

ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной деятельности

Д.К Нургалиев

201 г.

Программа кандидатского экзамена по специальности

Отрасль науки Биологические науки

Группа специальностей 03.02.00- Общая биология, специальности:

03.02.10- Гидробиология

Казань
2012

ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
послевузовского профессионального образования (аспирантура)
по специальной дисциплине 03.02.10 – «Гидробиология»
(биологические науки)

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Дисциплина «Гидробиология» входит в комплекс обязательных дисциплин образовательной составляющей программы подготовки аспирантов по научной специальности 03.02.10 – «Гидробиология» (биологические науки).

Специальность 03.02.10 - «Гидробиология» направлена на подготовку научных и научно-педагогических кадров, а также высококвалифицированных специалистов практиков, занимающихся исследованием актуальных проблем систематики, эволюции и экологии водных организмов, структурой и функционированием сообществ гидробионтов, мониторингом и охраной водоемов и аквакультурой.

Областью исследования специальности 03.02.10 - «Гидробиология» являются: теоретические проблемы эволюции, филогении, систематики и географии водных организмов; теоретические и научно-методические проблемы биологии, анатомии и физиологии различных групп водных беспозвоночных, растений и водорослей; проблемы функционирования водных экосистем; проблемы мониторинга водоемов; проблема чистой воды, источники загрязнения водоемов и их контроль.

Цель экзамена – установить глубину профессиональных знаний соискателя ученой степени, уровень подготовленности к самостоятельной научно-исследовательской работе. Сдача кандидатских экзаменов обязательна для присуждения ученой степени кандидата биологических наук.

Кандидатский экзамен по специальной дисциплине можно сдавать лишь в тех вузах, где есть аспирантура по данной специальности.

Данная программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине разработана на основе типовой программы-минимум по специальности, предложенной ведущими в соответствующей отрасли высшими учебными заведениями и научными учреждениями, организациями и утвержденной Минобрнауки Российской Федерации. При составлении программы использована действующая программа ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет».

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Программа – минимум
Кандидатского экзамена по специальности
03.02.10 – Гидробиология
по биологическим наукам

I. Гидробиология как наука

1. Место гидробиологии в системе биологических наук. Предмет гидробиологии. Цели и задачи. Основные научные направления и подходы к изучению водоемов и их экосистем (описательный, количественный, системный). Научные школы в отечественной гидробиологии (Зернов, Скадовский, Зенкевич, Ивлев, Винберг).

2. 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.

3. Экологические системы. Элементарные единицы экосистем. Популяция и трофическая группировка как основные подсистемы биотической компоненты экосистем. Составные части экосистемы, ее абиотическая и биотическая компоненты. Развитие представлений о взаимозависимости населения и биотопа (Тэнсли, Шорыгин, Эванс, Сукачев, Зенкевич). Биоценология - учение об экосистемах, живой частью которых является биоценоз. Соотношение понятий - биоценоз Мебиуса, биотоп Даля, биогеоценоз Сукачева, экосистема Тэнсли и Эванса.

Биогеоценозы - хронологические единицы биосферы.

Различные подходы к определению и изучению водного биоценоза как некоторого организованного множества гидробионтов: флора-фаунистический принцип описания, биотопический принцип описания, описания на основании прямых трофических связей и связей через экологический метаболизм. Энергетически зависимые и независимые сообщества.

4. Круговорот веществ в экосистемах. Живое вещество, его накопление, состав. Масштабы этого процесса в гидросфере и учение и биосфере В.Н.Вернадского. Биогеохимические циклы основных элементов живого вещества - углерода, азота, фосфора, кремния. Синтез и распад органического вещества в биосфере.

5. Методы исследования водных экосистем. Задача количественной оценки взаимодействия элементов в системе. Однофакторный и многофакторный эксперимент при получении моделей описания. Изучение связей в экосистемах с помощью регрессионного анализа. Статистика в экологических исследованиях. Моделирование как специфический подход в изучении и описании экосистем. Типы моделей. Адекватные модели и прогностические свойства моделей.

II. Важнейшие факторы внешней среды и реакция на них организмов (проблемы аутоэкологии)

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

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

3. Соленость. Соленость как фактор, определяющий распространение гидробионтов. Адаптации гидробионтов к изменению солености. Осморегуляция и понятие критической солености. Засоление почв.

4. Газы и бионты. Газы в атмосфере и в воде. Растворенный кислород и углекислота. Особенности дыхания гидробионтов в воде. Сероводород, его образование и окисление.

