

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Мурманский арктический университет»  
(ФГАОУ ВО «МАУ»)

УТВЕРЖДЕНО  
Ученым советом  
ФГАОУ ВО «МАУ»  
Протокол № 9  
от «17» мая 2024 г.  
Председатель Ученого совета,  
ректор МАУ  
И.М. Шадрина



**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
**Ихтиология**

Шифр и наименование научной  
специальности:

**1.5.13. Ихтиология**

Мурманск  
2024

## **Пояснительная записка**

**1. Программа кандидатского экзамена по дисциплине Ихтиология** по направлению подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре 1.5.16. Ихтиология составлена в соответствии с ФГТ, рабочим учебным планом, паспортом научной специальности 1.5.16. Ихтиология.

Кандидатский экзамен по дисциплине Ихтиология предусматривается рабочим учебным планом как форма промежуточной аттестации, и преследует цель оценить уровень подготовленности аспиранта.

### **2. Характеристика цели и уровня требований к кандидатскому экзамену по данной дисциплине**

Данная программа кандидатского экзамена определяет круг вопросов, в которых обязаны ориентироваться аспиранты и соискатели, претендующие на получение степени кандидата биологических наук по специальности Ихтиология. Целью кандидатского экзамена является выявление уровня подготовленности аспирантов и соискателей по избранной научной специальности.

#### **Требования к аспиранту:**

##### **знать:**

- основы анатомии, систематики, строения, жизнедеятельности и биоразнообразия рыб;

- роль ихтиофауны в функционировании водных экосистем;

- как производить вскрытие рыбы, определить пол, стадию зрелости, отметить состояние внутренних органов;

##### **уметь:**

- идентифицировать основные группы рыб;

- оценивать физиологическое состояние рыб;

- определять биологические параметры популяций рыб, а также этапы и стадии развития рыб;

- адаптировать результаты современных исследований в области ихтиологии;

- на основании практического исследования конкретного объекта давать его разностороннюю характеристику.

##### **владеть:**

- навыками использования методических указаний по сбору и обработке ихтиологического материала;

- методами оценки биологических параметров;

- методами идентификации промысловых рыб;

- навыками научно-исследовательской, научно-производственной работы.

### **3. Регламент организации и проведения кандидатского экзамена**

Порядок проведения кандидатских экзаменов устанавливается «Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре», утвержденным Приказом Министерства образования и науки РФ № 1259 от 13.11.2013 г., а также локальными нормативными актами университета.

Кандидатский экзамен проводится в соответствии с установленными требованиями и по заранее утвержденному расписанию. Для проведения кандидатского экзамена утверждается состав экзаменационной комиссии.

Кандидатский экзамен проводится в устной форме по билетам, утвержденным заведующим кафедрой и заведующей аспирантурой.

#### **4. Критерии оценки результатов кандидатского экзамена**

Оценка «**отлично**» выставляется за ответ, в котором полно и четко представлены основные теоретические понятия, аспирант владеет знаниями и умениями дисциплины в полном объеме рабочей программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы экзаменационного билета, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать, и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное; устанавливать причинно-следственные связи; четко формирует ответы, решает задачи повышенной сложности.

Оценка «**хорошо**» выставляется, если аспирант владеет знаниями и умениями дисциплины почти в полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы билета; не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах; умеет решать задачи средней сложности.

Оценка «**удовлетворительно**» выставляется, если аспирант владеет обязательным объемом знаний по дисциплине; проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов допускаются ошибки по существу вопросов. Обучающийся способен решать лишь наиболее легкие задачи, владеет только обязательным минимумом знаний.

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется, если в ответе допускаются грубые ошибки. Изложение носит схематичный характер. Выводы не обоснованы. Ответы на вопросы экзаменационной комиссии отсутствуют.

#### **5. Вопросы кандидатского экзамена**

1. Видообразование у рыб. Представления о путях эволюции и филогенетическом древе у рыбообразных и рыб. Взгляды разных исследователей на систему рыб в связи с требованиями Международного кодекса зоологической номенклатуры. Ископаемые и ныне живущие группы рыбообразных и рыб, их характеристика.

