ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе и
международной деятельности

_____ Т.А. Клочкова

11 сентября 2019 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В АСПИРАНТУРУ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 06.06.01 «БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ», НАПРАВЛЕННОСТИ (ПРОФИЛЮ) «ГИДРОБИОЛОГИЯ»

Петропавловск-Камчатский

2019

Программа вступительного экзамена составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 05.04.07 «Экология и природопользование» (уровень магистратуры).

Составитель программы вступительного экзамена

профессор кафедры «Экология
и природопользование»,
доктор биологических наук Н.Г. Клочкова

Программа вступительного экзамена рассмотрена и одобрена на заседании Научно-технического совета
протокол №_1_от «11»_сентября_2019 г.

Проректор по научной работе и
международной деятельности Т.А. Клочкова

1. Гидробиология как наука о водных организмах

Место гидробиологии в системе биологических наук. Предмет гидробиологии. Цели и задачи. Основные научные направления и подходы к изучению объекта – описательный, количественный, системный. Научные школы в отечественной гидробиологии (Зернов, Скадковский, Зенкевич, Ивлев, Винберг, Жадин, Гаевская).

Понятие о системном подходе. Система и слагающие ее элементы. Понятие об организации систем и особенностях структуры. Изолированные, закрытые и открытые системы. Биологические системы. Системы с активным и пассивным управлением.

Экологические системы. Особь как элементарная единица экосистемы. Популяция и трофическая группировка как основные подсистемы биотической компоненты экосистем. Составные части экосистемы, ее абиотические и биотические компоненты. Развитие представлений о взаимозависимости населения и биотопа (Тэнсли, Сукачев, Зенкевич). Биоценология – учение об экосистемах, живой частью которых является биоценоз. Соотношение понятий: биоценоз Мебиуса, биотоп Даля, биогеоценоз Сукачева, экосистема Тэнсли и Эванса.

Биогеоценоз – хорологическая единица биосферы. Различные подходы к определению и изучению гидробионтов: флоро-фаунистический принцип описания, описания на основе прямых трофических связей и связей через экологический метаболизм. Энергетические зависимости и независимые сообщества.

Круговорот веществ в гидросфере и учение о биосфере В.И. Вернадского. Биогеохимические циклы основных элементов живого вещества – углерода, азота, фосфора, кремния. Синтез и распад органического вещества в гидросфере.

Соотношение между фото- и хемосинтезом. Хемосинтез и его роль и место в океанической экосистеме. Гидротермальные процессы, их роль в химизме океанической гидросферы. Гидротермальные сообщества. Экосистема, основанная на использовании геотермальной энергии и энергии минеральных соединений.

Методы исследования водных экосистем. Задача количественной оценки взаимодействия элементов в системе. Одно- и многофакторный эксперимент при получении моделей. Изучение связей в экосистемах с помощью регрессионного анализа. Структурно-статистический и термодинамический подходы в экологических исследованиях. Адекватность моделей и их прогностические возможности.

2. Физико-химические факторы внешней среды и реакция на них организмов

Активная реакция среды. Eh, pH в воде и грунте. Понятие об окислительно-восстановительном потенциале и его влиянии на процессы, связанные с жизнью и активностью гидробионтов.

Гидростатическое давление и его влияние на вертикальное распределение и биологические особенности организмов.

Субстрат. Вода как среда обитания гидробионтов и приспособленности гидробионтов к водному образу жизни. Приспособление к обитанию в толще во-

ды, на поверхности грунта и в его толще. Приспособления водных организмов к обитанию в проточных водоемах и в зоне прибоя.

Свет. Свет как фактор, регулирующий условия существования и поведения гидробионтов. Фотосинтез растений, связь освещенности с фотосинтезом. Понятие компенсационной точки. Фототаксис животных.

Температура. Температура как фактор, регулирующий активность гидробионтов. Коэффициент Ванг-Гоффа и температурная кривая Крога. Температура и распространение организмов. Стено- и эвритермные организмы. Тепловодные и холодноводные организмы. Пойкилотермные и гомотермные организмы.

