

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

А.Л. Суздалева

**УПРАВЛЯЕМЫЕ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ИНЫХ ОБЪЕКТОВ КАК ОСНОВА
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

ТЕМЫ МАГИСТЕРСКИХ ДИССЕРТАЦИЙ

Учебное пособие для студентов и магистров, обучающихся по профилям «Техногенная безопасность в электроэнергетике и электротехнике» и «Менеджмент в электроэнергетике и электротехнике»

Москва-2015

УДК 504
ББК 26.22
С 893

Допущено Учебно-методическим управлением вузов России по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебного пособия для студентов и магистров высших учебных заведений, обучающихся по профилям «Техногенная безопасность в электроэнергетике и электротехнике» и «Менеджмент в электроэнергетике и электротехнике».

Рецензенты: докт. техн. наук, профессор МЭИ В.Т. Медведев
докт. техн. наук, профессор МГСУ В.В. Волшаник

С 893 Суздалева А.Л.

Управляемые природно-технические системы энергетических и иных объектов как основа обеспечения техногенной безопасности и охраны окружающей среды (темы магистерских диссертаций): учебное пособие / А.Л.Суздалева. — М.: Издательство ИД ЭНЕРГИЯ, 2015. — 160 с.

В учебном пособии рассмотрено формирование управляемых природно-технических систем различного уровня, включая анализ глобальных проблем современности. Описаны основные виды природно-технических систем и методы их экологической оптимизации, позволяющие сохранить благоприятную окружающую среду в процессе ее техногенеза. Отдельное внимание уделено созданию позитивного экологического имиджа промышленных и энергетических объектов. Основное назначение пособия – это формирование у молодых специалистов-энергетиков навыков практического решения широкого круга экологических задач, развитие инновационного мышления и междисциплинарного подхода. В каждом разделе пособия предложены темы магистерских диссертаций и дан список рекомендуемой литературы.

Учебное издание

Суздалева Антонина Львовна

УПРАВЛЯЕМЫЕ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ИНЫХ ОБЪЕКТОВ КАК
ОСНОВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
Темы магистерских диссертаций

Учебное пособие для студентов и магистров, обучающихся по профилю «Техногенная
безопасность в электроэнергетике» и «Менеджмент в электроэнергетике и электротехнике»

Подписано в печать 11.11.2015. Формат 60×80 1/16. Бумага офсетная.
Печать офсетная Печ. л. 5. Тираж 500 экз. Отпечатано в ООО ИД Энергия.

Адрес редакции: 125009, Москва, Дегтярный пер., д. 9
E-mail: laz-energy@yandex.ru Web-site: www.energypublish.ru

ISBN ISBN 978-5-98908-413-5

© Суздалева А.Л., 2015
© ООО ИД Энергия, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1. Техногенная безопасность и уровни ее обеспечения	7
2. Природно-технические системы	12
3. Техногенез	17
4. Системная техноэкология и экологическая глобалистика	21
5. Управляемые ПТС как основа альтернативной стратегии охраны окружающей среды и реального механизма устойчивого развития	28
6. Биотехносфера. Экологические последствия глобальных техногенных изменений климата.....	32
7. Деградация водных объектов	37
8. Системы межрегиональной переброски ресурсов пресных вод (антиреки) и экологические основы организации международного рынка ресурсов питьевой воды	42
9. Экологический имидж промышленных и энергетических объектов	47
10. Урбанизация.....	52
11. Экологическая безопасность и безопасность жизнедеятельности.....	57
12. Оценка экологической безопасности изделий, продукции, технологий и сооружений.....	63
13. Экологические аспекты возобновляемых источников энергии, приливные электростанции, геотермальные электростанции, ветровые электростанции.....	70
14. Водоемы-охладители и биопомехи в системах технического водоснабжения АЭС и ТЭС.....	76
15. Экологическая оптимизация объектов гидроэнергетики.....	83

16. Освоение ресурсов глубин Мирового океана. Искусственный апвеллинг.....	90
17. Инженерно-экологическое обустройство малых городских водных объектов.....	96
18. Техногенные скопления вод	103
19. Лужи – временные микроводоемы	109
20. Резорты. Экологические основы проектирования мест массового отдыха.....	117
21. Тепловое загрязнение и термическое эвтрофирование	124
22. Засорение водных объектов.....	130
23. Вторичное загрязнение водных объектов	137
24. Техногенные биологические инвазии.....	144
25. Нарушение режима стратификации водных объектов	151
Предметный указатель	159

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие предназначается **магистрам, бакалаврам и студентам**, обучающимся по специальностям: **инженерная экология и техногенная безопасность**. На практике решение значительной части проблем в данной области сводится к поиску ответа на вопросы: **как оценить риск нежелательных изменений в окружающей среде, связанных и эксплуатацией техники?** и что необходимо предпринять для того, чтобы снизить риск подобных событий до минимума, рассматриваемого как допустимый уровень риска?

Для того чтобы ответить на первый из этих вопросов необходимо ясно представлять в каких условиях реализуются риски, характеризующие техногенную безопасность. Оценка таких рисков, как расчет вероятности отказа оборудования или аварии, упрощает задачу, но искажает представление о реальной угрозе. **Технические объекты существуют** не как абстрактные понятия, а **как компоненты природно-технических систем**. По этой причине и адекватная **оценка рисков должна осуществляться на системном уровне**. Пояснить сказанное можно на простейшем примере. Так, риск утечки высокотоксичных материалов из резервуара, предназначенного для их хранения, не превышает допустимого уровня. Но, если данный резервуар попадает в зону затопления при возникновении сильных наводнений, способных его разрушить, то подобный подход к оценке техногенной безопасности может привести к фатальным просчетам.

Исследование структурно-функциональной организации **природно-технических систем** не только позволяет объективно оценивать **риски нежелательных явлений**, но и

разрабатывать эффективные меры по их снижению. Особенно велика в этом отношении роль объектов гидроэнергетики. Возвращаясь к приведенному выше примеру, следует отметить, что именно регулирование речного стока гидроэлектростанциями обеспечивает техногенную безопасность многих производственных и иных предприятий.

Создание управляемых природно-технических систем весьма перспективно в плане разработки инновационных решений в области инженерной экологии и обеспечения техногенной безопасности. Вместе с тем, реализация этой задачи на практике требует изучения широкого круга проблем, многие из которых ранее не попадали в сферу внимания специалистов данной области. Поэтому основная **цель учебного пособия** заключается в **расширении кругозора учащихся и повышении уровня их профессиональной эрудиции.**

В каждом разделе учебного пособия приводятся рекомендованные **темы магистерских работ** и дан **список литературных источников**, ознакомившись с которыми, учащиеся могут, как уточнить поставленную в работе цель, так и прийти к ее новому пониманию. Для лучшего и целостного представления материалов в конце пособия приведен предметный указатель. Он облегчают поиск информации, касающейся определенной тематики, но размещенной в различных разделах. Кроме того, дополнительную информацию по темам пособия можно получить на сайте: www.ntsyst.ru.

Хочется надеяться, что ознакомление с учебным пособием и выполнение работ по предлагаемым в нем темам **будет способствовать развитию у учащихся инновационного мышления и стремления к междисциплинарному решению**

проблем, не позволяющему специалисту замыкаться в круге устоявшихся представлений.

1. ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И УРОВНИ ЕЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ ТЕРМИНА «ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

В настоящее время общепринятого определения данного понятия не существует. Как показывает анализ материалов по данному вопросу все существующие трактовки термина «техногенная безопасность» можно разделить на две категории, в каждой из которых в данное понятие вкладывается принципиально различное содержание:

1. **Техногенная безопасность** – это **состояние**, внутренне присущее технической системе, промышленному или транспортному объекту, **оцениваемое риском поражающих воздействий** на человека и окружающую среду в процессе нормальной эксплуатации этих объектов и при возникновении аварийных ситуаций.

2. **Техногенная безопасность** – это **состояние защищенности** населения, технических систем и окружающей среды **от техногенных аварий** и катастроф.

В первом случае – это свойство технической системы (объекта), характеризующее вероятность нанесения ею вреда (ущерба) человеку или окружающей среде. Во втором случае – это не что иное, как один из аспектов обеспечения безопасности жизнедеятельности населения. Подобная неоднозначность

понимания термина «техногенная безопасность» отражает два различных методологических подхода к ее обеспечению. При этом развитие каждого из них одинаково необходимо для решения практических задач, возникающих при постоянно растущем внедрении технических средств в жизнь человека, происходящих в условиях усиления техногенной трансформации окружающей его среды.

КОНЦЕПЦИЯ МНОГОУРОВНЕВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Востребованность обоих направлений обеспечения техногенной безопасности обуславливает необходимость их объединения в рамках единой концепции. Рассмотрим основу различий в методологических подходах. Безопасность любого вида измеряется риском (вероятностью) возникновения нежелательных событий. В случае техногенной безопасности – это риск нежелательного воздействия на человека и окружающую среду функционирования различных технических объектов, включая воздействия, возникающие при отказах оборудования и авариях. Очевидно, что риск должен определяться как вероятностью нанесения вреда конкретным техническим устройством, так и вероятностью того, что население и окружающая среда понесут значимый ущерб в результате воздействия техногенных факторов. В последнем случае значимую роль играет не только риск негативного воздействия технического оборудования (работоспособного или находящегося в аварийном состоянии), но и его снижение, благодаря осуществлению специальных мер по охране от негативных воздействий людей и компонентов окружающей среды. Таким образом, обеспечение техногенной безопасности

может и должно осуществляться на нескольких различных уровнях:

- на технологическом уровне – обеспечение допустимого риска использования конкретной технологии или изделия;
- на объектовом уровне – обеспечение безопасности функционирования технического объекта (предприятия, сооружения, здания и т.п.) в целом;
- на системном уровне – обеспечение безопасности существования человека и окружающей среды, благодаря системе их защиты от неблагоприятных техногенных воздействий.

В оптимальном варианте перечисленные уровни обеспечения техногенной безопасности должны представлять собой комплекс взаимосвязанных действий, построенных по иерархическому принципу. Так, объектовый уровень обеспечения техногенной безопасности основывается на интегральной оценке рисков неблагоприятных воздействий применяемых производственных технологий. Системный уровень базируется на допустимом риске функционирования совокупности объектов, расположенных в границах определенной территории, для которой разрабатываются общие меры обеспечения безопасности жизнедеятельности населения и экологической безопасности.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА СИСТЕМНОМ УРОВНЕ (СИСТЕМНОЙ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ)

Очевидно, что разработка мер по обеспечению техногенной безопасности на системном уровне требует изучения не только технических объектов, но и среды, в которой они функционируют. При этом необходимо учитывать, что связь

между техническим объектом и его средой не является односторонней. Не только объект может оказать на среду неблагоприятное воздействие. Различные процессы, протекающие в окружающей среде, могут значительно снизить его техногенную безопасность, а в ряде случаев вызвать его разрушение и возникновение аварии (например, при затоплении территории объекта во время наводнения). В результате объектом обеспечения техногенной безопасности на системном уровне являются не совокупности объектов, объединенных по территориальному признаку, а так называемые природно-технические системы (ПТС), описанию методов работы с которыми посвящены последующие разделы настоящего учебно-методического пособия.

РАЗЛИЧИЕ ПОНЯТИЙ «СИСТЕМНАЯ ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ» И «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Распространившийся в последние годы термин «техносферная безопасность» также еще не имеет общепринятого определения. Наиболее полно техносферная безопасность определяется как свойство объекта, выраженное в его способности противостоять техносферным опасностям (негативным факторам техносферных опасностей). В свою очередь под техносферой понимается окружающая среда, преобразованная технической деятельностью. Таким образом, это понятие в наибольшей степени соответствует «объектовой техногенной безопасности», упоминавшейся выше. В задачи техносферной безопасности также включается обеспечение благоприятных условий для существования населения. Главное различие заключается в том, что основное внимание приверженцев концепции «техносферной безопасности»

концентрируется на взаимодействии «технический объект – его среда» и разработке методов управления им. «Системная техногенная безопасность» рассматривает проблему более широко, на уровне ПТС. Кроме того, в качестве высшего уровня иерархии ПТС рассматривается не «техносфера» – синтез природы и техники, созданный человеческой деятельностью или самопроизвольно формирующийся симбиоз техники и природы, а «биотехносфера» – состояние биосферы, на которое оказывает значимое влияние некоторые техногенные факторы (парниковый эффект, урбанизация и др.). При этом принципиальная структурно-функциональная организация биосферы сохраняется.

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ

Шпаковский Ю.Г. Техногенная безопасность современной России: учебное пособие. М.: Изд-во РАГС, 2009. 198 с.

Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р. Техногенный риск и безопасность. Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2001. 171 с.

Ефремов С.В. Управление техносферной безопасностью. Краткий курс. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2013. 47 с.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ

1. Методика расчета объектовой техногенной безопасности на основе интегральной оценки безопасности технологии и оборудования, используемого на энергетическом объекте.
2. Ранжированная оценка техногенной безопасности производственных объектов в рамках единой ПТС.

2. ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИНА «ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА»

Термин «природно-техническая система» широко употребляется в научно-технической литературе и ряде нормативных документов (см. СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания для строительства»). Вместе с тем, его официальное определение в настоящее время отсутствует. В учебном пособии принято следующее определение данного термина: **Природно-техническая система (ПТС) – это совокупность природных, природно-техногенных и техногенных объектов, условия существования которых взаимосвязаны и взаимозависимы.** Состояние этой системы определяется комплексом природных и техногенных факторов.

МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Существует два основных механизма образования ПТС. Во-первых, они формируются в результате преобразования человеком природной среды, в ходе различных видов технической деятельности. В совокупности эти процессы и явления обозначаются термином «техногенез». Формы техногенеза не менее разнообразны, чем обуславливающие его виды человеческой деятельности. Но, как бы ни была велика степень техногенной трансформации, практически всегда какая-то часть компонентов природной среды продолжает существовать и в новых условиях. Более того, человек, изменяя окружающую среду, по мере возможности сохраняет ее пригодной и для своего собственного существования. Не

уничтоженные техногенезом компоненты природной среды, в т.ч. живые организмы, вступают во взаимодействие с внедренными в нее новыми техническими элементами. Формируются образования смешанного происхождения (природно-техногенные объекты). В результате на участке ранее существовавшей естественной экосистемы возникает новая система – природно-техническая.

Возможен и иной механизм образования ПТС. Адаптационный потенциал живых организмов настолько велик, что позволяет им проникать и развиваться в различных видах оборудования и сооружениях, создаваемых человеком. Некоторые из этих организмов, в массовом количестве поселяясь в технических узлах и конструкциях, затрудняют их эксплуатацию и становятся причиной значительных материальных ущербов. Эти явления получили название «биологические помехи» или «биопомехи».

ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА – СТРУКТУРНО- ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЕДИНИЦА БИОТЕХНОСФЕРЫ

В ходе освоения человеком ресурсов нашей планеты все больше естественных экосистем превращается в ПТС. Развитие глобальных техногенных процессов уже привело к тому, что биосфера Земли трансформируется в биотехносферу. Иными словами, вся биосфера в целом превращается в ПТС планетарного масштаба, состояние которой уже во многом зависит от последствий производственной деятельности человека, например, от «парникового эффекта». Таким образом, масштабы и структура ПТС весьма разнообразны. Выделяют несколько иерархических уровней ПТС: объектный

(элементарный), локальный, ландшафтный, региональный (национальный) и глобальный.

Виды ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Несмотря на бесконечное разнообразие ПТС, среди них можно выделить три основных вида: стихийные, регулируемые и управляемые. Примером **стихийной ПТС** может являться водно-болотный массив, образовавшийся у выхода городской ливневой канализации. В большинстве случаев развитие таких ПТС идет путем деградации окружающей среды.

Состояние **регулируемых ПТС** контролируется с помощью специальных инженерно-технических систем. К ним можно отнести пополняемые из системы городского водопровода благоустроенные городские водные объекты вместе с комплексом функционирующих на них гидротехнических сооружений.

Управляемая ПТС – это система, состоянием которой можно манипулировать, создавая в ней условия благоприятные для жизни человека. К подобным ПТС можно отнести системы, формирующиеся на основе крупных гидроэлектростанций, которые в результате экологической оптимизации превращаются в регуляторы условий окружающей среды регионального масштаба. Они способны поддерживать экологически оптимальные параметры стока реки и уровня грунтовых вод, защищают прилегающие территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (наводнений, засух, аварийных разливов токсичных загрязнителей).

НАУКА О ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Изучение ПТС находится на начальном этапе. Большинство опубликованных ранее работ носит описательный характер, фиксирующий лишь наличие данного феномена. Целенаправленное изучение процесса формирования ПТС, возможности их оптимизации и практического использования для управления состоянием окружающей среды почти не проводилось.

До сих пор не существует и специальной отрасли знаний, предметом которой являлось бы исследование ПТС и разработка методов управления ими. Вместе с тем необходимость этой науки уже назрела и можно сформулировать ее базовые принципы, каковыми являются: системность, междисциплинарность и синкретичность.

Системность подразумевает выделение элементов ПТС и установление связей между ними, что позволяет рассматривать их совокупность как единое целое, обладающее эмергентностью (иными свойствами).

Новое **научное направление** должно формироваться как **междисциплинарное**, включающее помимо экологических исследований элементы различных областей знания, исследующих различные аспекты процессов и явлений, обуславливающих техногенез окружающей среды. Его можно обозначить как «системную техноэкологию» – науку, создающую методологические основы управления техногенезом окружающей среды, гармонично сочетающую комплексное решение экологических, социальных, технических и экономических проблем.

Становление нового научного направления также требует выработки синкретического взгляда на основы осуществляемой

деятельности. **Синкретичность**, в данном понимании, – это отказ от противопоставления техническим задачам – целей и путей решения природоохранных проблем. Изменение в этом вопросе сначала научного, а впоследствии и массового сознания является необходимым условием реализации провозглашенного ООН принципа «устойчивого развития».

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ

Федоров М.П., Суздалева А.Л. Гидротехническое строительство как основа устойчивого развития // Гидротехническое строительство. 2014. №11. С.27-30.

Федоров М.П., Суздалева А.Л. Экологическая оптимизация гидроэнергетики как альтернативная стратегия охраны окружающей среды // Гидротехническое строительство. 2014. №3. С.10-15.

Жердев В.Н., Беспалов С.Д. Перспективы моделирования природно-технических систем в целях оценки их состояния // Вестник Самарского Государственного Университета. Сер. География и геоэкология. 2003. №1 С. 82-87.

Эльпинер Л.И. Сценарий возможного влияния изменения гидрологической обстановки на медико-экологическую ситуацию (к проблеме глобальных гидроклиматических изменений) // Водные ресурсы. 2003. Т. 30. №4. С. 473-484.

Эльпинер Л.И. Водные ресурсы, климат и здоровье // Экология и жизнь. 2009. №1(86). С. 80-85 (<http://www.ecolife.ru>).

Питулько В.М. Под. ред. Техногенные системы и экологический риск : учебник для студ. учреждений высш. проф. образования. М.: Издательский центр «Академия», 2013. 352 с.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ

1. Оценка образования ПТС при строительстве объекта гидроэнергетики (ГЭС, гидроэнергетического каскада) на безопасность жизнедеятельности населения.
2. Разработка показателей, характеризующих устойчивость ПТС и функциональную связь ее элементов.
3. Методология оценки практической реализации принципа «устойчивого развития» (на примере ПТС, формирующейся на базе объекта гидроэнергетики).
4. Математическая модель ПТС объекта гидроэнергетики.
5. Методика расчета показателей, характеризующих иерархическую структуру региональных ПТС (на примере гидроэнергетического каскада и входящих в него ГЭС)

3. ТЕХНОГЕНЕЗ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИНА «ТЕХНОГЕНЕЗ»

Техногенез – это процесс трансформации окружающей среды под воздействием различных видов технической деятельности человека.

Преобладает мнение, что техногенез окружающей среды закономерно приводит к ее разрушению и деградации. В реальности этот процесс является более сложным и многоплановым. Человек изменяет природную среду не только с целью использования ее ресурсов, но и для создания более благоприятных условий жизни. Формирование инфраструктуры, необходимой для нормальной жизни современного человека, – это один из наиболее

распространенных видов техногенеза окружающей среды. В результате этой деятельности естественные экосистемы превращаются в природно-технические системы. К настоящему времени процесс техногенеза охватывают всю биосферу Земли, превращая ее в биотехносферу.

МЕХАНИЗМЫ ТЕХНОГЕНЕЗА

Современный техногенез окружающей среды нельзя рассматривать как сугубо негативное явление. Существует несколько его различных форм, которые в совокупности с их проявлениями и последствиями следует рассматривать как отдельные экологические механизмы данного явления:

1. **Деградиционный механизм техногенеза** сопровождается утратой хозяйственного, рекреационного и видеоэкологического потенциалов, а также снижением биоразнообразия окружающей среды.

2. **Модифицирующий механизм техногенеза** подразумевает искусственное создание условий, благоприятных для развития определенных групп организмов или даже обуславливающих саму возможность их существования. Например, такой группой являются теплолюбивые виды-вселенцы, обитающие в водоеме-охладителе АЭС и гибнущие в периоды понижения температур, которые возникают при изменении режима работы электростанции.

3. **Креативный механизм техногенеза** заключается в создании новых природно-антропогенных объектов, например, водохранилищ, которые часто становятся важным компонентом природно-технических систем.

4. **Поддерживающий механизм техногенеза**, основанный на возведении и работе целенаправленно создаваемых систем

инженерно-экологического обустройства, работа которых позволяет сохранять и поддерживать благополучное экологическое состояние участка окружающей среды. Примером может служить искусственная аэрация водных объектов.

5. Управляющий механизм техногенеза – включение водного объекта в качестве компонента в управляемую природно-техническую систему. В отличие от «поддерживающего механизма» управление состоянием участка окружающей среды осуществляется не его собственной системой инженерно-экологического обустройства, а регулятором всей природно-технической системы, элементом которой он является. Например, это может быть объект, состояние которого регулируется режимом пуска вод гидроэлектростанции.

ПРИРОДООБУСТРОЙСТВЕННЫЙ ТЕХНОГЕНЕЗ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Природообустройственный техногенез включает всю совокупность действий, входящих в состав поддерживающего и управляющего механизмов техногенеза. Одним из наиболее значимых способов его целенаправленной реализации является экологическая оптимизация, т.е. усиление позитивных аспектов деятельности технических объектов, оказывающих значимое воздействие на окружающую среду, при одновременном снижении негативных.

Экологическая оптимизация инженерно-технических объектов является основой альтернативной стратегии охраны окружающей среды, которая в современных условиях способна на практике обеспечить реализацию концепции устойчивого развития.

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ

Суздалева А.Л., Горюнова С.В. Техногенез и деградация поверхностных водных объектов. М.: ИД «ЭНЕРГИЯ», 2014. 456 с.

Федоров М.П., Суздалева А.Л. Гидротехническое строительство как основа устойчивого развития // Гидротехническое строительство. 2014. №11. С.27-30.

Баландин Р.К. Область деятельности человека. Техносфера. Минск: Высш. Школа., 1982, 240 с.

Баландин Р.К., Бондарев Л.Г. Природа и цивилизация. М.: Мысль, 1988. 393 с.

Кондратьев К.Я., Донченко В.К. Экодинамика и геополитика. Т.1. Спб.: РФФИ, 1999. 1032 с.

Тютюнова Ф.И. Гидрогеохимия техногенеза. М.: Наука, 1987. 335 с.

Сунгатуллин Р.Х., Хазиев М. И. Системный подход при изучении гидросферы на промышленно-урбанизированных территориях // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2009. № 1. С. 19-31.

Эдельштейн К.К. Водохранилища России: экологические проблемы, пути их решения. М.:ГЕОС, 1998. 277 с.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ

1. Методологические основы природообустройственного техногенеза среды (на базе расчета экологической эффективности природоохранных мероприятий крупного производственного объекта).

2. Методика прогностического моделирования процессов техногенеза окружающей среды при проектировании производственного объекта.

3. Разработка системы показателей, характеризующих экологическую результативность техногенеза окружающей среды в период эксплуатации производственного объекта.
 4. Методика расчета зоны значимых техногенных изменений окружающей среды производственного объекта в плане обеспечения безопасности жизнедеятельности населения.
 5. Организация водохранилищ объектов гидроэнергетики как форма креативного техногенеза (современный взгляд на результаты затопления земель при строительстве ГЭС).
-

4. СИСТЕМНАЯ ТЕХНОЭКОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЛОБАЛИСТИКА

СИСТЕМНАЯ ТЕХНОЭКОЛОГИЯ: ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ

Техноэкология, наряду с биоэкологией, геоэкологией и социоэкологией, рассматривается как одна из основных областей экологических наук, в совокупности обозначаемых термином «мегаэкология». Вместе с тем, общепринятого определения техноэкологии в настоящее время не существует. Не сформулирован круг вопросов, изучаемых этой научной дисциплиной. Также не определены и перспективные пути ее развития. Обобщая точки зрения, ранее высказанные различными авторами, можно считать, что предмет техноэкологии – это исследование процессов, происходящих в системе «производство – окружающая среда». При этом основной акцент делается на изучение возможностей предотвращения различных форм промышленного загрязнения.

Однако связь между производственной деятельностью и средой носит двусторонний характер. Ухудшение качества внешней среды также может существенно повлиять на производственную деятельность и даже сделать ее экономически невыгодной. Примерами могут являться падение спроса на продукты питания, изготовленные в экологически неблагоприятных районах, уменьшение доходов строительных компаний из-за снижения цен на жилье, возникшее в результате ухудшения состояния среды в ходе градостроительной деятельности и т.п. Таким образом, в реальности происходит не осуществление производственной деятельности в окружающей среде, а возникновение системы, включающей в качестве взаимосвязано существующих элементов производственные объекты и объекты окружающей среды. Подобные системы обозначаются как природно-технические (ПТС). Необходимость их изучения обуславливает востребованность возникновения и развития новой научной дисциплины – «системной техноэкологии».

Возникновение ПТС является закономерным процессом, неминуемо сопутствующим развитию любой производственной деятельности (начиная с примитивного «мотыжного» земледелия). Но общественное сознание не воспринимает «природу» и «производство» как элементы единой системы. Более того, эти понятия воспринимается большинством людей антагонистически. Подобный взгляд, который кратко можно выразить формулой «производство уничтожает природу», в значительной мере справедлив. Стихийный техногенез, охвативший в период промышленной революции целые регионы, вызвал деградацию окружающей их среды. Но сократить промышленное производство в современных условиях – задача невыполнимая. Все страны мира стремятся

только увеличить его объемы. Единственным выходом является превращение «стихийного техногенеза» в «техногенез управляемый», позволяющий совместить обусловленную им трансформацию среды с сохранением пригодности ее условий для комфортного существования человека и недопущения утраты биоразнообразия. По сути, это практическое воплощение провозглашенного ООН **принципа устойчивого развития**. Решить данную проблему можно только создав необходимую научно-методологическую базу, носящую системный характер. Именно это и есть основная задача системной техноэкологии, предметом изучения которой является управляемый техногенез. Таким образом, **системная техноэкология – это наука, создающая методологические основы управления техногенезом окружающей среды, гармонично сочетающие комплексное решение экологических, социальных, технических и экономических проблем.**

СИСТЕМНАЯ ТЕХНОЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Любая форма техногенеза окружающей среды сопровождается превращением природных экосистем в ПТС. Структурно-функциональная организация ПТС всегда значительно сложнее, чем упоминавшаяся выше двухкомпонентная система «производство – окружающая среда». В ее структуру входят не только технические и природные объекты, но и широкий спектр различных природно-техногенных образований, различного генезиса и предназначения. Не менее разнообразен и характер взаимосвязей между компонентами ПТС, объединяющих их в

единую систему. Попытки управлять отдельными частями ПТС, игнорируя состояния других, не могут обеспечить устойчивого позитивного результата. Так, инженерно-экологическое обустройство городских водных объектов (являющихся частью урбосистемы – одной из разновидностей ПТС) не повысит их рекреационный потенциал, если территория вокруг них лишена необходимой социальной привлекательности (не озеленена, замусорена и т.п.). Таким образом, управление техногенезом – это ничто иное, как создание управляемых ПТС, а изучение ПТС – это методологическая основа системной техноэкологии.

БАЗОВЫЕ ПРИНЦИПЫ СИСТЕМНОЙ ТЕХНОЭКОЛОГИИ

1. **Активная и реалистичная мировоззренческая позиция** в решении проблем сохранения благоприятной окружающей среды. Она подразумевает смену неконструктивной установки о неминуемом глобальном экологическом кризисе, преобладающей в массовом сознании, идей о возможности создания инженерно-технических систем для управления состоянием окружающей среды на различных уровнях, вплоть до глобального.

2. **Междисциплинарный подход** к изучению проблем заключается не только в создании научных групп, включающих ученых из различных областей, но и в расширении научной эрудиции специалистов за счет получения ими дополнительных знаний в других областях. Например, знакомство специалистов биологических специальностей с основами технологических процессов и, наоборот, получение биоэкологической подготовки инженерно-техническими кадрами.

3. **Синкретичность** – это соединение различных и даже противоположных взглядов. Например, принятие

специалистами в области охраны природы точки зрения, что управляемое изменение природной среды, т.е. управляемый техногенез, значительно лучшее решение сложившихся проблем, чем ее неуправляемая деградация.

4. **Системность** исследований, подразумевающая рассмотрение всех процессов и явлений как составной части структурно-функциональной организации ПТС.

