диагностики токсикоза, на возможности обратимости отравления, также дается представление об основных понятиях в токсикологии, о способах постановки опытов на животных, о способах определения пороговой и предельно-допустимой доз. Кроме того, сообщается о способах очистки сточных вод при различных видах загрязнений. Лекции сопровождаются де-

монстрацией видеофильмов, слайдов, плакатов с изображением схем опытов, графиков, таблиц.

При чтении лекций используются данные из соответствующих учебников, учебных пособий, монографий, научных журналов, где приводятся новейшие данные по этому предмету. Рассказывается о результатах опытов, проводимых на кафедре, приводятся данные о связи ихтиотоксикологии с другими биологическими науками, разъясняется значение различных терминов, их происхождение, в случае необходимости дается их латинское написание.

Во время проведения лабораторных занятий студенты выполняют опыты на животных, демонстрирующие действие различных токсикантов.

На лабораторных занятиях обязательно проводится беседа о технике безопасности при работе с токсическими веществами, напоминается о правилах работы с микроскопами, уделяется внимание работе с живым материалом (дафниями, рыбой). По возможности, выбираются дозировки веществ, которые вызывают легкую степень отравления животного (о чем можно судить об изменении поведения, дыхания и пр.), а затем, помещая в чистую воду, наблюдают обратимость отравления. При проведении занятий используются также постоянные гистологические препараты, микро- и макропрепараты крови, печени, жабр полученные от животных, получивших ту или иную степень отравления токсикантами.

В начале занятия проводится опрос: 10-15 минут по теме занятия (теоретические данные излагаются на предыдущей лекции). Затем студент выполняет самостоятельную работу, выслушав предварительно указания преподавателя о ходе работы и далее, пользуясь методическими указаниями к лабораторным работам.

На консультациях, которые проводятся по специальному графику- еженедельно, студенты получают ответы на непонятные для них вопросы, а также могут отработать пропущенные лабораторные работы.

Для заочной формы обучения предусмотрена контрольная работа, которая выполняется в форме письменного ответа на вопросы задания. Содержание подготовленного студентом ответа на поставленный вопрос должно показать знание автором теории вопроса. Объем контрольной работы, выполняемой в форме домашнего задания, как правило, не должен превышать 8-10 страниц рукописного либо 5-7 страниц печатного текста через полтора интервала.

Консультации

Консультации проводятся в рамках общего графика консультаций по дисциплине.

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТАКТНОЙ РАБОТЫ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ В ЭИОС

Осваивая курс «Физиология», студент должен научиться работать на лекциях, лабораторных работах, ЭИОС и организовывать самостоятельную работу.

Интерактивная форма обучения в виде работы студента в ЭИОС позволяет студентам проявить самостоятельность в освоении теоретического материала и овладении практическими навыками, формирует интерес и позитивную мотивацию к учебе.

При подготовке к работе в ЭИОС студентам необходимо не только воспользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, но и проявить самостоятельность в поиске новых источников, интересных фактов, статистических данных, связанных с темой лабораторного занятия.

Во время выполнения данного вида работ студент постоянно взаимодействует с преподавателями через ЭИОС, выполняя задания. Данный вид занятий позволяет студентам углубить теоретические знания, полученные на лекции и в ходе самостоятельной работы.

Возможной формой работы в ЭИОС при изучении дисциплины «Физиология» являются выполнение конкретных заданий, представленных в ЭИОС.

Подготовка к данному виду работ по дисциплине «Физиология» включает написание развернутого ответа, основанного на проработке литературных и электронных источников и указанием данных источников.

7. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН КОНТАКТНОЙ РАБОТЫ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ В ЭИОС ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Раздел «Физиология рыб»

Тема **Введение. Физиология рыб и ее связь с другими науками.** Задачи экологической физиологии и рецепции в решении вопросов рыбного хозяйства. Особенности методических приемов изучения физиологии рыб, связанные с водным образом жизни. Основные исторические этапы в развитии физиологии. Ученые, работающие в науке *Физиология рыб*.

