



*Филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Астраханский государственный технический университет» в
Ташкентской области Республики Узбекистан*

Факультет высшего образования

Кафедра «Водные биоресурсы и технологии»

ПРАКТИКУМ

Новые направления работ по восстановлению численности популяций гидробионтов

по выполнению самостоятельной работы
для обучающихся по направлению 35.04.07 Водные биоресурсы и аквакультура

магистерская программа
Аквакультура

Квалификация выпускника
магистр

Ташкентская область, Кибрайский район – 2025

Программу составил(и):

д.с/х.н., профессор Грозеску Ю.Н.

Рецензент(ы):

К.б.н., доцент Сергеева Ю.В.

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «ВБиТ»
Протокол от 21.02.2025 г. № 7

Тема 1. Современное состояние и перспективы развития работ по восстановлению численности естественных популяций объектов аквакультуры

Аннотация: В данной теме рассматриваются цели и задачи восстановительной экологии, основные термины и определения, концепция «благополучия экосистемы», подходы к его оценке. Устойчивость экосистем к внешним воздействиям. Методы восстановительной экологии: полное восстановление исходного состояния; воссоздание экосистемы, по важным параметрам похожей на исходную (реабилитация); трансформация одной экосистемы в другую экосистему (замещение); невмешательство – самовосстановление экосистемы за счет экологической сукцессии. Наилучшие природоохранные практики.

Ключевые слова: восстановительная экология, благополучие экосистемы, реабилитация, замещение, невмешательство, наилучшая природоохранная практика.

Глоссарий:

Восстановительная экология – раздел прикладной экологии, ориентированный на восстановление поврежденных, деградировавших или разрушенных экосистем, преимущественно с помощью активных хозяйственных мероприятий.

Лентические экосистемы (лат. *lentes* – спокойный) – озера и пруды – стоячие воды;

Лотические экосистемы (лат. *lotus* – омывающий) – родники, ручьи, реки – текущие воды;

Наилучшая природоохранная практика – наиболее эффективное и удачное, с экологической, экономической и социальной точки зрения, применение наилучшей существующей технологии, либо другой технологии, в хозяйственной деятельности, с учетом национальных, региональных и местных особенностей.

Экологическая сукцессия — в широком смысле определяется как смена одного сообщества другим в результате нарушений, произошедших на данном участке местности. Поскольку сукцессия может происходить на протяжении столетий, то для ее изучения довольно трудно проводить экспериментальные исследования. Поэтому экологи часто подменяют время пространством: участки различного возраста рассматриваются как различные стадии временного развития одного и того же участка, что не всегда бывает верно.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что можно понимать под термином «восстановление водных экосистем»?
2. Приведите причины необходимости применения оздоровительных мероприятий на водоеме.
3. Что понимается под термином «наилучшие природоохранные практики»?
4. Приведите четыре основные возможности восстановления поврежденных и деградировавших экосистем. В чем их различие?

Тема 2. Современные мероприятия и методы по восстановлению численности популяций ценных видов

В настоящее время многие страны наращивают темпы искусственного воспроизводства рыбы и аквакультуры. Различные виды гидробионтов, такие как лосось, форели, креветки в отдельных странах и континентах производятся избыточно, однако даже там остается перспектива роста аквакультурной продукции за счет использования новых объектов.

Вероятно, в ближайшие годы, решающую роль в развитии аквакультурных фермерских производств будут играть страны Азиатского и Южноамериканского регионов, и не только как поставщики, но и как потребители. Примечательно, что уже сейчас в странах Азиатского региона продукция фермерского рыбоводства является более высоким источником заработка, чем чай, рис, какао и кофе вместе взятые.