5. **Иерархичность структуры ПТС** заключается в том, что одновременно ПТС в целом может рассматриваться как элемент ПТС более высокого ранга, так и напротив, ее составные части могут рассматриваться как несколько ПТС более низкого ранга. Например, при регулировании попусков воды в условиях наводнений или засух, ПТС, формирующиеся при отдельных ГЭС, могут анализироваться как элементы более крупной ПТС, возникшей на базе гидроэнергетического каскада.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМНОЙ ТЕХНОЭКОЛОГИИ

Решение задач, стоящих перед данной научной дисциплиной, предполагает необходимость нескольких методологических подходов к их решению. В соответствии с этим можно выделить:

- **объектную** системную техноэкологию, исследующую конкретные ПТС;
- **частную** системную техноэкологию, занимающуюся изучением ПТС определенных типов (ПТС, возникающих на основе гидроэнергетических объектов и антирек, урбосистем и урбокомплексов, агросистем и др.) и разработкой методов управления ими;
- **общую** системную техноэкологию, исследующую общие закономерности формирования и структурно-функциональной организации ПТС, а также механизмы их иерархического

взаимодействия (например, сопряженность процессов в ПТС локального и регионального уровней и возможности их использования в целях обеспечения устойчивого развития).

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЛОБАЛИСТИКА КАК ОТДЕЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМНОЙ ТЕХНОЭКОЛОГИИ

Термин «глобалистика» употребляют для обозначения совокупности научных, философских, культурологических и прикладных исследований общих проблем развития человеческой цивилизации. Цель современной глобалистики состоит не только в осмыслении мировых проблем, но и в разработке методологической базы по их практическому решению. Ранее ее основным предметом являлись экономика и политика. В последующий период все более востребованным становился глобальный подход к изучению экологических проблем. Значимость этих вопросов для выживания человечества и специфика методов их изучения позволяют выделить экологическую глобалистику как отдельное направление этой науки.

К настоящему времени **глобальная экосистема Земли** – биосфера, уже **трансформировалась в глобальную ПТС – биотехносферу**. Вернуть ее в прежнее естественное состояние, также как и снизить роль техногенных факторов, уже невозможно. Единственный реальный способ улучшить экологическую ситуацию – это разработать механизмы, способные управлять техногенным воздействием, то есть превратить неуправляемую биотехносферу в управляемую, точнее в управляемую ПТС глобального масштаба. Реализация этой задачи на практике требует глубокого изучения законов формирования и функционирования ПТС, а также

взаимодействия ПТС различного уровня, обуславливающее существование их иерархии (аналогичной иерархии естественных экосистем в биосфере). Как уже указывалось, это является предметом изучения «общей системной техноэкологии». Следовательно, **экологическую глобалистику можно определить как отдельное направление системной техноэкологии, целью которого является создание научно-методологических основ управления техногенезом окружающей среды на глобальном уровне.**

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ

Федоров М.П., Суздаева А.Л. Гидротехническое строительство как основа устойчивого развития // Гидротехническое строительство. 2014. №11. С.27-30.

Залиханов М.Ч., Матросов В.М., Шелехов А.М. Под ред. Научная основа стратегии устойчивого развития Российской Федерации. М.: Издание Государственной Думы, 2002. 232 с.

Василеску Г. Методологические аспекты глобалистики // Век глобализации, 2010. №1. С. 18-29.

Мазур И.И., Чумаков А.Н. Гл. ред. Глобалистика. Международный междисциплинарный энциклопедический словарь. М.-СПб.-Нью-Йорк: «ЕЛИМА», «Питер». 2006. 1100 с.

Ильин И.В., Урсул А.Д. Эволюционная глобалистика (концепция эволюции глобальных процессов). М.: Изд-во МГУ, 2009. 232 с.

Урсул А.Д. Феномен ноосферы. М.: Изд-во: Ленанд, 2015, 331 с.

Урсул А.Д. Глобальные процессы и устойчивое развитие: сборник статей. М.: Изд-во РГТЭУ, 2011. 382 с.

Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Экологический вызов и устойчивое развитие. М.: «Прогресс-Традиция», 2000. 416 с.

Марчук, Г.И., Кондратьев К.Я. Приоритеты глобальной экологии. М.: Наука, 1992. 263 с.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ

1. Общая методика разработки компьютеризованной программы управления ПТС на основе практического использования базовых принципов системной техноэкологии.
2. Сравнительное исследование структурно-функциональной организации двух различных категорий ПТС (например, формирующихся на основе ГЭС и ПЭС) с составлением компьютеризованных схем управления ими.
3. Основные виды глобальных трансформаций окружающей среды и разработка методических основ для оценки их воздействия на безопасность жизнедеятельности населения (в форме алгоритмов расчета соответствующих индексов или математических моделей).

5. УПРАВЛЯЕМЫЕ ПТС КАК ОСНОВА АЛЬТЕРНАТИВНОЙ СТРАТЕГИИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И РЕАЛЬНОГО МЕХАНИЗМА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ

Управляемая природно-техническая система ПТС – это система, состоящая из взаимосвязанных природных, природно-антропогенных и антропогенных (технических) объектов, состояние которых можно целенаправленно изменять. Для формирования управляемых ПТС необходимо соблюдение двух условий. Во-первых, хотя бы один из ее технических элементов должен обладать регуляторными функциями. Этот объект,

называемый **регулятором** ПТС, может контролировать состояние других элементов, не допуская ухудшения их состояния и защищая от неблагоприятных воздействий в чрезвычайных ситуациях.

Зависимые от регулятора ПТС элементы называются **стейкхолдерами** (stakeholder). Состав стейкхолдеров может быть весьма разнообразен. Например, если регулятором ПТС является крупная гидроэлектростанция, то к числу стейкхолдеров можно отнести некоторые элементы природной среды (участки нереста рыб, ухудшение состояние которых в маловодные годы не допускается специальными нерестовыми попусками). Одновременно к стейкхолдерам данной ПТС относятся все хозяйствующие субъекты, защищаемые ГЭС от затопления и подтопления.

Однако соблюдение только одного условия (наличие регулятора ПТС) достаточно для формирования не управляемой, а регулируемой ПТС. **Управляемая ПТС возникает** в том случае, **когда связь между регулятором ПТС и зависимыми от него стейкхолдерами приобретает постоянный характер, а их деятельность объединяется общей целью** – созданием и сохранением благоприятной среды для существования и деятельности всех элементов системы.

Таким образом, главное различие между регулируемыми и управляемыми ПТС заключается в том, что первые позволяют контролировать ситуацию, не давая ей выйти за определенные границы, вторые – манипулировать ею. Очевидно, что подобное различие весьма условно, но, вместе с тем, оно является принципиально важным. Превращение потенциально регулируемых ПТС в управляемые является основой для развития процессов управляемого техногенеза. Для обозначения

этой системно спланированной деятельности используется термин экологическая оптимизация регуляторов ПТС.

ПТС – СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ БИОТЕХНОСФЕРЫ

На современном этапе процессы техногенеза приобрели общепланетарный характер. Это позволяет говорить о превращении биосферы в биотехносферу. Природные экосистемы повсеместно трансформируются в природно-технические системы, иерархия которых и слагает формирующуюся на наших глазах биотехносферу. В этой ситуации возможны **альтернативных стратегии** решения комплекса экологических, социальных и технических проблем. Первая, традиционная стратегия, заключается в бесплодных попытках остановить процесс техногенеза окружающей среды. Вторая стратегия подразумевает разработку механизма управления процессом техногенеза. Именно такой подход в сложившихся условиях может обеспечить эффективную **охрану окружающей среды и выполнение на практике концепции устойчивого развития** человеческой цивилизации, декларированной ООН.

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ

Суздалева А.Л., Горюнова С.В. Техногенез и деградация поверхностных водных объектов. М.: ООО ИД «ЭНЕРГИЯ», 2014. 456 с.

Троицкий А.В. Природоохранные проблемы в гидроэнергетике // Энергия. 2003. №5. С. 29-34.

Федоров М.П., Суздалева А.Л. Экологическая оптимизация гидроэнергетики как альтернативная стратегия охраны окружающей среды // Гидротехническое строительство. 2014. №3. С.10-15.

Федоров М.П., Суздалева А.Л. Гидротехническое строительство как основа устойчивого развития // Гидротехническое строительство. 2014. №11. С.27-30.

Эльпинер Л.И. Сценарий возможного влияния изменения гидрологической обстановки на медико-экологическую ситуацию (к проблеме глобальных гидроклиматических изменений) // Водные ресурсы. 2003. Т. 30. №4. С. 473-484.

Эльпинер Л.И. Водные ресурсы, климат и здоровье // Экология и жизнь. 2009. №1(86). С. 80- 85(<http://www.ecolife.ru>).

Красовская Т.М. Эколого-экономические оценки как инструмент для решения геоэкологических проблем // Мир геоэкологии: сб. статей. М.: ГЕОС, 2008. С. 58-66.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ

1. Методология управления ПТС на основе идентификации ее стейкхолдеров и расчета уровня их зависимости от регулятора.
2. Определение границ управляемой ПТС (зоны эффективного управления) на примере крупного объекта гидроэнергетики.
3. Разработка математической модели функционирования управляемой ПТС объекта гидроэнергетики при возникновении чрезвычайных ситуаций гидрометеорологического характера.
4. Классификация мероприятий, реализующих природоохранные и средозащитные функции регулятора ПТС и разработка унифицированного метода оценки их эффективности.
5. Сравнительный анализ мер традиционной и альтернативной стратегии охраны окружающей среды в зоне действия крупной ГЭС, на основе расчета их потенциальной экологической и экономической эффективности

6. БИОТЕХНОСФЕРА.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ ТЕХНОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИНА «БИОТЕХНОСФЕРА»

Биотехносфера – состояние биосферы Земли, условия в которой формируются при значимом воздействии техногенных факторов. Таким образом, биотехносфера – это глобальная природно-техническая система (ПТС).

ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ И СТРУКТУРА БИОТЕХНОСФЕРЫ

Формирование биотехносферы (техногенная трансформация биосферы) является следствием глобализации процессов техногенеза. В настоящее время экосистем, не испытывающих техногенного воздействия, существовать не может. Так, состояние окружающей среды практически на всех участках Земли подвержено прямому или косвенному воздействию парникового эффекта. Человеческая деятельность в ближайшем будущем может спровоцировать или непосредственно обусловить еще ряд процессов, проявления которых могут достичь глобального уровня. Помимо широко известного общественности разрушения озонового слоя, можно, например, указать на техногенную трансформацию структуры водных масс Мирового океана. Ее последствия не только нарушат режим стратификации и затронут ранее не использовавшиеся человеком ресурсы глубинных слоев океана, но и способны вызвать изменение общего характера атмосферной циркуляции и, следовательно, практически повсеместное изменение

гидрометеорологических условий. Определенное представление о подобных явлениях дает периодически наблюдаемый феномен «Эль-Ниньо», связанный с временным снижением интенсивности перуанского апвеллинга (вертикально направленного морского течения, выносящего к поверхности холодные глубинные воды).

Расширению масштабов техногенеза, несомненно, будет способствовать и грядущий в ближайшие десятилетия **глобальный кризис водопользования**, который потребует включения в сферу водоснабжения незадействованных ранее водных объектов.

Таким образом, происходит повсеместное превращение естественных экосистем в природно-технические системы. Однако техногенез не приводит к утрате взаимосвязи и иерархической структуры модифицированных компонентов биосферы. Их системность сохраняется, хотя сам характер связей может меняться. Так, макроэкосистема речного бассейна включает ряд более или менее обособленных, но взаимосвязанных экосистем. В свою очередь эта макроэкосистема может являться частью еще большей по масштабам экосистемы морского водоема, принимающего речной сток. При зарегулировании речного бассейна и превращении его в ПТС регионального масштаба, его части превращаются в ПТС более мелкого масштаба. Природно-технической системой становится и морской водоем, на который зарегулированный речной сток продолжает оказывать значимое влияние, но уже зависящее от техногенных факторов.

Если биосфера рассматривалась как экосистема планетарного масштаба, функционирующая как иерархия взаимосвязанных экосистем более низкого ранга, то биотехносфера складывается из

объединенных в единую глобальную систему иерархии природно-технических систем.

ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ БИОТЕХНОСФЕРЫ

Существуют два основных варианта развития ситуации. Первый из них – это происходящий в настоящее время отчасти контролируемый, но практически неуправляемый техногенез, ведущий к формированию **неуправляемой биотехносферы**. Подобное положение складывается, главным образом, по причине нежелания как широких масс общественности, так научных кругов признать утрату естественной среды. Почти все меры, предлагаемые для улучшения экологических условий, носят ограничительно-запретительный характер. В результате подобных действий могут возникнуть лишь неуправляемые ПТС, техногенное воздействие которых на «природные» и «природно-антропогенные» объекты в той или иной мере контролируется. Подобные действия либо приносят кратковременный эффект на ограниченном пространстве, либо вырождаются в формально-бюрократическую деятельность. Примером могут служить Киотские соглашения и новая концепция, призванная их заменить. На современном этапе никакие ограничения промышленных выбросов парниковых газов не дадут реального эффекта, хотя бы по той причине, что все более значимым их источником становится эмиссия из оттаивающей «многолетней мерзлоты».

Альтернативный путь – постепенное создание иерархии управляемых ПТС, т.е. формирование **управляемой биотехносферы**. Это означает принятие существующих реалий, их непредвзятое изучение и разработка подходов, обеспечивающих устойчивое сохранением благоприятной среды

в таких условиях. Уже сейчас, вместо бюрократизированной борьбы с парниковым эффектом, необходимо затрачивать средства на планирование новых систем водоснабжения, корректировать развитие сельскохозяйственного производства и разрабатывать новую стратегию природоохранной деятельности.

ОБРАТНЫЙ АКТУАЛИЗМ

Прогнозирование эволюции биотехносферы на современном этапе является неременным условием разработки стратегии ее управления в последующий период. Помимо мониторинга происходящих явлений, перспективным направлением в данной области является исследовательский подход, который можно обозначить как **обратный актуализм**. Суть этой методологии заключается в изучение **глобальных экологических кризисов**, происходивших в прошедшие геологические эпохи, и экстраполяции выявленных закономерностей на современные условия. В этой связи следует вспомнить, что концепция «ядерной зимы», разработанная советскими учеными (Будыко М.И. и др.), была обоснована геологическими и палеонтологическими материалами, характеризующими падение на Землю крупных метеоритов. Этот метод весьма перспективен и для прогноза последствий реализации некоторых современных проектов, например, приводящих к широкомасштабным подъемам глубинных вод Мирового океана.

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ

Суздалева А.Л., Горюнова С.В. Техногенез и деградация поверхностных водных объектов. М.: ООО ИД «ЭНЕРГИЯ», 2014. 456 с.