2. Костистые рыбы (Teleostei), основные эволюционные преобразования в пределах этой группы и современные представления об их систематике. Характеристика основных отрядов, семейств, родов и видов костистых рыб, их распространение, экология, промысловое значение.

3. Классификация яиц рыбообразных и рыб по соотношению желтка и плазмы в яйце, по морфогенетическим характеристикам. Подтип необособленножелтковых яиц. Представители и систематическое положение рыб и рыбообразных, обладающих необособленножелтковыми яйцами. Характеристика морфогенетических процессов, карта презумптивных зачатков и особенности развития.

4. Подтип обособленно желтковых яиц. Представители и систематическое положение рыб и рыбообразных, обладающих обособленножелтковыми яйцами. Характеристика морфогенетических процессов, карта презумптивных зачатков и особенности развития. Механизмы морфогенетических движений в эмбриональном развитии рыб. Сравнительные особенности эпиболии и значение эпиболии у представителей обладающих обособленножелтковыми и необособленножелтковыми яйцами.

5. Структурные особенности строения яиц и зародышей рыбообразных и рыб и формирование эмбриоадаптаций в эмбрионально-личиночном развитии. Гетерохронии морфогенетических процессов, эмбрионизация развития как пример гетерохронии. Типы развития рыб (прямой, не прямой с метаморфозом, alevin).

6. Влияние экологических факторов на рост рыб: температура, пищевая обеспеченность, плотность популяции. Компенсационный рост у рыб. Генетическая регуляция роста. Периодичность роста и связь с интенсивностью обмена веществ.

7. Способы определения возраста рыб. Понятие "регистрирующие структуры", их множество и свойства. Причины и механизмы формирования периодических элементов на регистрирующих структурах. Методы дискриминации годовых и дополнительных зон на регистрирующих структурах. Способы объективизации определения возраста.

8. Способы оценки роста, наблюдаемые и рассчитанные размеры рыб. Методы ретроспективного изучения роста особей по регистрирующим структурам. Показатели, описывающие рост (абсолютные и относительные, основные и дополнительные). Модели роста рыб, уравнения Берталланфи, Урсины, Тейлора, Гомпретца.

9. Характеристики популяционного обилия, индексы численности. Улов на единицу промыслового усилия. Оценка общей численности: прямые учеты, методы мечения, методы, основанные на анализе производительности промысла.

10. Равновесная популяция, условия равновесия. Формальная теория жизни рыб Ф.И. Баранова. Биостатистические методы прогноза изменений численности рыб. Анализ утилизированного запаса.

11. Теория динамики стада рыб Г.В. Никольского. Модели динамики промыслового стада. Обобщенные продукционные модели Математическая интерпретация и оценивание параметров смертности и роста. Теория динамического запаса. Виртуальный популяционный анализ. Теория пополнения: плотностная регуляция выживания (смертности) в моделях Рикера и Бивертон-Холта. Биоценологические взаимоотношения, их роль в динамике популяций рыб.

12. Классификация рыб по типам питания. Строение и функциональная характеристика основных отделов пищеварительной системы рыб. Пищеварение. Пищеварительные ферменты, их секреция. Скорость и степень переваривания. Функциональная топография пищеварительной системы. Влияние факторов среды на процессы пищеварения и всасывания. Доступность компонентов пищи. Пищевые потребности рыб.

13. Энергетический обмен. Дыхательный коэффициент. Стандартный обмен. Рутинный обмен. Специфическое динамическое действие пищи, связь с величиной рациона. Активный обмен. Общий обмен. Пластический обмен. Потери энергии, усвоенная и метаболизированная пища, влияние состава рациона, температуры и других факторов. Величина и состав суточного рациона. Кормовой коэффициент. Балансовое уравнение энергии.

14. Дыхание. Особенности воды как среды для дыхания рыб. Жабры, их строение, кровоснабжение, зависимость от внешних факторов и физиологического состояния рыб. Динамика потребления кислорода. Кислородные потребности рыб. Органы воздушного дыхания рыб. Состав и свойства крови рыб. Форменные элементы крови, их функция, эритропоз. Кислородная емкость крови.

15. Осморегуляция у рыб: тоничность внутренней и внешней среды рыб, механизмы осморегуляции рыб в пресной и морской воде и при изменении среды обитания. Ионная регуляция.

