

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»  
Биологический факультет

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан биологического факультета,  
академик РАН

М.П. Кирпичников/

2022 г.



## **ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА**

(для осуществления приема на обучение по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре)

### **1.5.13. Ихтиология**

кафедра ихтиологии биологического факультета МГУ

Программа рассмотрена и одобрена  
Ученым советом факультета  
(протокол № 6 от 26 мая 2022 г.)

Москва - 2022

## **I. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ**

Настоящая программа предназначена для организации приема вступительного экзамена в аспирантуру по ихтиологии и содержит основные темы и вопросы к экзамену, список основной и дополнительной литературы и критерии оценивания. (все темы и вопросы должны быть не выше ФГОС ВО магистратуры и специалитета)

## **II. ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ И ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ**

Предмет, содержание, цели и задачи ихтиологии. Место ихтиологии в системе биологических дисциплин. Значение ихтиологии в эксплуатации биоресурсов гидросферы и мировой экономике.

### **История ихтиологии**

Первые сведения в области ихтиологии (до новой эры - Индия, Китай, Греция - Аристотель). Начало активного изучения мировой ихтиофауны. Выделение ихтиологии в самостоятельную науку. Развитие ихтиологии в России, важнейшие экспедиции: В. Беринга (1725-1730 и 1732-1743 гг.), К. Бэра и Н. Данилевского (1851-1870 гг.), Каспийская экспедиция (1874-1876), Мурманская научно-промысловая экспедиция (1898-1908 гг.).

Изучение ихтиофауны крупнейших пресноводных водоемов страны. Развитие исследований ихтиофауны Мирового океана. Исследователи, внесшие крупный вклад в развитие отечественной и зарубежной ихтиологии.

### **Систематика и внутривидовая организация у рыб**

Развитие систематики рыбообразных и рыб в XX веке в. и до наших дней. Современные представления о системе и эволюции рыбообразных и рыб, принципы классификации.

Представления о структуре вида. Популяционная структура рыб. Внутривидовое экологическое разнообразие. Полиморфные и мономорфные виды. Видообразование у рыб (симпатрическое, аллопатрическое, ретикулярное).

Жизненные стратегии рыб. Групповая и индивидуальная изменчивость. Адаптации к среде обитания. Механизмы изоляции у рыб.

Представления об ареале вида, типы ареалов, амфибореальность и биполярность. Основные отряды рыб и важнейшие представители.

### **Рыбы в экосистемах разного типа**

Основные типы водных экосистем, место и роль рыб в структуре экосистемах водоемов различного типа.

Рыбы как индикторы состояния водных экосистемах. Роль климатических факторов в изменении ихтиофауны. Биологические инвазии чужеродных видов. Антропогенные воздействия на водоемы и их ихтиофауну. Особенности искусственных водоемов.

## **Возраст, рост рыб и динамика популяций**

Способы определения возраста рыб, регистрирующие структуры. Возможность использование этих структур для определения возраста, роста и других биологических показателей.

Линейный и весовой рост, сложившиеся представления и современные данные. Факторы роста и механизмы их регуляции. Изменения показателей роста в онтогенезе разных видов рыб.

Теория динамики стада рыб Г.В. Никольского. Логистическая модель роста, уравнения Шмальгаузена-Винберга, Берталанфи, Паркера-Ларкина, их различия.

## **Физиология рыб**

Классификация рыб по типам питания. Краткая характеристика пищеварительного тракта рыб. Пищеварительные ферменты, типы пищеварения. Пищевые потребности рыб в белках, жирах, углеводах, минеральных веществах, витаминах. Незаменимые аминокислоты и жирные кислоты. Скорость переваривания, влияние факторов среды.

Особенности воды как среды для дыхания рыб. Жаберное дыхание, принцип противотока, вентиляция жабр, работа ротового и жаберного (оперкулярного) насосов. Кожное дыхание. Эмбриональное дыхание. Воздушное дыхание. Кишечное дыхание. Пороговая и критическая концентрации кислорода. Зависимое и независимое дыхание, интенсивность дыхания, методы его оценки, зависимость от внешних факторов и физиологического статуса рыб.

Состав и осмотические характеристики морской и пресной воды. Осморегуляция у рыбообразных и рыб при разной солености воды, в связи с миграциями и возрастом. Акклиматизация рыб к новым осмотическим условиям среды.

Стандартный (поддерживающий), рутинный и пищевой обмен. Активный, общий и пластический обмен. Потери энергии. Баланс энергии. Суточный рацион. Кормовой коэффициент.

Состав, свойства и функции крови. Форменные элементы крови. Дыхательная функция крови. Кислородная емкость крови. Кроветворные органы. Организация иммунной системы рыб. Особенности воды как среды для дыхания рыб.

Гормоны и их роль в регуляции обмена веществ у рыб разных таксонов. Гормоны гипофиза, гипоталамуса, гонад, щитовидной железы, интерренальной и хромаффинной тканей. Сезонные изменения эндокринной активности.

