

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

**С. Ю. Кузьмин**

## **ФИЗИОЛОГИЯ РЫБ**

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

Калининград

УДК 597

Рецензент

кандидат биологических наук, доцент, директор института рыболовства и  
аквакультуры ФБОУ ВО «КГТУ» О.А. Новожилов

**Кузьмин, С. Ю.** Физиология рыб: учеб.-методич. 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», . – 21 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Физиология рыб» представлены учебно-методические рекомендации по освоению тем лекционного курса, включающие подробный план лекций по каждой изучаемой теме.

Табл. 2, список лит. – 6 наименований

Локальный электронный методический материал. Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины. Рекомендовано к использованию в учебном процессе методической комиссией института рыболовства и аквакультуры ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 10 апреля 2023 г., протокол № 12

УДК 597

©Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Калининградский государственный  
технический университет», 2023 г.  
© Кузьмин С. Ю., 2023 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ЗАНЯТИЯМ.....	8
ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЗАНЯТИЙ.....	8
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ (для студентов заочной формы обучения).....	13
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	15
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	16
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	17

## ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие разработано для направления подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура (для очной и заочной форм обучения) по дисциплине «Физиология рыб». Дисциплина «Физиология рыб» входит в состав обязательной части образовательной программы (ОП) бакалавриата.

При изучении дисциплины (на третьем курсе) используются знания и навыки, полученные студентами при освоении дисциплин ихтиология, зоология, биохимия, гистология и эмбриология, микробиология.

Целью освоения дисциплины «Физиология рыб» является формирование знаний об основных законах физиологии рыб, функционировании различных клеток, тканей, органов и организма рыб в целом.

Освоение дисциплины предполагает:

- изучение работы различных клеток, тканей, органов и систем организма с тем, чтобы будущие специалисты – ихтиологи и рыбоводы могли использовать эти знания в своей профессиональной деятельности;
- проведение наблюдений и измерений количественных показателей, экспериментирование, препарирование, инъекцирование, анализ экспериментальных данных;
- формирование базовых знаний, умений и навыков для контроля и оценки физиологических параметров рыб, создания рыбам оптимальных условий существования.

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** основы физиологии рыб - специфику деятельности организма рыбы, его органов и систем (работу органов дыхания, пищеварения, кровообращения, органов осморегуляции, иммунитета); знать об обмене веществ, балансе энергии в организме рыб, действии нервных и гормональных механизмов управления жизнедеятельностью;

**уметь:** оценивать физиологическое состояние рыб, проводить наблюдения, измерения периодических процессов, определять количественные показатели физиологических процессов, проводить хирургический и поведенческий эксперимент на рыбах, препарировать, инъектировать, обрабатывать и анализировать экспериментальные данные, создавать рыбам оптимальные условия существования;

**владеть:** методами контроля и оценки физиологических параметров рыб в экспериментах.

Дисциплина «Физиология рыб» формирует компетенции, используемые студентами в дальнейшей профессиональной деятельности, а также является базой для изучения студентами дисциплин профессионального учебного цикла:

биологические основы рыбоводства, искусственное воспроизводство рыб, товарное выращивание рыб, генетика и селекция рыб, промысловая ихтиология, ихтиопатология, а также при подготовке выпускной квалификационной работы бакалавра.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в виде опроса в начале лабораторного занятия по теме предыдущей лекции, защите лабораторных работ, выполнения задания по контрольной работе (по заочной форме обучения).

*Текущий опрос по теме предыдущей лекции* проводится в начале лабораторного занятия в устной форме и базируется на использовании студентом материалов лекции, учебных изданий по списку рекомендованной литературы. Опросом охватываются по возможности все студенты. Перечень вопросов выделен в ЭИОС в отдельный список для предварительного ознакомления и подготовки к занятию.

Критерии оценки знаний студентов при опросе соответствует критериям, приведенным в таблице 1: оценка «отлично» ставится за усвоение материала в полном объеме; оценка «хорошо» — за полный ответ, но содержащий частные ошибки, неточности, оговорки; «удовлетворительно» — за неполный ответ, содержащий к тому же частные ошибки, неточности, оговорки. «Неудовлетворительно» ставится за неготовность студента к занятию.

Контроль усвоения дисциплины может осуществляться и через систему тестирования. Тестовые задания используются для оценки освоения всех тем дисциплины. Результаты тестирования могут быть зачтены как промежуточная аттестация по дисциплине. Тесты сформированы на основе материалов лекций и вопросов рассмотренных в рамках лабораторных занятий. 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.

