

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
**ЛИМНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ЛИН СО РАН)**



**УТВЕРЖДАЮ**

Директор

**А.И. Федотов**

«01» апреля

**2022 г.**

**ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ НА  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ – ПРОГРАММЫ  
ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В  
АСПИРАНТУРЕ**

Область науки:

1. Естественные науки

Группа научных специальностей:

1.5. Биологические науки

Научная специальность: **1.5.16. Гидробиология**

Иркутск, 2022

## **1. Формула специальности:**

Гидробиология – область экологии, изучающая закономерности взаимодействия водных организмов (гидробионтов) между собой и с абиотическими факторами водоемов. Предмет гидробиологии составляют экологические группировки гидробионтов (планктон, нектон, бентос и т. п.) в морских и континентальных водоемах разных типов и разнообразные водные экосистемы (моря, озера, водохранилища, реки с их водосборным бассейном и др.).

## **2. Направления исследований:**

1. Влияние факторов водной среды на гидробионтов и на их биологические характеристики разного уровня (генетические, биохимические, морфологические, физиологические, онтогенетические).
2. Экологические основы жизнедеятельности гидробионтов, включая процессы водно-солевого и энергетического обмена, питания, размножения, роста и развития.
3. Динамика численности популяций гидробионтов, механизмы регуляции их обилия и пространственное распределение.
4. Закономерности и механизмы формирования разнообразия, структуры, динамики водных сообществ и гидробиоценозов.
5. Потоки вещества и энергии в водных экосистемах, процессы переноса и трансформации вещества и энергии в водоемах, биологическая продуктивность и трофическая структура сообществ.
6. Биогеографические и макроэкологические аспекты распределения гидробионтов в водоемах разных типов. Связь продуктивности и разнообразия водных экосистем с гидрологическими особенностями водоемов и климатическими условиями.
7. Формирование качества природных вод. Процессы, механизмы и последствия естественных изменений и антропогенных воздействий на водные экосистемы. Эффекты загрязнения водоемов потенциально токсичными веществами (водная токсикология). Процессы загрязнения вод компонентами, меняющими трофность водной среды, и самоочищение водоемов (санитарная гидробиология). Методы оценки состояния водной среды, биоиндикация, биотестирование и биомониторинг водных экосистем. Ресурсный потенциал водных экосистем. Разработка научных основ промысловой гидробиологии и биотехнологии. Биообрастания и методы борьбы с ними.

## **ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ**

1. Предмет, цели и задачи гидробиологии. Структура гидробиологии как области знаний, ее важнейшие современные направления и проблемы.

2. Гидросфера. Учение В.И.Вернадского о биосфере. Геологическая история Земли и развитие гидросферы. Ее биологические и минеральные ресурсы. Биогеохимические циклы основных элементов (углерода, азота, фосфора, кремния) и механизмы глобальных процессов переноса веществ в системе: океан - атмосфера - континентальные воды. Структура гидросферы. Представление о степени единства физико-химических параметров водных масс и их населения. Пространственная организация биоты гидросферы. Видовые популяции, экосистемы и трофические зоны как элементы ее структуры. Типы и размеры ареалов гидробионтов. Климатические зоны Земли и гидрологическая структура Океаносферы. Представление о широтной и вертикальной зональности качественного и количественного распределения гидробионтов в морских и континентальных водах.

3. Абиотические, биотические и антропогенные воздействия на гидробионтов. Представление о ключевых факторах водной среды. физико-химические свойства воды. Природные воды как среда жизни.

4. Температура. Современные пространственно-временные градиенты температурных условий в гидросфере. Роль температуры в развитии вертикальной стратификации вод.

Температура как фактор физиологического и экологического действия. Коэффициент Вант-Гоффа, температурная кривая Крота-Арениуса. Адаптации эктотермных организмов к температурным воздействиям. Эври- и стенотермные формы.

5. Соленость. Классификация, причины и степень различий природных вод по величине минерализации и особенностям солевого состава. Роль солености в формировании вертикальной стратификации вод. Морские, пресноводные, солоноватоводные и ультрагалинные организмы. Критическая соленость.