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

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

7. Субстрат. Вода как среда обитания гидробионтов и приспособления гидробионтов к водному образу жизни. Приспособления к обитанию в водной толще, на поверхности грунта и в толще грунта. Приспособления водных организмов к обитанию в проточных водоемах и в зоне прибоя. Почва как среда жизни. Наземно-воздушная среда жизни.

III. Структурные характеристики биотической компоненты экосистемы (сообществ)

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

Показатели разнообразия и сходства сообществ.

Доминирующие и руководящие (индикаторные) виды.

Относительное обилие популяций как показатель структуры сообществ. Нормальное и лог-нормальное распределение (Престон). Модели относительного обилия, их ограничения (МакАртур).

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

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

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

Методы количественных оценок пищевых взаимоотношений организмов в сообществе. Величины рационов, общий и частный рацион. Пищевая избирательность. Классификация гидробионтов по типу питания.

3. Пространственная структура сообществ. Однородность и неоднородность биотопа. Убежища. Количественная и качественная неоднородность, неоднородность сообществ, микрораспределение. Механизмы, обуславливающие пространственную неоднородность, центробежные и центростремительные силы.

Основные топические подразделения водной биоты:

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

- Население границы раздела «вода-воздух». Нейстон и плейстон.

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

- Население почв и грунтов. Инфауна и интерстициальная фауна.

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

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

IV. Функциональные характеристики сообществ

1. Представления о продукции как о важнейшей функциональной характеристике сообществ. Основные понятия - первичная, вторичная и конечная продукция. Удельная продукция (П/Б-коэффициент). Вопросы терминологии (продукция, продуктивность). Выражение продукции в единицах энергии и единицах массы.

2. Первичная продукция. Фотосинтез и хемосинтез. Валовая, эффективная и чистая продукция. Отличие процессов создания первичной продукции в наземных и водных системах. Первичная продукция морей и океанов, континентальных водоемов (масштаб и распределение), разных ландшафтных зон суши. Степень утилизации солнечной энергии. Связь процессов накопления первичного органического вещества с факторами среды (свет, минеральное питание, температура и др.). Связь процессов накопления органического вещества с биотическими факторами (конкуренция за биогенные элементы, выедание). Методы определения первичной продукции (скляночные методы, по хлорофиллу, по изменению содержания кислорода и углекислого газа, по изменению активной кислотности и т.д.), их достоинства, недостатки, ошибки.

3. Бактериальная продукция. Численность и биомасса, методы расчета бактериальной продукции. Прямое микроскопирование, АТФ, скорость размножения (время генерации), радиоуглеродные методы. Бактериальная

продукция в водной толще и донных отложениях водоемов, в почве, напочвенном покрове.

4. Продукция консументов («вторичная продукция»). Фитофаги и зоофаги. Методы определения продукции популяций без постоянного пополнения (метод Бойсен-Иенсена и его модификации). Расчет популяций с постоянным пополнением (графический, «физиологический»). Радиоуглеродные методы. Определение продукции эксплуатируемых популяций по данным промысловой статистики и учета пополнения. Трофические коэффициенты K_1 , K_2 . Оценка продукции различных групп консументов в региональном аспекте.

5. Продукция сообществ. Оценка продукции сообществ через продукцию трофической цепи. Чистая и валовая продукция сообществ. Методы ее определения, П/Б коэффициенты. 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 весом тела, методы оценки. Активный, пассивный и стандартный обмен. Уравнение Бергаланфи.

V. Накопление и разрушение органического вещества в экосистеме

1. Формы 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.

2. Накопление органического вещества в экосистемах. Автохтонное и аллахтонное 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.

3. Разложение органического вещества в экосистемах. Прямое химическое окисление органических веществ. Стойкое и нестойкое органическое вещество. Гуминовые вещества. 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 рационы гидробионтов живого вещества, детрита и растворенного органического вещества. Методы определения рационов.

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

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

Сбалансированность процессов накопления и потребления органического вещества в трофической цепи. Степень удовлетворения пищевых потребностей. Напряженность трофических связей. Пищевая «избирательность», коэволюция систем «хищник-жертва».

VI. Проблемы частной гидробиологии

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

2. Важнейшие абиотические характеристики водоемов.

Соленость. Классификация водоемов по содержанию соли в воде и фаунистический состав. Соленость и пространственное распределение гидробионов.

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 (трофические, умеренные и полярные). Роль термоклина в существовании сообществ 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. Приливно-отливные явления. Ветровое и термическое перемешивание. Голомиктические и меромиктические озера (по Хатчинсону).

3. Важнейшие биотические характеристики водоема.