Рисунок 1 – Использование продукции мирового рыболовства и аквакультуры (за исключением водных растений): * - прогноз

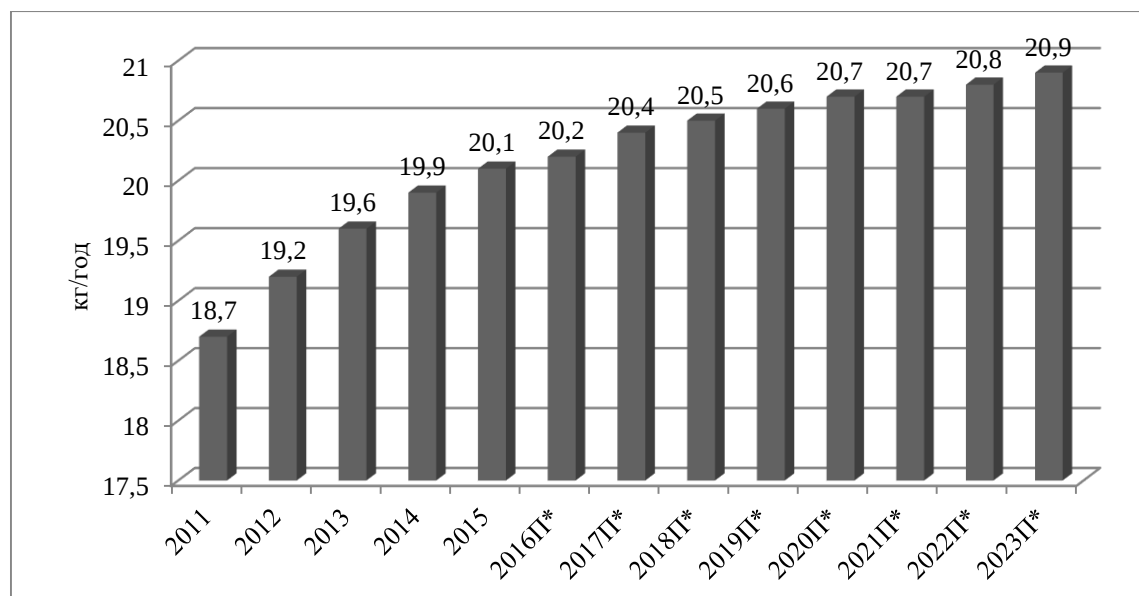


Рисунок 2 – Динамика мирового потребления рыбы и морепродуктов на душу населения, кг/год: Примечание: П* - прогноз

Задание: изучить и описать (используя приведенные графики) современное состояние аквакультуры и потребления рыбы и морепродуктов.

Тема 3. Основные проблемы искусственного восстановления численности ценных видов рыб в условиях антропогенного воздействия

Несмотря на большой спектр видового биоразнообразия рыб, а также водных ресурсов для садкового рыбоводства, развитие аквакультуры на юге страны направлено в большей степени на классическое прудовое рыбоводство, как это происходит в большинстве стран Восточной Европы. Интенсивная деятельность человека, связанная с развитием промышленности, сельского хозяйства, водного транспорта и т.д., отрицательно сказалась на состоянии рыбохозяйственных водоемов и рыбных запасов в них.

Практически все крупнейшие реки нашей страны частично или полностью зарегулированы плотинами крупных гидроэлектростанций или оросительных гидроузлов.

Проходные рыбы - осетровые, лососевые, сиговые, карповые, сельди; полупроходные - карповые, окуневые, а также туводные и др. лишились своих сложившихся веками естественных нерестилищ из-за резкого сокращения объема паводковых вод, постоянных в течение года колебаний уровня воды в нижних участках рек.

В связи с этим перед рыбным хозяйством стоит одна из главных задач - создание благоприятных условий для воспроизводства и увеличения рыбных запасов путем проведения комплекса различных рыбоводно-мелиоративных и рыбоохранных мероприятий.

В настоящее время в нашей стране имеется широкая сеть рыбоводных заводов, рыбоводных пунктов и НВХ. Около 150 рыбоводных предприятий, занимающихся искусственным воспроизводством проходных, полупроходных и туводных рыб, расположены на всех основных рыбопромысловых водоемах в бассейнах Баренцева, Белого, Балтийского, Азовского, Черного, Каспийского, Дальневосточного морей, а также в центральных районах европейской части России, на Урале, в Сибири. Они ежегодно выпускают в водоемы около 8 млрд. шт. молоди ценных промысловых рыб.

В крупных озерах восстановление и дальнейшее повышение запасов ценных промысловых рыб планируется путем строительства лососевых, сиговых, осетровых рыбоводных заводов, расширения выростной базы на существующих заводах, строительства рыбопитомников для частиковых и растительноядных рыб.

