

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Костромской государственный университет»
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ
программы по подготовке научных и научно-педагогических кадров в
аспирантуре

по научной специальности: 1.5.15. Экология

Профиль: (Экология (в биологии))

Кострома
2024

Рабочая программа дисциплины Экологические проблемы водных экосистем разработана в соответствии с – Постановлением Правительства Российской Федерации «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)» от 30.11.2021 № 2122,

– Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)» от 20.10.2021 №951.

Разработал: (ФИО), Сиротина Марина Валерьевна доктор биологических наук, доцент

Рецензенты: (ФИО), Соколова Татьяна Леонидовна, доцент каф. биологии и экологии, к.б.н., КГУ

ПРОГРАММА УТВЕРЖДЕНА:

Заведующий кафедрой биологии и экологии, осуществляющей выпуск по образовательной программе: по научной специальности: 1.5.15. Экология

Сиротина Марина Валерьевна доктор биологических наук, доцент

Протокол заседания кафедры №_9_ от __4.03.2024__ г.

ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:

На заседании кафедры Биологии и экологии, осуществляющей выпуск по образовательной программе: по научной специальности: 1.5.15. Экология

Протокол заседания кафедры №__ от _____ 20__ г.

(ФИО), ученая степень, ученое звание

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: углубление у студентов знаний об основных закономерностях организации и функционирования водных экосистем, о возможностях сохранения и восстановления гидроценозов водоёмов и водотоков.

Задачи дисциплины:

1. Углубить знания о структуре, особенностях организации и динамике популяций гидробионтов, особенностях функционирования гидробиоценозов и гидроэкосистем.
2. Сформировать знания о специфике и механизмах процесса восстановления водных экосистем.
3. Сформировать готовность к типизации водных экосистем и оценке их продуктивности.
4. Сформировать способность к исследованию временных и пространственных аспектов сукцессий в водных экосистемах.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

знать:

1. Особенности организации и динамики популяций гидробионтов;
2. Структуру, особенности организации и функционирования гидроценозов.
3. Специфику и механизмы процесса восстановления водных экосистем.

уметь:

1. Оценивать состояние популяций гидробионтов;
2. Оценивать временные и пространственные аспекты сукцессий в сообществах;
3. Типизировать водные экосистемы и оценивать их продуктивность.
4. Выбрать технологии и методы восстановления, применимые для каждого конкретного случая;
5. Разработать программу и этапы восстановления водного объекта.

владеть:

1. Методами оценки состояния популяций гидробионтов;
2. Методами оценки временных и пространственных аспектов сукцессий в сообществах водных организмов.
3. Методами типизации водных экосистем и оценки их биологической продуктивности.
4. Навыками экспертной работы по оценке состояния водных объектов и выбору восстановительных мероприятий на основе экологического состояния водоемов и водотоков;

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений части учебного плана. Изучается в 7 и 8 семестрах обучения.

Изучение дисциплины основывается на ранее освоенных дисциплинах/практиках:

-предшествуют освоению данной дисциплины; история и философия науки, иностранный язык, речевая коммуникация в научно-педагогической деятельности;

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин/практик:

-базируются на изучении данной дисциплины: практика по научной специальности, дисциплина научной специализации.

4. Объем дисциплины

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических

часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма
Общая трудоемкость в зачетных единицах	5
Общая трудоемкость в часах	180
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	24
Лекции	8
Практические занятия	16
Лабораторные занятия	-
Самостоятельная работа в часах	120
Форма промежуточной аттестации	Зачет, экзамен

5 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

5.1 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего з.е/час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекц.	Практ.	Лаб.	
1	Типы и особенности водных экосистем	28	2	2	-	24
2	Функционирование водных экосистем	32	2	6	-	24
3	Загрязнение водных экосистем	26	-	2	-	24
4	Научно-теоретические основы восстановления экосистем.	28	2	2	-	24
5	Методология восстановления водных экосистем	30	2	4	-	24
	Итого:	4/144	8	16	-	120

5.2. Содержание:

Типы и особенности водных экосистем

Водные экосистемы. Общая характеристика рек, условий жизни и экологических особенностей. Концепция речного континуума, теория динамики пятен. Проблемы малых рек, зарегулирования речного стока, значение водоохраных зон. Озёра: общая характеристика, экологические особенности и зоны. Классификации озёр по происхождению, по величине, биологическая классификация озёр. Специфика условий жизни и динамики озёр. Экологические проблемы озёр. Общая характеристика водохранилищ и прудов, специфика условий. Этапы развития и стадии формирования экосистем и сообществ. Экологические проблемы водохранилищ. Болота: специфика условий, население, значение. Представления о ветландах и их значение в мире.

Функционирование водных экосистем

Структурные и функциональные особенности, показатели, отличия от наземных экосистем. Сукцессия, флуктуация и антропогенная трансформация водных экосистем. Продукция в водных экосистемах. Специфика водных экосистем циклического, транзитного и каскадного типов. Сезонная динамика водного сообщества. Экологическая сукцессия в водоёмах. Влияние биогенов на лимитацию первичной продукции в водной экосистеме. Ёмкость среды как ключевое представление экологии. Геохимическая, геофизическая и биологическая ёмкость. Понятие о самоочищении. Физические, химические и биологические процессы самоочищения, показатели, влияющие факторы. Биологическое самоочищение: минерализация органического вещества, биоседimentация, биофилтратия, биодетоксикация, фотосинтетическая аэрация. Теория устойчивости водных экосистем. Понятие об устойчивости, норме и патологии водных экосистем. Показатели неустойчивого состояния.

Загрязнение водных экосистем

Антропогенное эвтрофирование: причины и контроль. Агенты эвтрофирования, стадии эвтрофирования. Смена видов в гидроценозах в процессе эвтрофирования водоемов и водотоков. Хозяйственные последствия эвтрофирования. Борьба с эвтрофированием. Загрязнение бытовыми сточными водами. Загрязнение водной среды углеводородами. Нефтепродукты. Источники загрязнения. Состав нефтяных загрязнений. Формы нефтяных загрязнений. Континентальные воды. Воздействие нефтепродуктов на водные экосистемы. Полициклические ароматические соединения. Источники бенз(а)пирена. Бенз(а)пирен в воде. Бенз(а)пирен в донных отложениях. Бенз(а)пирен в планктонных и бентосных организмах. Разложение бенз(а)пирена морскими организмами. Консервативные токсиканты в водных экосистемах. Загрязнение вод металлами. Источники поступления. Токсичность тяжёлых металлов. Мышьяк, свинец, ртуть, кадмий. Синтетические органические вещества. Хлорированные углеводороды. Пестициды. ДДТ. Поступление пестицидов в гидросферу и его последствия. Синтетические поверхностно-активные вещества. Проблема повышения кислотности вод. Источники и распространение. Антропогенные выбросы окислов серы и азота. Действие кислотных осадков на окружающую среду. Чувствительность водоёмов к повышению кислотности. Буферная ёмкость озёр рек и болот. Действие закисления на водную биоту. Борьба с закислением.