Трофность. Биологическая классификация озер по А.Тинеману и Е.Науману - эвтрофные, олиготрофные, мезотрофные, дистрофные озера. Выделение эвтрофных, мезотрофных и олиготрофных районов в пелагиали и на дне океана. Факторы, определяющие трофность океанических вод и дна 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. Соотношение между первичной и конечной продукцией. 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.

VII. Проблемы частной гидробиологии (Особенности пространственной и трофической структуры основных природных экосистем)

1. 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 и 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, мезапелагиали, 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 и продуктивность в различных климатических зонах.

Зообентос. Групповой состав мелководного и глубоководного бентоса. Мейо-, макро-, мегабентос. Основные факторы, влияющие на распределение и состав 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 обрастания.

2. Экосистемы континентальных водоемов. Естественные и искусственные водоемы, их особенности.

Реки. Масштаб перемещения в Мировой океан речных водно-растворенных и взвешенных веществ. Биосток.

Условия жизни (турбулентное перемешивание водных масс) и выравнивание гидрологических градиентов.

Реопланктон. Доминирующие группы планктона.

Бентос. Лито-, аргилло-, палореофильные формы.

Биогидрологические профили. Перифитон. Растения и полночленность консорциев.

Нектон. Жилые, проходные и полупроходные рыбы.

Озера. Сточные и бессточные. Условия жизни. Конвективное и ветровое перемешивание. Пресные, солоноватые, соленые и пересоленные озера. Лиманы, Лимнобионты. Планктон как наиболее показательная топическая группировка гидробиоты. Доминирующие формы. Сезонные явления в жизни планктона.

Бентос. Основные особенности вертикального распределения.

Ихтиофауна - жилые, озерно-речные и проходные формы рыб.

Водохранилища. Особенности гидрологического режима. Коэффициент водообмена. Колебания уровня и осушная зона. «Промежуточный» между речным и озерным состав населения. Основные черты сообществ пелагиали и бентали. Формирование экосистем водохранилища как процесс сукцессии. Три стадии формирования фауны. Проблема эвтрофикации, «цветение» равнинных водохранилищ синезелеными водорослями.

Пруды. Плотинные, копаные и наливные. Условия жизни. Видовое разнообразие сообществ и продуктивность прудов.

Ведущая роль вторичноводных животных и бентоса.

Каналы. Межбассейновые миграции флоры и фауны. Аутоакклиматизация.

VIII. Проблемы прикладной гидробиологии

1. Промысел рыбы и водных объектов. Эксплуатация природных сообществ и аквакультура. Акклиматизация.

Промысловая продукция океанов. Уровень современного вылова. Состояние и перспективы промысла по регионам и типам объектов (рыбы, беспозвоночные, водоросли и млекопитающие). Промысловая ихтиофауна и ее биогеографические комплексы. Хозяйственное освоение шельфов морей. Виды морской аквакультуры.

Промысловая продукция континентальных вод. Удобрение водоемов и рыбозаведение. Акклиматизация кормовых объектов и промысловых организмов. Растительные рыбы.

2. Проблема обрастания судов и технических сооружений. Заращение водотоков и меры борьбы с ними.

3. Загрязнение водной среды как биосферный процесс. Основные загрязнители водоемов и их влияние на функционирование и устойчивость водных сообществ. Нефть, тяжелые металлы, пестициды, детергенты, бытовые

стоки. Радиоактивное и термическое загрязнение. Принципы биологического мониторинга. Механизмы повреждения водных экосистем и вопросы водной токсикологии. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязнителей.

4. водоемы как источники хозяйственного и питьевого водоснабжения. Проблема чистой воды. Вопросы биологического самоочищения водоемов. Организмы и сообщества - показатели сапробности и таксобности вод. Задачи санитарной гидробиологии и охрана водоемов.

5. Проблема рационального использования биологических ресурсов водоемов и управление их продуктивностью. Регламентация и регулирование промысла. Математическое моделирование динамики численности промысловых объектов. Реконструкция донной фауны, ее методы. Реконструкция донной фауны Каспийского моря. Проблема Азовского и Аральского морей. Проблема Байкала, Балхаша и Урала. Разработка и теории управления биологической продуктивностью водоемов и проблема промысловых прогнозов.

Литература

Основная литература

1. Зилов Е. А. Гидробиология и водная экология (организация, функционирование и загрязнение водных экосистем): учебное пособие / Е. А. Зилов. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2009. Эл. ресурс <http://lake.baikal.ru/ru/library/publication.html?action=show&id=298>

2. Кожова О.М. Введение в гидробиологию: Учеб. пособие. - Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1987. - 244 с. Эл. ресурс <http://lake.baikal.ru/ru/library/publication.html?action=show&id=646>

3. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения. М.: Наука, 2005. (в двух книгах). <http://rutracker.org/forum/viewtopic.php?t=1041820>

4. Гидрохимия экстремальных водных систем с основами гидробиологии: учеб. пособие / В.В. Хахинов, Б.Б. Намсараев, Е.Ю. Абидуева, Э.В. Данилова. - Улан-Удэ: Изд-во Бурят. госун-та. 2007. - 148 с.