- «отлично» - свыше 85 %
- «хорошо» - более 75 %, но не выше 85 %
- «удовлетворительно» - свыше 65 %, но не более 75 %

Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в виде:

очная форма, 5 семестр – экзамен;

заочная форма, 5 семестр – экзамен.

Допуском до экзамена является выполнение всех лабораторных работ, их успешная защита

**Контрольная работа.** Студенты заочной формы обучения должны выполнить контрольную работу. Методические указания к выполнению

контрольной работы и вопросы к ней приведены в соответствующем разделе настоящего пособия.

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

К оценочным средствам для итоговой аттестации по дисциплине, проводимой в форме экзамена, соответственно относятся экзаменационные вопросы.

Экзаменационный билет содержит три экзаменационных вопроса по разным темам дисциплины. Экзамен проводится в устной форме.

Вопросы для промежуточной аттестации по дисциплине «Физиология рыб» приведены в ЭИОС в разделе Методические и оценочные материалы.

Система оценивания результатов обучения при промежуточной аттестации включает в себя системы оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» (табл. 1).

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Критерий	Оценка			
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
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 полной системой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
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

Критерий	Оценка			
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
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 задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
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 (специальности); 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 занятиям; тематический план лекционных занятий; методические указания к выполнению контрольной работы (для студентов заочной формы обучения);

заключения;

списка рекомендованных источников, приложения.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ЗАНЯТИЯМ**

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

По заочной форме обучения лекции проводятся в пятом семестре.

## **ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЗАНЯТИЙ**

### **Тема 1. 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 2. 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 3. 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. Хронаксия и реобаза - характеристики нервных взаимодействий, 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. Статокинетические рефлексy. 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 5. 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. Оптомоторные 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 6. 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 7. Питание и пищеварение**

Захват и поедание пищи рыбами. Животная и растительная пища. 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 8. 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. Анаэробноз 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 9. 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. Характеристика  $P_{50}$  и  $P_{95}$  для рыб с разной устойчивостью к дефициту кислорода. 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 10. 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 11. 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 акулорыб. Роль пищеварительного тракта в осморегуляции.

## **Тема 12. 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. Хромафффиновые 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 13. 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 14. Воспроизводительная система рыб**

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.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ (для студентов заочной формы обучения)**

Студенты заочной формы обучения должны выполнить одну контрольную работу. 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 (Табл. 2). 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.

Перечень вопросов контрольной работы для студентов заочной формы обучения выделен в отдельный список (Приложение) настоящего пособия. Результаты контрольной работы позволяют оценить успешность освоения студентами тем дисциплины и формулируется как «зачтено» или «незачтено».

Таблица 2 – Варианты контрольной работы

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1,36, 7,45	2, 37, 8, 46	4, 39, 9, 47	5, 40, 10,48	6, 41, 11,49	3, 38, 12,50	7, 42, 13,51	8, 43, 14, 52	9, 44, 15,53	10,45, 16,54
1	11,46, 17,55	12,47, 18,56	13,48, 19,57	14,49, 20,58	15,50, 21,59	16,51, 22,60	17,52, 23, 5	18,53, 24, 6	19,54, 25, 7	20,55, 26, 8
2	21,56, 27, 9	22,57, 28, 1	23,58, 29, 2	24,59, 30, 3	25,60, 31, 4	26,41, 32, 5	27,42, 33, 6	28,43, 34, 7	29,49, 35, 8	30,50, 36,10
3	31, 1, 38,10	32, 2, 39,11	33, 3, 40,12	34, 4, 41,13	35, 5, 42,14	36, 6, 43,15	37, 7, 44,16	38, 8, 45,17	39, 9, 46,18	40,10, 47,19
4	41,11, 48,20	42,12, 49,21	43,13, 50,22	44,14, 51,23	45,15, 52,24	46,16, 53,25	47,17, 54,26	48,18, 55,27	49,19, 56,28	50,20, 57,29
5	51,21, 58,30	52,22, 59,31	53,23, 60,32	54,24, 14,33	55,25, 15,34	56,26, 16,35	57,27, 18,36	58,28, 20,37	59,29, 22,38	60,30, 24,39
6	25,31, 3, 40	26,32, 4, 41	27,33, 5, 42	28,34, 6, 43	29,35, 7, 44	30,37, 8, 45	31,38, 9, 46	3, 39, 10,47	4, 40, 11,48	5, 41, 12,49
7	6, 42, 13,50	7, 48, 14,51	8, 44, 15,52	9, 45, 16,53	10,46, 17,54	11,47, 18,55	12,48, 19,56	13,49, 20,32	14,50, 21,33	15,51, 22,34
8	16,52, 23,35	17,53, 24,36	18,54, 25,37	19,55, 26,38	20,56, 27,39	21,17, 28,40	22,18, 29, 1	23,12, 30, 2	24,13, 31, 3	25,14, 32, 4
9	26,44, 33, 5	27,45, 34, 6	28,46, 35, 7	29,47, 36, 8	30,48, 38, 9	31,49, 39,10	32, 3, 40,11	33, 4, 42,12	34, 5, 43,13	35, 6, 44,14