Научно-теоретические основы восстановления экосистем

Понятие восстановительной экологии (Restoration Ecology), определения. Определение процесса восстановления. Термины и понятия, используемые в области восстановления экосистем (управление, регулирование, оздоровление, демутиация, санация, рекультивация, оптимизация, деэвтрофирование и др.). Место восстановительной экологии в естествознании, связь с другими областями знания. Экологические законы и принципы, лежащие в основе и описывающие процесс восстановления наземных и водных экосистем. Восстановление как элемент управления водными ресурсами. Концепция восстановления водных экосистем: теоретические основы, цели, задачи, принципы, программа и средства достижения, методология восстановления. Концепции Института озероведения РАН, нидерландского центра по восстановлению ветландов и др. Разделение методов на группы. Значение показателей экологического состояния при выборе методов восстановления. Экспертные системы по выбору методов с использованием показателей состояния.

Методология восстановления водных экосистем

Классификация методов восстановления. Профилактические мероприятия, направленные на перехват биогенных и загрязняющих веществ: ограничительные, лесотехнические, противозерозионные, агротехнические и др. Примеры применения и их эффективности. Борьба с последствиями антропогенного эвтрофирования и токсикофикации через вмешательство во внутриводоемные процессы. Гидротехнические методы восстановления: отвод вод из гипolimниона, улучшение водообмена, проточность, аэрация. Способы аэрации и эффективность. Удаление донных отложений, экранирование. Осаждение фосфора в воде.

Химические и физические методы борьбы с водорослями. Биотехнические методы: биоплато из растений, моллюсков, биоманипуляция и др. Примеры применения методов и их эффективность. Восстановление озер. Восстановление рек. Восстановление болот (опыт Нидерландов).

6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1.	Типы и особенности водных экосистем	1.Изучить теоретический материал по учебной литературе Типы водных экосистем. Особенности озер и динамики их развития. Стадии развития. Изменение эволюции озер при антропогенном воздействии. Искусственные водоемы, особенности их развития и становления. Водотоки, их экологические особенности и динамика изменений. Учет стадий развития водных экосистем при принятии восстановительных мероприятий. 2. Ознакомиться со слайд-презентацией по изучаемой теме; 3.Составить конспект по изучаемому материалу	24	Изучите поставленные вопросы, подготовьте конспект по изучаемой теме.	Проверка конспекта .
2.	Функционирование водных экосистем	1.Изучить теоретический материал по учебной литературе: 1).Сукцессия, флуктуация и антропогенная трансформация водных экосистем. Виды сукцессий. Теория устойчивости водных экосистем. Понятие об устойчивости, норме и патологии водных экосистем. Показатели неустойчивого состояния. 2). Структурные и функциональные особенности, показатели, отличия от наземных экосистем.	24	Изучите поставленные вопросы, подготовьте конспект по изучаемой теме.	Проверка конспекта .

		Трофическая структура. Особенности биохимических циклов и круговорота веществ. 2. Ознакомиться со слайд-презентацией по изучаемой теме; 3. Составить конспект по изучаемому материалу.			
3.	Загрязнение водных экосистем	1. Изучить теоретический материал по учебной литературе: 1). Критерии и показатели экологического состояния водоемов. Способы оценки, обобщенные классификации. Трофический статус водоемов, нумерические шкалы для оценки трофности. 2). Методы оценки, использование различных групп гидробионтов. 3). Природное и антропогенное эвтрофирование водоемов. Отличия, причины, проявления и показатели. Источники поступления биогенных веществ и их количественные характеристики. Меры предупреждения и борьбы с эвтрофированием. 4). Загрязнение бытовыми сточными водами. 5). Загрязнение водной среды углеводородами. Нефтепродукты. 6). Полициклические ароматические соединения, их воздействие на водные экосистемы. 7). Загрязнение вод тяжелыми металлами. 9). Синтетические поверхностно-активные вещества. Хлорированные углеводороды. 10). Поступление пестицидов в гидросферу и его последствия. 11). Проблема повышения кислотности вод. Источники и распространение. 2. Ознакомиться со слайд-презентацией по изучаемой	24	Изучите поставленные вопросы, подготовьте конспект по изучаемой теме.	Проверка конспекта .

		теме; 3.Составить конспект по изучаемому материалу			
4.	Научно-теоретические основы восстановления экосистем	1.Изучить теоретический материал по учебной литературе: 1).Понятие о самоочищении. Физические, химические и биологические процессы самоочищения, показатели, влияющие факторы. 2). Представление об естественном и искусственном восстановлении водных экосистем, практических областях восстановления. Цели и задачи восстановления водных экосистем за счет искусственных мероприятий. Восстановление как элемент управления водными ресурсами. 3). Основные учения и теории, дающие представление о процессе восстановления экосистем. Экологические законы и принципы, лежащие в основе и описывающие процесс восстановления. 2. Ознакомиться со слайд-презентацией по изучаемой теме; 3.Составить конспект по изучаемому материалу.	24	Изучите поставленные вопросы, подготовьте конспект по изучаемой теме.	Проверка конспекта .
5.	Методология восстановления водных экосистем	1.Изучить теоретический материал по учебной литературе: 1).Борьба с последствиями антропогенного эвтрофирования и токсификации через вмешательство во внутриводоемные процессы. Гидротехнические методы восстановления: отвод вод из гипolimниона, улучшение водобмена, проточность, аэрация. 2). Механизм восстановления в соответствии с экологическими законами. Определение процесса восстановления. Схема	24	Изучите поставленные вопросы, подготовьте презентацию, на одну из обозначенных тем.	Выступление с презентацией на практическом занятии.

		восстановления и достижения устойчивого состояния при применении искусственных мероприятий. 3). Способы аэрации и эффективность. Удаление донных отложений, экранирование. Осаждение фосфора в воде. Химические и физические методы борьбы с водорослями. Биотехнические методы: биоплато из растений, моллюсков, биоманипуляция и др. Примеры применения методов и их эффективность. 4). Биологическое самоочищение: минерализация органического вещества, биоседimentация, биофильтрация и др. Коэффициенты накопления. Оценка экологической емкости и самоочищающей способности водных экосистем. 2. Ознакомиться со слайд-презентацией по изучаемой теме; 3. Составить конспект по изучаемому материалу			
			120		

6.2. Тематика и задания для практических занятий

См. Сиротина М.В., Мурадова Л.В. Методические указания к выполнению практических работ к дисциплине «Экологические проблемы водных экосистем» КГУ, 2017 – 40 с. Учебно-методические материалы

1. Типы и особенности водных экосистем

Практическая работа №1 Речные и озерные экосистемы

Задания:

1. Поясните рисунок 1 с точки зрения концепции речного континуума.