Тема **Мышечная система, плавание рыб.** Общая физиология возбудимых тканей. Виды раздражителей. Современное представление о процессе возбуждения. Строение и функции поперечнополосатых мышц. Теория мышечных сокращений. Изотонические и изометрические сокращения мышц. Энергетика мышечного сокращения. Одиночное сокращение. Темная и светлая мускулатура и их роль в плавании. Тетаническое сокращение. Эффективная частота сокращения плавательных мышц. Зависимость скорости плавания от размеров тела и частоты плавательных движений. Скоростная выносливость рыб; броски, спринтерские скорости, длительное плавание. Гладкая мускулатура и ее роль в деятельности внутренних органов.

Тема **Электрические явления в организме рыб** Механизм возникновения электрических явлений в организме. Электрические потенциалы поляризованных биологических мембран. Токи покоя, повреждения и действия. Биотоки и методика их регистрации: электромиография, электрокардиография, электропневмография, электроэнцефалография, электроретинография. Электрические органы рыб. Сильноэлектрические и слабоэлектрические рыбы. Защитные, поисковые и коммуникативные функции электрических органов рыб. Тема 4. Физиология нервной системы и нервная деятельность Строение и функции нерва. Проведение возбуждения по нерву. Синапсы, их структура и функции. Медиаторы и их химическая природа. Понятие о парабииозе. Общий план строения нервной системы рыб. Анимальная и вегетативная нервная системы. Симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы. Спинной мозг. Головной мозг рыб и его важнейшие отделы. Разнообразие строения головного мозга рыб с разным образом жизни. Продолговатый мозг. Важнейшие центры продолговатого мозга рыб. Функции черепно-мозговых нервов. Функции среднего мозга. СтатокINETические рефлексы. Промежуточный мозг. Нейросекреторная деятельность гипоталамуса. Таламическая область как коллектор афферентных путей. Значение эпифиза и гипофиза. Функции мозжечка. Последствия частичного и полного удаления мозжечка у рыб. Связь мозжечка с другими отделами центральной нервной системы. Функции переднего мозга. Методы изучения переднего мозга рыб. Принципы рефлекторной теории. Элементы поведения рыб. Кинезы и таксисы - простейшие элементы поведения. Преферендумы.

Условные рефлексы как основа приспособления и усложнения поведения. Условные рефлексы рыб, их значение в практике рыбного хозяйства. Видовые стереотипы поведения. Стайные и одиночные рыбы, донные и пелагические, оседлые рыбы и мигранты. Лидерство, следование и подражание у стайных рыб. Охрана территории и агрессивность у оседлых одиночных рыб. Доминирование и эквипотенциальность у рыб. Смена типов поведения в онтогенезе. Половое и родительское поведение.

Тема **Органы чувств и рецепция**. Классификация органов чувств и методика их изучения. Строение глаза. Рецепторные элементы сетчатки. Значение хрусталика. Аккомодация. Фотохимические процессы. Киноскопический эффект. Острота зрения. Цветовое зрение. Оптикомоторные реакции рыб, использование их в практике рыбоводства. Механорецепторы. Тактильные рецепторы. Акустико-латеральная система, слух рыб. Реакция рыб на звук и на свет, использование ее в рыбоводстве и рыболовстве. Химические анализаторы. Строение периферического отдела органа обоняния у рыб. Обонятельная и вкусовая чувствительность рыб. Роль обоняния в отыскании пищи, в оборонительных стайных реакциях и миграциях рыб. Вкусовая рецепция. Роль вкусовой рецепции в добывании пищи рыбами с разными способами питания. Электрорецепция и электрорецепторы. Поведение рыб в полях постоянного, импульсивного и переменного тока. Терморегуляция.