- Казначеев В.П.** Учение о биосфере. М.: Знание, 1985. 80 с.
- Данилов-Данильян В.И., Горшков В.Г., Арский Ю.М., Лосев К.С.** Окружающая среда между прошлым и будущим: мир и Россия. М.: Космоинформ, 1994. 133 с.
- Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С.** Экологический вызов и устойчивое развитие. М.: «Прогресс-Традиция», 2000. 416 с.
- Горшков В.Г.** Устойчивость биогеохимических круговоротов. //Экология. 1985. №2. С.3-12.
- Горшков В.Г.** Современные глобальные изменения окружающей среды и возможности их предупреждения // Доклады РАН, 1993. Том 332. № 6. С. 802-806.
- Осипов В.И.** Природные катастрофы в центре внимания ученых. // Вестник РАН, 1995. Т.65. №6. С.483-495.
- Осипов В.И.** Природные опасности и стратегические риски в мире и в России // Экология и жизнь. 2009. №11–12 (96–97). С.6-15.
- Будыко М.И., Голицын Г.С., Израэль Ю.А.** Глобальные климатические катастрофы // М.: Гидрометеиздат, 1986. 160 с.
- Безносков В.Н., Суздаева А.Л.** Изменение видового состава континентальных водоемов в условиях теплового загрязнения как модель возможных биотических изменений в периоды потепления климата — Экосистемные перестройки и эволюция биосферы. Вып. 4. М.: Изд-во ПИН РАН, 2001. С.142-146.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ

1. Оценка воздействия глобальных климатических изменений на условия жизнедеятельности населения (методология эколого-экономического районирования уровня трансформации условий).

2. Структура биотехносферы: основные уровни формирования ПТС и критерии их выделения.
 3. Методологические основы расчета эффективности мер по предотвращению парникового эффекта (разработка и обоснование критериев оценки).
 4. Современная динамика катастроф гидрометеорологического характера (наводнений, засух) и расчет риска нарушения условий жизнедеятельности для различных частей территории Российской Федерации (ее районирование по данному показателю).
 5. Оценка общего уровня техногенеза современной биосферы (степени трансформации ее в биотехносферу) на основе расчета степени изменения базовых параметров ее естественного состояния.
-

7. ДЕГРАДАЦИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИНА «ДЕГРАДАЦИЯ ВОДНОГО ОБЪЕКТА»

Деградация водного объекта – это снижение или утрата его качеств, представляющих ценность для человека. В том числе деградация – это и утрата свойств водного объекта как полноценного компонента благоприятной окружающей среды и основной жизненной ценности человека.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ДЕГРАДАЦИИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Ценность водного объекта для человека определяется различными аспектами его жизни, материальными и духовными потребностями. В соответствии с этим можно выделить несколько основных видов деградации:

- **экологическая деградация**, проявляющаяся в разрушении водных экосистем и снижении их биоразнообразия;
- **водохозяйственная деградация**, заключающаяся в утрате возможностей использования ресурсов водного объекта в ходе осуществления различных видов хозяйственной деятельности;
- **рыбохозяйственная деградация**, в которую целесообразно вкладывать более широкий смысл, чем сокращение рыбных запасов, распространяя данный аспект деградации на снижение количества любых видов водных биологических ресурсов;
- **рекреационная деградация**, заключающаяся в снижении или утрате рекреационного потенциала, т.е. возможности использования водного объекта и окружающей его территории для массового отдыха;
- **видеоэкологическая деградация**, приводящая к снижению видеоэкологического потенциала, как самого водного объекта, так и территории, к которой он прилегает или в пределах которой он расположен;
- **культурно-историческая деградация**, связанная с утратой возможности использования водного объекта как компонента объектов культурно (исторического наследия или религиозного культа).

ФАКТОРЫ ДЕГРАДАЦИИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Деградация водных объектов может быть обусловлена различными видами антропогенных (техногенных) воздействий. Основными из них являются:

- **загрязнение и эвтрофирование** водных объектов (в т.ч. вторичное загрязнение, тепловое загрязнение и термическое эвтрофирование);
- **их засорение**;

- нарушение режима **стратификации** водоемов;
- техногенные биологические **инвазии**, в том числе развитие патогенных организмов, спровоцированное техногенными факторами;
- изменения характера **водосборного бассейна**, прежде всего, его урбанизация;
- **истощение** водных объектов и изменение водности речных систем.

Некоторые из этих факторов интенсивно исследовались на протяжении многих лет. Другие изучались в значительно меньшей степени. Именно в пособии уделяется особое внимание.

ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБУСТРОЙСТВО ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

В литературе отдельные проявления процесса деградации часто описывались как развитие чрезвычайной ситуации или ухудшение санитарно-эпидемиологического состояния. Однако для объективного изучения этих явлений необходим системный подход, одновременно учитывающий все аспекты происходящих процессов. Человеческая деятельность должна рассматриваться не только в качестве основной причины деградации, но и как единственный фактор, который может воспрепятствовать развитию этого процесса. Естественный потенциал самоочищения и самовосстановления водных экосистем в современных условиях не может противостоять возрастающему уровню антропогенной нагрузки. Для сохранения благоприятных условий основная часть этой нагрузки должна быть перенесена на специально создаваемые системы инженерно-экологического обустройства, широко

применяемые на малых городских водных объектах. Эти меры представляют собой не что иное, как одну из форм техногенеза окружающей среды – **природообустроенный техногенез**. В более крупных масштабах для той же цели могут быть использованы существующие инженерно-технические системы (например, гидроэнергетические) после их экологической оптимизации. В результате этих мер, водные объекты становятся компонентами управляемых природно-технических систем.

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ

Суздаева А.Л., Горюнова С.В. Техногенез и деградация поверхностных водных объектов. М.: ООО ИД «ЭНЕРГИЯ», 2014. 456 с.

Горюнова С.В., Безносков В.Н. Основные этапы развития чрезвычайной экологической ситуации в прибрежной зоне морского курорта // Актуальные проблемы экологии и природопользования. Сборник научных трудов Российского университета дружбы народов. Вып.5. Ч.2. Экологические исследования природно-техногенных систем. М.: Изд. РУДН, 2004. С.114-122.

Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Экологический вызов и устойчивое развитие. М.: Прогресс-Традиция, 2010. 233 с.

Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана водной среды в России: Учеб. и справ. Пособие. М.: Финансы и статистика, 2012. 289 с.

Моисеенко Т.И., Гашкина Н.А. Формирование химического состава вод в условиях антропогенных нагрузок. М.: Наука. 2010. 267 с.

Моисеенко Т.И. Водная токсикология: фундаментальные и прикладные аспекты. М.: Наука, 2009. 400 с.

Дружинин П.В. Под общей ред. Моделирование влияния развития экономики на окружающую среду. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. 96 с.

Горюнова С.В., Суздалева А.А., Кучкина М.А. Антропогенная деградация водных объектов и возможные пути ее предотвращения // Экология и развитие общества. Материалы XII международной конференции. Дополнительный выпуск. СПб.: МАНЭБ, 2009. С. 83-85.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ

1. Комплексная оценка деградации водного объекта на основе разработки расчета экологического и экономического ущербов.
2. Методика прогноза деградации водного объекта и определение ожидаемого ущерба, связанного с нарушением условий жизнедеятельности населения.
3. Разработка компьютеризированной программы математического моделирования инженерно-экологического обустройства водного объекта с целью оптимизации мер по предотвращению его деградации.
4. Процессы деградации водных объектов, обусловленные эксплуатацией объектов гидроэнергетики и их предотвращение на этапе проектирования ГЭС и гидроэнергетических каскадов (включая разработку методики расчета ожидаемого снижения экологического ущерба).
5. Исследование деградации конкретного водного объекта (акватории) и разработка программы его инженерно-экологического обустройства (с расчетом ожидаемой экономической и экологической эффективности мероприятий).

8. СИСТЕМЫ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕБРОСКИ РЕСУРСОВ ПРЕСНЫХ ВОД (АНТИРЕКИ) И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ МЕЖДУНАРОДНОГО РЫНКА РЕСУРСОВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИНА «АНТИРЕКА»

Антирека – это **управляемая природно-техническая система**, создаваемая для средне- и крупномасштабной межбассейновой или межрегиональной переброски водного стока (годовой объем перебрасываемого стока: 1-5 км³ и более 5 км³). Водная система (бассейн, водоток), из которого изымается часть стока, именуется **донором антиреки**, а водная система (бассейн, водоток), в которую добавляется сток, – **реципиентом антиреки**.

ВИДЫ АНТИРЕК

Исходя из функционально-географических особенностей, можно выделить:

- **межбассейновые** антиреки, осуществляющие переброску речного стока, в смежные бассейны;
- **межрегиональные** (межзональные) антиреки, осуществляющие переброску вод в бассейны других физико-географических регионов (климатических зон);
- **бессточные** антиреки, осуществляющие переброску вод в бессточные бассейны.

С функциональной точки зрения к бессточным антирекам можно отнести ПТС, состоящие из промышленных опреснителей морских вод и связанной с ними системы

водоснабжения. Донором антиреки в данном случае служит морской бассейн.

ФОРМИРОВАНИЕ МЕЖДУНАРОДНОГО РЫНКА РЕСУРСОВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

По расчетам специалистов в 2025-2040 гг. наступит мировой кризис водопользования, который неминуемо повлечет за собой крах экономики и сложившейся геополитической системы. Единственный способ избежать кризисных явлений в области водопользования заключается в своевременном (опережающем) формировании цивилизованного рынка ресурсов пресной воды.

Ряд экспертов полагает, что рынок воды будет подобен современному рынку нефти. Однако **между нефтяным и водным рынками существует ряд принципиальных отличий:**

1. **Объем запасов пресной воды подвержен постоянным флуктуациям,** обусловленным изменениями гидрометеорологических условий (нормы осадков и водности речных бассейнов). Размах и частота этих флуктуаций повышается по мере развития процесса глобального потепления. В основу формирования рынка водных ресурсов, в отличие от нефтяного, может быть положен принцип корректировки и управления их динамикой. В упрощенной форме – это компенсация дефицита воды в одних регионах за счет избытка их в других, который, так или иначе, необходимо отводить для защиты территорий от затопления.

2. **Пресная вода – это необходимое условие для жизни человека.** После прогнозируемого сокращения запасов нефти наступит, так называемый, «постнефтяной период». Произойдет замена технологий, основанных на сжигание углеводородного топлива, на другие. Аналогичный «постводный период»

невозможен. Формирование водного рынка не может происходить по законам нефтяного рынка, где главным стимулом является финансовая выгода. Иными словами, нефтепровод строится только тогда, когда это выгодно, водопровод должен функционировать постоянно, даже в тех случаях, когда это приносит значительные убытки.

3. **Вода – это основа сельскохозяйственного производства.** Ее дефицит в условиях уже существующей нехватки пищевых продуктов, неминуемо, вызовет массовый голод. Мало известен факт, что наибольшее количество человеческих жертв в природных чрезвычайных ситуациях XX века (51%) было связано не с землетрясениями и наводнениями, а с засухой в Восточной Африке (Осипов, 1995). Только в 1970-1974 гг. здесь погибло от голода, вызванного засухами, около 1,2 млн. человек.

4. **В условиях глобального перераспределения нормы осадков межбассейновая переброска вод необходима** для поддержания существования многих наземных экосистем и экосистем континентальных водных объектов.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ, СОЦИАЛЬНЫЕ И ГЕОПОЛИТИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ОРГАНИЗАЦИИ АНТИРЕК

Строительство систем межбассейновой переброски речного стока осуществлялось, начиная с глубокой древности. В конце XX века отношение общественности к подобным проектам стало негативным в связи опасениями крупномасштабной деградации окружающей среды. Надвигающийся **мировой кризис водопользования** и изменение водности речных систем требует пересмотра подобного взгляда. Предполагается, что понижение солености вод Северного Ледовитого океана, связанное с увеличением стока сибирских рек, будет иметь весьма

нежелательные не только экологические, но климатические последствия. Кроме того, увеличение нормы осадков, обусловленное глобальным потеплением, создает угрозу крупных **природно-техногенных катастроф** в результате наводнений и разрушений гидротехнических сооружений (плотин ГЭС и др.). Так, повышение водности р. Енисей потребовало срочного строительства дополнительного водосброса на Саяно-Шушенской ГЭС. Этот избыток вод мог быть отведен в смежные с водохранилищем ГЭС засушливые регионы. Вместо издержек на организацию холостого сброса вод была бы получена финансовая выгода, и возросло бы геополитическое значение страны как импортера воды. Для уточнения данной проблемы предлагается ввести понятие **«мобильные водные ресурсы»** (МВР), подразумевая под ними часть стока, которая может быть изъята из донора антиреки, с наименьшими негативными экологическими последствиями.

Существует мнение, что мировой кризис водопользования может быть решен на основе импорта **«виртуальной воды»** или **«водоемкой продукции»**. То есть замена поставок воды, как таковой, в страны, испытывающие ее дефицит, поставками продукции, изготовление которой требует затрат значительного количества водных ресурсов. Однако следует вспомнить, что острый дефицит воды испытывают в основном «бедные» страны, у которых нет средств на приобретение водоемкой продукции. Кроме того, импорт виртуальной воды не решит экологические проблемы и не даст возможности развиваться сельскому хозяйству.

Противниками антирек высказывается также мнение, что межрегиональная переброска речного стока во многих случаях невозможна из-за географических преград. Но, как мы видим на

примере развития сети нефте- и газопроводов, их прокладка осуществляется даже через моря. Во время мирового кризиса водопользования востребованность прокладки аналогичных водопроводов станет еще больше, а экономическая обоснованность этих проектов, уступит свое лидирующее значение социальной необходимости.

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ

Суздалева А.Л., Горюнова С.В. Техногенез и деградация поверхностных водных объектов. М.: ООО ИД «ЭНЕРГИЯ», 2014. 456 с.

Суздалева А.Л., Горюнова С.В. Экологические основы формирования международного рынка ресурсов пресной воды// Вестник Российского университета дружбы народов. Серия экология и безопасность жизнедеятельности. 2014. №4. С.85-92.

Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Потребление воды: экологические, экономические, социальные и политические аспекты. М.: Наука, 2006. 221 с.

Березнер А.С. Территориальное перераспределение речного стока европейской части РСФСР. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 160 с.

Салохиддинов А.Т., Икрамов Р.К., Тимирова М.Н. Управление водными ресурсами.– Ташкент, ТИМИ, 2013. 2008 с.

О влиянии переборки стока северных рек в бассейн Каспия на народное хозяйство Коми АССР // Л.: Наука, 1967. 207 с.

Герарди И.А. Единая государственная система регулирования и межбассейнового перераспределения водных ресурсов // Гидротехника и мелиорация. 1975. № 7. С.22-28.