6. Соленость как фактор физиологического и экологического действия: соленостный (адаптации гидробионтов к величине концентрации солей в воде) и рапический (адаптации к изменениям ионного состава вод) эффекты. Эври- и стеногалинные формы. Осмокотформеры и осморегуляторы.

7. Газовый режим. Источники образования, содержание в природных водах, пути трансформации и характер влияния на гидробионтов: кислорода, углекислого газа, сероводорода и метана. Особенности дыхания гидробионтов.

8. Свет. Распространение света в воде и условия существования растений и животных. Свет как сигнальный фактор в жизни гидробионтов. Явление биолюминесценции моря, ее причины и значение в биотических отношениях гидробионтов.

9. Активная реакция среды. Химизм воды и грунтов и величины активной реакции среды (рН) и окислительно-восстановительного потенциала (Eh). Смещения показателей рН и Eh водной среды как факторы физиологического и экологического действия. Еври- и стеноионные гидробионты.

10. Субстрат. Биотопическое и эдафическое разнообразие водной среды. Характерные приспособления гидробионтов к условиям обитания. Представление о планктоне, нектоне, бентосе, плейстоне и нейстоне как о жизненных формах гидробионтов. Условия гидродинамики. Причины и основные механизмы вертикальных и горизонтальных переносов вод (течения, апвеллинг, даунвеллинг, конвекции). Механизмы развития и характерные проявления стратификации вод. Понятие о полярном фронте. Условия перемешивания вод как фактор экологического действия, ограничивающий качественное разнообразие и количественные параметры биоты.

11. Концепция лимитирующих факторов (закон минимума Либиха, закон толерантности Шелфорда). Представление об экологической валентности и толерантном диапазоне гидробионтов.

12. Популяции гидробионтов. Понятие об экотопе. Однородность экотопов в водной среде, размеры и пространственная структура популяций гидробионтов. Размерно-частотная, возрастная и половая структура популяций. Динамика численности популяций. Биоценозы гидробионтов. Видовая структура сообществ. Принципы выделения биоценозов. Формы симбиоза гидробионтов. Трофические связи организмов в сообществе. Консорции. Принципы их организации и выделения.

13. Размерная и трофическая структура сообществ. Классификация водных гетеротрофов по типу питания, их пищевая избирательность.

14. Понятие об экологической нише. Пространственная и трофическая ниша. Фундаментальная ниша Дж. Хатчинсона. Понятие о потенциальной и реализованной нише.

15. Биоценоз К.Мебиуса как самоорганизующаяся биосистема. Принцип доминирования и реальность существования гидробиоценозов бентали и пелагиали. Экотопы в водной среде. Гидробионты как виды эдификаторы. Границы и размеры гидробиоценозов морских и континентальных вод. Аналогичные биоценозы (экоципы). Водные экосистемы. Соотношение

понятий экосистема (А.Тенсли) и биогеоценоз (В.Н.Сукачев). Понятия биотоп и экотоп. Структурные особенности бентосных и пелагических экосистем. Сукцессии экосистем, их причины и направление. Понятия климакс и гомеостаз. Трофические уровни потока вещества и энергии (продуценты, консументы, редуценты) и трофическая структура экосистем. Трофические цепи и трофические сети в водоемах.

16. Питание гидробионтов. Особенности автотрофного, гетеротрофного и миксотрофного способов питания гидробионтов. Классификация гетеротрофов по приспособлениям к условиям питания. Основные источники и формы их пищи (животная и растительная пища, детрит, сестон). Представление о селективности и эллективности питания гетеротрофов. Теория А.Пюттера.

17. Репродуктивная экология гидробионтов. Способы размножения гидробионтов. Соленостные и температурные адаптации их репродуктивных процессов. Типы обмена гетеротрофов. Скорость потребления кислорода и скорость фильтрации как показатели интенсивности обмена. Характер изменений трат на обмен водных животных в зависимости от температурных условий и массы тела особей. Закономерности роста гидробионтов (аллометрический рост, экспоненциальный, параболический и асимптотический рост). Энергетический принцип изучения трансформации и баланса вещества в водных биосистемах.