Соленость. Соленость как фактор, определяющий распространение гидробионтов. Адаптация гидробионтов к изменению солености. Осморегуляция и понятие критической солености.

Газовый режим. Растворенные кислород и углекислота. Особенности дыхания животный в воде. Сероводород, его образование и окисление.

3. Структурные характеристики биотической компоненты экосистем

Структура популяций, видовая структура сообществ. Олиго- и полимиксные сообщества. Методы количественной оценки структуры (биомасса, число видов).

Показатели разнообразия и сходства.

Доминирующие и руководящие (индикаторные) формы. Относительное обилие популяций как показатель структуры сообщества. Нормальное и логнормальное распределение гидробионтов (Престон). Модели относительного обилия, их ограничения (Макартур).

Трофическая структура сообщества. Понятие о трофическом уровне и трофической группировке. Продуценты, консументы, редуценты.

Отношения организмов в пределах одной трофической группы. Пищевая конкуренция. Принцип Гуазе, его ограничения. «Парадокс» планктона.

Отношения организмов различных трофических группировок. Опыты Гаузе и математические модели Волтера и Лотки. Трофические цепи и сети. Колебание численности популяций как результат запаздывания отклика при взаимодействии хищника и жертвы.

Методы количественной оценки пищевых взаимоотношений организмов и сообществ. Величина рациона, общий и чистый рацион. Пищевая избирательность. Классификация гидробионтов по типу питания (Н.С. Гаевская).

Пространственная структура сообществ. Однородность и неоднородность биотопа. Убежища Количественная и качественная неоднородность, неоднородность сообществ, микрораспределение. Механизмы, обусловливающие пространственную неоднородность – центробежные и центростремительные силы (по В.С. Ивлеву).

Население водной толщи. Планктон и нектон. Вертикальное распределение и миграция гидробионтов. Горизонтальное распределение и активные миграции гидробионтов. Перемещение водных масс и проблема их биоиндикации.

Население границы раздела «вода-воздух». Нейстон: плейстон. Население границы раздела «вода-грунт». Инфауна и эпифауна. Консорции как реальная единица структуры биоценоза (Беклемишев, Раменский).

Население грунтов. Инфауна и интерстициальная фауна.

Граница биоценозов. Понятие об экотоне. Механизмы экспатриации (выноса), миграции и интродукции гидробионтов и проблема пространственной перестройки биоценозов.

Понятие экологической ниши. Трофический и пространственный аспекты. Фундаментальная ниша Д.Э. Хатчисона. Потенциальная и реализованная ниша. Проблема акклиматизации гидробионтов.

4. Функциональные характеристики сообществ

Представления о продукции как о важнейшей функциональной характеристике сообществ. Основные понятия – первичная, вторичная и конечная продукция. Вопросы терминологии (продукция, продуктивность). Выражение продукции в единицах энергии и единицах массы.

Первичная продукция. Фотосинтез и хемосинтез. Валовая эффективная и чистая продукция. Отличия процессов создания первичной продукции в наземных и водных экосистемах. Первичная продукция морей и континентальных водоемов (масштаб и распределение). Степень утилизации солнечной энергии. Связь процессов накопления органического вещества с биотическими факторами (конкуренция за биогенные элементы, выедание). Методы определения первичной продукции (скляночные методы, по хлорофиллу, изменению содержания кислорода в фотической зоне, активной кислотности и др.). Их достоинства, недостатки и ошибки.

Бактериальная продукция. Численность и биомасса, методы расчета бактериальной продукции. Прямое микроскопирование, АТФ, скорость размножения (время генерации), радиоуглеродные методы. Бактериальная продукция водной толщи, осадков и обрастаний в морях и континентальных водоемах.

Продукция консументов (вторичная продукция). Фито- и зоофаги. Методы определения продукции популяций без постоянного пополнения (метод Бойсен-Иенсена и его модификации). Расчет продукции популяций с постоянным пополнением (графический, «физиологический» методы расчета). Радиоуглеродные методы. Определение продукции популяций по данным промысловой статистики и пополнения. Трофические коэффициенты – $К_1$, $К_2$. Оценка продукции различных групп консументов в региональном аспекте (Г.Г. Винберг).