Тема **Обмен веществ и энергии**. Обмен веществ как основная функция живого организма. Формы обмена. Зависимость обмена веществ от внутренних и внешних факторов. Ассимиляция и диссоциация. Метаболизм как результат катаболических и анаболических процессов энергии. Катаболические процессы - траты, потери, выделение веществ из организма, распад сложных веществ. Экзотермические катаболические процессы - источник энергии для всякого рода жизнедеятельности. Энергетические эквиваленты вещества. Дыхательный коэффициент. Стандартный обмен. Активный обмен. Производство энергии. Факторы, влияющие на интенсивность энергетических трат, факторы биологической природы и биотические факторы. Специфическое динамическое действие пищи. Неэнергетический катаболизм - потери и выведение из организма минеральных элементов и чужеродных веществ. Метаболиты рыб. Анаболические процессы - рост, накопление веществ, синтез сложных веществ, увеличение количества и величины клеток, биосорбция растворенных веществ через поверхность тела. Пути ассимиляции веществ. Пищевые потребности рыб. Белковый обмен, связь с возрастом, половым циклом, характером питания, сезонным ритмом. Жировой обмен. Роль жира. Изменение жирности с возрастом, при миграциях и зимовках. Углеводный обмен. Влияние условий обитания на содержание сахара в крови и гликогена в мышцах и печени рыб. Баланс веществ при питании рыб. Положительный баланс при обильном питании. Показатели эффективности питания. Доля пищи, используемой на

рост. Кормовой коэффициент. Депонирование запасных веществ. Голодание. Отрицательный баланс при недостаточном питании и голодании. Нейрогуморальная регуляция обменных процессов.

Тема **Питание и пищеварение**. Захват и поедание пищи рыбами. Животная пища, растительная пища и всеядные рыбы. Интенсивность питания рыбы. Суточный рацион. Величина разового приема пищи, насыщающее количество. Время пребывания пищи в пищеварительном тракте. Строение пищеварительной системы. Желудок и его аналоги. Ферменты желудка. Значение соляной кислоты. Кишечник. Относительная длина кишечника разных видов рыб. Пристеночное и полостное пищеварение. Поджелудочная железа и ее ферменты. Кишечный сок. Роль печени в пищеварении. Состав желчи и ее значение для пищеварения. Адаптация пищеварительных ферментов к условиям обитания рыб. Роль пилорических придатков. Всасывание низкомолекулярных веществ – аминокислот, сахаров, глицерина и жирных кислот, минеральных ионов и др. веществ. Пиноцитоз высокомолекулярных соединений и фагоцитоз продуктов неполного гидролиза белка и жировых капель. Нейрогуморальная регуляция деятельности пищеварительного тракта.

Тема **Физиология дыхания**. Значение дыхания для организма. Внешнее и внутреннее дыхание. Различия воды и воздуха как сред дыхания. Строение и работа жабр. Дыхательная поверхность жабр. Механизмы жаберного дыхания. Эффективность извлечения кислорода из воды жабрами. Кожа и ее роль в дыхании рыб. Воздушное дыхание. Дополнительные органы дыхания (кишечник, лабиринтовый и наджаберный органы). Устойчивость рыб к дефициту кислорода. Критические и пороговые значения насыщения кислородом воды для разных видов рыб. Анаэробизм у рыб. Регуляция потребления кислорода. Строение плавательного пузыря. Открытопузырные и закрытопузырные рыбы. Газовая железа и овал. Плавательный пузырь как дополнительный орган дыхания у рыб. Пересыщение воды газами, его опасность для рыб.

Тема **Кровь** Кровь, лимфа и тканевая жидкость как внутренняя среда организма. Физиологическое значение крови и лимфы. Химический состав крови рыб. Белки крови рыб, их видовая специфичность. Физико-химические свойства крови. Осмотическое давление. Кислотно-щелочное равновесие. Свертывание крови Эритроциты. Дыхательная функция крови. Роль гемоглобина в дыхании. Кислородная емкость крови. Эффект Бора и эффект Рута. Перенос кровью углекислоты. Миоглобин и его значение для водных животных. Лейкоциты, их функции. Лейкоцитарная формула крови. Тромбоциты. Защитная функция крови.

Тема **Кровообращение. Кровеносная система и сердце**. Строение кровеносной системы у рыб. Сердце рыб, его строение. Свойства сердечной мышцы. Автоматизм сердца. Цикл работы сердца и его фазы. Систолический и

минутный объем сердца. Электрокардиограмма рыб и ее особенности. Течение крови по сосудам. Кровяное давление. Скорость кровотока. Время кругооборота крови. Нервно-рефлекторная и гуморальная регуляция деятельности сердца и сосудов. Лимфатическая система.