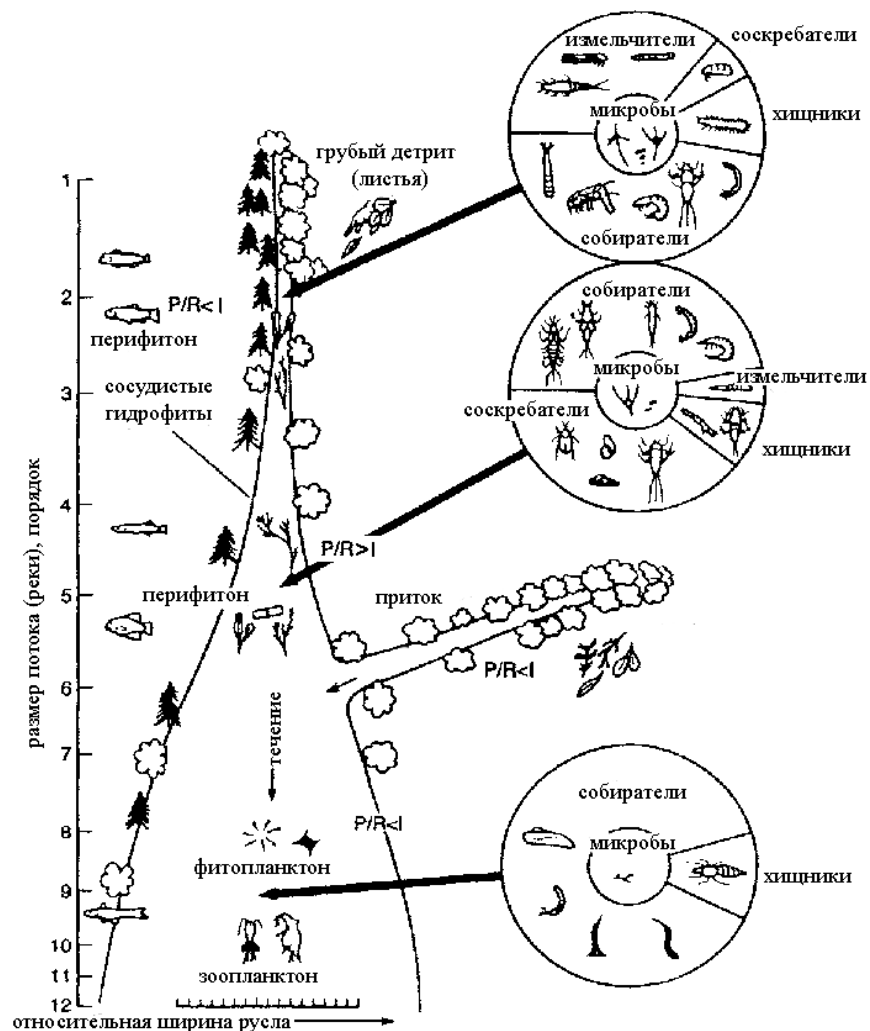


Рис. 1. Диаграммное представление концепции речного континуума (по: Allan, Castillo, 2007): P – продукция органического вещества; R – деструкция (редукция)

2. Поясните рисунок 2 с точки зрения концепции «динамики пятен».

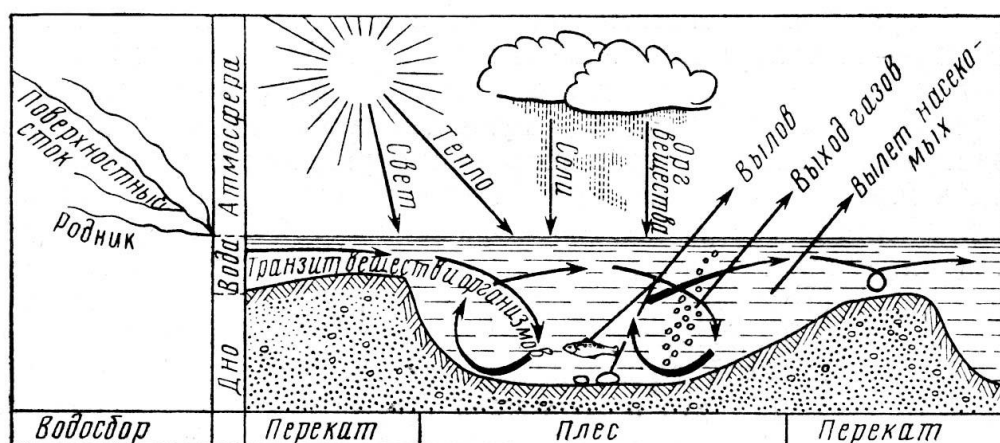


Рис. 2. Схема круговорота веществ в реке (по: Жадин, Герд, 1961)

3. Приведите примеры реофильных организмов.
4. Заполните таблицу 1.

Таблица 1.

Классификация озёр

Название в соответствии с классификацией	Характерные черты озера	Примеры
Классификация озер по происхождению		
Тектонические		
Реликтовые		
Ледниковые		
Вулканические		
Метеоритные		
Провальные		
Эоловые		
Подпрудные		
Органогенные		
Классификация озер по величине		
Озерки		
Маленькие		
Малые		
Небольшие		
Средние		
Большие		
Весьма большие		
Великие		
Озера-моря		
Биологическая классификация озер		
Олиготрофные		
Мезотрофные		
Эвтрофные		
Гиперэвтрофные		
Дистрофные		

5. Поясните процессы, происходящие в озере, изображенные на рисунке 3.

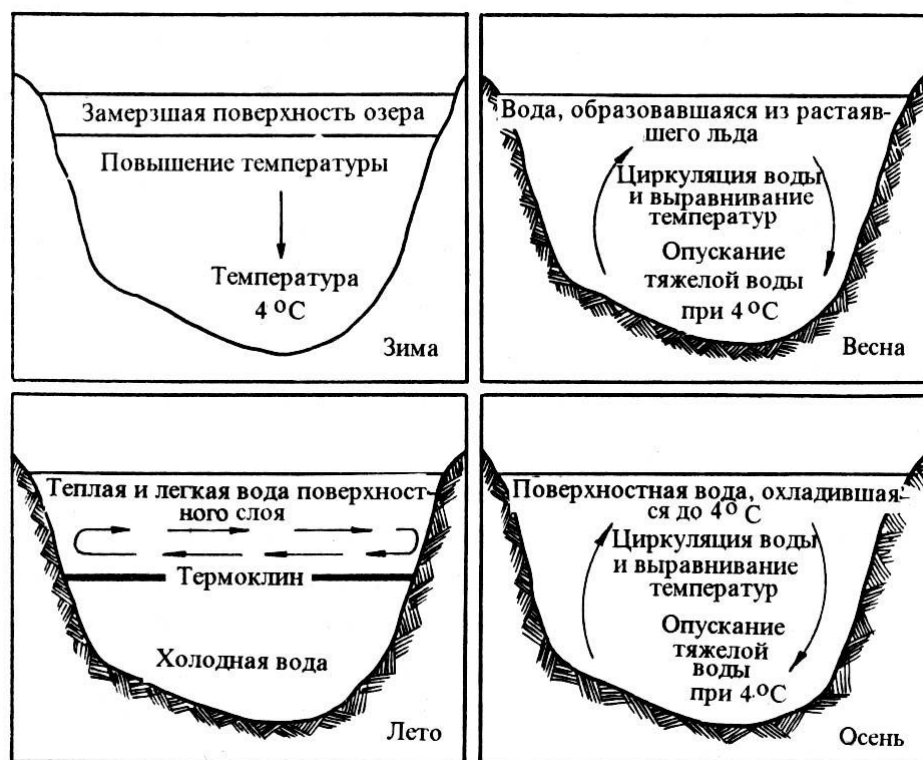


Рис. 3. Циркуляция воды и температурная стратификации в озерах умеренной зоны (по: Радкевич, 1998)

Практическая работа № 2

Водохранилища и водно-болотные угодья

Задания:

1. Укажите отличия между водохранилищами озерного и речного типа.
2. Поясните основные термины уровней и объемов водохранилища характеризующих их допустимые водные запасы и уровни уреза воды (рис. 5).