Продукция сообществ. Оценка продукции сообществ через продукцию трофической сети. Чистая и валовая продукция сообществ. Методы ее определения, П/Б-коэффициент. Сравнение сообществ по продуктивности.

Деструкция органического вещества. Основные представления о прижизненном распаде органического вещества. Дыхание и пищеварение как основные функциональные механизмы разрушения органического вещества живым организмом. Их количественная оценка. Связь между интенсивностью обмена и массой тела, метод оценки.

Активный, пассивный и стандартный обмен. Уравнение Берталанфи.

5. Формирование, развитие и устойчивость экосистем

Понятие сукцессии как стадии развития экосистемы. Первичная и вторичная сукцессии, их характерные особенности. Движущие силы и направления сукцессии. Зрелость экосистемы и концепция климакса. Виды сукцессий. Исторические сукцессии и эволюция экосистем. Сезонные сукцессии и биологические сезоны. Пространственно-динамический аспект развития сообществ пелагиали. Случайные сукцессии – погодные, вызванные деятельностью человека, природными катастрофами.

Устойчивость природных экосистем. Различные способы ее оценки. Устойчивость по Ляпунову. Эмпирические подходы – Паттени и др. Гомеостаз системы как основной механизм поддержания устойчивости. Устойчивость экосистем к антропогенному воздействию и концепция предельно-допустимого воздействия (ПДВ).

6. Накопление и разрушение органического вещества в экосистеме

Форма существования органического вещества в экосистеме - живое, детрит, растворенное. Количественное соотношение между ними в водной толще и грунтах, пути взаимных переходов. Пищевая доступность органического вещества. Развитие представлений о важности растворенного органического вещества для существования и интеграции водных сообществ.

Теория Пюттера и ее современная интерпретация – экологический метаболизм. Принципиальная схема: соотношение замкнутого и открытого обмена в экосистеме.

Накопление органического вещества в экосистемах. Автохтонное и аллохтонное органическое вещество, соотношение между ними в экосистемах различного типа. Прижизненные выделения органического вещества растительными и животными организмами, их экологическая роль. Влияние на интенсивность выделения растворенного органического вещества условий внешней среды.

Разложение органического вещества в экосистемах. Прямое химическое окисление органических веществ. Стойкое и нестойкое органическое вещество. Водный гумус. Ферментативный распад, связанный с активностью гидробионтов. Экзоферменты.

Разложение органического вещества при дыхании и переваривании пищи. Связь интенсивности разложения с концентрацией пищи (величиной рациона). Включение в рацион гидробионтов живого вещества, детрита и растворенного органического вещества. Методы определения рациона.

Разложение мертвого органического вещества сапрофитными формами жизни. Роль бактерий, грибов и простейших в экосистеме. Мусорщики и сапрофаги.

Понятие баланса органического вещества в экосистеме. Методы расчета. Пирамида биомасс. Поток энергии через экосистему. Эффективность использова-

ния энергии организмами различных трофических уровней. Энергетическая пирамида. Поток энергии через систему по цепи хищник-жертва и по детритной цепи. Сравнение эффективности использования энергии в системах разного типа. Невозможность оценки метаболических связей в сообществах в рамках энергетического подхода.

Сбалансированность процессов накопления и потребления органических веществ в трофической цепи. Степень удовлетворения пищевых потребностей. Напряженность трофических связей.

7. Типология водоемов

Классификация водоемов: океаны и моря: озера и водотоки, водохранилища и пруды. Вертикальная экологическая зональность водоемов – основные черты структуры: бенталь морей и океанов – супралитораль, литораль, сублитораль (зона шельфа), батиаль (материковый склон), абиссаль (ложе океана), ультраабиссаль (глубоководные желоба). Соответствующие подразделения в пелагиали – эпипелагиаль, мезопелагиаль, батипелагиаль, абиссопелагиаль. Климатическая зональность водоемов – арктическая, бореальная, тропическая, нотальная и антарктическая зоны.

Важнейшие абиотические характеристики водоемов.

Соленость. Классификация водоемов по содержанию соли в воде. Соленость и пространственное распределение гидробионтов.