Повышение рыбохозяйственного значения средних и малых озер намечено осуществить путем зарыбления их ценными видами рыб, проведения акклиматизационных работ. Зарыбление будет осуществляться за счет питомных площадей зональных рыбопитомников и озерных товарных хозяйств. На водохранилищах для направленного формирования ихтиофауны должны функционировать 19 предприятий проектной мощностью 450 млн. шт. молоди ценных видов рыб. При этом перспективные объекты воспроизводства

в южных районах - растительноядные рыбы, в северных - сиговые.

Таким образом, в последние десятилетия растет понимание того, что биологические ресурсы гидросферы в условиях антропогенного воздействия нуждаются не только в охране, но и в восстановлении численности основных эксплуатируемых

объектов водных экосистем, прежде всего за счет организации их искусственного воспроизводства.

Искусственное воспроизводство рыб в настоящее время играет роль не только в сохранении и увеличении рыбных запасов, но и обеспечивает улучшение структуры биогидроценозов и более рациональное использование биопродукционных возможностей водоемов, является одним из важных рычагов управляемого рыбного хозяйства.

Для создания такого хозяйства в водоемах необходимо не только совершенствовать режим промысла рыбы, но и модернизировать на индустриальной основе технологический процесс искусственного рыборазведения, повысить его эффективность за счет улучшения качества выпускаемой молоди, сохранять естественное размножение рыб, обеспечивать нормальные условия для нагула рыб и поддерживать генофонд их популяций.

Эту сложную задачу, стоящую перед рыбным хозяйством, должны выполнить специалисты в области аквакультуры и водных биоресурсов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Каково современное состояние и перспективы развития искусственного воспроизводства рыб?
2. В чем заключаются основные проблемы искусственного воспроизводства ценных видов рыб?
3. Каково значение искусственного воспроизводства ценных видов рыб во внутренних водоемах страны?

Тема 4. Совершенствование биотехники выращивания молоди основных объектов аквакультуры. Современные методы воспроизводства осетровых, карповых, лососевых рыб

Основным объектом в тепловодном прудовом рыбоводстве является карп, родоначальником которого является дикий сазан. Большие перспективы имеются в развитии производства форели в садках, установленных в прибрежной части Черного моря. Уже сегодня (2010 год) компанией «Экофиш» произведено и реализовано более 300 тонн форели в морской воде (п. Хоста, район Большого Сочи). В летний период в этих же морских садках возможно выращивание таких высокоценных объектов как сибас, дорадо, которые успешно производятся в Турции и поставляются на российский рынок. Рыбопродуктивность товарных осетровых, выращиваемых в садках на пастообразных кормах на основе фарша из малоценной рыбы, составляет 15-20 кг/м², а с добавлением гранулированных кормов увеличивается до 30-40 кг/м². При этом за двухлетний период количество товарной рыбы составляет 40% от общего объема, трехлетков – 100%. Для получения 1 т товарных осетровых потребуется садковая площадь 50-60 м².

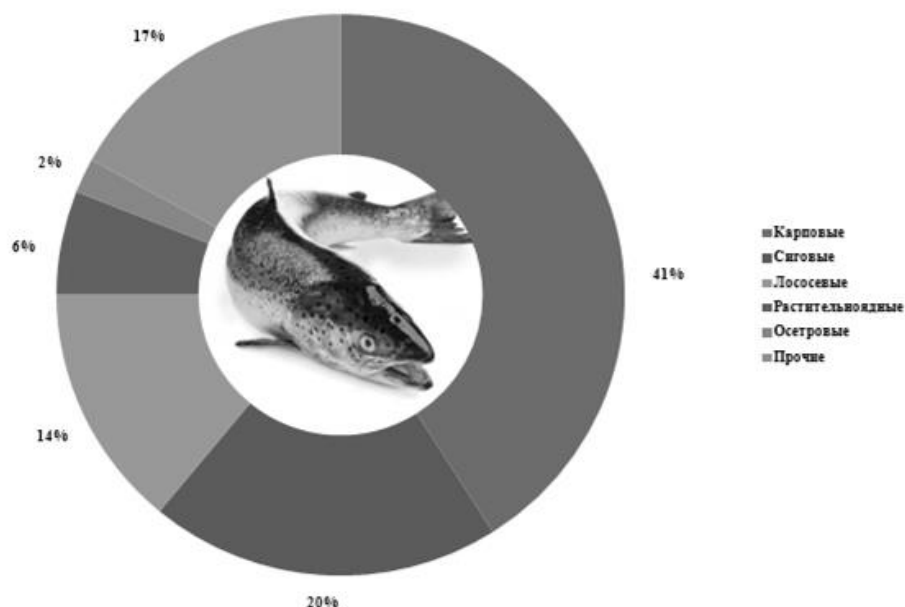


Рисунок 3 – Структура производства продукции аквакультуры по видам рыб в России, 2014 г. (по данным Росрыболовства)