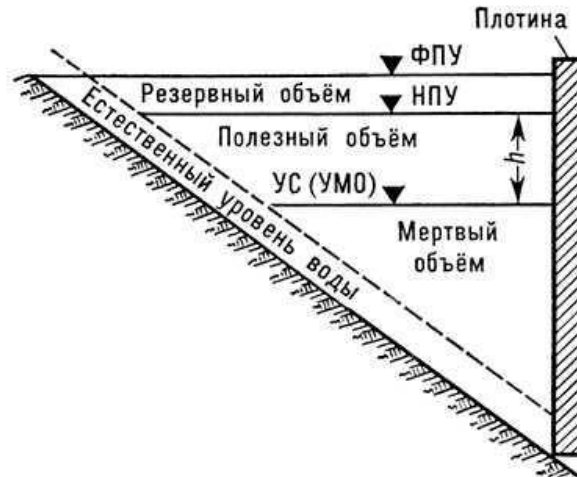


Рис. 5. Характерные уровни и объемы водохранилища

3. Заполните таблицу 2.

Таблица 2.

Основные термины уровней и объемов водохранилища

Термин	Пояснение
Нормальный подпорный уровень (НПУ)	
Форсированный подпорный уровень (ФПУ)	
Уровень мертвого объема (УМО)	
Полный объем водохранилища	
Емкость форсировки или регулирующая емкость водохранилища	
Полезный объем водохранилища	
Мертвый объем водохранилища	

4. Назовите экологические проблемы, возникающие при образовании водохранилищ.
5. Поясните рисунок 6.



Рис. 6. Стволы деревьев на затопленной территории

6. Заполните таблицу 3.

Таблица 3
Список водно-болотных (рамсарских) угодий России

Название	Регион	Площадь, га
Территория между реками Пура и Мокоритто	Красноярский край	1 125 000
Берёзовые острова, Финский залив	Ленинградская область	12 000
.....		

2. *Функционирование водных экосистем*

Практическая работа № 3

Специфика функционирования водных экосистем

Задания:

1. Охарактеризуйте концепцию линейной пищевой цепи и трофического каскада.

2. Поясните гипотезы:

1. первичные продуценты определяют состояние более высоких трофических уровней - контроль “снизу” (“bottom-up”);

2. хищничество рыб создает каскад биотических воздействий, направленный вниз и отвечающий за состояние экосистемы в целом - контроль “сверху”, или эффект “top-down”.

3. Поясните схему, приведённую на рисунке 7.

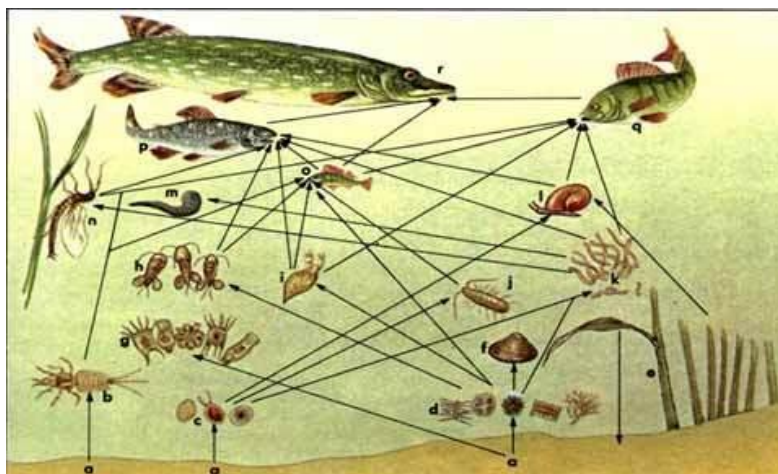


Рис. 7. Пищевая сеть водоёма

4. Опишите роль бактериопланктона в функционировании водных экосистем.
5. Проанализируйте структуру микробной трофической сети, дайте пояснения к рисунку 8. Назовите компоненты микробной трофической сети.

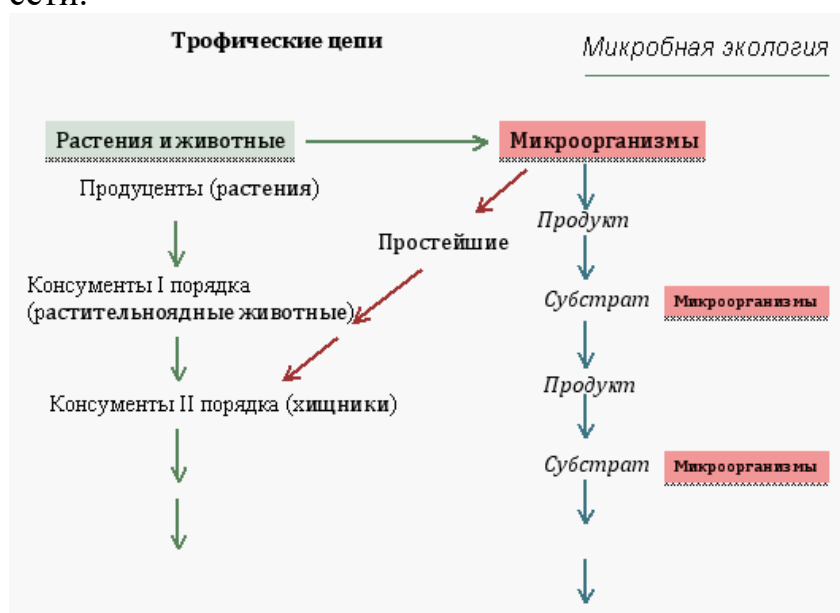


Рис. 8. Трофические цепи с участием микроорганизмов

6. Поясните термин «микробная петля».
7. Дайте пояснения к рисунку 9.

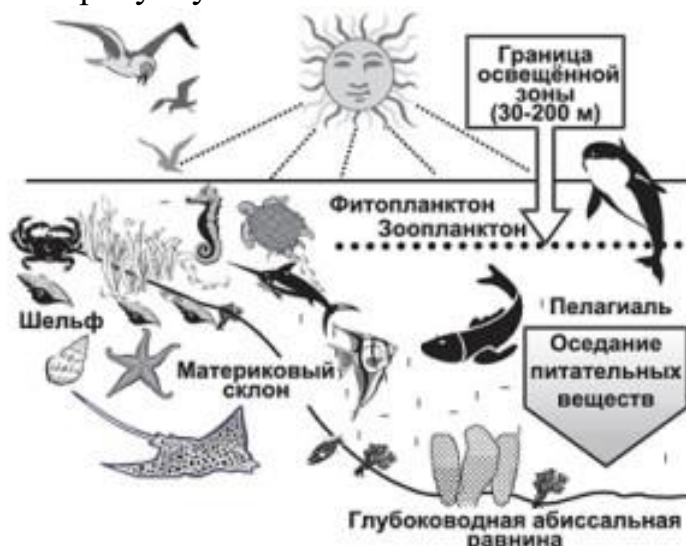


Рис. 9. Схема структурных элементов морской экосистемы

Практическая работа № 4

Специфика водных экосистем циклического, транзитного и каскадного типов

Задания:

1. Поясните процессы, проходящие в водоемах и водотоках лентического, лотического типов (рис. 10-12).