Свет. Солнечная радиация и законы распространения света в водной среде. Цветность воды. Цветовая адаптация гидробионтов.

Температура. Температурная стратификация, ее сезонная и широтная изменчивость. Термоклин. Эпилимнион и гиполимнион в озерах. Прямая и обратная температурная стратификация. Типы озер по термическому режиму (тропические, умеренные и полярные). Роль термоклина в существовании сообщества эпипелагиали океана, его «проницаемость» для мигрирующих интерзональных видов.

Особенности термического и солевого режима. ТС-кривые как индикаторы водных масс. Пикноклин как нижняя граница биотопа фитопланктона в пелагиали.

Перемещение вод. Течения. Общая схема циркуляции вод в океане. Основные конвергенции и дивергенции. Водные массы и структура. Перемешивание водных масс. Турбулентность. Конвекция и адвекция. Приливо-отливные явления. Ветровое и меромиктические озера (по Хатчинсону).

Важнейшие биотические характеристики водоемов.

Трофность. Биологическая классификация озер по А. Тиннеману и Е. Науману – эвтрофные, олиготрофные, мезотрофные, дистрофные озера. Выделение эвтрофии, мезотрофии, олиготрофных районов в пелагиали на дне океана. Бенталь озер – литораль (прибрежное мелководье), сублитораль (до нижней границы водной растительности), профундаль (дно глубоких озер). Соответствующие подразделения пелагиали – прибрежная и собственно пелагиаль.

Продуктивность. Основные представления о продуктивности как важнейшей характеристике водоема. Конечная (изымаемая человеком) продукция. Соот-

ношение между первичной и конечной продукциями. Продуктивность водоемов различной трофности. Продуктивные районы морей и океанов, их характеристика. Зависимость продуктивности донных сообществ от продуктивности фотической зоны. Потенциальная продуктивность водоемов и биологические ресурсы океана.

8. Особенности пространственной и трофической структуры основных природных экосистем

Экосистемы морей и океанов. Концепция биологической структуры океана Л.А. Зенкевича. Общие закономерности пространственного распределения жизни в Мировом океане.

Пелагиаль. Состав населения. Характеристика основных таксонов, их видовое разнообразие, количественное распределение, методы его оценки. Биогеографическое районирование пелагиали океана.

Фитопланктон. Закономерности вертикального и горизонтального распределения и факторы, его определяющие. Сезонные изменения обилия состава водорослей.

Зоопланктон. Закономерности пространственного распределения. Смена с глубиной видового состава и соотношения трофических групп. Суточные, онтогенетические и сезонные вертикальные миграции, их причины и биологическое значение.

Ихтиофауна. Рыбы эпипелагиали, мезопелагиали, глубоководные и придонные. Комплекс неритических видов. Систематический состав и закономерности географического распространения. Роль в трофических цепях пелагиали. Пелагические сообщества, их структурно-функциональные характеристики. Сообщества тропиков, умеренных и полярных районов северного и южного полушарий. Глубоководные сообщества.

Бенталь. Количественное распределение донного населения в Мировом океане и факторы, его определяющие. Методы количественной оценки.

Фитобентос, его групповой состав, вертикальная и географическая зональность. Развитие продуктивности в различных географических зонах.

Зообентос. Групповой состав мелководного и глубоководного бентоса. Мейо-, макро- и мегалобентос. Основные факторы, влияющие на распределение состава донной фауны. Донная фауна как база обитания бентосоядных рыб. Биогеографическое районирование донной фауны Мирового океана и ее связь с вертикальной фаунистической зональностью. Донные сообщества литорали, коралловых рифов шельфа, глубин океана. Сообщества обрастаний.