16. Хеморецепция. Общая чувствительность рыб: структура, функция и роль в поведении. Структурная организация обонятельной системы. Функциональные свойства обонятельной системы рыб, ее значение в различных формах поведения. Вкусовая система рыб, структура и функциональные свойства, вкусовые почки и их иннервация, формирование в онтогенезе. Вкусовые предпочтения у рыб: видовая и популяционная специфичность, связь с характером питания рыб, влияние пищевой мотивации, пищевого опыта и других факторов среды, генетическая детерминированность. Роль вкусовой рецепции в поведении рыб.

17. Зрительная система рыб. Светочувствительный аппарат, ретиномоторная реакция, аккомодация. Основные функциональные параметры зрения. Особенности формирования в онтогенезе. Значение зрительной рецепции в поведении рыб. Цветовое зрение. Окраска рыб и механизмы ее регуляции.

**18.** Механорецепция. Слуховая система, ее структурная организация. Волосковые клетки. Веберов аппарат. Функциональные свойства слуховой системы: спектральные характеристики, чувствительность, дифференциальная чувствительность, Звукогенерация у рыб, типы звуков. Роль звуковой сигнализации в поведении рыб. Вестибулярная система рыб.

**19.** Блоковая линия рыб: структурная организация, иннервация, формирование в онтогенезе, роль в поведении рыб. Электрорецепция. Типы электрорецепторов, их структурная организация, топография, функциональные свойства. Роль электрорецепции в поведении рыб. Магниторецепция. Термочувствительность и термопреферендум.

**20.** ЦНС рыб. Развитие отделов головного мозга у рыб различной экологии и возраста. Локализация функций в отделах головного мозга. Спинной мозг, его рецепторный и локомоторный аппарат, механизмы координирования плавательных движений.

**21.** Адаптивное значение поведения. Теоретические и практическое значение его исследования. Способы изучения поведения. Типы поведенческих реакций. Врожденные и приобретенные элементы поведения. Комплексы поведения. Индивидуальные и опосредованное обучение, «сигнальная преемственность», «условно-рефлекторный фонд» стаи.

**22.** Внешняя кинематика и гидродинамика рыб. Понятие плавательной способности рыб. Бросковые, максимальные и крейсерские скорости плавания. Роль света в жизни и поведении рыб. Изменение характера фотореакции в онтогенезе и в течение сезона. Типы отношения рыб к искусственному источнику света, механизмы привлечения рыб к искусственному источнику света.

**23.** Оборонительно-пищевой комплекс поведения. Понятие тритрофа. Роль врожденных и приобретенных форм поведения. Пассивные и активные защитные реакции. Хищники-засадчики и хищники-угонщики. Особенности образования оборонительных реакций у молоди стайных рыб.

**24.** Репродуктивное поведение. Роль врожденных и приобретенных реакций, сигнализация, сложная последовательность поведенческих реакций при размножении рыб. Типы взаимоотношений родителей и потомства среди рыб. Типы семейных групп. Групповое поведение и его формы. Стайное поведение, его механизмы, особенности проявления, формирование в онтогенезе.

**25.** Классификация миграций рыб. Миграционные циклы рыб. Адаптивное значение миграций. Фундаментальные причины и причинно-следственный механизм осуществления миграций. Покатные миграции молоди рыб. Формы покатных миграций, их поведенческие механизмы, условия проявления и биологическое значение. Нерестовые миграции рыб. Причины возникновения нерестовых миграций.

**26.** Ориентация рыб при миграциях. Связь миграционного цикла с системой водных течений. Способы изучения миграций рыб. Методика мечения рыб и ее принципы. Принципы и способы управления поведением рыб.

**27.** Рыбное хозяйство и аквакультура: место в мировой экономике, пути и тенденции развития. Значение и основные тенденции развития марикультуры. Теоретические основы управления онтогенезом рыб. Правовое регулирование рыболовства, история и современное состояние. Современное состояние и перспективы развития рыбного хозяйства лидирующих стран.

**28.** Аквакультура и ее растущая роль в развитии рыбохозяйственной отрасли. Значение и основные тенденции развития марикультуры. Основные направления рыбоводства в России. Осетроводство и лососеводство в России: история развития и основные технологические приемы.