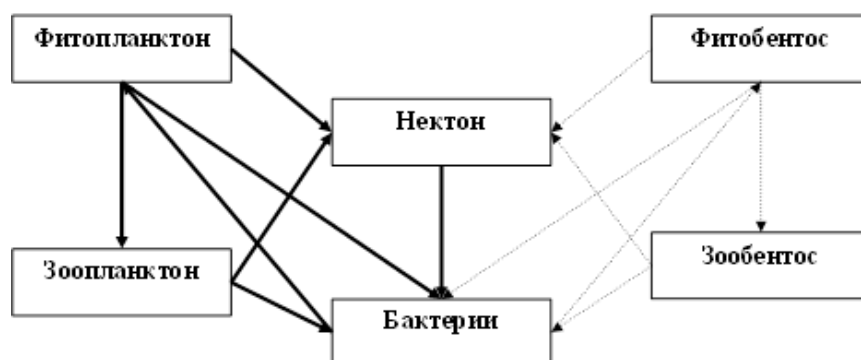


Рис. 10. Кругооборот веществ в идеализированной экосистеме гидробиоценоза циклического типа (лентического). Жирные стрелки – основные потоки вещества, тонкие – второстепенные (по: Зилов Е.А., 2007)

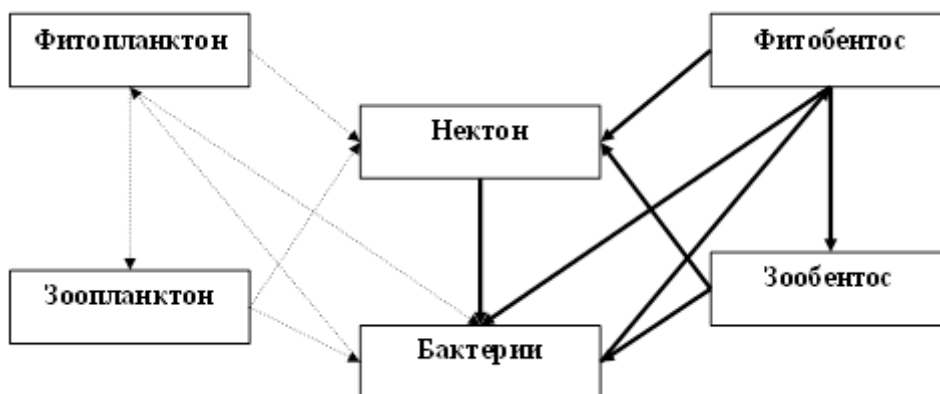


Рис. 11. Кругооборот вещества в идеализированной экосистеме гидробиоценоза транзитного типа (лотического) (по: Зилов Е.А., 2007)

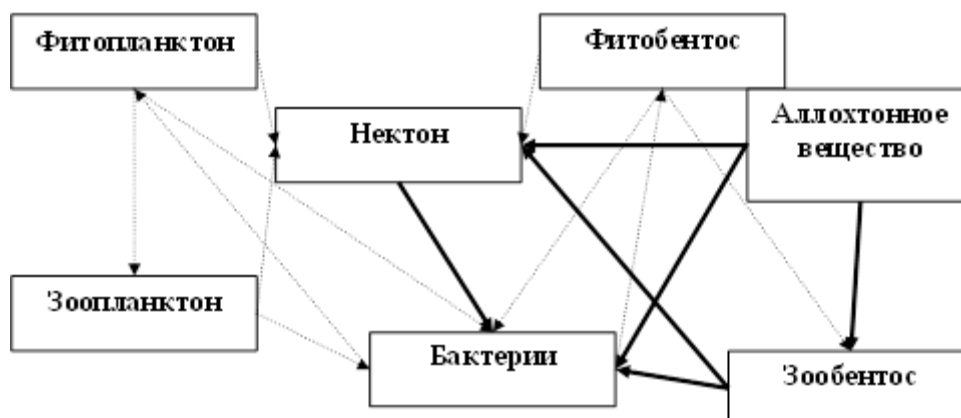


Рис. 12. Кругооборот вещества в идеализированной аллохтонной экосистеме гидробиоценоза транзитного типа (лотического) (по: Зилов Е.А., 2007)

2. Поясните рисунок 13.