Примерный перечень вопросов к вступительному испытанию

1. Место гидробиологии в системе биологических наук. Предмет гидробиологии. Цели и задачи.
2. Свет. Свет как фактор, регулирующий условия существования и поведения

гидробионтов.
3. Структура популяций, видовая структура сообществ. Олиго- и полимиксные сообщества
4. Основные научные направления и подходы к изучению объекта – описательный, количественный, системный.
5. Фотосинтез растений, связь освещенности с фотосинтезом. Понятие компенсационной точки. Фототаксис животных.
6. Представления о продукции как о важнейшей функциональной характеристике сообществ.
7. Научные школы в отечественной гидробиологии (Зернов, Скадковский, Зенкевич, Ивлев, Винберг, Жадин, Гаевская).
8. Температура. Температура как фактор, регулирующий активность гидробионтов. Коэффициент Ванг-Гоффа и температурная кривая Крога.
9. Понятие сукцессии как стадии развития экосистемы. Первичная и вторичная сукцессии, их характерные особенности.
10. Понятие о системном подходе. Система и слагающие ее элементы.
11. Температура и распространение организмов. Стено- и эвритермные организмы.
12. Методы количественной оценки структуры (биомасса, число видов).
13. Понятие об организации систем и особенностях структуры. Изолированные, закрытые и открытые системы.
14. Показатели разнообразия и сходства.
15. Форма существования органического вещества в экосистеме - живое, детрит, растворенное. Количественное соотношение между ними в водной толще и грунтах, пути взаимных переходов.
16. Биологические системы. Системы с активным и пассивным управлением.
17. Основные понятия – первичная, вторичная и конечная продукция. Вопросы терминологии (продукция, продуктивность). Выражение продукции в единицах энергии и единицах массы.
18. Океаны и моря, озера и водотоки, водохранилища и пруды.
19. Экологические системы. Особь как элементарная единица экосистемы.
20. Тепловодные и холодноводные организмы. Пойкилотермные и гомо-термные организмы.
21. Доминирующие и руководящие (индикаторные) формы. Относительное обилие популяций как показатель структуры сообщества.
22. Популяция и трофическая группировка как основные подсистемы биотической компоненты экосистем.
23. Соленость. Соленость как фактор, определяющий распространение гидробионтов.
24. Первичная продукция. Фотосинтез и хемосинтез. Валовая эффективная и чистая продукция.
25. Нормальное и логнормальное распределение гидробионтов (Престон). Модели относительного обилия, их ограничения (Макартур).
26. Отличия процессов создания первичной продукции в наземных и водных экосистемах.

27. Экосистемы морей и океанов. Концепция биологической структуры океана Л.А. Зенкевича.
28. Составные части экосистемы, ее абиотические и биотические компоненты.
29. Адаптация гидробионтов к изменению солености. Осморегуляция и понятие критической солености.
30. Трофическая структура сообщества. Понятие о трофическом уровне и трофической группировке. Продуценты, консументы, редуценты
31. Развитие представлений о взаимозависимости населения и биотопа (Тэнсли, Сукачев, Зенкевич).
32. Отношения организмов в пределах одной трофической группы. Пищевая конкуренция.
33. Движущие силы и направления сукцессии. Зрелость экосистемы и концепция климакса.
34. Газовый режим. Растворенные кислород и углекислота. Особенности дыхания животных в воде.
35. Отношения организмов различных трофических группировок. Опыты Гаузе и математические модели Волтера и Лотки.
36. Промысел рыбы и водных объектов. Эксплуатация природных сообществ и аквакультура.
37. Биоценология – учение об экосистемах, живой частью которых является биоценоз.
38. Активная реакция среды. Eh, pH в воде и грунте. Понятие об окислительно-восстановительном потенциале и его влиянии на процессы, связанные с жизнью и активностью гидробионтов.
39. Первичная продукция морей и континентальных водоемов (масштаб и распределение).
40. Различные подходы к определению и изучению гидробионтов: флоро-фаунистический принцип описания, описания на основе прямых трофических связей и связей через экологический метаболизм.
41. Гидростатическое давление и его влияние на вертикальное распределение и биологические особенности организмов.
42. Трофические цепи и сети. Колебание численности популяций как результат запаздывания отклика при взаимодействии хищника и жертвы.
43. Круговорот веществ в гидросфере и учение о биосфере В.И. Вернадского. Биогеохимические циклы основных элементов живого вещества – углерода, азота, фосфора, кремния.
44. Вода как среда обитания гидробионтов и приспособленности гидробионтов к водному образу жизни.
45. Методы количественной оценки пищевых взаимоотношений организмов и сообществ. Величина рациона, общий и чистый рацион.
46. Приспособление к обитанию в толще воды, на поверхности грунта и в его толще. Приспособления водных организмов к обитанию в проточных водоемах и в зоне прибоя.
47. Методы определения первичной продукции; их достоинства, недостатки и ошибки.