## **Размножение и развитие рыб**

Моно- и полициклические виды. Формирование первичных половых клеток, анатомическая и цитологическая дифференциация гонад. Особенности созревания половых клеток. Стадии зрелости гонад. Единовременное и порционное икрометание.

Формирование плодовитости. Индивидуальная, популяционная, видовая плодовитость. Взаимосвязь плодовитости, заботы о потомстве и выживаемости у рыб.

Теория экологических групп рыб С. Г. Крыжановского. Типы онтогенеза. Периодизация онтогенеза. Теория этапности индивидуального развития рыб В. В. Васнецова как отражение единства организма и среды.

Строение яиц рыб различных экологических групп и адаптивные особенности онтогенеза. Классификация яиц рыбообразных и рыб. Разнокачественность икры. Закономерности распространения представителей различных экологических групп в пресных и морских водоемах. Формирование эмбриоадаптаций в эмбрионально-личиночном развитии. Особые способы размножения рыб.

### **Коммуникации рыб и сенсорные системы**

Природа коммуникационных сигналов, их классификация. Внутри- и межвидовые коммуникации у рыб разного образа жизни и возраста. Влияние на коммуникации внешних факторов.

Сенсорные системы рыб, их строение и основные функциональные характеристики. Общий план строения сенсорных систем. Экстеро- и интерорецепторы. Контактная и дистантная рецепция.

Зрение рыб. Особенности строения глаза у рыб. Пороговая чувствительность. Цветовое зрение. Функционирование органов зрения у рыб в условиях пониженной освещенности.

Окраска рыб. Основные типы окраски у рыб. Типы пигментов и классификация хромофоров, их строение и функция. Механизмы регуляции пигментации. Окраска, её биологическое значение, роль зрения в её изменении. Изменение окраски как способ коммуникации и защиты. Типы мимикрии. Светящиеся рыбы, светящиеся органы.

Орган слуха рыб и принцип его работы. Типы отолитов у рыб. Акцессорные слуховые структуры – Веберов аппарат, плавательный пузырь, тимпанические пузырьки и др. Понятие о слуховых специалистах и слуховых генералистах. Пороговая чувствительность и другие функциональные характеристики слуха у рыб.

Способы генерации звуков рыбами и классификация звуков. Биоакустика рыб, значение звуковой сигнализации в разных формах поведения рыб.

Строение и иннервация невроматов. Каналы боковой линии. Функциональные характеристики сейсмочувствительной системы, сравнительная характеристика функциональных параметров слуховой системы и боковой линии. Роль сейсмочувствительной системы в поведении рыб.

Электрические органы и их предназначение. Сильноэлектрические и слабоэлектрические рыбы. Электрорецепторные органы. Принципы электролокации и электроориентации. Электрокоммуникации рыб.

Хемосенсорные системы рыб. Разнообразие строения органа обоняния. Функциональные свойства обонятельной системы, Феромоны, кайромоны и алломоны рыб, сигналы-релизеры и сигналы-праймеры. Роль обоняния в поведении рыб.

Строение вкусовой системы рыб. Строение вкусовой почки, иннервация. Вкусовые центры. Плотность и топография вкусовых почек в ротовой полости и

на поверхности тела рыб, связь с образом жизни рыб. Функциональные характеристики наружной и ротовой вкусовой рецепции рыб. Вкусовые предпочтения у рыб: видовая и популяционная специфичность, индивидуальная вариабельность. Роль вкусовой рецепции в пищевом поведении рыб.

Общее химическое чувство. Рецепторы, иннервация, центры. Адекватные раздражители. Роль в поведении.

ЦНС рыб. Общий план строения головного мозга рыб. Особенности развития отделов мозга в связи с образом жизни рыб. Локализация функций в отделах головного мозга. Спинной мозг.

### **Поведение и миграции рыб**

Врожденные и приобретенные элементы поведения. Индивидуальное и опосредованное обучение. Скорости плавания рыб. Бросковые, максимальные и крейсерские скорости плавания.

Фотореакция рыб. Роль света в жизни и поведении рыб. Оптомоторная реакция рыб. Особенности проявления оптомоторной реакции у рыб разных экологических групп. Реореакция рыб, пороговые и критические скорости течения.

Оборонительно-пищевой комплекс поведения. Понятие триотрофа. Репродуктивное поведение. Забота о потомстве у рыб.

Групповое поведение. Половые, семейные группы и группы с иерархией. Стайное поведение; определение стаи; биологическое значение стаи; механизмы стайного поведения.

Миграции рыб. Классификация миграций – эпизодические и регулярные, горизонтальные и вертикальные, анадромные и катадромные; контрнатантные и денатантные; активные и пассивные. Миграционные циклы рыб – нерестовые, кормовые и зимовальные миграции. Формы покатных миграций молоди рыб: пассивные, активные и активно-пассивные. Активный и пассивный принципы управления поведением рыб.

### **Аквакультура рыб**

Аквакультура и ее растущая роль в развитии рыбохозяйственной отрасли. Пресноводная и морская аквакультура, основные объекты.

Методы культивирования рыб. Традиционные и новые технологии.

Значение и основные тенденции развития марикультуры. Теоретические основы управления онтогенезом рыб.