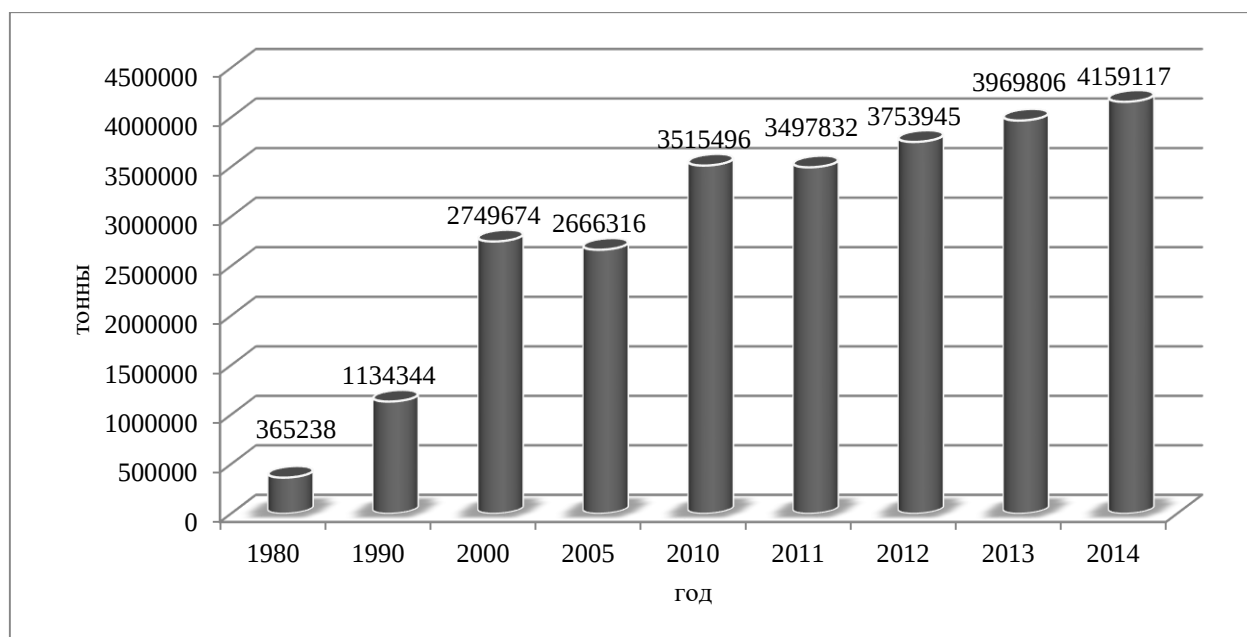


Рисунок 4 – Динамика мировой аквакультуры карпа - *Cyprinus carpio*

Осетровые рыбы

Осетровые рыбы (стерлядь, бестер, русский и сибирский осетр) обладают высокой адаптационной пластичностью и при выращивании в садках хорошо используют корма и дают высокий экономический эффект при выращивании.

Стерлядь

Это один из немногих представителей осетровых, постоянно обитающих в пресных водах. Производителей стерляди для садковых хозяйств получают в местах ее промысла - в реках Каспийского, Азово-Черноморского бассейнов, в бассейнах рек Сибири, северо-запада и европейского Севера.