Асарин А.Е., Бестужева К.Н. Водно-энергетические расчеты. М.: Энергоатомиздат, 1986. 224 с.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ

1. Характеристика современного этапа развития глобального кризиса водопользования и прогноз развития ситуации на основе водохозяйственных расчетов по конкретным регионам, испытывающим дефицит пресной воды.
2. Оценка экологического ущерба и ущерба нарушения условий жизнедеятельности в странах, испытывающих дефицит пресной воды.
3. Методика расчета объема «мобильных водных ресурсов» (МВР).
4. Унифицированная методика разработки «карт-схем» межбассейновой переброски речного стока и расчета его объемов, необходимых для покрытия регионального дефицита ресурсов пресной воды.
5. Сравнительный анализ результативности мер по обеспечению безопасности жизнедеятельности населения при реализации различных концепций организации международного рынка ресурсов пресной воды.

9. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ИМИДЖ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИНА «ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ИМИДЖ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ»

Экологический имидж производственной организации (предприятия, корпорации) – это система представлений, существующая в массовом сознании общества, об экологической безопасности его работы и его продукции.

ЗНАЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИМИДЖА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Представление о роли конкретной производственной организации в массовом сознании формируется в любых условиях, даже при полном отсутствии какой-либо достоверной информации о ее работе. Существует общая закономерность: без целенаправленного и постоянного экологического имиджмейкинга в массовом сознании населения формируются представления о производственных и энергетических объектах, как об источниках угрозы для окружающей среды и для благополучия жизни людей. Иными словами, без систематического осуществления специальных мероприятий любая производственная организация приобретает негативный экологический имидж. Характерный пример – засекреченные объекты. Даже в том случае, если это склад обмундирования, значительная часть проживающего вблизи него населения будет рассматривать его как причину ухудшения своего здоровья.

Экологическая оптимизация промышленного или энергетического объекта, сколь успешной она ни была бы с технической точки зрения, не даст ожидаемых экономических и социально-политических результатов, если эти действия будут проводиться в отрыве от проблем формирования экологического имиджа. Вместе с тем, как показывает практика, даже при отсутствии каких-либо реальных достижений в области повышения экологичности технологических процессов и их продуктов, хорошо организованный имиджмейкинг способен изменить общественное мнение о работе предприятия и значительно повысить конкурентоспособность производимых им изделий.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ИМИДЖ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Экологический имиджмейкинг играет важнейшую роль в создании управляемых природно-технических систем (ПТС) или, в более широком плане, – управляемой биотехносферы. Эта деятельность будет одобрена обществом и научными кругами только в случае формирования в массовом сознании устойчивого представления о ее необходимости и практической пользе конечных результатов. Устойчивые управляемые ПТС могут сложиться только путем добровольного объединения входящих в них элементов. Под «объединением элементов» подразумевается достижение взаимовыгодного соглашения руководителей производственных объектов, например, для совместной защиты от внешних угроз: засух, наводнений, крупных производственных аварий, или для совместного решения общих социально-экологических проблем. В этой связи следует напомнить, что и у любого «природного объекта» также существует лицо (субъект), отвечающее за его состояние. Экологический имиджмейкинг производственных объектов, выступающих в роли регуляторов управляемых ПТС, в данном случае является важнейшим фактором для объединения всех заинтересованных лиц (стейкхолдеров). При успехе этой деятельности сам факт вхождения антропогенного, природно-антропогенного или природного объекта в состав управляемой ПТС способен улучшить его экологический имидж.

Создание подобных структур на основе «директив сверху» нецелесообразно и, как показывает опыт деятельности органов гражданской обороны, в отсутствие осязаемой результативности предпринимаемых мер, подобная деятельность приобретает формальный характер.

ФОРМИРОВАНИЕ ПОЗИТИВНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИМИДЖА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

В оптимальном варианте производственный экологический имиджмейкинг должен осуществляться активно, путем **превентивного** (т.е. опережающего по времени распространение негативных сведений) информационно-психологического воздействия на массовое сознание. Цель **активного** экологического **имиджмейкинга** заключается в создании максимально возможного в существующих условиях позитивного общественного мнения о деятельности организации. В противном случае эта деятельность сводится к опровержению различного рода негативной информации о воздействии предприятия на окружающую среду (**пассивный** экологический **имиджмейкинг**). Кроме того, производственный экологический имиджмейкинг должен осуществляться системно. Предпринимаемые действия должны быть скоординированы в рамках единой программы.

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ

Суздалева А.Л., Родионов В.Б., Безносов В.Н. Формирование экологического имиджа объектов гидроэнергетики // «Экология в энергетике – 2006» Сб. докл. III междунардн. научно-практической конф. М.: РАО «ЕЭС-России», 2006. С.44-52.

Суздалева А.Л., Безносов В.Н., Суздалева А.А. Экологический имидж компании: как разработать программу формирования экологического имиджа производственной организации // Национальный имидж, 2009. №01(06). С.50-55.

Безносов В.Н., Суздалева А.А. Экологический имидж производства // Экология и развитие общества. №1(3). 2012. С.8-12.

Суздалева А.Л. Экологические фрустрации и депривации как основа экологического мировоззрения и причина социально-экологических конфликтов // www.ntsyst.ru

Солодилова Н., Хизбуллин Ф. Экологический имидж региона как инструмент повышения конкурентоспособности экономики республики // Региональная экономика. 2013. №1. С. 10-15.

Филатова О.Г. Технологии и методы PR-продвижения информационных ресурсов. Вводный курс: Учебное пособие. СПб.: НИУ ИТМО, 2012. 73 с.

Кара-Мурза С. Г. Манипуляция сознанием. М.: Эксмо, 2005. 832 с

Коханова Л.А. Экологическая журналистика, PR и реклама // М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007. 383 с.

Ферапу Г.С. Экологический менеджмент. Ростов н/Д: Феникс, 2012. 528 с.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ

1. Разработка «Программы формирования экологического имиджа» конкретного объекта энергетики, включая прогноз оценки эксплуатации данного объекта с точки зрения обеспечения безопасности жизнедеятельности населения (вычисления рисков неблагоприятных событий).
2. Методика оценки изменения экологического имиджа производственного объекта при проведении мероприятий по его формированию (с разработкой критериев, пригодных для количественной оценки достигнутых результатов).
3. Анализ экологических фрустраций и деприваций, формирующих восприятие деятельности производственного объекта в массовом сознании населения (с разработкой системы количественных критериев оценки распространенности и

значимости отдельных видов фрустраций и деприаций, а также рассчитываемого на их основе интегрального показателя)

4. Формирование внешнего и внутреннего экологического имиджа региона (с разработкой системы данных, способных оказать значимое информационно-психологическое воздействие).

5. Методика формирования позитивного экологического имиджа на этапах разработки внедрения инновационных технологий, включая разработку критериев количественной оценки достигнутых результатов.

10. УРБАНИЗАЦИЯ

УРБАНИЗАЦИЯ КАК ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Урбанизация – это осуществляемый человеком процесс целенаправленной трансформации окружающей среды для создания условий, пригодных для совместного проживания значительных людских масс. При этом необходимо одновременно решить две жизненно важные, но различные по сути проблемы.

Во-первых, это защита людей от неблагоприятных природных воздействий и иных нежелательных явлений. Она решается путем строительства жилых помещений и различных объектов инфраструктуры.

Во-вторых, это необходимость сохранения компонентов окружающей среды, прежде всего, ее элементов, необходимых

для жизнедеятельности человека – воздуха, питьевой воды и др. Не менее важна и психологическая потребность контакта с элементами природной среды. Она решается путем плановой организации или стихийного возникновения мест массового отдыха – **городских резортов**. По этим причинам результатом урбанизации является не скопление сооружений, а возникновение **урбосистемы**, которая включает комплекс взаимосвязанных антропогенных, природно-антропогенных, а иногда и сохранившихся в пределах городской черты природных объектов. То есть, это не что иное как один из специфических видов природно-технических систем (ПТС).

Человек никогда не является единственным живым обитателем урбосистемы. Ее также населяет значительное количество других организмов, которые в совокупности можно обозначить термином **«урбобиота»**. В составе урбобиоты присутствуют и нежелательные формы, борьба с которыми является одним из направлений экологической оптимизации урбосистем.

ФОРМИРОВАНИЕ УРБОКОМПЛЕКСОВ

Некоторые исследователи уподобляли человеческие поселения живому организму, требующему питания и выделяющему продукты своей жизнедеятельности. Научное направление, занимающееся комплексным анализом и изучением проблем, связанных с функционированием городов и эволюцией, сопряженной с их природной основой, обозначается термином **«геоурбанистика»**. Данная дисциплина рассматривается как раздел экономической географии.

Но ресурсы урбосистемы не могут удовлетворить потребности городских поселений, даже когда они по своим

масштабам весьма невелики. Данная проблема издавна решалась путем эксплуатации городскими поселениями ресурсов обширных участков окружающей их среды. Откуда осуществлялся подвоз продуктов питания и повод воды. Одновременно вокруг города формировалось кольцо свалок, водные объекты на большой протяженности деградировали из-за сбрасываемых в них сточных вод. По своим размерам участки, находящиеся во взаимозависимости с урбосистемами, многократно превышали их и отличались по своей структуре (в них существенно большее значение играли природно-антропогенные и природные объекты). Вместе с тем, эти участки представляли собой единую систему, которую можно обозначить термином «**урбокомплекс**». По своей структурно-функциональной организации они также представляли собой ПТС, но более высокого ранга. По мере развития торговых и производственных связей структура урбокомплексов постоянно усложнялась. В настоящее время они могут включать несколько урбосистем, расположенных в различных регионах, но, тем не менее, представляют собой единую природно-техническую систему, разрушение одного из элементов которой сказывается на всех остальных. В совокупности все многообразные урбосистемы и урбокомплексы можно обозначить обобщающим термином «урбанизированная природно-техническая система».

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ УРБОСИСТЕМ И УРБОКОМПЛЕКСОВ

Эта проблема не менее актуальна, чем экологическая оптимизация других видов природно-технических систем. Общей стратегической целью здесь также является разработка эффективных механизмов управления окружающей средой. Но

тактические задачи различны. **Экологическая оптимизация урбосистем имеет главной задачей улучшение условий существования человека** в городской среде. Основные направления экологической **оптимизации урбокомплексов – минимизация негативных видов воздействия городов** на близлежащие территории (акватории) и повышение рациональности использования городами ресурсов окружающей среды (энерго- и водоснабжение, отвод сточных вод, переработка бытовых отходов и др.). Иными словами – это деятельность, направленная на «встраивание» урбокомплексов в иерархию управляемых ПТС. Конечной целью является превращение урбанизированных ПТС (урбосистем, урбокомплексов) в элементы управляемой биотехносферы.

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ

Глазычев В.Л. Социально-экологическая интерпретация городской среды М.: Изд-во Наука, 1984. 183 с.

Денисов В.В. Под ред. Экология города: Учебное пособие. М.: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д : Издательский центр «МарТ», 2008. 832 с.

Лашо Г.М. География городов. М.: Владос, 1997. 480 с.

Рукавишников В.О. Население города: (Социальный состав, расселение, оценка городской среды). Москва : Статистика, 1980. 246 с.

Ручин А.Б., Мещеряков В.В., Спиридонов С.Н. Урбоэкология для биологов. М.: Колос, 2009.195 с.

Стольберг Ф.В. Экология города (урбоэкология). Киев: Либра, 2000. - 464 с.

Суздалева А.Л. Современный характер урбанизации и необходимость комплексного решения проблем экологической

безопасности, безопасности жизнедеятельности и охраны труда.
— Экология урбанизированных территорий. №2, 2014. С.12-16.

Суздалева А.Л., Безносков В.Н., Суздалева А.А. Экологические и социально-экологические основы проектирования городских резортов // Экология урбанизированных территорий. №3, 2012. С. 29-34.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ

1. Математическая модель урбокомплекса на базе структурно-функциональной организации формируемой им природно-технической системы (ПТС).

2. Комплексный анализ экологической безопасности и безопасности жизнедеятельности при проектировании городской застройки.

3. Исследование процесса трансформации среды при ее урбанизации (включая разработку математического аппарата для количественной оценки изменения качества условий жизни населения).

4. Социальные группы городского населения как компоненты природно-технической системы (ПТС), формирующейся на урбанизированных территориях.

5. Исследование состава и генезиса биоты урбосистем, включая разработку показателей, характеризующих уровни синантропности и урбофильности ее представителей.

11. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИНА «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ» И ЕГО СОДЕРЖАНИЕ

Официальная трактовка данного понятия приводится в статье 1 закона «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ: **«экологическая безопасность – это состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий»**. На практике руководствоваться подобным определением при решении проблем экологической безопасности по ряду причин затруднительно. Во-первых, приведенное в законе определение не применимо в сфере производственной деятельности. «Состояние защищенности природной среды» способен обеспечить директор заповедника, а руководитель производственного (энергетического) объекта этого делать не может и не должен. Он обязан **не допускать нанесения вреда окружающей среде**. Сложность практического применения приведенного выше определения во многом связана с отсутствием понятий «объект и субъект экологической безопасности». **Объектом экологической безопасности** может являться как компонент окружающей среды, так и интересы человека в плане обеспечения его права на благоприятную окружающую среду. **Субъект экологической безопасности** – это физическое или юридическое лицо, ответственное за ее

соблюдение. Сами по себе эти понятия встречаются в ГОСТ Р 54003-2010 «Экологический менеджмент. Оценка прошлого накопленного в местах дислокации организаций экологического ущерба. Общие положения». Пункт 3.35 данного нормативного акта содержит следующее определение «экологическая безопасность объекта (субъекта); экобезопасность – сохранение и результат обеспечения защиты жизненно важных интересов людей, общества, государства и окружающей среды от негативных воздействий антропогенного и природного характера». Данный пункт снабжен 7 примечаниями, но не содержит определений понятий «объект и субъект экологической безопасности».

Следует обратить внимание на существенное расхождение содержания трактовок термина «экологическая безопасность» или «экобезопасность», приведенных в федеральном законе и подзаконном акте (ГОСТе). Во-первых, в законе – это «состояние», а в ГОСТе – целенаправленное действие («сохранение») и его результат.

Во-вторых, не менее важной проблемой является необходимость указания на **критерии** экологической безопасности. Безопасность измеряется **риском**. В обобщенном виде данная идея отражена в примечании 4 к пункту 3.35 ГОСТ Р 54003-2010, а также в пункте 6.31 ГОСТ 30772-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения», в которых указывается «**вид экобезопасности** – характеристика уровня охраны окружающей среды, определяемая либо как «абсолютная безопасность», либо как «приемлемый риск».