Дополнительная литература

1. Алимов А. Ф. Элементы теории функционирования экосистем - СПб. : ЗИН РАН, 2000. - 147 с.

2. Алимов А.Ф., Иванова М.Б. (ред.) Закономерности гидробиологического режима водоемов разного типа. – М.: Научный мир, 2004. – 296 с.

3. Гольд З. Г., Морозова И. И. Словарь терминов и понятий по водным экосистемам (биологическая структура, качество вод, охрана) : учеб.-метод, пособие. Краснояр. гос. ун-т. - Красноярск, 2004. - 94 с.

4. Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – 395 с.

5. Константинов А. С. Общая гидробиология : учеб. пособие. - 4-е изд. - М. : Высш. шк., 1986. - 472 с.
6. Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д. Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения: в 2 кн. – М.: Наука, 2005. – Кн.2. – 337 с.
7. Экосистемы и природные ресурсы горных стран / А.И. Смирнов, Л.Р. Измestьева (ред.). – Н.: Наука, 2004. – 328 с.
8. Jørgensen, S.E. Integration of Ecosystem Theories: A Pattern. - 3rd Edition. - Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publisher, 2002. – 428 p.
9. Wetzel, R. G. Limnology: Lake and River Ecosystems / R. G. Wetzel. –3d ed. – London / Sydney / Tokyo: Academic Press, 2001. – 1006 p.
10. Wetzel, R. G. Limnology: Lake and River Ecosystems / R. G. Wetzel. –3d ed. – London / Sydney / Tokyo: Academic Press, 2001. – 1006 p.
11. Яковлев В.А. Охраняемые водные беспозвоночные Республики Татарстан // Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 2010. - 140 с
12. Яковлева А.В, Яковлев В.А. .Понятия и термины пресноводной экологии (учебно-методическое пособие). – Казань: КФУ, 2010. 40 - С. 1.3
13. Яковлев В.А., Яковлева А.В. Определитель охраняемых водных беспозвоночных Республики Татарстан (учебно-методическое пособие)// -Казань: КФУ, 2011. 38 с.
14. Яковлева А.В. Экология водных экосистем (Часть 2: Охраняемые виды водных организмов в Республике Татарстан): (учебно-методическое пособие) // Казань: КФУ, 2011. – 34 с.

Программу составил

д.б.н., проф. В.А. Яковлев

2. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К КАНДИДАТСКОМУ ЭКЗАМЕНУ

1. Гидробиология, лимнология и водная экология как науки.
2. Горизонтальное и вертикальное деление озер в гидробиологии.
3. Известнейшие озера мира.
4. Разнообразие озер.
5. Генетические классификации озер.
6. Тектонические озера. Вулканические бассейны (кратерные или кальдеровые, лавовые плотины, на лавовом основании).
7. Метеорные, карстовые, ледниковые озера.
8. Барьерные озера. Органические: фитогенные, зоогенные, антропогенные.
9. Главные биотопы в водоеме.
10. Сообщество толщи вод.
11. Бентос.
12. Тепловая стратификация озер.
13. Классификации озер, основанные на стратификации.
14. Биологическая классификация озер.
15. Уровни организации живых систем: популяции.
16. Уровни организации живых систем: сообщества.
17. Уровни организации живых систем: биоценозы.
18. Экосистемы. Потоки энергии в экосистемах. Круговорот вещества в экосистемах.
19. Водные экосистемы. Структурные и функциональные особенности водных экосистем.
20. Первичная продукция. Методы ее определения. Классификация водоемов по величине первичной продукции.
21. Эвтрофирование.
22. Хозяйственно-бытовые сточные воды.
23. Природные и синтетические загрязняющие вещества.
24. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде.
25. Поверхностно-активные вещества в окружающей среде.
26. Пестициды в окружающей среде.
27. Металлы в окружающей среде. Источники и объемы поступления в гидросферу. Действие на гидробионтов. Накопление в пищевых цепях.
28. Ацидификация водных экосистем.
29. Вода – среда обитания гидробионтов.
30. Течение. Уровень воды. Влияние бассейна. Пространственная структура. Стратификация. Эрозия. Градиент.
31. Биологические особенности водотоков.
32. Количественные и качественные различия водохранилищ, озер и рек.