18. Первичная продукция. Степень утилизации солнечной энергии в водоемах. Валовая и чистая продукция. Методы определения первичной продукции фитопланктона. Продукция консументов. Представление о продукции популяций животных как скорости образования органического вещества. Методы расчета продукции популяций зоопланктона, бентоса и нектона. Продукционные показатели популяций ( $P/V$ - коэффициент,  $K_2$ ) и "Физиологический" способ расчета продукции. Понятию об удельной продукции. Поток энергии популяции. Трофодинамический подход в популяционной экологии гидробионтов.

19. Продукция биоценозов. Особенности продукционных процессов в сообществах зоопланктона и зообентоса. Продукция и деструкция органического вещества в ихтиоценозах. Продукционные показатели сообществ ( $P/V$ -коэффициент и  $K_2$ ) как их обобщенная функциональная характеристика. Продукция хищных и мирных животных и соотношение их величин в биоценозах.

20. Биоседиментация. Роль сообществ фильтраторов в процессах биоседиментации и деструкции органического вещества в морских и континентальных водоемах. Пояс фильтраторов и количественные эффекты процессов седиментации и трансформации вод в морских и континентальных акваториях.

21. Трофодинамический подход к изучению потока энергии в экосистемах и концепция трофических уровней в гидробиологии. Формы существования органического вещества в экосистемах (детрит, живые организмы), их соотношение и пути взаимных переходов. Первичная и вторичная продукция и деструкция органического вещества как уровни потока вещества в водных экосистемах. Детритные пищевые цепи в водных экосистемах.

22. Балансовый подход к изучению водоемов. Первичная продукция в водоемах разного типа. Роль в водоемах продукции макрофитов и бактериальной продукции. Понятие о продуктивности водоемов.

23. Первичная и вторичная продукция, деструкция и накопление органического вещества как элементы биотического баланса водоемов.

24. Смещения параметров биотического баланса водоемов при их эвтрофировании и загрязнении. Понятие о стабильности, выносливости и устойчивости водных экосистем. Региональная гидробиология.

25. Моря и океаны. Геоморфологическая и гидрологическая структура океаносферы и типизация ее акваторий. Теория тектоники литосферных плит. Концепция биологической структуры океана Зенкевича - Богорова. Характерные водные массы и циркуляции вод и принципиальная биогеографическая структура Мирового океана.

26. Пелагиаль. Характерные океанические водные массы и особенности состава их населения. Закономерности вертикального и горизонтального распределения организмов фито- и зоопланктона и нектона. Миграции организмов фито- и зоопланктона, их причины, масштабы и биологическое значение. Представление о звукорассеивающих слоях. Бенталь. Вертикальная смена геоморфологических структур и придонных водных масс и распределение бентоса: шельф (супралитораль, литораль, сублитораль), батиаль, абиссаль и ультраабиссаль. Особенности биогеографического районирования шельфа, батиаля и абиссали.

27. Континентальные водоемы. Основные принципы типизации и классификация континентальных вод по гидрологическим, гидрохимическим и биологическим характеристикам.

28. Особенности биогеографии континентальных водоемов. Генезис флорифаунистических комплексов Байкала, Аральского и Каспийского морей.

29. Озера. Их классификации и типология накопления вещества. Особенности гидрологического, гидрохимического и биологического режима озер. Естественное и антропогенное эвтрофирование озер, их причины, основные этапы и показатели. Борьба с антропогенным эвтрофированием.

30. Реки. Геоморфология и типология рек. Физико-географические факторы, определяющие режим рек. Устья рек, их формирование и особенности гидробиологического режима. Промысловая гидробиология. Структура промысловых ресурсов Океаносферы. Продукция морских рыб и нерыбных объектов (водоросли, беспозвоночные, млекопитающие) и уровень их современных уловов.