Бестер

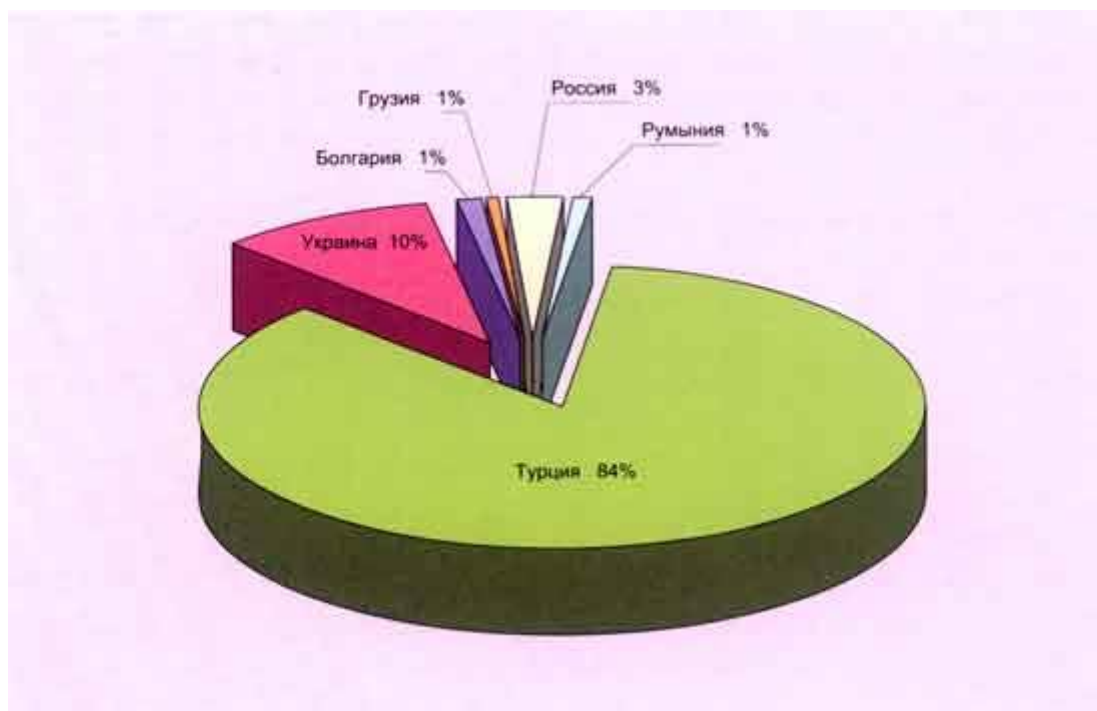
Бестер в настоящее время является одним из самых распространенных садковых объектов из осетровых рыб. Выращивают его в водохранилищах, озерах, плавающих осетровых садках, тепловодных хозяйствах в понтонных садках, в прибрежных участках морей в морских садках. В садках, установленных в водоемах без течения воды, получают до 10 кг бестера с 1 м², а в проточных водоемах до 25-50 кг/м²

Задание: необходимо изучить лекционный материал с определениями основных понятий. Проанализировать приведенный материал и графики, и сделать вывод.

Тема 5. Направления исследований по воспроизводству рыбных запасов Волго-Каспийского и Азово-Черноморского бассейнов

Волго-Каспийский бассейн всегда имел важное значение не только для жителей Астраханской области, но и для всей страны. Сама природа создала в дельте Волги уникальную ресурсную базу – основу для создания и развития рыболовства. Уникальность ее заключается не столько в многообразии видового состава объектов промысла, сколько в их ценности. Прежде всего это осетровые – белуга, осетр, севрюга, стерлядь; частиковые – сазан, судак, лещ.

Как известно из палеогеографии, современные акватории Каспийского, Черного, Азовского и Аральского морей ранее составляли единый водный бассейн, который в разные исторические отрезки времени называли Хвалынским, Сарматским и Понтическим морями. В известном нам виде упомянутые водоемы сформировались относительно (по геологическим меркам) недавно - около 100 тыс. лет назад, т.е. уже в четвертичный период, когда на Земле существовал человек. До сих пор, говоря о Каспийском и Черном морях, употребляют выражение Понто-Каспийский бассейн.



Соотношение рыбопромысловой активности причерноморских стран

Азовское море отличается малыми размерами (39 тыс. кв. км), небольшими глубинами (в среднем 7,2 м) и объемом (около 0,3 тыс. куб. км), слабым водообменом с другими морями, значительным влиянием речного стока на формирование океанографического (соленость, газовый, биогенный и гидрохимический режимы) и биологического (состав населения, продуктивность, экологические отношения) обликов экосистемы (Мировой океан..., 2001).