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Результатом освоения дисциплины «Физиология рыб» должно быть формирование у обучающегося профессиональных компетенций, а именно:

- способность участвовать в обеспечении экологической безопасности рыбохозяйственных водоёмов, процессов, объектов и продукции аквакультуры, управления качеством выращиваемых объектов:

- способность участвовать в оценке качества выращиваемых объектов.

Освоение дисциплины способствует также формированию общепрофессиональной компетенции бакалавра:

- способность использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в профессиональной деятельности, применять методы теоретического и экспериментального исследования:

- способность применять методы экспериментального исследования.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Основная литература:

1. Яржомбек, А.А. Физиология рыб: учебн. пособие – Москва: Колос, 2007. – 156 с.
2. Аминова В.А., Яржомбек А.А. Физиология рыб: учеб. - Москва: Легкая и пищевая пром-сть, 1984. - 200 с.

Дополнительная учебная литература:

1. Головина Н.А., Романова Н.Н. Физиология рыб. Лабораторный практикум: уч. пособие. – Москва: Колос, 2010. -135 с.
2. Кузьмин, С.Ю. Физиология рыб: учебно-метод. Пособие по лаб. работам для студентов бакалавриата по направлению подготовки – «Водные биоресурсы и аквакультура» / С.Ю. Кузьмин. - Калининград: Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ», 2016. – 71 с.
3. Физиология рыб: Методические указания с контрольными заданиями для студентов-заочников высших учебных заведений по направлению 561100 Водные биоресурсы и аквакультура / В.А. Аминова, С.Ю. Кузьмин – Калининград: КГТУ, 2003. - 31 с.
4. Иванов, А.А. Физиология рыб: учебное пособие. – Москва: Мир, 2003. – 280 с.



ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

(для студентов заочной формы обучения)

1. Что изучает физиология, и какова ее связь с другими биологическими науками? Какими методами пользуется физиология? Что изучает физиология? Каково ее значение в практике ихтиолога-рыбовода?
2. Каковы физиологические свойства мышц? Каковы структурные и физиологические различия поперечно-полосатых и гладких мышц?
3. Что такое раздражимость, возбудимость, возбуждение? Каковы признаки возбуждения? Что такое раздражители? Какие бывают раздражители? Что такое порог раздражения? Что такое торможение?
4. Одиночное мышечное сокращение и его фазы. Теория мышечных сокращений. Что такое тетаническое сокращение мышцы? Виды тетануса. Теория тетануса. Что такое тоническое сокращение мышцы и каково его отличие от тетанического сокращения?
5. Особенности плавания рыб. Утомление мышцы и его причины. Теория утомления.
6. Какова структура и функция нервной клетки, нервного волокна и нерва? Каковы основные законы проведения возбуждения по нерву?
7. Механизм генерации биопотенциалов. Классификация биопотенциалов.
8. Что такое синапсы? Их строение и функции. Что такое медиаторы? Их значение в процессе передачи возбуждения.
9. Строение и функции электрических органов рыб.
10. Каково действие постоянного и переменного тока на рыб? Использование электрического тока в рыбном хозяйстве.
11. Каково значение центральной нервной системы? Методы исследований функций центральной нервной системы.
12. Классификация, строение и функции нейронов.
13. Что такое рецепторы; афферентные, эфферентные и вставочные нейроны?
14. Что такое рефлекс, рефлекторная дуга, рецепторное поле?
15. Что такое нервные центры, и каковы их свойства? Учение о координации.
16. Каково строение и функции спинного мозга рыб?
17. Каковы строение и функции продолговатого мозга рыб? Опишите важнейшие рефлекторные центры продолговатого мозга.

18. Каково строение и функции среднего мозга рыб? Каковы строение и функции промежуточного мозга рыб? Каковы строение и функции мозжечка? Каково значение переднего мозга рыб?