Тема **Осморегуляция и выделение**. Осмотический гомеостаз рыб в пресной воде. Особенности осморегуляции пресноводных костистых, морских и хрящевых рыб. Органы выделения и их значение для организма. Развитие почек в онтогенезе. Строение почек у разных экологических групп рыб. Нефрон - функциональная единица почки. Процесс мочеобразования. Роль клубочков и различных отделов канальцев в формировании мочи. Количество мочи, выделяемое морскими и пресноводными рыбами. Состав мочи рыб. Гуморальная регуляция мочеобразования. Жабры как орган осморегуляции и экскреции. Ректальная железа акул и рыб. Роль пищеварительного тракта в осморегуляции.

Тема **Железы внутренней секреции**. Особенности гормональной регуляции функций организма, отличия от нервной регуляции. Эндокринные железы головного мозга: эпифиз, гипоталамус, гипофиз. Гормоны гипофиза, их использование для стимуляции созревания половых продуктов рыб. Щитовидная железа. Островковая ткань поджелудочной железы: инсулин и глюкагон – важные регуляторы межсуточного обмена. Хромаффинные железы и роль адреналина. Интерренальные железы и роль кортикостероидов. Стресс – реакция организма. Каудальная нейросекреторная железа – урофиз. Половые железы рыб, их стероидные гормоны – андрогены и эстрогены. Использование андрогенов и эстрогенов для изменения пола рыбы.

Тема **Функции кожного покрова**. Строение кожи рыб. Защитная функция кожи. Значение чешуи, слизи. Регенерация чешуи, кожи, плавников. Ядовитые железы кожи некоторых видов рыб. Фотофоры рыб. Окраска рыб, ее биологическое значение. Нервная и гуморальная регуляция работы хроматофоров.

Тема **Воспроизводительная система рыб**. Генетические и физиологические основы пола у рыб. Оогенез и сперматогенез у рыб. Строение гонад и выводных путей. Овуляция и спермация. Оплодотворение. Возможность сохранения икры и спермы рыб.

Раздел «Ихтиотоксикология»

Тема **Введение**. Цель и задачи дисциплины. Место дисциплины в структуре образовательной программы. Планируемые результаты освоения дисциплины. Токсиканты сточных вод и их влияние на водоемы

Тема **Действие токсикантов на гидробионтов** (симптомы отравления рыб, обратимость отравления). Основные пути поступления токсикантов в ор-

ганизм гидробионтов. Поражение внешних покровов и внутренних органов гидробионтов вредными веществами.

Симптомы отравления рыб. Развитие общего адаптационного синдрома (Селье) при отравлении. Роль гипоталамо-гипофизарной нейросекреторной системы (ГГНС) в развитии защитных и приспособительных реакций в ответ на действие стресс-факторов. Обратимость отравления рыб.

Изменение поведения гидробионтов при токсическом воздействии. Видовые особенности чувствительности и устойчивости рыб к ядам.

Тема **Острые и хронические эксперименты**. Определение токсических доз и токсических концентраций веществ. Методы постановки острых, подострых и хронических экспериментов на различных гидробионтах. Основные биологические показатели при проведении острых и хронических опытов на гидробионтах.

Тема **Комбинированное действие ядов, синергизм, антагонизм, адаптация к ядам, кумуляционный эффект**. Способы выражения токсичности. Летальные дозы и концентрации, эффективность дозы и концентрации, предельно-допустимые концентрации, пороговые концентрации. Острое, подострое и хроническое воздействие токсикантов на организм. Комбинированное действие ядов: синергизм и антагонизм. Адаптация рыб к ядам. Кумуляционный эффект. Зависимость токсического эффекта от концентрации яда и времени его воздействия на рыб.

Тема **Принципы биотестирования токсичности природных и сточных вод**. Физиологические, биохимические, поведенческие тесты. Наиболее используемые виды гидробионтов в качестве тест-объектов. Экспресс-методы при биотестировании. Устройства и аппаратура используемые в токсикологическом мониторинге. Биологический контроль за токсичностью сточных вод.