## **6. Содержание программы**

**Предмет и содержание ихтиологии.** История ее развития и сложившиеся

направления. Значение рыбы в народном хозяйстве. Совокупность проблем и задач современной рыбохозяйственной науки.

**Общая ихтиология.** Внешнее строение и форма тела рыб. Кожа и ее производные, их строение и роль. Особенности внутреннего скелета и мускулатуры рыб.

**Внутреннее строение рыб.** Общие принципы организации кровеносной и дыхательной систем. Строение и функционирование пищеварительной системы. Выделительная и воспроизводительная системы. Нервная система и органы чувств.

**Биология рыб.** Размеры, возраст и рост рыб, их питание, упитанность, жирность. Классификация рыб по характеру питания. Смена типа питания в онтогенезе.

**Размножение.** Формирование и созревание половых клеток. Стадии зрелости гонад. Особенности икрометания. Половой диморфизм. Плодовитость. Взаимосвязь плодовитости, заботы о потомстве и выживаемости рыб. Взаимосвязь биологических показателей и жизненных процессов рыб с их физиологическим состоянием и факторами среды.

**Методы оценки и значение изучения биологических показателей.** Виды и типы миграций рыб, их жизнеобеспечивающая роль и взаимосвязь с факторами среды. Сроки миграции рыб. Суточный ритм, зимовка и спячка рыб.

**Экология рыб.** Взаимоотношения рыб с абиотической и биотической средой. Влияние температуры, солености, света, звука и лучистой энергии на рыб, их отношение к этим факторам среды и практическое использование их воздействия.

**Основные формы биотических отношений.** Внутривидовые и межвидовые биотические связи. Взаимоотношения рыб и других позвоночных и беспозвоночных животных и растений. Специфика отношений хищник – жертва, паразит – хозяин.

**Класс хрящевые рыбы.** Подкласс пластинчатожаберные. Надотряды акул и скатов. Отряды ламнообразные, катранообразные, скатообразные, хвостообразные. Распространение, характерные признаки, экология. Хозяйственное значение акул и скатов. Признаки пластинчатожаберных и костных рыб. Особенности ныне живущих химер.

**Класс костные рыбы.** Систематика и общая характеристика подкласса Лопастеперые (Sarcopterygii). Надотряд Кистеперые рыбы (Crossopterygimorpha), характеристика и систематика. Характеристика ископаемых отрядов. Происхождение кистеперых рыб. Систематика и общая характеристика надотряда Двоякодышащие (Dipneustomorpha). Характеристика ископаемых форм. Происхождение двоякодышащих рыб. Роль кистеперых и двоякодышащих рыб в эволюции позвоночных. Латимерия, история открытия, черты строения, экология, особенности распространения.

**Подкласс лучеперые.** Происхождение лучеперых рыб. Отряд Осетрообразные (Acipenseriformes). Особенности строения, экология, система видовых адаптаций, внутривидовая биологическая дифференциация, распространение и хозяйственное значение отряда Acipenseriformes. Осетровые Байкала и его бассейна: распространение, экология, охрана и рациональное использование.

**Костистые рыбы (Teleostei).** Главнейшие морфологические черты и сравнительно-анатомическая характеристика, объединяющие всех костистых рыб. Отряд Сельдеобразные: систематика и общая характеристика отряда. Признаки примитивного строения. Особенности строения и экологии, распространение и хозяйственное значение основных семейств.

**Отряд Лососеобразные (Salmoniformes).** Общая характеристика. Проблемы происхождения и распространения лососевидных рыб. Строение, экология, распространение и хозяйственное значение основных видов. Сиговые и хариусовые рыбы бассейна озера Байкал: состав, распространение в регионе и рациональное использование. Отряд Щукообразные (Esociformes). Распространение. Хозяйственное значение.

**Рыбоводство в естественных водоемах.** Рыбохозяйственная классификация озер. Олиготрофные, эвтрофные и диетротрофные озера. Особенности рыбоводного хозяйства, рыбохозяйственная мелиорация в естественных водоемах.

**Выращивание рыбы в плавучих садках.** Виды рыб, выращиваемых в садках.

Особенности выращивания ценных рыб в садках. Выращивание рыбы в стационарных и земляных садках, береговых бассейнах.