19. Что такое безусловные рефлексы? Виды безусловных рефлексов. Что такое условные рефлексы? Примеры условных рефлексов. Каковы свойства условных рефлексов и их отличия от безусловных рефлексов?

20. Условно-рефлекторная деятельность рыб. Опишите механизмы выработки условных рефлексов.

21. Что такое вегетативная нервная система? Каковы ее функции? Опишите строение и функцию симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы рыб.

22. Электрорецепция. Терморцепция.

23. Механорецепция. Акустико-латеральная система.

24. Строение и функция обонятельного анализатора. Вкусовая рецепция.

25. Строение и функция зрительного анализатора рыб.

26. Строение и функция органа боковой линии рыб.

27. Строение пищеварительной системы рыб. Роль пилорических придатков и спирального клапана в пищеварении рыб. Пищеварительные ферменты. Каково значение пищеварения для организма? Какие основные процессы совершаются в пищеварительном тракте?

28. Опишите строение желудка рыб. Состав желудочного сока и его действие на составные части пищи. Какова роль соляной кислоты в пищеварении?

29. Опишите, как происходит пищеварение в кишечнике рыб. Состав и свойства сока поджелудочной железы; регуляция панкреатической секреции. Что такое пристеночное пищеварение?

30. Опишите в порядке последовательности, какими ферментами обрабатывается пища в пищеварительном тракте.

31. Каковы функции печени? Опишите состав желчи и ее роль в пищеварении.

32. Обмен веществ как основная функция живого организма. Что такое основной обмен? Как он определяется? Факторы внутренней и внешней среды, оказывающие влияние на обмен веществ рыб.

33. Диссимиляция вещества и производство энергии. Белковый обмен. Белки полноценные и неполноценные.

34. Значение витаминов для жизнедеятельности рыб.

35. Обмен липидов. Углеводный обмен.

36. Опишите строение жабр и механизм жаберного дыхания. Какие факторы оказывают влияние на дыхание рыб?

37. Кожное дыхание рыб. Кишечное дыхание рыб. Органы дополнительного дыхания рыб. Дыхание эмбрионов и личинок рыб.
38. Строение плавательного пузыря рыб и его функции. Дыхательная функция плавательного пузыря. Плавательный пузырь как гидростатический орган.
39. Дыхательная функция крови.
40. Растворенные газы и газо-пузырьковая болезнь.
41. Кровь, лимфа, тканевая жидкость как внутренняя среда организма.
42. Каковы функции крови? Количество крови в организме. Какими методами оно определяется?
43. Химический состав крови рыб. Каковы физико-химические свойства крови рыб?
44. Белки плазмы крови и их физиологическая роль.
45. Что такое осмотическое давление крови? Что вы знаете об осмотическом давлении крови морских и пресноводных рыб?
46. Буферные свойства крови. Опишите механизм свертывания крови.
47. Какова функция эритроцитов? Как меняется количество эритроцитов у рыб под влиянием различных факторов внутренней и внешней среды?
48. Строение и функция гемоглобина. Каково значение гемоглобина для водных животных?
49. Тромбоциты, их значение в организме.
50. Какова роль лейкоцитов в организме? Что такое лейкоцитарная формула?
51. Органы кроветворения рыб.
52. Величина сердца. Вспомогательные механизмы, способствующие передвижению крови у рыб.
53. Каковы свойства сердечной мышцы? Какие автоматические центры имеются в сердце рыб? Фазы работы сердца. Что такое электрокардиограмма?
54. Строение и физиологические функции почек. Количество, состав и свойства мочи рыб.
55. Особенности осморегуляции хрящевых рыб. Особенности осморегуляции пресноводных костистых рыб. Особенности осморегуляции морских костистых рыб.
56. Железы внутренней секреции, их физиологическое значение. Щитовидная железа и ее значение в организме. Околощитовидные железы, их функции. Поджелудочная железа и роль инсулина в организме.

57. Гормоны мозгового вещества надпочечников, их физиологическое значение. Гормоны коркового вещества надпочечников, их физиологическое значение.

58. Гипофиз, его строение и функции. Гипоталамус как железа внутренней секреции. Урофиз.

59. Функции кожного покрова рыб. Пигменты кожи рыб.

60. Оогенез и сперматогенез у рыб. Оплодотворение у рыб.

Локальный электронный методический материал

С. Ю. Кузьмин

## **ФИЗИОЛОГИЯ РЫБ**

*Редактор И. Голубева*

Уч.-изд. л. 1,5. Печ. л. 1,3.

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