

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



## ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

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

### 1.5.16. Гидробиология

кафедра общей экологии и гидробиологии биологического  
факультета МГУ

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

## **I. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ**

Настоящая программа предназначена для организации приема вступительного экзамена в аспирантуру по гидробиологии 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**

### **1. История, предмет, основные понятия и методы гидробиологии.**

История изучения биологии водоемов. Выдающиеся ученые-гидробиологи. Основные этапы биологических исследований водных экосистем. Развитие гидробиологии в России. Основные институты, биологические станции, экспедиции и другие структуры РФ, проводящие исследования водных экосистем.

Значение гидробиологии. Гидросфера и жизнь в ней. Значение водных биоценозов в биосфере и практической деятельности человека. Основные принципы и понятия. Факторы воздействия: абиотические, биотические, антропогенные.

Методы гидробиологических исследований для: установления видового состава и распределения в водоеме; определения численности, биомассы, продукции, репродуктивной фазы, плодовитости и рационов гидробионтов. Гидрохимические методы: определение температуры, солености, содержания растворенного кислорода, pH и биогенных элементов. Гидрологические методы: определение глубины, прозрачности, скорости течения. Приборы для сбора планктона (планктонные сетки, планктонометры, батометры), нектона (траблы, сети, ловушки) и бентоса (скребки, драги, дночерпатели).

Современные проблемы гидробиологии: глобальные климатические изменения, загрязнение, эвтрофирование и нарушение гидрологического режима водоемов, переэксплуатация биологических ресурсов, биологические инвазии чужеродных видов.

### **2. Физико-химические характеристики воды и грунтов, гидросфера как среда обитания.**

Физико-химическая характеристика воды. Физико-химические условия существования гидробионтов. Вода как среда обитания.

Уникальные физико-химические свойства воды: удельная теплоемкость, скрытая теплота плавления и парообразования, температурный максимум плотности, вязкость, высокая растворяющая способность и их влияние на функционирование водных экосистем. Движение воды.

Физико-химические свойства грунтов водоемов.

### **3. Гидросфера и ее население**

Влияние физико-химических условий на жизнь гидробионтов. Ионы минеральных солей и их влияние на гидробионтов. Агалинные, пресноводные, солоноватоводные, морские и ультрагалинные водоемы, их фауна и флора. Солевой состав вод и водно-солевой обмен гидробионтов. Осмотическая связь гидробионтов со средой, пойкилоосмотичные и гомоосмотичные гидробионты (гипертоники и гипотоники). Избегание обсыхания, уменьшение влагоотдачи, выживание в высохшем состоянии. Защита от осмотического обезвоживания и обводнения: выбор осмотически благоприятной среды, осморегуляция и осмоизоляция. Активный и пассивный солевой обмен, и его механизмы. Выживаемость гидробионтов в условиях различной солености, эвригалинныe и стеногалинныe виды.

Состав среды и гидробионты. Макро- и микроконцентраты химических элементов. "Кремниевые" и "кальциевые" организмы, их роль в геологических и экологических процессах. Растворенные в воде газы и дыхание гидробионтов. Количество и соотношение газов, растворенных в воде. Биогенные источники газов. Кислород и его содержание в водоемах. Адаптации гидробионтов к разным уровням растворенного кислорода. Интенсивность газообмена у различных гидробионтов, ее зависимость от внешних условий. Газообмен как показатель обмена веществ и энергии. Устойчивость гидробионтов к дефициту кислорода, эвриокси菲尔ные и стеноокси菲尔ные виды. Летние и зимние заморы. Углекислота и ее влияние на гидробионтов. Сероводород, аммиак, метан, их источники и влияние на организмы. Водородные ионы и окислительно-восстановительный потенциал. Активная реакция среды в естественных водоемах. pH среды, его влияние на гидробионтов; стеноионные и эвриоионные виды. Растворенные органические и взвешенные вещества.

Растворенная органика и ее роль в питании и коммуникации гидробионтов. Мутность воды и ее влияние на функционирование водного биоценоза. Адаптации гидробионтов к жизни в водоемах с разной мутностью.