Как известно, абсолютной безопасности не бывает, так же как теоретически не существует риска (вероятности), значение

которого равнялось бы нулю. Следовательно, основным критерием экологической безопасности, как и любого иного вида безопасности, является **«риск приемлемый»**, определяемый как «риск, уровень которого допустим и обоснован, исходя из социально-экономических соображений. Риск эксплуатации объекта является приемлемым, если ради выгоды, получаемой от эксплуатации объекта, общество готово пойти на этот риск» (ГОСТ Р 54123-2010 «Безопасность машин и оборудования. Термины, определения и основные показатели безопасности», пункт 2.1.14).

Близким понятием является **«риск допустимый** – риск, который в данной ситуации считают приемлемым при существующих общественных ценностях. Риск допустимый – значение риска от применения машины и (или) оборудования, исходя из технических и экономических возможностей производителя, соответствующего уровню безопасности, который должен обеспечиваться на всех стадиях жизненного цикла продукции (ГОСТ Р 54123-2010, пункт 2.1.10).

Учитывая изложенное выше, целесообразно использовать следующее определение: **«Экологическая безопасность – это сохранение установленного приемлемого (допустимого) риска ухудшения экологических условий, в которых существует объект экологической безопасности (участок окружающей среды, государственное или административное образование, население, физическое лицо), обеспечиваемое ответственным за это конкретным субъектом экологической безопасности».**

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИНА

«БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

В соответствии с официальным определением, данным в пункте 3.1.1 ГОСТ Р 22.3.07-2014 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Культура безопасности жизнедеятельности. Общие положения»: **«Безопасность жизнедеятельности (БЖД) – состояние человека, общества и государства при котором отсутствуют опасности и угрозы нанесения неприемлемого ущерба их жизненно важным интересам. Неприемлемый ущерб: ущерб людям или окружающей среде, который: а) угрожает жизни или здоровью людей, или б) является серьезным и практически невозможным, или в) является несправедливым по отношению к нынешнему или будущим поколениям, или г) наносится без должного внимания к правам тех, кому он причиняется».**

КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ

ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И БЖД

Сравнительный анализ понятий «экологическая безопасность» и «БЖД» указывает на необходимость координации и взаимосвязи действий, направленных на их обеспечение. В реальных условиях это, прежде всего, подразумевает идентификацию как факторов, способных оказать влияние на уровень риска возникновения неблагоприятных событий, так и видов деятельности, создающих подобные угрозы. По этой причине экологическую безопасность рассматривают в отношении конкретных технологий, оборудования и сооружений. С этой точки зрения экологическая безопасность строительства и эксплуатации зданий, рассматривается как безопасность оказания

соответствующих услуг (например, как безопасность предоставляемого жилья). Экологическая безопасность строительных материалов обуславливается отсутствием в их составе токсичных компонентов, отравляющих воздух помещений. Экологическая безопасность автотранспорта определяется снижением объема его выбросов и их токсичности. Результатом такого подхода является «фрагментация» угроз экологической безопасности и БЖД, затрудняющая оценку и прогноз ситуации в целом. Фрагментация может рассматриваться как одна из основных причин развития неблагоприятных событий по непредусмотренному сценарию. В действие вступают ранее неучтенные факторы и, что еще более важно, их непредвиденные комбинации. Избежать этого можно только прогнозируя развитие ситуации на уровне существующих природно-технических систем (ПТС). Именно системность их функционирования позволяет осуществлять взаимосвязанный анализ обширного комплекса разнородных факторов и управлять их взаимодействием, разрабатывая эффективные меры по обеспечению экологической безопасности и БЖД. Наглядным примером является анализ возможного развития чрезвычайных ситуаций гидрометеорологического характера в рамках ПТС, формирующихся на основе крупных объектов гидроэнергетики.

Вместе с тем, очевидна и необходимость конкретизации источников рисков. По этой причине целесообразно различать **общую и частную экологическую безопасность**. Первая из них оценивается на уровне ПТС, вторая на уровне отдельного объекта. Аналогичное разделение необходимо и в отношении БДЖ.

В методологическом плане оценка и прогнозирование общей экологической безопасности и БЖД должно осуществляться в форме систематизированного, в соответствии со структурно-функциональной организацией ПТС, и обобщающего анализа результатов оценки локальной безопасности, полученной на входящих в нее объектах.

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ

Белов С.В. Под ред. Безопасность производственных процессов: Справочник. М.: Машиностроение, 1985. 448 с.

Ветошкин А.Г., Разживина Г.П. Безопасность жизнедеятельности: оценка производственной безопасности. Пенза: Изд-во Пенз. госуд. архит.-строит. академии, 2002. 172 с.

Лопанов А.Н., Климова В.Е. Мониторинг и экспертиза безопасности жизнедеятельности. Белгород; Изд-во БГТУ, 2009. 20001 с.

Суздалева А.Л. Современный характер урбанизации и необходимость комплексного решения проблем экологической безопасности, безопасности жизнедеятельности и охраны труда // Экология урбанизированных территорий. №2, 2014. С.12-16.

Суздалева А.Л., Безносков В.Н., Эль-Шаир Хаям И.А. Концепция экологической безопасности объектов гидроэнергетики — Гидротехника. №4(21) 2010-№1(22) 2011. С. 22-25.

Суздалева А.Л., Горюнова С.В., Безносков В.Н. Оценка экологической безопасности жизнедеятельности // www.ntsyst.ru
Экология и безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие для вузов/ Д.А. Кривошеин, Л.А. Муравей, Н.Н. Роева и др.; Под ред. Л.А. Муравья. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. - 447 с.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ

1. Оценка общей экологической безопасности жизнедеятельности на базе инвентаризации и ранжирования потенциальных источников негативного воздействия на окружающую среду (на примере конкретных административно-территориальных единиц РФ).
2. Обеспечение экологической безопасности на основе реализации природоохранной и средозащитной функций управляемой (регулируемой) ПТС.
Разработка комплексной программы обеспечения экологической безопасности и безопасности жизнедеятельности населения.
3. Математическое моделирование системы обеспечения техногенной и экологической безопасности объекта энергетики.
4. Разработка компьютеризованной схемы обеспечения экологической безопасности и безопасности жизнедеятельности в зоне значимого

12. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИЗДЕЛИЙ, ПРОДУКЦИИ, ТЕХНОЛОГИЙ И СООРУЖЕНИЙ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИНА «ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ» И ЕГО СОДЕРЖАНИЕ

Согласно определению, данному в пункте 3.1.27 ГОСТ Р 54906-2012 «Системы безопасности комплексные. Экологически ориентированное проектирование. Общие технические требования»: **«оценивание экологической безопасности – процесс управления деятельностью, использующий**

показатели, предоставляющие информацию, позволяющую **сравнить прошлую и настоящую** достигнутую **экологическую безопасность по установленному критерию(ям)**». Следовательно, для осуществления данной процедуры необходимо выполнение двух основных условий. Во-первых, это выбор информативных показателей и критериев оценки. Во-вторых, это создание на основе этих показателей-критериев методики, позволяющей сравнивать успехи, достигнутые в области экологической безопасности данной категории изделий, продукции, технологий и сооружений (далее – продукции). На объективность оценки экологической безопасности продукции существенное влияние оказывают рыночные механизмы и условия финансирования инновационной деятельности. Декларирование информации о более высоком уровне экологической безопасности продукции во многих случаях значительно повышает ее конкурентоспособность. Для обозначения подобных свойств продукции часто используется термин «**экологичность**», что не совсем корректно. На практике экологическая безопасность продукции (особенно инновационной) представляет собой не столько результат ее объективной оценки, сколько продукт ее «экологического имиджмейкинга» (см. раздел Экологический имидж). Как наиболее успешный рассматривается вариант, при котором при минимуме затраченных средств и времени в общественном сознании формируется мнение о более высокой экологичности продукции или технологии, вне зависимости от реальных последствий их использования. Обычно это достигается путем улучшения (с экологической точки зрения) одной, часто не наиболее значимой характеристики. Например, широко распространяется информация о сокращении отходов на

единицу выпускаемой продукции. В то же сопутствующее внедрению данной технологии негативное воздействие на окружающую среду и здоровье людей всячески замалчивается. Нередко рекламные акции по экологичности продукции носят голословный характер, не подтвержденный реальными фактами. Основными причинами создавшегося положения являются: отсутствие четкого определения термина «оценка экологической безопасности продукции» и отсутствие методики ее определения, дающей объективные результаты.

В соответствии с классификацией, приведенной в разделе Экологическая безопасность и БЖД, оценка экологической безопасности продукции – это оценка «частной экологической безопасности», которая включает все атрибуты, формирующие данное на этой странице определению термина «экологическая безопасность». Таким образом, **«оценка экологической безопасности продукции – это процедура установления приемлемости (допустимости) риска ухудшения экологических условий, в которых существует объект экологической безопасности (участок окружающей среды, государственное или административное образование, население, физическое лицо), включающая указания способа контроля данного уровня риска субъектом экологической безопасности».** При этом, говоря об «экологических условиях», мы подразумеваем весь комплекс факторов способных оказать значимое воздействие на «объект экологической безопасности», в частности и при их совместном (сочетанном) проявлении.

УНИФИЦИРОВАННАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДУКЦИИ

Первоначально она была разработана для комплексной оценки экологической безопасности гидротурбин и гидроагрегатов ГЭС. Однако использование ее базовых принципов позволяет получить объективные результаты для любой категории продукции, вне зависимости от ее характера. Преимуществом методики является также то, что оценка может производиться не только изготовителями (разработчиками), но и другими заинтересованными лицами.

В основе методики лежит идентификация «значимых экологических аспектов» использования продукции (технологий). **Экологический аспект** (environmental aspect) – это любой элемент деятельности, который может взаимодействовать с окружающей средой (ГОСТ Р ИСО 14050-2009 «Менеджмент окружающей среды. Словарь», пункт 3.2). К «значимым экологическим аспектам» относят те, которые оказывает или могут оказывать значительное воздействие.

Адаптация предлагаемой **методики** к конкретной категории продукции (технологий) включает следующую последовательность действий (шагов):

1. **Создание системы «критериев** оценки экологической безопасности», которая подразумевает идентификацию значимых экологических аспектов и разработку способов их количественной оценки, которая может быть осуществляться несколькими основными путями:

- измерением (для экологических аспектов, которые подлежат непосредственному количественному определению с помощью измерительных средств);
- стендовых и лабораторных испытаний;

- расчетным путем;
- как альтернативы (фиксация факта принципиальной возможности или отсутствия определенного вида воздействия, например, использование гидротурбин, эксплуатация которых осуществляется без использования турбинных масел и, следовательно, загрязнением ими водной среды).

2. **Ранжирование критериев** и разработка балльной системы оценки. Для того, чтобы получить интегральную (комплексную) оценку экологической безопасности необходимо объединение параметров с различной размерностью. Это можно сделать только основе их ранжирования и присвоения определенного балла интервалу изменения количественного выражения аспекта. При этом необходимо соблюдать два условия. Во-первых, балльные шкалы всех критериев должны иметь идентичные диапазоны (например, от 1 до 10 баллов). Во-вторых, следует избегать использования в балльной оценке нулевого значения. Так, альтернативно определяемые показатели следует определять не как «0» (отсутствие данного вида воздействия) и «10», а как «5» и «10». Несоблюдение этих условий затрудняет или даже делает невозможной последующую обработку данных. Кроме того, рекомендуется, при получении неполных данных присваивать критериям, определение которых не проводилось (например, при отсутствии их стендовых испытаний) минимальный балл.

3. **Разработка интегральной оценки** экологической безопасности на этапе проектирования (до начала эксплуатации). Количество оценочных критериев в данном случае ограничена и оценка носит предварительный характер. Необходимость этого шага обусловлена несколькими причинами. Во-первых, это позволяет корректировать

(совершенствовать) экологическую безопасность продукции (технологии) на этапе ее создания. Во-вторых, является стимулом для усиления внимания разработчиков к данной проблеме. В третьих, создает предпосылки для раскрытия разработчиками продукции экологически значимой информации, проведения ими дополнительных стендовых испытаний. При выполнении условий оценки, указанных в п.2 минимальное количество баллов получает как продукция с более низкой «экологичностью», так и продукция, для которой определение оценочных критериев не проводилось. В четвертых, объективная оценка экологической безопасности продукции еще при выходе ее на рынок улучшает условия конкурентной борьбы, дает преимущество производителям, уделяющим должное внимание экологической безопасности.

4. Разработка уточненной интегральной оценки экологической безопасности на этапе эксплуатации. В данном случае использует весь набор оценочных критериев, в т.ч. тех, которые могут быть определены только в производственных условиях или при длительной эксплуатации продукции. Для сооружений и крупномасштабного технологического оборудования отдельную группу оценочных критериев на этом этапе составляют показатели, характеризующие их воздействие на природно-технические системы, в состав которых они входят. Например, характеризующие их средозащитные функции.

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ

Методика исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам. Приложение к приказу Росрыболовства от 25.11.2011 №1166.

Павлов Д.С., Лупандин А.И., Костин В.В. Покатная миграция рыб через плотины ГЭС. - М.: Наука, 1999. 255 с.

Романенко В.Д., Оксийук О.П., Жукинский В.Н., Стольберг В.Ф., Лаврик В.И. Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты. Киев: Наукова думка, 1990. 256 с.

Суздалева А.Л. Обобщенная методика экологической безопасности гидротурбин и гидроагрегатов // www.ntsyst.ru

Суздалева А.Л., Безносков В.Н., Эль-Шаир Хаям И.А. Концепция экологической безопасности объектов гидроэнергетики // Гидротехника. №4(21)/2010-№1(22)/2011. С. 22-25.

Суздалева А.Л., Родионов В.Б., Безносков В.Н. Формирование экологического имиджа объектов гидроэнергетики // «Экология в энергетике – 2006» Сб. докл. III междунар. научно-практической конф. М.: РАО «ЕЭС-России», 2006. С.44-52.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ

1. Система оценки техногенной безопасности производства и его продукции как основа корпоративного экологического имиджа.
2. Методика оценки экологической безопасности отдельной категории оборудования (технологии) объектов энергетики.
3. Компьютеризованная схема оценки экологической безопасности плотин объектов гидроэнергетики.
4. Разработка методики уточненного расчета экологического ущерба при эксплуатации ГЭС.
5. Математическое моделирование экологической безопасности изделия на этапе его проектирования.

13. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ, ПРИЛИВНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ, ГЕОТЕРМАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ, ВЕТРОВЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИНА «ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ» И ЕГО СОДЕРЖАНИЕ

К возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) (renewable energy sources (RES)) относят все источники энергии, образующиеся на основе постоянно существующих или периодически возникающих процессов в природе, а также в жизненном цикле растительного и животного мира и жизнедеятельности человеческого общества (ГОСТ Р 54531-2011 «Нетрадиционные технологии. Возобновляемые и альтернативные источники энергии. Термины и определения», пункт 3.1). По своей природе они весьма разнородны: энергия солнца; энергия ветра; энергия вод (в том числе энергия сточных вод), за исключением случаев использования такой энергии на гидроаккумулирующих электроэнергетических станциях; энергия приливов; энергия волн и водных объектов, в том числе водоемов, рек, морей, океанов; геотермальная энергия с использованием природных подземных теплоносителей; низкопотенциальная тепловая энергия земли, воздуха, воды с использованием специальных теплоносителей; биомасса, включающая в себя специально выращенные для получения энергии растения, в том числе деревья; отходы производства и потребления, за исключением отходов, полученных в процессе использования углеводородного сырья и топлива; биогаз; газ,

выделяемый отходами производства и потребления на свалках таких отходов; газ, образующийся на угольных разработках. Еще более разнообразно их воздействие на окружающую среду. Распространенность производства энергии, основанная на этих источниках, также весьма различна. Далеко не все они являются инновационными. Так, к объектам энергетики, использующими ВИЭ относятся все гидроэлектростанции (ГЭС). Достаточно часто под термином ВИЭ подразумевают принципиально иную категорию явлений: – «альтернативные источники энергии» (alternative energy sources) – возобновляемые и невозобновляемые источники, использование энергии которых на современном этапе развития энергетики приобретает хозяйственную значимость (ГОСТ Р 54531-2011, пункт 3.4). К ним можно отнести только часть ВИЭ, промышленное освоение которых только планируется или осуществляется в форме пилотных проектов.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ВИЭ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ, ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ИМИДЖ

В современном обществе распространено глубоко ошибочное мнение о том, что альтернативные источники энергии априорно можно рассматривать как экологически безопасные. В качестве основного аргумента обосновывающего их позитивный экологический имидж обычно приводится результат оценки работы единичных устройств небольшой мощности. Но при более тщательном анализе, как правило, выясняется, что при достижении уровня выработки энергии, сравнимого с традиционными отраслями энергетики, функционирование подобных объектов может сопровождаться комплексом весьма нежелательных явлений. Кроме того, многие экологически

опасные процессы начинают значимо проявляться лишь при достаточно длительной эксплуатации объектов энергетики. В этой связи следует вспомнить о том, что на начальном этапе развития гидроэнергетики ее объекты противопоставлялись «грязным» и «чадящим» котельным и «опасно-вредному» газовому освещению. Серьезные экологические проблемы возникли только на этапе строительства крупных ГЭС, сопровождавшихся затоплением больших территорий, а также гибелью рыбы в гидроагрегатах и затруднением ее миграций, по причине возведения плотин на больших реках. Поэтому, развитию производства энергии, основанном на использовании альтернативных источников должен предшествовать тщательный и непредвзятый анализ их экологических аспектов. Исследования не должны подменяться экологическим имиджмейкингом. Подобный взгляд на проблему в полной мере соответствует одному из базовых принципов отечественного и международного экологических законодательств – «принципу презумпции экологической опасности планируемой хозяйственной и иной деятельности» (Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 №7-ФЗ статья 3). Иными словами, в отличие, например, от области уголовного права, в данном случае отсутствие обоснованного доказательства «нанесения» вреда окружающей среде автоматически позволяет рассматривать деятельность как противозаконную.

РОЛЬ ВИЭ В ФОРМИРОВАНИИ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ (ПТС)

Производство энергии – это одно из необходимых условий развития современной человеческой цивилизации. Причем в

обозримом будущем потребность общества в энергии будет неуклонно возрастать. Следует также отметить, что стабильное энергоснабжение стало важнейшим фактором обеспечения экологической безопасности. Централизованное энергоснабжение является одной из основных функциональных связей, обеспечивающих целостность ПТС как систем. Поддержание экологически благополучного состояния многих «природных» и «природно-антропогенных объектов» требует затрат электроэнергии. Иллюстрацией сказанного могут служить случаи приостановки работы водоочистных и канализационных систем при веерных отключениях электроэнергии и прорыв потока сточных вод в речные системы.

Как известно, запасы невозобновляемых источников энергии ограничены. Рано или поздно они иссякнут. По этой причине «возобновляемость» источника энергии – этот залог устойчивого существования управляемых ПТС в длительной перспективе. Следовательно, развитие отраслей энергетики, основанных на использовании ВИЭ, – это неременное условие формирования в будущем управляемой биотехносферы. На наш взгляд именно в этом и заключается конечная цель практической реализации провозглашенной ООН «концепции устойчивого развития».

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИЛИВНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ (ПЭС), ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ (ГЕОЭС) И ВЕТРОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ (ВЭС)

К настоящему времени из многочисленной категории так называемых «альтернативных источников энергии» систематически исследовалось воздействие на окружающую

среду только перечисленных выше объектов. Под систематичностью понимается идентификация всей совокупности их экологических аспектов, т.е. всех элементов деятельности, которые потенциально могут взаимодействовать с окружающей средой (официальное определение термина «экологический аспект» приведено в ГОСТ Р ИСО 14050-2009 «Менеджмент окружающей среды. Словарь», пункт 3.2). В качестве «значимых экологических аспектов» рассматривались все факторы, которые оказывает или могут оказывать значительное воздействие при достижении объектами альтернативной энергетики масштабов, сопоставимыми с объектами ее традиционных отраслей. Следует отметить, что именно на идентификации экологических аспектов может базироваться комплексная оценка экологической безопасности объектов альтернативной энергетики. Дополнительную информацию по экологическим аспектам можно найти в литературе к данному разделу.

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ

Безносов В.Н., Демиденко Н.А., Кучкина М.А., Макаревич П.Р., Прищепа Б.Ф., Суздаева А.Л. Прогнозируемые экологические и социально-экологические последствия строительства Северной и Мезенской ПЭС // Гидротехническое строительство. 2009. №7. С.34-41.

Драбкин Л.М. Солнечные электростанции // Соросовский образовательный журнал. 1999. №4. С. 105-109

Лабейш В.Г. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Учеб. пособие. СПб.: СЗТУ, 2003. 79 с.

Лукутин Б.В. Возобновляемые источники электроэнергии: учебное пособие. Томск: Изд-во ТПУ, 2008. 187 с.

Суздалева А.Л., Безносков В.Н., Кучкина М.А., Суздалева А.А. Оценка экологической безопасности геотермальной электростанции на основе идентификации ее экологических аспектов // Малая энергетика. 2010. №1-2. С.59-65.

Суздалева А.Л., Горюнова С.В. Техногенез и деградация поверхностных водных объектов. М.: ООО ИД «ЭНЕРГИЯ», 2014. 456 с.

Суздалева А.Л., Кучкина М.А., Суздалева А.А. Оценка экологических и социально-экологических последствий реализации проекта Мезенской ПЭС // Экология и развитие общества. Материалы XII международной конференции. СПб.: МАНЭБ, 2009. С. 125-129.

Усачев И.Н., Суздалева А.Л., Безносков В.Н. ПЭС и окружающая среда: пути экологической оптимизации // Гидротехническое строительство. 2009. №7. С. 30-33.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ

1. Методика оценки воздействия на окружающую среду приливных электростанций (ПЭС).
2. Методика оценки воздействия на окружающую среду объектов ветровой энергетики.
3. Методика оценки воздействия на окружающую среду геотермальных электростанций.
4. Методика оценки воздействия на окружающую среду солнечных электростанций (включая оценку жизненного цикла генераторов электроэнергии).
5. Оценка экологической безопасности основных направлений производства энергии из биомассы (биоэнергетических ресурсов).

14. ВОДОЕМЫ-ОХЛАДИТЕЛИ И БИОПОМЕХИ В СИСТЕМАХ ТЕХНИЧЕСКОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ АЭС И ТЭС

ВОДОЕМЫ-ОХЛАДИТЕЛИ КАК ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ И КАК ЭЛЕМЕНТЫ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Водоемы-охладители – это водные объекты, приспособленные для отвода значительного количества тепла, образующегося в ходе технологических процессов. Главным образом они используются как **элементы систем технического водоснабжения (СТВ)** атомных (АЭС) и тепловых (ТЭС) электростанций. Они также могут организовываться и при некоторых других видах производственных объектов. Создание водоемов-охладителей осуществляется как модификацией (целенаправленным техногенезом) естественных озер и рек, так и путем строительства специальных прудов-водохранилищ. Их площадь достигает десятков км². В них функционируют водные экосистемы, по своему биоразнообразию, не уступающие природным. Кроме того, на многих водоемах-охладителях осуществлялось рыборазведение. Таким образом, они полностью соответствуют определению термина **«природно-техногенный объект»**, данному в статье 1 закона «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ. Все водоемы-охладители в совокупности с энергетическими (производственными объектами), при которых они организованы, представляют относительно простую по структуре, но достаточно масштабную **природно-техническую систему (ПТС)**. Наиболее крупные их них – водоемы-охладители АЭС. Взаимосвязь основных элементов,

составляющих данные ПТС, проявляется более заметно, чем в ПТС других типов. Существование экосистемы водоема-охладителя зависит от объема и температуры, сбрасываемых в него подогретых вод. В свою очередь деградация экосистем водоемов-охладителей, сопровождающаяся ухудшением качества вод, неизбежно создает трудности в эксплуатации объекта энергетики (повышение интенсивности накипеобразования, органических отложений на поверхности теплообменного оборудования и т.п.).

Одновременны эти ПТС характеризуются высоким потенциалом управляемости. В водоемах-охладителях поддерживается определенный уровень воды, регулируется гидрологический и гидротермический режимы, проводятся меры по целенаправленной модификации водных экосистем (например, путем акклиматизации в них новых видов растительноядных рыб, снижающих интенсивность зарастания водоемов, и др.). Иными словами, системы «водоем-охладитель – АЭС (ТЭС)» на практике более всех других систем того же масштаба приближаются к управляемым ПТС.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЭКОСИСТЕМЫ

Воздействие работы АЭС (ТЭС) на экосистемы водоемов-охладителей носит многоплановый характер. Наибольшее значение имеют следующие факторы: Во-первых, это подогрев, воздействие которого может оказывать как позитивное воздействие на организмы, так и становиться причиной их массовой гибели при повышении температуры воды до экстремального уровня. Помимо прямого воздействия, повышение температуры воды способно оказывать ряд значимых косвенных воздействий. Среди них следует отметить

термическое эвтрофирование. Экологически значимыми косвенными последствиями сброса подогретых вод также являются «**термотехногенная стратификация**» и «**термотехногенная меромиксия**». Помимо прочего, повышение температуры воды создает условия для вселения в водоемы-охладители и развития в них чужеродных теплолюбивых видов (см. раздел Биологические инвазии).

Во-вторых, важными факторами техногенного воздействия являются попадание организмов во внутренние части СТВ и их последующий разнос по акватории водоема-охладителя течением, образующимся в результате сброса отработанных вод. Последствия этих явлений также носят неоднозначный характер. Часть организмов, (в некоторых случаях весьма значительная), попадающая с током воды в технические агрегаты, погибает. Но, одновременно, происходит и другой процесс, связанный с развитием внутри СТВ сообщества организмов-обрастателей (перифитона). Часть этих организмов, а также их личинки, отрываясь от субстрата, уносятся током воды и распространяются в акватории, увлекаемые циркуляционным течением. В результате, например, количество гетеротрофных бактерий на участках акватории расположенных вблизи от точек сброса подогретых вод, как правило, на порядок и более выше. Здесь также фиксируется более высокая численность перифитонных водорослей, смываемых током воды со стенок подводных каналов и водосбросных сооружений. Периодически также отмечается повышение в сбросных водах личинок беспозвоночных, формирующих биообрастания во внутренних узлах СТВ. Причем их появление иногда происходит в периоды, когда процесс размножения у представителей этих видов в водоеме-

охладителе еще не начался. Постоянный сброс вод подогретых вод создает в водоемах-охладителях течение, сравнимое по объему со стоком рек среднего масштаба. Попавшие в него перифитонные организмы и их личинки разносятся по значительной акватории, обуславливая специфику состава планктона этих участков. Для обозначения данного явления был предложен термин «**биотехнопульверизация**».

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОМЕХИ КАК ЭЛЕМЕНТЫ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

«Биологические помехи» или «**биопомехи**» – это любые явления, прямо или косвенно обусловленные живыми организмами, которые затрудняют нормальную работу каких-либо технических устройств. Спектр этих явлений чрезвычайно широк. Биопомехами могут быть обусловлены как их непосредственным контактом с техническими объектами, так и воздействием на них продуктов жизнедеятельности. Но в данном случае мы уделим внимание не описанию отдельных видов биопомех, а значению этих явлений в функционировании ПТС «водоем-охладитель» – АЭС (ТЭС)». В системном плане биопомехи – это один из биотических элементов ПТС, связанный с другими ее элементами прямыми и косвенными функциональными связями. Простейший пример: повышение в районе сброса подогретых вод температуры до экстремального уровня вызывает массовую гибель водной растительности. После отмирания растений их обрывки, приносимые на водозабор АЭС (ТЭС) течением воды забивает ее решетки, фильтры и водоводы. Напротив, стабильная сбалансированная водная экосистема, не подверженная интенсивному

загрязнению и эвтрофированию обуславливает минимум биопомех.

СТРАТЕГИИ БОРЬБЫ С БИОПОМЕХАМИ В СТВ

Анализ биопомех как элементов ПТС позволяет выделить две основных стратегии борьбы с данными явлениями. Первое из них – традиционное, предусматривает уничтожение нежелательных организмов различными способами (химическими, физическими, механическими и биологическими). Вторая стратегия, которую можно назвать «системной», основывается на исследовании места биопомехи в ПТС, изучении ее функциональных связей и регулирования факторов, влияющих на ее развитие. Пример: большинство животных-обработателей, поселяющихся внутри технических агрегатов СТВ по способу питания являются сестонофагами. Они питаются органической взвесью (сестоном) состоящей из мелких планктонных организмов (бактерий, водорослей) и фрагментов остатков мертвых организмов. Чем более насыщена этими частицами вода, поступающая на водозабор СТВ, тем интенсивнее развивается внутри ее биообращение. В свою очередь большое количество взвеси в источнике технического водоснабжения, как правило, является результатом воздействия на него техногенных факторов.

Рассмотренные выше стратегии не следует рассматривать как альтернативные. Разработка мер по борьбе с биопомехами может включать элементы обоих из них. Примером является интенсивно разрабатываемый в настоящее время **метод «биопуль»** (biobullets). Он заключается в изготовлении частиц (биопуль) с растворимой оболочкой, внутри которых содержится биоцид (яд, убивающий обработателей). Биопули

вводятся в воду, поступающую в СТВ, и отфильтровываются из нее обрастателями-сестонофагами (элемент «системной» стратегии). Затем оболочка растворяется и происходит гибель организма в результате его отравления биоцидом (элемент традиционной стратегии – химической борьбы с обрастанием). Преимуществами данного метода являются, с одной стороны, «адресность» доставки биоцида, обеспечивающей избирательную гибель нежелательного организма, а с другой стороны на порядки меньшее его количество, которое потребовалось бы для достижения того же эффекта при простом введении того же биоцида в воду, поступающую в СТВ.