Основные направления аквакультуры в России. Осетроводство и лососеводство в России: история развития и основные технологические приемы Тепловодное рыбоводство: основные объекты и методы культивирования.

## **III. РЕФЕРАТ ПО ИЗБРАННОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ ПОДГОТОВКИ**

Реферат по избранной специальности подготовки представляет собой обзор литературы по теме будущего научного исследования и позволяет понять основные задачи и перспективы развития темы будущей диссертационной работы. Реферат включает титульный лист, содержательную часть, выводы и список литературных источников. Объем реферата 10-15 страниц

машинописного текста. В отзыве к реферату предполагаемый научный руководитель дает характеристику работы и рекомендуемую оценку, входящую в общий экзаменационный балл.

#### IV. ПРИМЕРЫ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ БИЛЕТОВ

##### Билет №1

**Вопрос 1.** Развитие представлений о структуре вида у рыб в XX веке. Важнейшие работы и исследователи.

**Вопрос 2.** Надотряд Protacanthopterygii. Положение в системе костистых рыб, характеристика, структура, важнейшие представители.

**Вопрос 3.** Содержание реферата по теме диссертационного исследования (с приложением реферата и отзыва на реферат с отметкой предполагаемого научного руководителя).

##### Билет №2

**Вопрос 1.** Обонятельная система рыб. Функциональные свойства обонятельной системы. Роль обоняния в поведении рыб.

**Вопрос 2.** Теория экологических групп рыб. Типы онтогенеза. Периодизация онтогенеза.

**Вопрос 3.** Содержание реферата по теме диссертационного исследования (с приложением реферата и отзыва на реферат с отметкой предполагаемого научного руководителя).

#### V. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

##### 1. ОСНОВНАЯ

Никольский Г.В. 1974. Экология рыб. М: Высшая школа. 357 с.

Bone Q., Moore R.H. 2008. Biology of fishes (3rd edition). New York: Taylor & Francis. 478 p.

Helfman G.S., Collette B.B., Facey D.E., Bowen B.W. 2009. The diversity of fishes: biology, evolution, and ecology (2nd edition). Blackwell Science Press 720 p.

Нельсон Дж. 2009. Рыбы мировой фауны. М.: Книжный дом «Либроком». 880 с.

Макеева А.П. Эмбриология рыб. 1992. М.: МГУ. 216 с.

Иванов А.А. 2003. Физиология рыб. М.: Мир. 284 с.

Криксунов Е.А. 1991. Теория динамики промыслового стада рыб. М.: Изд-во МГУ. 77с.

Касумян А.О., Павлов Д.С. 2018. Стайное поведение рыб. М.: Товарищество научных изданий КМК. 273 с.

Павлов Д.С., Лупандин А.И. Костин В.В. 2007. Механизмы покатной миграции молоди речных рыб. М.: Наука. 213 с.

Кляшторин Л.Б. 1982. Водное дыхание и кислородные потребности рыб. М. 168 с.

Кузьмина В.В. 2005. Физиолого-биохимические основы экзотрофии рыб. М.: Наука. 300 с.

Биоэнергетика и рост рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 408 с.

## **2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ**

Васильев В.П. 1985. Эволюционная кариология рыб. М: Наука. 300 с.

Концепции вида и симпатрическое видообразование. 1983. М.; Изд-во Московского университета. 192 с.

Бурлаков А.Б. Половая специфичность гипофизарных гонадотропинов у икротечущих рыб. 1997. М.: МГУ. 208 с.

Гинзбург А.С. Оплодотворение у рыб и проблема полиспермии. 1968. М.: Наука. 358 с.

Павлов Д.С., Касумян А.О. 2002. Разнообразие рыб по характеру и способам питания (трофическая классификация рыб) // Учебное пособие. М.: Изд-во МГУ. 50 с.

Касумян А.О. 2003. Боковая линия рыб // Учебное пособие. М.: Изд-во Московского университета. 93 с.

Касумян А.О. 2004. Вестибулярная система и чувство равновесия рыб // Учебное пособие. М.: Изд-во Московского университета. 99 с.

Касумян А.О. 2005. Структура и функция слуховой системы рыб. Учебное пособие. М.: Изд-во Московского университета. 110 с.

Касумян А.О. 2009. Звуковая сигнализация у рыб. Учебное пособие. М.: Изд-во Московского университета. 157 с.

## **V. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ**

Уровень знаний поступающих в аспирантуру МГУ оценивается по десятибалльной шкале. При отсутствии поступающего на вступительном экзамене в качестве оценки проставляется неявка. Результаты сдачи вступительных экзаменов сообщаются поступающим в течение трех дней со дня экзамена путем их размещения на сайте и информационном стенде структурного подразделения. Вступительное испытание считается пройденным, если абитуриент получил семь баллов и выше.

## **VI. АВТОРЫ**

1. Касумян Александр Ованесович, д.б.н., заведующий кафедрой ихтиологии

2. Емельянова Наталья Григорьевна, к.б.н., ведущий научный сотрудник кафедры ихтиологии