Температура, свет, звук, электричество и магнетизм. Диапазон температуры в водоемах. Влияние температуры на обмен веществ гидробионтов. Термочувствительность и границы термоадаптации. Пойкилтермные и гомойтермные группы гидробионтов, эвритермные и стенотермные виды. Температурная стратификация и ее влияние на водные экосистемы. Сезонные явления в жизни водоемов. Цикломорфоз, или периодическая изменчивость облика водных организмов.

Типы водоемов:

- морские (океаны, моря, солоноватоводные: внутренние моря, эстуарии, лиманы, лагуны и марши);
- континентальные: лентические (озера, водохранилища, малые водоемы, включая временные); лотические (реки, ручьи, родники); болота; материковые водоемы с повышенной минерализацией; подземные воды; грунтовые воды (пещерные, фреатические, интерстициальные); артезианские воды; минеральные воды.

Мировой океан и его население. Общая характеристика населения пелагиали и бентали. Население разных глубин. Морские экосистемы: литораль и мангровые заросли; сублитораль и коралловые рифы; пелагическая зона; батиальная, абиссальная и ультраабиссальная зоны; области апвеллинга; солноватоводные экосистемы. Географические области Мирового океана, особенности биогеографического районирования океанов. Исторические, палеоклиматические и физико-географические аспекты. Границы, гидрологическая, флористическая и фаунистическая характеристика биогеографических областей: Арктическая область, Бореальная Пацифическая область, Бореальная Атлантическая область, Тропическая Атлантическая область, Тропическая Индо-Пацифическая область, Нотальная область, Антарктическая область. Амфибoreальное и биполярное распределение гидробионтов. Эндемизм и космополитизм в морских экосистемах. Количественный и видовой состав населения разных географических зон.

Континентальные водоемы и их население. Условия жизни, общая характеристика и особенности населения: потамобионты и лимнобионты. Количественный и качественный состав населения материковых вод. Факторы, влияющие на распределение гидробионтов. Размеры ареалов и эндемизм. Пресноводные экосистемы и их значение в природе.

Морфо-экологические группы гидробионтов: планктон, бентос, нектон, нейстон, перифитон и плейстон. Адаптации организмов к обитанию в водоемах. Плавучесть, активное и пассивное движение, миграции. Лито-, псаммо-, пело-, аргилло- и фитофилы. Экологическая валентность видов: эврибионты, стенобионты и убиквисты, "-филы" и "-фобы", амфибионты, полуводные, гетеротопы.

#### **4. Популяции гидробионтов.**

Питание гидробионтов. Классификация водных организмов в зависимости от характера питания, особенности питания водных животных. Деление гидробионтов по типу питания: автотрофы (фотосинтетики и хемосинтетики), гетеротрофы (сапротрофы и паразиты). Способы добывания пищи: заглатывание грунта и сорбирование детрита, фильтрация, седиментация, сосабливание, пастьба, охота, паразитизм. Пищевая элективность, спектры питания, количественная оценка выборочности и интенсивности питания. Интенсивность потребления пищи. Усвоение пищи, интенсивность ассимиляции. Суточные и сезонные ритмы питания. Различия в динамике питания у гидробионтов из разных географических зон. Пищевые сети и их значение.

Стратегии жизненных циклов гидробионтов. Формы размножения. Ритмы размножения. Плодовитость. Оплодотворение. Эмбриональное развитие. Метаморфоз и личиночные стадии. Выживаемость зародышей, личинок и молоди. Постэмбриональное развитие. Время наступления половой зрелости. Рост и продолжительность жизни. Смертность.

Хорологическая, возрастная, половая и генеративная структура популяции. Генетическая структура популяций и механизмы ее поддержания. Внутрипопуляционная изменчивость, функциональная разнокачественность особей.

Внутрипопуляционные взаимоотношения (борьба и взаимопомощь, конкуренция и биохимическое ингибирование). Образование стай и скоплений.

Динамика численности и биомассы популяций. Эффект Олли. Суточная, сезонная и годовая динамика. Функциональные особенности популяций. Биологическая продукция. Эффективность использования пищи на рост. Энергобаланс популяций. Рост популяций: неограниченный и затухающий.

## **5. Водные экосистемы, пищевые сети, роль микробной "петли" и вирусов.**

Структура водных экосистем: трофическая, видовая, хорологическая (пространственная) и размерная.

Межпопуляционные отношения в экосистемах. Нейтрализм и конкуренция. Взаимодействия хищник-жертва. Симбиоз (включая паразитизм и другие формы).