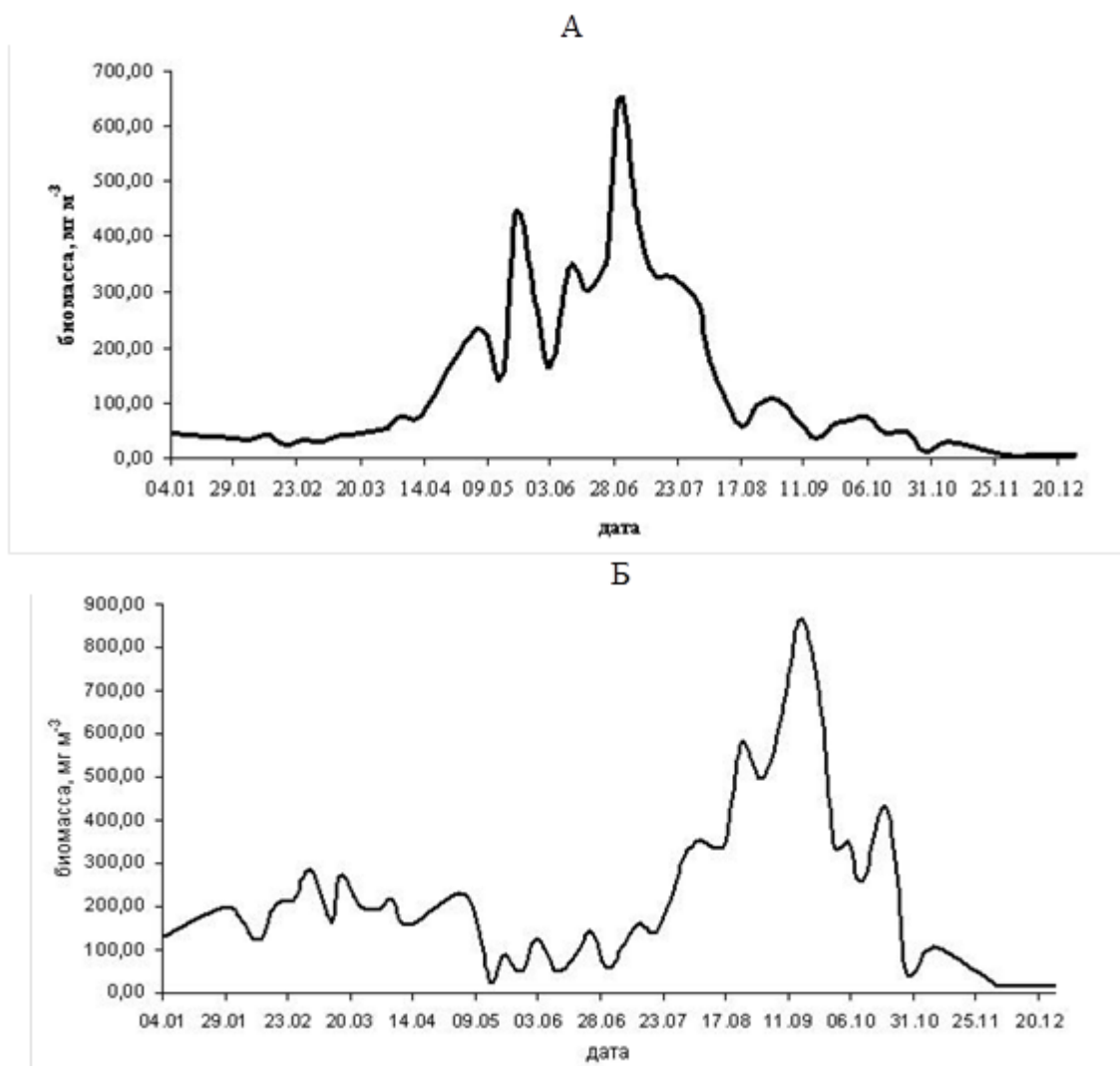


Рис. 13. Динамика биомассы фитопланктона (А) и зоопланктона (Б) в слое 0-50 м на пелагической станции Байкала (по: Зилов Е.А., 2007)

3. Проанализируйте данные по сезонной динамике фитопланктона на пелагической станции Байкала (табл. 4).
4. Постройте графики сезонной динамики различных групп водорослей, используя данные таблицы 4.

Таблица 4
Сезонная динамика биомассы фитопланктона в слое 0-50 м на пелагической станции Байкала (по: Зилов Е.А., 2007)

Сезон	Весь фитопланктон	Диатомовые	Золотистые	Динофитовые	Криптофитовые
Ранняя весна	44,7	12,7	1,0	3,5	10,2
Поздняя весна	334,0	284,8	5,1	9,9	19,1
Лето	123,9	72,2	9,0	4,9	19,7
Осень	31,2	17,8	0,9	—	8,6
Зима	7,1	1,9	—	—	3,6

3. Загрязнение водных экосистем

Практическая работа № 5

Антропогенное эвтрофирование водоёмов

1. Опишите последствия антропогенного эвтрофирования для фитопланктона.
2. Проанализируйте последствия эвтрофирования для зоопланктона.
3. Поясните схему (рис. 14):



Рис. 14. Смена видов ветвистоусых в гидроценозе

4. Опишите последствия эвтрофирования для фитобентоса.
5. Проанализируйте последствия эвтрофирования для зообентоса.
6. Опишите последствия эвтрофирования для ихтиофауны.
7. Дайте определение антропогенного эвтрофирования.
8. Заполните таблицу 5:

Таблица 5.

Антропогенное эвтрофирование водоёмов

Признаки антропогенного эвтрофирования	Факторы, вызывающие эвтрофирование водоёмов			Последствия эвтрофирования
	Абиотические	Биотические	Антропогенные	

Практическая работа № 6

Загрязнение водоёмов химическими веществами

Задания:

1. В таблице 6 приведены результаты химических анализов воды из водоисточников. Оцените пригодность указанных проб воды для питья на основании сравнения этих результатов и нормативных значений.

Таблица 6.

Результаты анализа воды в источниках водоснабжения (по: Лукашевич О.Д., 2009)

	Показатели качества, единицы измерения	проба 1	проба 2	проба 3
1.	Коли-титр	>3	10	>3
2.	Коли-индекс	<333	250	<333
3.	Общее микробное число	0	100	0
4.	Цветность, градусы	26,5	53	22,0
5.	Мутность, мг/дм ³	4,7	22	2,84
6.	pH	7,27	7,6	7,3
7.	Калий + натрий мг/дм ³	3,8+13,9	4,0+15,0	3,8 + 13,9
8.	Окисляемость перманганатная, мг О/дм ³	0,86	10,2	1,06
9.	Азот аммонийный, мг/дм ³	0,658	1,879	0,670
10.	Сульфаты, мг/дм ³	<1	126	<1
11.	Железо, мг/дм ³	1,08	0,88	0,42
12.	Марганец, мг/дм ³	0,15	0,05	0,15
13.	Сухой остаток, мг/дм ³	335,6	234,0	340,0
14.	Кремниевая к-та, мг/дм ³	17,75	9,88	19,25
15.	Кальций, мг/дм ³	96,19		90,18
16.	Магний, мг/дм ³	25,54		196,46
17.	Гидрокарбонаты, мг/дм ³	450,3		457,7
18.	Карбонаты, мг/дм ³	0		0
19.	Цинк, мг/дм ³	<0,0007		<0,0007
20.	Медь, мг/дм ³	<0,0016		<0,0156
21.	Свинец, мг/дм ³	0,0038		0,0074
22.	Алюминий, мг/дм ³	0,072		0,072
23.	Хлориды, мг/дм ³	2,4	48	3,8
24.	Фториды, мг/дм ³	0,093		0,075

2. Среди веществ, поступающих в природные воды являются консервативными, т.е. практически не трансформируемыми биотой, три класса веществ: тяжелые металлы, пестициды и синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), входящие в состав синтетических моющих средств (СМС), или детергентов. Первые – в силу своей химической природы, вторые (в большей) и третьи (в меньшей степени) – в силу чуждости их строения биосфере. Не перерабатываясь организмами, эти вещества, тем не менее, способны накапливаться в их тканях и аккумулироваться в пищевых цепях. Дайте пояснения к рисунку 15.