31. Представление о кормовой ценности гидробионтов. Понятие о кормовых ресурсах и кормовой базе водоемов, Биологическая основа, теория и практика промысловых прогнозов. Принципы рационального промысла. Оценка допустимой промысловой нагрузки на водоемы.

32. Аквакультура. Биологические основы аквакультуры. Особенности биотехнологии при мари- и лимнокультуре, специфика выращивания рыб и нерыбных объектов (моллюсков, ракообразных, водорослей). Основные объекты и цели аквакультуры. Влияние мероприятий аквакультуры на естественные экосистемы.

33. Техническая гидробиология. Явления биоповреждений в водной среде. Классификация биоповреждений и их причины. Организмы обрастатели как жизненная форма. Проблема обрастания судов, технических сооружений, зарастания водотоков. Меры борьбы с ними. Санитарная гидробиология.

34. Проблема чистой воды. Загрязнение водной среды как биосферный процесс. Основные загрязнители водоемов и эффекты их воздействия на гидробионтов и качество вод: нефть, тяжелые металлы, пестициды, детергенты, органические вещества, биогенные элементы. Причины, показатели и последствия эвтрофикации водоемов. Показатели сапробности вод и классификация водоемов по сапробности. Проблема ацидификации природных вод. Термальное загрязнение. Лимитирующий показатель вредности. Водная токсикология. Понятие о медианной летальной концентрации (ЛК50) и медианном времени выживания (ЛТ50). Эффекты совместного действия токсикантов (аддитивное, антагоническое и синергическое),

35. Принципы и методы индикации качества природных вод по биологическим показателям (биоиндикация). Биотестирование. Методы охраны вод. Предельно допустимая

концентрация загрязнителей (ПДК). Понятие о предельно допустимом сбросе (ПДС). Экологическая емкость водоемов. Их самоочищение и формирование качества вод. Методы биологической очистки вод. Принципы и практика использования искусственных экосистем в целях биологической мелиорации вод. Искусственные рифы. Интродукция и акклиматизация гидробионтов. Биологические основы, принципы и методы акклиматизации и интродукции гидробионтов. Их основные объекты. История и результаты направленных изменений флоро-фаунистических комплексов морских и континентальных водоемов Евразии: опыт реконструкции ихтиоценов и кормовой базы рыб Аральского, Каспийского, Азовского и Белого морей.

36. Уроки экологических просчетов: современные проблемы Байкала, Севана, Каспийского и Аральского морей. Экологические эффекты зарегулирования стока рек.

#### Рекомендуемая литература

1. Жизнь пресных вод СССР, т. 1-4, М., 1940-59.
2. Зернов С.А. Общая гидробиология. – М.-Л., 1949.
3. Кожова О.М. Введение в гидробиологию. – Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1987. – 244 с.
4. Константинов А.С. Общая гидробиология. – М.: Высш. школа, 1986. – 472 с.
5. Методы гидробиологического исследования (ред. Жадин В.И.). М: 1960.
6. Океанология. Биология океана / Под ред. М.Е. Виноградова. М.: Наука, 1977. Т. 1. Биологическая структура океана; Т. 1. Биологическая продуктивность океана.
7. Федоров В.Д, Гильманов Т.Г. Экология. М.: Изд-во МГУ, 1980.
8. Романенко В.Д. Основы гидроэкологии: Учебник для студентов высших учебных заведений. - Киев: Генеза, 2004. - 664 с.
9. Хатчинсон Д. Лимнология. Географические, физические и химические характеристики озер. Сокращенный перевод с английского Г.В. Цыцарина и Г.Г. Шинкар. Москва. Прогресс. 1969. 590 с.
10. Калайда, М. Л. Гидробиология: учебное пособие / М. Л. Калайда, М. Ф. Хамитова. — Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2019. — 191 с. — ISBN 978-5-903090-90-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/79991.html>.

**Разработчик программы:** ученый секретарь, к.б.н. Максимова Н.В.

ЛИСТ ОБНОВЛЕНИЯ

Дата	Внесенные обновления	Подпись