Функциональные особенности водных экосистем.

Трансформация веществ и энергии. Каналы трансформации, ее интенсивность и эффективность. Функционирование микробных планкtonных пищевых сетей. Микробная "петля" и ее значение в водных экосистемах, роль вирусов. Метаболические взаимоотношения между фито- и бактериопланктоном. Роль бактерий в питании фильтрующего зоопланктона.

Современные методы исследований пищевых отношений организмов (использование анализа соотношений стабильных изотопов и состава жирных кислот).

Биологическое самоочищение водоемов и формирование качества воды.

Взаимодействие живого и косного компонентов. Устойчивость экосистем. Биогеохимические циклы: азота, фосфора, серы, углерода, железа и марганца.

## **6. Новообразование и трансформация органического вещества, первичная и вторичная продукции.**

Первичная продукция: процессы образования первичной продукции, способы и методы оценки, эффективность первичной продукции. Первичная продукция в различных водоемах и водотоках.

Вторичная продукция: методы расчета. Темп и эффективность вторичного производства. Продукция разных групп гетеротрофов.

Динамика экосистем. Автотрофная и гетеротрофная сукцессии. Флуктуации и трансформация экосистем.

## **7. Основы рационального использования гидросферы.**

Биологическая продуктивность водных экосистем разного типа. Мировой промысел рыбы, беспозвоночных, морских водорослей. Потенциальный и реальный промысел рыбы и морепродуктов, ограничивающие его факторы. Китобойный промысел как пример нерационального использования ресурсов океана. Рыбный промысел России.

Биологические ресурсы гидросферы, их освоение и воспроизводство. Мировой промысел гидробионтов. Промысел гидробионтов континентальных водоемов.

Биологические основы аквакультуры. Биологические основы марикультуры. Пастбищное рыбоводство в озерах и водохранилищах. Прудовое рыбоводство. Марикультура рыб и беспозвоночных. Культивирование водорослей.

Устойчивое (неистощительное) использование водных биоресурсов. Использование гидробионтов в промышленных и медицинских целях.

## **8. Антропогенное воздействие на водные экосистемы и их способность к самоочищению.**

Основные антропогенные нагрузки на водные экосистемы. Первичное и вторичное загрязнение водных экосистем. Приоритетный список загрязняющих гидросферу веществ, их классификация и биоцидные свойства. Наиболее опасные для гидробионтов и человека загрязняющие вещества-ксенобиотики и пути поступления их в водные экосистемы.

Классификация источников загрязнения водных объектов. Характеристика источников загрязнения водоемов: радионуклиды, нефтепродукты, пестициды, тяжелые металлы и другие вещества. Причины и последствия антропогенного эвтрофирования водоемов. Бытовые, промышленные и сельскохозяйственные стоки, их влияние на экосистему водоемов и состояние гидробионтов. Причины и последствия «вредоносного цветения» и «зеленых приливов» в водоемах.

Инвазии чужеродных видов в водные и околоводные экосистемы.

Биологическое самоочищение водоемов и формирование качества воды. Способы очистки сточных вод. Физико-химические и биологические основы самоочищения. Минерализация органического вещества. Биоседиментация и осветление воды. Биологическая детоксикация. Фотосинтетическая аэрация воды и обогащение ее метаболитами. Экологические основы борьбы с биологическими помехами. Токсины, выделяемые гидробионтами.

Показатели оценки качества вод. Системы международной классификации оценки качества вод. Система сапробности.

## **9. Экологические основы охраны гидросферы, биоиндикация и гидробиологический мониторинг вод.**

Концепция экологической безопасности России. Стратегические ресурсы, экологические последствия их добычи и использования. Добыча углеводородов на шельфе и потенциальные чрезвычайные экологические ситуации. Пресная вода как товар. Чрезвычайные экологические ситуации природного и техногенного характера в водных экосистемах. Фазы инициирования, распространения и ликвидации. Мониторинг и экологическая экспертиза последствий стихийных бедствий и техногенных катастроф. Зоны экологического бедствия. Накопленный экологический вред. Виды водопользования и их приоритетность, основы рационального водопользования, требования к качеству вод для разных видов водопользования, основные нормирующие документы. Недостатки нормирования качества воды по ПДК и альтернативные варианты нормирования, региональные ПДК, БДК по бассейновым округам, ЭДУ. Биоиндикация вод. Система гидробиологического мониторинга вод. Система видов-индикаторов качества вод.