Максимальный официально зафиксированный в Азовском море вылов составил 301 тыс. тонн или в среднем около 85 кг с каждого гектара водной поверхности. На основании этого, данный водоем считают наиболее продуктивным не только среди всех морей бывшего Советского Союза, но и во всем Мировом океане (Зенкевич, 1963; Моисеев, 1989). Согласно расчетам, ежегодный вылов рыбы составлял 8,2 г/кв. м. Ежегодная продукция фитопланктона - 22500 г/кв. м, зоопланктона - 160 г/кв. м, зообентоса - 950 г/кв. м, рыбы - 21,3 г/кв. м. Соотношение вылова планктонофагов, бентофагов и хищников выглядело как 76:21:3. Естественно, приведенные выше параметры характеризуют тот период, когда экологическая ситуация в Азовском море была совершенно иной, чем теперь. Здесь обитает около 80-ти видов рыб.

Как и в ситуации с Каспием, огромное воздействие на экосистему Азовского моря оказало гидростроительство, достигшее особого размаха с начала 50-х годов прошлого столетия. В результате был перекрыт доступ производителей анадромных рыб (осетровые, сельди, судак, некоторые карповые и др.) к нерестилищам, расположенным выше плотин. Изменилась динамика поверхностного стока, причем полностью прекратились весенние разливы рек. Произошло нарушение естественных условий воспроизводства массовых анадромных видов рыб на участках, заливаемых в период половодья (осетровые, сельди, судак, лещ, сазан и др.), и в лиманах (судак, тарань и др. карповые). Работа многочисленных водозаборных сооружений сопровождалась массовой гибелью молоди ценных промысловых рыб. Объемы потерь оказались сопоставимы с количеством мальков, искусственно выращиваемых в регионе для поддержания запасов осетровых, судака, леща, тарани, рыбца. Промышленное производство и сельское хозяйство в результате своей деятельности обеспечили сильнейшее загрязнение морских вод, а также безвозвратное изъятие части речного стока. Нередкими стали случаи массовой гибели гидробионтов.

Задание: необходимо изучить лекционный материал с определениями основных понятий. Проанализировать приведенный материал и графики, и сделать вывод.

Тема 6. Антропогенное воздействие на водные экосистемы

Аннотация: В данной теме рассматривается антропогенное воздействие на водные экосистемы и факторы формирования качества вод. Антропогенная трансформация водных объектов. Основные современные проблемы: эвтрофирование, закисление, заиление, загрязнение, засоление. Естественное и антропогенное эвтрофирование, причины возникновения, возможные последствия. Синезеленые водоросли, факторы чрезмерного развития. Опасность «цветения» воды, цианотоксины их опасность для человека и гидробионтов. Методы качественной и количественной диагностики состояния водных экосистем: гидрохимические, биологические и комплексные подходы.

Ключевые слова: эвтрофирование, трофический каскад, «цветение» воды, цианотоксины.

Глоссарий:

Антропогенное воздействие – любой вид хозяйственной деятельности человека в его отношении к природе.

Антропогенный экологический регресс – состояние биоценоза, характеризующееся уменьшением разнообразия и пространственно-временной

гетерогенности, упрощением межвидовых отношений, временной структуры, трофических цепей.

Ацидификация (закисление) – увеличение кислотности (уменьшение величины водородного показателя – pH) природных компонентов (воды, почвы); происходящее вследствие применения кислых минеральных удобрений и выпадения кислых осадков.

Засоление вод – превышение обычной концентрации солей (для пресной воды – свыше 1 г/л, для солоноватой – более 10 г/л и соленой воды – свыше естественно имевшейся первоначальной концентрации солей) в крупных или малых водоемах, связанное с уменьшением их питания речными водами, наступлением морских вод (марши), загрязнением сточными водами с высоким содержанием различных солей.

Трофический каскад – концепция в гидробиологии, когда водные сообщества рассматриваются как системы с восходящими трофическими уровнями. Первичные продуценты определяют состояние более высоких трофических уровней (контроль «снизу»), но также и хищничество консументов более высоких порядков создает каскад биотических воздействий, направленный вниз и отвечающий за состояние экосистемы в целом (контроль «сверху»).