Тема **Охрана водоемов от токсикантов**. Основные способы защиты водоемов от загрязнений, Ограничительные меры. Очистные сооружения. Биологическая очистка сточных вод. Поля фильтрации, поля орошения, биологические пруды. Биофильтры. Влияние токсикантов на биоценоз активного ила. Использование антимуутагенов при защите водоемов от загрязнений. Новые бактериальные препараты для борьбы с нефтяным загрязнением и другими токсикантами.

Тема **Методы определения ПДК токсикантов в водоемах**. Санитарно-гигиенические ПДК. Эколого-рыбохозяйственные ПДК. Основные принципы установления эколого-рыбохозяйственных ПДК на представительных гидробионтах в системе от бактерии до рыб. Региональные ПДК. Установление ПДК для вредных веществ воды морских водоемов.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ И КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

В ходе обучения предусмотрена **самостоятельная работа студента** (таблица 2).

Таблица 2 – Самостоятельная работа студентов

Вид (содержание) самостоятельной работы студента	Форма текущего контроля
раздел «Физиология рыб»	
Освоение теоретического учебного материала, оформление результатов заданий по лабораторным работам	тестирование
раздел «Ихтиотоксикология»	
Освоение теоретического учебного материала, оформление результатов заданий по лабораторным работам	тестирование
Выполнение контрольных работ 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.

Учебным планом предусмотрено выполнение **контрольной работы** студентами заочной формы обучения. Работа включает четыре вопроса, отражающих основное содержание тем дисциплины, входящих в учебное задание и выполняется в форме письменных ответов. Ответы на вопросы должны быть обстоятельными, необходимо использовать дополнительную литературу, приводить примеры, таблицы, рисунки, если это потребуется. Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, не рецензируется и студенту не высылается. Для удобства выбора контрольных вопросов применяется таблица вариантов, которая представлена в ЭИОС. В прямоугольнике на пересечении последней и предпоследней цифр шифра даны номера вопросов. Студенты, имеющие шифр в виде целых сотен, например, 02-ЗВА-2100, 02-ЗВА-2200, выполняют вариант 00. Результаты контрольной работы позволяют оценить успешность освоения студентами тем дисциплины и формулируется как «зачтено» или «незачтено».

ЗАДАНИЯ ПО КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

Раздел «Ихтиотоксикология»

1. Классификация загрязнений по их влиянию на водные организмы.
2. Характеристика хозяйственно-бытовых сточных вод и их влияние на водоемы и водные организмы. Требования к очистке.
3. Характеристика сточных вод предприятий пищевой промышленности по их действию на водоемы и гидробионтов. Требования к очистке.
4. Характеристика сточных вод целлюлозно-бумажных предприятий и их действие на водоемы. Требования к очистке.
5. Характеристика сточных вод металлургических предприятий, их действие на гидробионтов. Требования к очистке.
6. Сточные воды предприятий рыбной промышленности, их действие на гидробионтов.
7. Биологические показатели качества воды.
8. Тепловое загрязнение водоемов.
9. Самоочищение воды при загрязнении.
10. Сточные воды животноводческих ферм, их влияние на гидробионтов.
11. Влияние газообразных ядов на токсикорезистентность рыб.
12. Действие кислот и щелочек на гидробионтов.
13. Действие щелочных и щелочноземельных металлов и соединений на гидробионтов.
14. Токсическое действие тяжелых металлов и их солей на гидробионтов.
15. Действие окислителей на рыб.
16. Действие на гидробионтов токсинов сине-зеленых водорослей.
17. Нефтяное загрязнение водоемов. Влияние на гидробионтов.
18. Влияние на рыб недостаточного содержания в воде кислорода.
19. Пересыщение воды газами. Газопузырьковая болезнь.
20. Влияние на рыб радиоактивных веществ.
21. Токсическое действие на гидробионтов поверхностно-активных веществ /детергентов/.
22. Влияние на рыб пестицидов.
23. Что такое индикаторные организмы?
24. Общий адаптационный синдром.
25. Методы ихтиотоксикологических исследований. Функциональная нагрузка.
26. Симптомы отравления рыб. Обратимость.
27. Адаптация рыб к ядам.
28. Характер зависимости - «концентрация-время».
29. Влияние токсикантов на белковый обмен рыб.
30. Влияние токсикантов на углеводный обмен рыб.
31. Влияние токсикантов на липидный обмен рыб.