Законодательные основы охраны водных объектов. Закон об охране водных биологических ресурсов. Рыбоохранная деятельность. Охрана вод от загрязнения. Меры предупреждения антропогенного эвтрофирования.

## **10. Международные формы сотрудничества при охране вод и сохранении их биоресурсов.**

Мировая проблема истощения водных ресурсов. Международное сотрудничество по охране биоресурсов. Красная книга гидробионтов. Ограничения по вылову гидробионтов. Международное сотрудничество по охране водоемов от загрязнения. Международное сотрудничество в области предотвращения вселений и контроля чужеродных видов гидробионтов. Международный мониторинг водных объектов.

### **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.** Физико-химическая характеристика воды. Физико-химические условия существования гидробионтов. Вода как среда обитания.

**Вопрос 2.** Первичная продукция: процессы образования первичной продукции, способы и методы оценки, эффективность первичной продукции. Первичная продукция в различных водоемах и водотоках.

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

### **Билет №2**

**Вопрос 1.** Континентальные водоемы и их население. Условия жизни, общая характеристика и особенности населения: потамобионты и лимнобионты. Количественный и качественный состав населения материковых вод. Факторы, влияющие на распределение гидробионтов. Размеры ареалов и эндемизм. Пресноводные экосистемы и их значение в природе.

**Вопрос 2.** Вторичная продукция: методы расчета. Темп и эффективность вторичного производства. Продукция разных групп гетеротрофов.

**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**

1. Константинов А.С. Общая гидробиология. – Москва, Высшая школа, 1986.
2. Зернов С.А. Общая гидробиология. – М.-Л. АН СССР, 1949.
3. Зенкевич Л.А. Биология морей СССР. Москва. АН СССР, 1963.
4. Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. – Ленинград, Наука, том 1, 1969.
5. Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. – Ленинград, Наука, том 2, 1980.

### **2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ**

1. Алимов А.Ф. Введение в производственную гидробиологию. Ленинград, Гидрометеоиздат, 1985.

2. Бурковский И.В. Морская биогеоценология. Организация сообществ и экосистем. М.: 2003. 285 с.
3. Виноградов М.Е., Шушкина Э.А. Функционирование планктонного сообщества эпипелагиали океана. – М.: Наука, 1987, 240 с.
4. Верещака А.Л. Биология моря. Москва, Научный мир, 2003
5. Винберг Г.Г. Первичная продукция водоемов. Минск, Вышэйшая школа, 1960.
6. Жадин В.И., Герд С.В. Реки, озера и водохранилища. – Москва, Учпедгиз, 1961.
7. Жирков И.А. Жизнь на дне. Москва, Товарищество научных изданий КМК, 2010.
8. Одум Ю. Экология. Москва, Мир, 1986.
9. Парсонс Т.Р., Такахashi M., Харгрейв Б. Биологическая океанография. Москва. Легкая и пищевая промышленность. 1982.
10. Программа и методика изучения биогеоценозов водной среды. Биогеоценозы морей и океанов. – М.: Наука, 1970, 232 с.
11. Романенко В.И. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах. – Л., Наука, 1985, 295 с.
12. Сорокин Ю.И. Черное море (природа, ресурсы). М.: Наука, 1982. 215 с.
13. Федоров В.Д. Изучение фитопланктона и его активности. Москва, МГУ, 1982.
14. Федоров В.Д., Капков В.И. Руководство по гидробиологическому контролю качества природных вод. – М.: 2000, 120 с.
15. Федоров В.Д. и др. Практическая гидробиология. Под ред. В.Д. Федорова и В.И. Капкова. М.: 2006. 367 с.
16. Хатчинсон Д. Лимнология. Москва, Прогресс, 1969.

## **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. Дгебуадзе Юрий Юлианович, академик РАН, заведующий кафедрой общей экологии и гидробиологии;
2. Ильинский Владимир Викторович, д.б.н., профессор кафедры общей экологии и гидробиологии;
3. Мазей Юрий Александрович, д.б.н., профессор кафедры общей экологии и гидробиологии.