Цветение воды – массовое развитие фитопланктона, вызывающее изменение цвета воды. Вызывается быстрым размножением водорослей в водоеме. Может произойти и в пресной, и в морской воде, но в основном наблюдается в пресных стоячих водах (пруды, бассейны, озера). Как правило, только один или небольшое число видов фитопланктона участвуют в конкретном цветении.

Цианотоксины – токсины выделяемые синезелеными водорослями (анатоксины, сакситоксины, микроцистины, нодулярины и т.д.).

Эвтрофирование – повышение биологической продуктивности водных объектов в результате накопления в воде биогенных элементов под воздействием антропогенных или естественных (природных) факторов. Процесс эвтрофирования ухудшает физико-химические условия среды обитания рыб и других гидробионтов за счет массового развития микроскопических водорослей и других микроорганизмов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислите основные естественные факторы, отвечающие за формирование физико-химических условий в водоеме.
2. Дайте характеристику основных современных проблем водных экосистем: поступление загрязняющих веществ, закисление, засоление, заиление.
3. Что такое эвтрофирование? Отличие антропогенного эвтрофирования от естественного.
4. Основные источники антропогенного эвтрофирования: населенные пункты, промышленное производство, сельское хозяйство, рекреация.
5. Причины возникновения эвтрофирования, возможные последствия.
6. Неблагоприятные последствия «цветения» водоемов. Основные факторы, определяющие биологическую продуктивность водоемов.
7. Цианобактериальные токсины, источники поступления, основные группы, неблагоприятные последствия их нахождения в природных водах.
8. Стехиометрический коэффициент Редфилда, использование для установления лимитирующих факторов эвтрофикации.

Тема 7. Современные подходы в оздоровлении водных объектов

Аннотация: Рассмотрены основные принципы, подходы и стратегия оздоровления водных экосистем. Разработка восстановительных технологий: российская и зарубежная практика. Применение консервативных методов и инновационных разработок. Балансовый подход в восстановлении водных объектов.

Ключевые слова: снижение внешней нагрузки, снижение внутренней нагрузки, балансовый принцип.

Глоссарий:

Водосборный бассейн – площадь, с которой поверхностные воды стекают в данную реку, озеро, море.

Неточечные (рассеянные) источники воздействия – загрязнение принимающей воды происходит от рассеянных в водосборе источников. Типичным примером является попадание в поток несобранных стоков дождевых вод. Неточечные источники иногда называют также «диффузными» водами.

Точечные источники воздействия – стоки отходов в створ принимающей воды в конкретном месте, в такой точке, как канализационная труба или некоторые типы сливных каналов систем обогащения.

Методические рекомендации по изучению темы:

Необходимо изучить лекционный материал с определениями основных понятий. После этого следует ответить на контрольные вопросы.

Вопросы для самоконтроля:

1. Балансовый подход в восстановлении водных объектов.
2. Точечные и рассеянные источники воздействия.
3. Внешние и внутренние источники поступления биогенов.

Тема 8. Теория и практика снижения внешней нагрузки на водные экосистемы

Аннотация: Рассматриваются мероприятия по планомерному снижению эмиссии фосфора в водный объект. Работа с точечными источниками нагрузки. Очистка выпадающих сточных вод. Мероприятия по вводу в эксплуатацию новых и увеличению эффективности работы существующих очистных сооружений по очистке коммунально-бытовых, промышленных и сельскохозяйственных сточных вод. Внедрение систем оборотного водоснабжения на предприятиях. Варианты осуществления дренажного канализирования на водосборе. Защита от рассеянных источников загрязнения. Берегоукрепление и ландшафтное обустройство территории. Использование габионных конструкций, армирующих геоматериалов (георешетки, геосетки, геотекстиль и т.п.). Методы лесо- и лугомелиорации. Организация буферных систем: перехватывающих прудов, искусственных ветландов.

Ключевые слова: снижение эмиссии фосфора, очистка сточных вод.