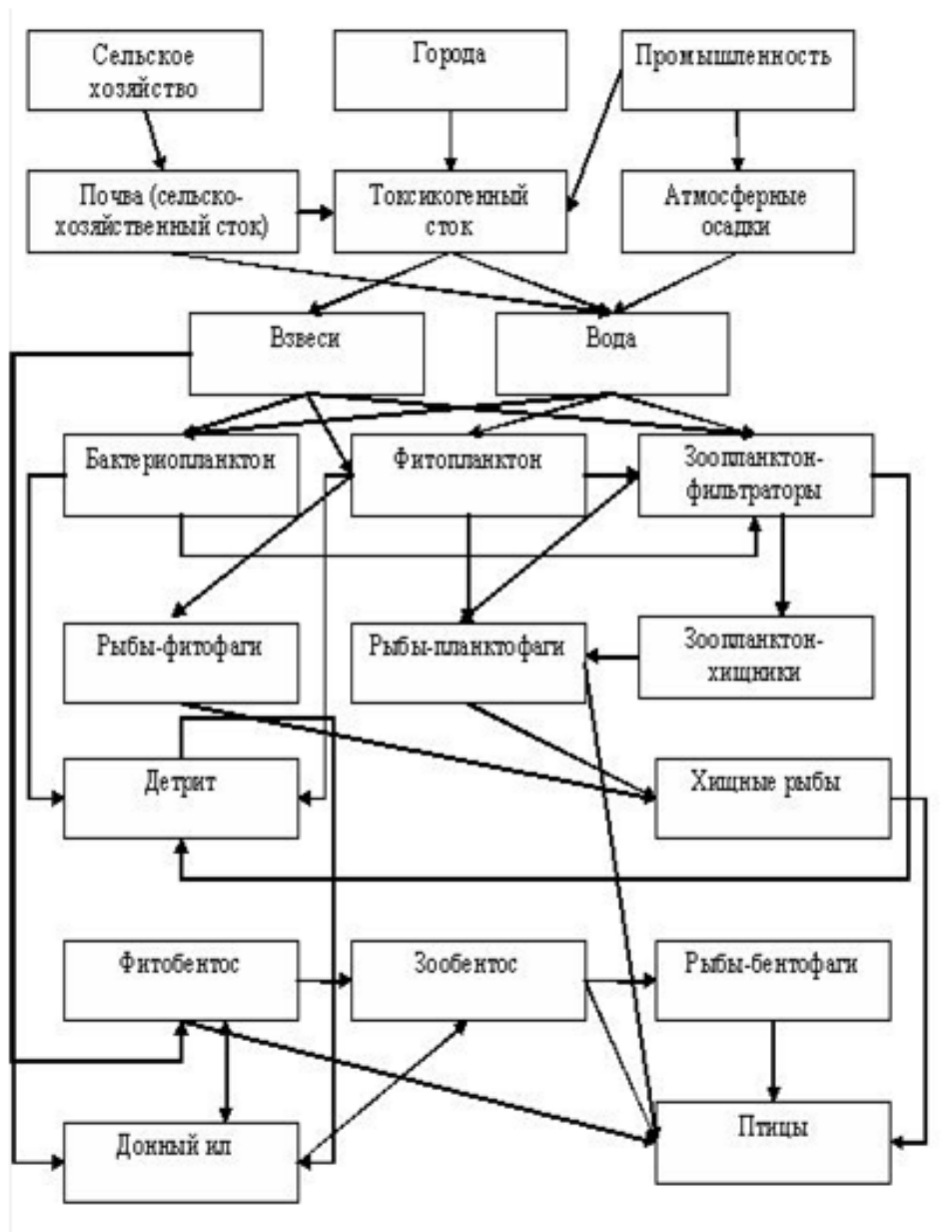


Рис.15. Миграционные пути консервативных токсикантов в водных экосистемах (по: Зилов Е.А., 2007)

3. Назовите основные источники поступления нефти в водную среду.
4. Опишите воздействие нефтепродуктов на водные экосистемы.

Приведите примеры полициклических ароматических соединений, оказывающих влияние на водные экосистемы.

Практическая работа № 7

Загрязнение пестицидами, закисление водоёмов

Задания:

1. Формула какого вещества приведена на рисунке 16?

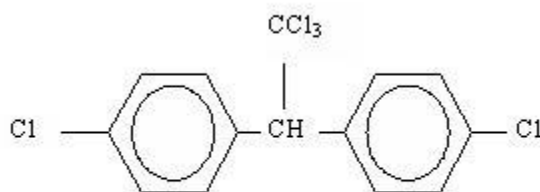


Рис. 16. Формула одного из консервативных токсикантов

- Укажите пути поступления пестицидов в гидросферу и последствия этого для водных экосистем.
- Поясните данные таблицы 7.

Таблица 7

Биологическое концентрирование ДДТ в пресноводных экосистемах (Jørgensen, 1992)

Компонент	Концентрация ДДТ, мг кг ⁻¹ сх. в.	Коэффициент накопления
Вода	0,000003	1
Фитопланктон	0,0005	160
Зоопланктон	0,04	13 000
Мелкие рыбы	0,5	167 000
Крупные рыбы	2	667 000
Рыбоядные птицы	25	8 500 000

- Назовите вещества, вызывающие образование кислотных осадков.
- Чем определяется чувствительность водоемов к повышению кислотности?
- Поясните процессы, воздействующие на нейтрализационную емкость вод, указанные в таблице 8.

Таблица 8

Процессы, воздействующие на ANC, выраженную в молях потребленного CH₂O (Δ ANC, органическая) и на моль восстановленного неорганического субстрата (Δ ANC, неорганическая) (Kalff, 2002)

Процессы	Реакция	Δ ANC, орг.	Δ ANC, неорг.
Выветривание	$\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \leftrightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	—	+2
	$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + 2\text{H}^+ \leftrightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8(\text{OH})_4$	—	+2
	$\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{H}^+ \leftrightarrow 2\text{Al}^{3+} + 6\text{H}_2\text{O}$	—	+6
Ионообмен	$2\text{ROH} + \text{SO}_4^{2-} \leftrightarrow \text{R}_2\text{SO}_4 + 2\text{OH}^-$	—	+2
	$\text{NaR} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{HR} + \text{Na}^+$	—	+1
Денитрификация	$2\text{CH}_2\text{O} + \text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ \leftrightarrow 2\text{CO}_2 + \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$	+1	+2
	$5\text{CH}_2\text{O} + 4\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ \leftrightarrow 5\text{CO}_2 + 2\text{N}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$	+0,8	+1
Восстановление марганца	$\text{CH}_2\text{O} + 2\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ \leftrightarrow \text{CO}_2 + 2\text{Mn}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O}$	+4	+2
Восстановление железа	$\text{CH}_2\text{O} + 4\text{FeO}(\text{OH}) + 8\text{H}^+ \leftrightarrow \text{CO}_2 + 4\text{Fe}^{2+} + 7\text{H}_2\text{O}$	+8	+2
Восстановление сульфата	$2\text{CH}_2\text{O} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \leftrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1	+2

Нитрификация	$\text{NH}_4^+ + 2\text{O}_2 \leftrightarrow \text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$	-1	-2
Окисление марганца	$2\text{Mn}^{2+} + \text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow 2\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$	-4	-2
Окисление железа	$4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow 4\text{FeO}(\text{OH}) + 8\text{H}^+$	-8	-2
Окисление сульфидов	$\text{H}_2\text{S} + 2\text{O}_2 \leftrightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$	-1	-2
Окисление пирита	$\text{FeS}_2 + 3\text{S}\text{O}_2 + 3\text{SH}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + 2\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$	-1,1	-4

- Какие изменения наблюдаются при закислении водоёма: в составе макрофитов, фитопланктона, зоопланктона, бентоса, ихтиофауны?
- Какие меры применяются для борьбы с закислением водоёмов?

4. Методология восстановления водных экосистем

Практическая работа № 8

Концепция восстановления водных экосистем

Задания:

- Поясните термины: «оптимизация водных экосистем», «реабилитация водных экосистем», «рекультивация водных экосистем», «деэвтрофирование», «санация», «мелиорация».
- Поясните, что означают в восстановлении водных экосистем:
 - принцип «генетической памяти»;
 - принцип «частичной обратимости».
- Изложите концепцию восстановления водных экосистем института озероведения РАН (Драбкова В.Г. и др., 1994, Прыткова М.Я., 2002).
- Изложите взгляды на восстановление водных экосистем Казанской гидробиологической школы.
- Опишите концепции нидерландского центра по восстановлению ветландов.