**Правовая охрана рыбных ресурсов на внутренних водоемах страны.** Охрана и регулирование промысла живых ресурсов в территориальных водах, экономзонах, на континентальном шельфе. Международное правовое регулирование использования живых ресурсов Мирового океана.

## 7. Литература

### Основная литература

1. Иванов, В. П. Ихтиология. Основной курс : учебное пособие для вузов / В. П. Иванов, В. И. Егорова, Т. С. Ершова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 360 с. — ISBN 978-5-8114-9399-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/193433>
2. Костоусов, В. Г. Ихтиология : учебное пособие / В. Г. Костоусов. — Минск : БГУ, 2018. — 183 с. — ISBN 978-985-566-540-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180408>
3. Пономарев С.В. Ихтиология: Учебник для высш. и средних проф. учебных заведений / С.В. Пономарев, Ю.М. Баканева, Ю.В. Федоровых. — Москва: МОРКНИГА, 2014. - 567 с. (Библиотека МАУ 16 экз.)
4. Пономарев С.В. Лососеводство: Учебник для вузов и средних проф. учебных заведений. — Москва: Моркнига, 2012. - 546. (Библиотека МАУ 24 экз.)
5. Пономарев, С. В. Ихтиология : учебник для вузов / С. В. Пономарев, Ю. М. Баканева, Ю. В. Федоровых. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 560 с. — ISBN 978-5-507-50459-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/437195>

### Дополнительная литература

6. Анохина В. С. Промысловая ихтиология [Электронный ресурс]: методические указания к самостоятельной работе аспирантов / Федеральное агентство по рыболовству. — Мурманск: Изд-во МГТУ, 2012. — Доступ из локальной сети МАУ. — Загл. с экрана. — Режим доступа: [http://elib.mauniver.ru/2012/M\\_12\\_33.pdf](http://elib.mauniver.ru/2012/M_12_33.pdf)
7. Анохина В.С. Основы промысловой ихтиологии: Учебное пособие для вузов / В.С. Анохина, Д.К. Мамедов. — ФГБОУ ВПО "МГТУ". — Мурманск: МГТУ, 2012. - 179 с. (Библиотека МФУ 50 экз.)
8. Журавлёва Н.Г. Биоэкологические аспекты защитных реакций рыб и беспозвоночных / Н.Г. Журавлёва, Г.Г. Матишов, О.Н. Оттесен, Е.Е. Минченоч. — Мурманск: Изд-во МГТУ, 2013. - 259 с.: ил. (Библиотека МФУ 9 экз.)
9. Пономарев, С. В. Аквакультура : учебник для вузов / С. В. Пономарев, Ю. М. Баканева, Ю. В. Федоровых. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 440 с. — ISBN 978-5-8114-6994-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153922>
10. Сабанеев, Л. П. Рыбы России : жизнь и ловля (уженье) наших пресноводных рыб. В 2 т. Т. 1 / Л. П. Сабанеев. - Москва : Терра, 1993. - 383 с. : ил. (Библиотека МАУ 1 экз.)
11. Шibaев С.В. Промысловая ихтиология [Электронный ресурс]: учебник/ Шibaев С.В.— Электрон. текстовые данные.— Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2017.— 400 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79996.html>.— ЭБС «IPRbooks»

### 8. Электронно-библиотечные системы

- 1) ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru/>
- 2) ЭБС издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>
- 3) ЭБС «Айбукс» <http://ibooks.ru/>

- 4) ЭБС IPRbooks ([www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru))
- 5) ЭБС Книгафонд — <http://www.knigafund.ru/>
- 6) ЭБС IQlib — <http://www.iqlib.ru/>

**9. Современные профессиональные базы данных**

- 1) Информационно-аналитическая система SCIENCE INDEX
- 2) Электронная база данных Scopus
- 3) База данных компании CLARIVATE ANALITICS
- 4) Электронная база данных ЭБД «EBSCO» – <http://search.ebscohost.com/>

**10. Информационные справочные системы**

- 1) Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс - URL: <http://www.consultant.ru/>
- 2) ООО «Современные медиа технологии в образовании и культуре». <http://www.informio.ru/>
- 3) Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» - URL: <http://window.edu.ru>