Глоссарий:

Аэротенк – сооружение для аэробной биологической очистки больших количеств сточных вод. Аэротенки представляют собой емкостные проточные сооружения со свободно плавающим в объеме обрабатываемой воды активным илом, бионаселение которого использует загрязнения сточных вод для своей жизнедеятельности. Непременным условием эффективности биологических процессов метаболизма в аэротенке является обеспечение их растворенным в воде кислородом, что достигается аэрацией и перемешиванием смеси воды и активного ила пневматическими, механическими или смешанного типа устройствами.

Габион – это объемные конструкции прямоугольной формы, состоящие из металлической сетки и заполняемой природным камнем. Габионы применяются в качестве укрепляющей конструкции для защиты берегов от размывания.

Коагуляция – это слипание частиц коллоидной системы при их столкновениях в процессе теплового движения, перемешивания или направленного перемещения во внешнем силовом поле. В результате коагуляции образуются агрегаты – более крупные (вторичные) частицы, состоящие из скопления мелких (первичных). Первичные частицы в таких агрегатах соединены силами межмолекулярного взаимодействия непосредственно или через прослойку окружающей (дисперсионной) среды. Коагуляция сопровождается прогрессирующим укрупнением частиц и уменьшением их общего числа в объеме дисперсионной среды (жидкости). Слипание однородных частиц называется гомокоагуляцией, а разнородных – гетерокоагуляцией.

Отстойник – сооружением механической очистки сточных вод, используется для удаления оседающих или всплывающих грубодисперсных веществ. Различают первичные отстойники, которые устанавливают перед сооружениями биологической или физико-химической очистки, и вторичные отстойники – для выделения активного ила или биотенки.

Песколовки – аппараты для осаждения примесей из сточных вод, предназначены для выделения из сточных вод тяжелых минеральных примесей (главным образом песка) крупностью свыше 0,2-0,25 мм при пропускной способности станции очистки сточных вод более 100 м³/сут.

Флотация – процесс молекулярного прилипания частиц флотируемого материала к поверхности раздела двух фаз, обычно газа (чаще воздуха) и жидкости, обусловленный избытком свободной энергии поверхностных пограничных слоев, а также поверхностными явлениями смачивания.

Методические рекомендации по изучению темы:

Необходимо изучить лекционный материал с определениями основных понятий. После этого следует ответить на контрольные вопросы.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие восстановительные мероприятия направлены на непосредственное снижение эмиссии фосфора в водоем?
2. Защита от точечных и рассеянных источников воздействия.
3. Какие мероприятия можно применить для повышения удерживающей способности водосбора и очистку впадающих притоков перед их попаданием в водоем?

Тема 9. Улучшение физико-химических условий в водоеме

Аннотация: Рассматривается применение таких методов как аэрация и оксигенация водной толщи. Техническая реализация и последствия для гидрохимического режима водоема. Варианты осуществления: выборочная послойная аэрация, аэрация всей водной толщи. Сохранение температурной

стратификации и искусственная принудительная циркуляция (дестратификация). Создание придонных окисленных микрозон. Внесение нитратов в придонные слои воды в гранулированной форме и в виде раствора, инъекционное внесение реагентов в донные отложения. Устранение закисления водоемов.

Ключевые слова: аэрация, оксигенация, стратификация, дестратификация.

Глоссарий:

Аэрация – мероприятие для восстановления нормального кислородного режима в водоеме, осуществляемое при помощи насыщения водной толщи воздухом.

Оксигенация – мероприятие для восстановления нормального кислородного режима в водоеме, осуществляемое при помощи насыщения водной толщи кислородом.

Стратификация вод – разделение водной толщи водоема на слои различной плотности.

Методические рекомендации по изучению темы:

Необходимо изучить лекционный материал с определениями основных понятий. После этого следует ответить на контрольные вопросы.

Вопросы для самоконтроля:

1. Восстановление благоприятных физико-химических условий в водоеме: аэрация и оксигенация. Решаемые задачи. Применяемые инженерные устройства. Разрушение и сохранение температурной стратификации: плюсы и минусы.

2. Окисление донных отложений и придонных слоев воды. Решаемые задачи. Применяемые химические препараты. Внесение нитратов, схема стимуляции микробной деятельности.

3. Природные и антропогенные причины закисления водоемов. Проблемы водных экосистем, связанные с ацидификацией.

4. Методы, применяемые для оздоровления закисленных водоемов (известкование озер, почв водосбора и гидрографической сети, биологическая нейтрализация).