48. Основные представления о продуктивности как важнейшей характеристике водоема. Конечная (изымаемая человеком) продукция.
49. Теория Пюттера и ее современная интерпретация – экологический метаболизм. Принципиальная схема: соотношение замкнутого и открытого обмена в экосистеме.
50. Классификация водоемов по содержанию соли в воде. Соленость и пространственное распределение гидробионтов.
51. Фитопланктон. Закономерности вертикального и горизонтального распределения и факторы, его определяющие.
52. Пространственная структура сообществ. Однородность и неоднородность биотопа. Количественная и качественная неоднородность, неоднородность сообществ, микрораспределение.
53. Бактериальная продукция. Численность и биомасса, методы расчета бактериальной продукции.
54. Зоопланктон. Закономерности пространственного распределения.
55. Население водной толщи. Планктон и нектон. Вертикальное распределение и миграция гидробионтов.
56. Прямое микроскопирование, АТФ, скорость размножения (время генерации), радиоуглеродные методы.
57. Устойчивость природных экосистем. Различные способы ее оценки. Устойчивость по Ляпунову.
58. Соотношение между фото- и хемосинтезом. Хемосинтез и его роль и место в океанической экосистеме.
59. Понятие экологической ниши. Трофический и пространственный аспекты.
60. Накопление органического вещества в экосистемах. Автохтонное и аллохтонное органическое вещество, соотношение между ними в экосистемах различного типа. Гидротермальные процессы, их роль в химизме океанической гидросферы. Гидротермальные сообщества.
61. Население границы раздела «вода-воздух». Нейстон: плейстон.
62. Виды сукцессий. Исторические сукцессии и эволюция экосистем.
63. Экосистема, основанная на использовании геотермальной энергии и энергии минеральных соединений.
64. Механизмы, обусловливающие пространственную неоднородность – центробежные и центростремительные силы (по В.С. Ивлеву).
65. Разложение органического вещества в экосистемах. Прямое химическое окисление органических веществ.
66. Методы исследования водных экосистем. Задача количественной оценки взаимодействия элементов в системе.
67. Граница биоценозов. Понятие об экотоне.
68. Продукция консументов (вторичная продукция). Фито- и зоофаги.
69. Механизмы экспатриации (выноса), миграции и интродукции гидробионтов и проблема пространственной перестройки биоценозов.
70. Продукция сообществ. Оценка продукции сообществ через продукцию трофической сети. Чистая и валовая продукция сообществ.

Основная литература:

1. Константинов, А. С. Общая гидробиология / А. С. Константинов. – М.: Высшая школа, 1986.
2. Моисеев, П. А. Морская аквакультура / П. А. Моисеев. – М.: Агропромиздат, 1985.

Дополнительная литература:

3. Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях: труды СахНИРО / научн. ред. В.И. Радченко. – Южно-Сахалинск: СахНИРО. Т. 8. – 2006. – 312 с.
4. Введенская, Т. Л. Санитарная гидробиология: учебное пособие / ФГБОУ ВПО КамчатГТУ. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – 155 с.
5. Жители моря. – М.: Аванта+, 2003. – 184 с.
6. Зданович, В. В. Гидробиология и общая экология: словарь терминов / В. В. Зданович, Е. А. Криксунов. – М.: Дрофа, 2004. – 2004. – 192 с.
7. Кузьмина, И. А. Малый практикум по гидробиологии: М.: Колос, 2007. – 232 с.
8. Моисеев, П. А. Биологические ресурсы Мирового океана: [монография] / П. А. Моисеев – М. : ВНИРО, 2012. – 374 с.
9. Саут, Р. Основы альгологии / Р. Саут, А. Уитик. – М.: Мир, 1990.