32. Влияние токсикантов на активность ферментов у рыб.
 33. Роль центральной нервной системы в реакции рыб на токсические вещества.
 34. Физиологические аспекты ихтиотоксикологии.
 35. Кумуляционный эффект.
 36. Влияние токсикантов на условно-рефлекторную деятельность рыб.
 37. Действие токсикантов на размножение гидробионтов.
 38. Пути поступления токсикантов в организм.
 39. Влияние токсикантов на вегетативные функции рыб.
 40. Чувствительность и устойчивость рыб к ядам.
 41. Действие токсикантов на генетический аппарат, мутагенез.
 42. Синергизм и антагонизм действия ядов на рыб.
 43. Видовые особенности чувствительности и устойчивости рыб к ядам.
 44. Острое, подострое и хроническое действие яда на организм.
 45. Основные формы защиты водоемов от загрязнений.
 46. Биологическая очистка сточных вод.
 47. Принципы биотестирования токсичности природных и сточных вод.
 48. Эколого-рыбохозяйственные ПДК.
 49. Методы комплексных исследований отравления рыб.
 50. Наиболее используемые виды гидробионтов в качестве тест-объектов.
- Мониторинг.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данное учебно-методическое пособие по изучению дисциплины «Физиология» 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 «Физиология» у обучающегося должны сформироваться способности решать типовые задачи профессиональной деятельности, а также участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Основная литература:

1. Иванов, А. А. Физиология рыб: учебное пособие / А. А. Иванов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 288 с. – ISBN 978-5-8114-1262-4. – Текст: электронный // Лань: электроннобиблиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/210686> (дата обращения: 16.07.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Яржомбек, А.А. Физиология рыб: учеб. пособие – Москва: Колос, 2007. – 156 с.
3. Аминева В.А., Яржомбек А.А. Физиология рыб: учеб. – Москва: Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 200 с.
4. Калайда, М.Л. Ихтиотоксикология: учеб. пособие / М. Л. Калайда, Ю. В. Чугунов. – Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2013. – 144 с.
5. Яржомбек, А.А. Ихтиотоксикология: учеб. пособие / А. А. Яржомбек, И. В. Михеев. – Москва: Колос, 2007. – 142 с.

Дополнительная литература:

1. Кузьмин, С.Ю. Физиология рыб: учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ для студентов бакалавриата по направлению подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура / С.Ю. Кузьмин. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ», 2024. – 82 с.
2. Головина Н.А., Романова Н.Н. Физиология рыб. Лабораторный практикум: уч. пособие. – Москва: Колос, 2010. – 135 с.
3. Астарханов, Ф. Г. Физиология животных и рыб: учебно-методическое пособие / Ф. Г. Астарханов, Н. Р. Телевова. – Махачкала: ДагГАУ имени М.М. Джамбулатова, 2024. – 64 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/417725> (дата обращения: 16.07.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Науменко, Е.Н. Ихтиотоксикология: учеб.-метод. пособие по лаборатор. работам для студентов бакалавриата по направлению подгот. "Вод. биоресурсы и аквакультура" / Е. Н. Науменко; Калинингр. гос. техн. ун-т. Калининград: КГТУ, 2015. – 44 с.
5. Филенко, О.Ф. Основы водной токсикологии: учеб. пособие / О. Ф. Филенко, И. В. Михеева. – Москва: Колос, 2007. – 142 с.
6. Кораблева, А.И. Введение в экологическую токсикологию / А. И. Кораблева, Л. Г. Чесанов, А. Г. Шапарь. – Днепрпетровск: Центр экономического образования, 2001. – 308 с.

7. Алабастер, Дж. Критерии качества воды для пресноводных рыб / Дж. Алабастер, Р. Ллойд; пер. с англ. М. П. Ерофеевой и др. – Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 343 с.

Локальный электронный методический материал

С. Ю. Кузьмин, Е. Н. Науменко

ФИЗИОЛОГИЯ

Редактор И. В. Голубева

Уч.-изд. л. 2,6. Печ. л. 2,2.

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