Практическая работа № 9

Методы восстановления водных экосистем

Задания:

- Опишите основные методы восстановления водных экосистем.
- Поясните рисунок 17:

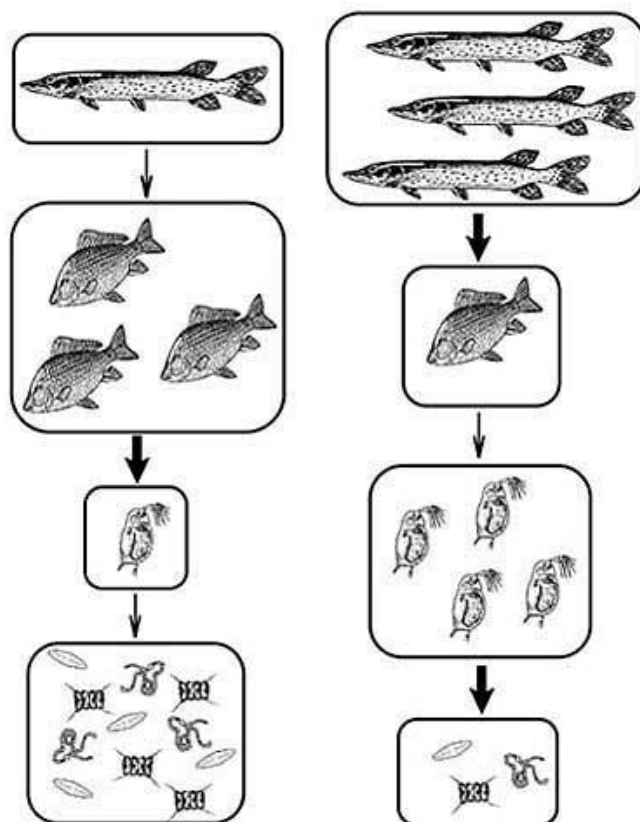


Рис. 17. Вариант биоманипуляции в гидроценозе

1. Поясните принципы ревитализации рек, необходимость проведения мероприятий (для малой реки в городской черте):
 - меандрирование русла реки;
 - укрепление и перепрофилирование берегов для достижения природоприближенного ландшафта;
 - улучшение системы водоотвода канализационной системы и поверхностного стока;
 - создание мелководной болотной зоны в пойме реки, способствующей увеличению биоразнообразия;
 - создание зоны или островков зеленых насаждений, которые способствуют стабилизации русла реки, затенению речной поверхности, предотвращают эрозию.
2. Опишите методы сохранения водно-болотных угодий.
3. Поясните сущность метода альголизации водоёмов.
4. Приведите примеры использования метода альголизации водоёмов в России.

6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий

Нет в наличии

7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для

освоения дисциплины

а) основная:

1. Тихонова И. О. Экологический мониторинг водных объектов [электронный ресурс]: учеб. пособие/ И. О. Тихонова., Н. Е. Кручинина, А. В. Десятов. - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 152 с. - (Высшее образование. - ISBN 978-5-91134-666-9. -://znanium.com
2. Стрелков, А.К. Охрана окружающей среды и экология гидросферы: учебник / А.К. Стрелков, С.Ю. Теплых ; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный архитектурно-строительный университет». - 2-е изд. перераб. и доп. - Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2013. - 488 с.: ил. - Библиогр.: с. 449-453. - ISBN 978-5-9585-0523-4; То же [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=2561545.
3. Котелевцев С. В. Экологическая токсикология и биотестирование водных экосистем [электронный ресурс]: учеб. пособие / С.В. Котелевцев, Д.Н. Маторин, А.П. Садчиков - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 252 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010160-6. -://znanium.com
4. Сиротина М.В., Мурадова Л.В. Экологические проблемы водных экосистем (практикум). – Кострома, КГУ, 2017. – 36 с. – 1 экз., также [Электронный ресурс].
5. Биоиндикация водных экосистем [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / М-во науки и высшего образования РФ, Костром. гос. ун-т. - Электрон. текст. данные. - Кострома: КГУ, 2018. - 224 с. - Библиогр.: с. 210-223. - ISBN 978-5-8285-0948-5: Б. ц.

б) дополнительная:

1. Закономерности гидробиологического режима водоемов разного типа: [коллективная монография] / под ред. А. Ф. Алимова, М. Б. Ивановой. - М. : Научный мир, 2004. - 296 с. - Библиогр.: с. 272-294. - ISBN 5-89176-244-7: 170.00. Калинин В. М. Экологический мониторинг природных сред [электронный ресурс]: учеб. пособие/ В.М. Калинин, Н.Е. Рязанова - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 203 с. - ISBN 978-5-16-010638-0. -://znanium.com.
2. Алимов, Александр Федорович. Продукционная гидробиология = Production hydrobiologie / А. Ф. Алимов, В. В. Богатов, С. М. Голубков; под ред. В. В. Хлебовича. - СПб. : Наука, 2013. - 342, [2] с. - Библиогр.: с. 307-341. - ISBN 978-5-02-038360-9: 260.00.
3. Прыткова, Мария Яковлевна (Прыткова, М. Я.). Гидрологический режим и заиление малых разнотипных водоемов Северо-Запада / Прыткова, Мария Яковлевна; [отв. ред. В. А. Румянцев]; РАН, Ин-т озераведения. - СПб.: Наука, 2011. - 194, [3] с. - Библиогр.: с. 170-179. – ISBN 978-5-02-025478-7: 120.00.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Информация о курсе дисциплины в СДО:

Элемент «Лекции»;

Элемент «Практические занятия»;

Элемент «Самостоятельная работа»;

Элемент «Список рекомендуемой литературы»;

Элемент «Промежуточная аттестация»;

Элемент «Обратная связь с обучающимися».

Информационно-образовательные ресурсы:

1. Библиотека ГОСТов. Все ГОСТы, [Электронный ресурс], URL:<http://vsegost.com/>

Электронные библиотечные системы:

1. ЭБС Университетская библиотека онлайн - <http://biblioclub.ru>
2. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com>
3. ЭБС «ZNANIUM.COM» <http://znanium.com>
4. СПС КонсультантПлюс <http://www.consultant.ru/>
5. Полнотекстовая база данных «Университетская информационная система Россия» <http://uisrussia.msu.ru>
6. Аннотированная библиографическая база данных журнальных статей МАРС <http://arbicon.ru>
7. Служба электронного поиска, заказа и доставки копий статей <http://arbicon.ru>

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия проводятся в аудиториях с требуемым числом посадочных мест, оборудованные мультимедиа.

- 1.Мультимедиа-проектор;
- 2.Персональный компьютер, ноутбук;
3. Экран;

Лицензионное программное обеспечение:

Лицензионное программное обеспечение не требуется.

Свободно распространяемое программное обеспечение:

офисный пакет.