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ

Афанасьев С.А. Биологические помехи в системе водоснабжения тепловых и атомных электростанций. // Гидробиол. журн. 1995. Т.31. №2. С.3-9.

Протасов А.А. Под. ред. Техно-экосистема АЭС. Гидробиология, абиотические факторы, экологические оценки. Киев: Изд-во Института гидробиологии НАН Украины, 2011. 234 с.

Протасов А.А., Сергеева О.А., Кафтанникова О.Г., Ленчина Л.Г., Калиниченко Р.А., Афанасьев С.А., Синицина О.О. Гидробиология водоемов-охладителей тепловых и атомных станций Украины. Киев: Наукова думка, 1991. 192 с.

Суздалева А.Л., Безносков В.Н. Изменение гидрологической структуры водоемов и сукцессия водных биоценозов при их превращении в водоемы-охладители атомной (тепловой) электростанции // Инженерная экология. 2000. №2. С.47-55.

Суздалева А.Л., Безносков В.Н. Экстремальные техногенные воздействия на окружающую среду: классификация и критерии

оценки // Доклады Московск. об-ва испытателей природы. Т.36. М.: Изд-во ООО «Графикон-принт», 2005. С.134-136.

Суздалева А.Л., Безносков В.Н., Кучкина М.А. Экологический механизм эвтрофирования водоема-охладителя АЭС // Безопасность энергетических сооружений. 2013. Вып. 18. С. 158-177.

Суздалева А.Л., Безносков В.Н., Кучкина М.А. Экологический мониторинг водных объектов и экоаудит водопользователей как основа борьбы с биопомехами в системах техводоснабжения // Безопасность энергетических сооружений. Научно-технический и производственный сборник. Вып. 14. М.: Изд. ОАО «НИИЭС», 2004. С.189-206.

Суздалева А.Л., Горюнова С.В. Техногенез и деградация поверхностных водных объектов. М.: ООО ИД «ЭНЕРГИЯ», 2014. 456 с.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ

1. Оценка техногенной и экологической безопасности на этапе проектирования водоема-охладителя АЭС (включая разработку алгоритма расчета допустимых рисков).
2. Математическая модель водоема-охладителя АЭС как управляемой (регулируемой) природно-технической системы, с учетом основных групп стейкхолдеров (водопользователей).
3. Обобщенная методика расчета ущерба наносимого биопомехами в системе технического водоснабжения АЭС (ТЭС).
4. Методологические принципы разработки инновационных методов борьбы с биопомехами (включая разработку алгоритма расчетов допустимого экологического риска инновационных методов).

5. Компьютеризованная схема теплового воздействия АЭС (ТЭС) на экосистему водоема-охладителя.

15. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИНА «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ» И ЕГО СОДЕРЖАНИЕ

В настоящее время существует два различных подхода к охране окружающей среды. Первый из них – это различные традиционные природоохранные мероприятия – от контроля за загрязнением окружающей среды до строительства специальных защитных сооружений. Несмотря на то, что целью основной этой деятельности является сохранение природной среды, ее осуществление практически всегда представляет собой начало превращения охраняемого природного объекта в природно-техническую систему (ПТС). Ее состояние определяется не естественными механизмами саморегуляции, а целенаправленными действиями человека. Оперативный контроль среды и предотвращение ее загрязнения требует «встраивания» в эту среду специальной инженерно-технической инфраструктуры (ее природообустройства), функционирование которой становится значимым фактором, регулирующим (не допускающим) ухудшения экологической обстановки. Развитие человеческой цивилизации сопровождается постоянным ростом антропогенного воздействия на окружающую среду. В этой ситуации сохранение благоприятных (или хотя бы приемлемых) экологических условий может обеспечивать

только адекватное усиление инженерно-технических мер по ее защите. Таким образом, как это ни парадоксально звучит, развитие системы охраны окружающей среды – это не что иное, как развитие одной из форм ее техногенеза, а именно – **природообустройственного техногенеза**. Исходя из объема необходимых финансовых затрат, современное общество может осуществлять подобную деятельность только на локальном уровне, поддерживая благополучное состояния ПТС, имеющих небольшие масштабы (инженерно-экологическое обустройство малых городских водных объектов). Создание специальных инженерно-технических систем, предназначенных для регулирования экологических условий на региональном и, тем более межрегиональном уровнях, нереально. Поэтому, все большее значение приобретает второй путь, заключающийся в наделении эти функциями уже существующих крупномасштабных инженерно-технических систем. Наиболее пригодны для этой цели объекты гидроэнергетики. Крупные ГЭС и их каскады играют все более значимую роль в регулировании состояния окружающей среды. Таким образом, в данном случае речь скорее идет о придании системного характера этим аспектам их деятельности и признании их роли в обеспечении экологической безопасности и безопасности жизнедеятельности людей в масштабах обширных регионов. Эти действия обозначаются термином **«экологическая оптимизация»**, под которой подразумевается **модернизация режима работы технических объектов и инженерно-технических систем, а также и их конструктивно-компоновочных особенностей, усиливающих значимость позитивных аспектов техногенеза при одновременном снижении негативных**. Конечным результатом экологической

оптимизации является формирование управляемой природно-технической системы, в которой экологически оптимизированный инженерно-технический объект (или их скоординированная группа) выполняет роль ее регулятора.

ПОЗИТИВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Основными позитивными экологическими аспектами эксплуатации современных объектов гидроэнергетики (позитивными аспектами вызываемого ими техногенеза окружающей среды) являются:

Экологический аспект (environmental aspect) – это любой элемент деятельности, который может взаимодействовать с окружающей средой (ГОСТ Р ИСО 14050-2009 «Менеджмент окружающей среды. Словарь», пункт 3.2). В свою очередь термин «воздействие на окружающую среду» (environmental impact) определяется как любое изменение окружающей среды, отрицательное или положительное, полностью или частично являющееся результатом экологических аспектов организации (ГОСТ Р ИСО 14050-2009, пункт 3.3). Таким образом, экологический аспект деятельности может быть как негативным, так и позитивным. Близким понятием является **«аспект техногенеза»** – любой элемент процесса техногенеза, способный оказать значимое негативное или позитивное воздействие на состояние окружающей среды. Рассмотрим эти воздействия на примере объектов гидроэлектростанций (ГЭС).

ЗНАЧИМЫЕ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ АСПЕКТЫ

Наиболее значимыми позитивными экологическими аспектами ГЭС, которые могут выступать как перспективные направления экологической оптимизации, являются:

1. **Создание** на базе объектов гидроэнергетики **регулируемых водохозяйственных систем**, обеспечивающих баланс интересов всех лиц, организаций и социальных групп, причастных их работе (для их обозначения используется термин «стейкхолдеры»). Неуклонный рост дефицита пресной воды все больше обуславливает необходимость создание системы регулирования доступа к ней. Это регулирование, помимо прочего, требует от стейкхолдеров соблюдения правил рационального водопользования.

2. **Средозащитные функции ГЭС**, заключаются в защите с их помощью окружающей среды от негативных воздействий, обусловленных катастрофическими наводнениями и аномальными маловодьями (засухами).

3. **Природоохранные функции ГЭС**, включают широкий спектр мер, осуществляемых для сохранения различных компонентов природной среды (совершенствование режима сработки водохранилища, в направлении минимизации оползнеобразования и эрозии почв в его прибрежной зоне и др.).

4. **Организация экологических попусков**, т.е. регулярная, периодическая или эпизодическая подача воды из водохранилища ГЭС в нижний бьеф в объемах, необходимых для поддержания благополучной экологической ситуации. Разновидностью являются так называемые «нерестовые попуски», осуществляемые с целью создания благоприятных условий для нереста ценных пород рыб и «санитарно-экологические попуски в маловодные годы», проводимые для предотвращения ухудшения санитарно-эпидемиологической обстановки.

5. Регулирование потока загрязнителей. В настоящее время водохранилища ГЭС являются депозитариями, в которых задерживается значительная часть потока загрязнителей, поступающих в гидросферу. Благодаря этому появляется возможность сбора рассеянных загрязнителей и их утилизации (например, путем изъятия и переработки донных отложений). Если бы водохранилища отсутствовали в Волжском бассейне, то в сложившейся ситуации тысячи тонн тяжелых металлов (свинца, цинка и др.), которые аккумулируются в их донных отложениях осаждались бы пойменных участках и затем накапливались бы луговых травах, молоке и мясе скота.

6. Интенсификация процессов самоочищения. В водохранилищах эти процессы идут более интенсивно, вследствие чего качество сбрасываемых из них вод нередко существенно выше, чем во впадающих в них водотоках. Данный аспект может быть значительно усилен путем специальных мер (аэрации воды, ликвидации застойных зон и др.).

7. Улучшение видеэкологического потенциала и социальной привлекательности территорий. В условиях стремительно развивающейся урбанизации все большее значение в жизни человека приобретает эстетическое восприятие им условий, в которых он существует. Постоянно видимый людьми пейзаж становится все более значимым фактором здоровья населения. Значительную роль здесь может играть благоустройство берегов водохранилищ ГЭС и улучшение эстетики самих объектов гидроэнергетики. Как важное направление экологической оптимизации следует рассматривать организацию на берегах водохранилищ мест массового отдыха – **резортов**.

ПРОГРАММА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Программа экологической оптимизации ГЭС включает:

- идентификацию значимых экологических аспектов (аспектов техногенеза);
- разработку мер по усилению воздействия позитивных аспектов и снижения негативных;
- идентификацию стейкхолдеров, включая природные объекты (ответственных за их состояние лиц), входящие в зону регулирования ГЭС (определение состава и границ управляемой ПТС в которой ГЭС играет роль регулятора);
- определение потребностей стейкхолдеров в регулировании среды их существования и корректировка связей с ними (разработка структурно-функциональной организации управляемой ПТС);
- формирование позитивного экологического имиджа ГЭС как объекта, обеспечивающего экологическую безопасность региона и безопасность жизнедеятельности.

Программа экологической оптимизации может разрабатываться и для функциональной группы объектов гидроэнергетики – каскада ГЭС. В более широких (межрегиональных) масштабах объектами подобной деятельности могут являться системы межрегиональной переброски речного стока (антиреки).

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ

Безносков В.Н., Кучкина М.А., Суздалева А.А. Оценка современного характера воздействия ГЭС на окружающую среду как методологическая основа для разработки природоохранных мероприятий // Экология и развитие общества. Материалы XII

международной конференции. Дополнительный выпуск. Спб.: МАНЭБ, 2009. С. 104-108.

Васильев Ю.С. Влияние плотин и водохранилищ на окружающую среду // Проектирование и строительство больших плотин. М.: Энергоиздат, 1982. вып. 7. 114 с.

Васильев Ю.С., Хрисанов Н.И. Экологические основы гидроэнергетики. Л.: Изд-во ЛГУ, 1984. 247 с.

Воропаев Г.В., Авакян А.Б. Отв. ред. Водоохранилища и их воздействие на окружающую среду. М: Наука, 1986. 367 с.

Суздалева А.Л., Безносков В.Н., Эль-Шаир Хаям И.А. Концепция экологической безопасности объектов гидроэнергетики // Гидротехника. №4(21)/2010-№1(22)/2011. С. 22-25.

Суздалева А.Л., Горюнова С.В. Техногенез и деградация поверхностных водных объектов. М.: ООО ИД «ЭНЕРГИЯ», 2014. 456 с.

Суздалева А.Л., Родионов В.Б., Безносков В.Н. Формирование экологического имиджа объектов гидроэнергетики // «Экология в энергетике – 2006» Сб. докл. III междунардн. научно-практической конф. М.: РАО «ЕЭС-России», 2006. С.49-52.

Троицкий А.В. Природоохранные проблемы в гидроэнергетике // Энергия. 2003. №5. С. 29-34.

Эдельштейн К.К. Водоохранилища России: экологические проблемы, пути их решения. М.:ГЕОС, 1998. 277 с.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ

1. Математическая модель экологической оптимизации ГЭС (гидроэнергетического каскада).
2. Методика расчета экологический и экономической эффективности экологической оптимизации ГЭС.

3. Экологическая оптимизация природно-технических систем объектов гидроэнергетики (включая разработку расчета количественных показателей, характеризующих ее результативность).
4. Методика расчета эффективности санитарно-экологических попусков ГЭС.
5. Математическое моделирование режима санитарно-гигиенических попусков ГЭС.

16. ОСВОЕНИЕ РЕСУРСОВ ГЛУБИН МИРОВОГО ОКЕАНА. ИСКУССТВЕННЫЙ АПВЕЛЛИНГ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ ТЕРМИНОВ «ИСКУССТВЕННЫЙ АПВЕЛЛИНГ», ИСКУССТВЕННЫЙ ДАУНВЕЛЛИНГ» И «ТЕХНОГЕННАЯ ДЕСТРАТИФИКАЦИЯ»

Апвеллингами называются морские течение, поднимающие к поверхности моря воды из более глубоких слоев. Эти глубинные воды обладают значительно более низкой температурой, но содержат значительно большее количество химических элементов, необходимых для развития водных растений (водорослей). К таким элементам, получившим название «биогенные элементы» или «**биогены**», прежде всего, относится азот и фосфор. Их высокое содержание в глубинных водах обусловлено постепенным накоплением за счет разложения (минерализации) остатков, оседающих из верхних слоев, и невозможностью их использования в процессе фотосинтеза из-за отсутствия света в этих горизонтах водной толщи. Биологическая продуктивность морских экосистем в

большинстве случаев лимитируется именно содержанием в воде биогенов. Поэтому зоны апвеллингов практически всегда отличаются высоким уровнем биологической продукции. На эти районы, занимающие ничтожно малый процент площади Мирового океана, приходится значительная часть вылавливаемой рыбы. Весьма выгодным является и размещение вблизи зон апвеллингов и некоторых видов хозяйств аквакультуры (искусственного разведения морепродуктов). По этой причине в середине XX в. получила распространения идея об увеличении морских биологических ресурсов (далее – биоресурсы) путем создания различных инженерно-технических устройств (систем), предназначенных для подъема глубинных вод. По аналогии с природным явлением они получили название «искусственные апвеллинги». Однако биогены – это далеко не единственные ресурсы глубинных вод. Они также содержат и различные другие ценные компоненты (в т.ч. из глубинных вод можно извлекать ценное минеральное сырье: серу, дейтерий и др.). Некоторые виды ценного сырья лежат на поверхности подводных грунтов или их в самых верхних слоях. Например, это «железо-марганцевые конкреции», месторождения которых уже открыты в различных районах Мирового океана. Их добыча планируется как подъем пульпы (смесь грунта и глубинных вод). После изъятия руды отработанные и сильно загрязненные глубинные воды, составляющие до 90% массы пульпы, будут сбрасываться в поверхностный слой моря. Подъем глубинных вод может также использоваться для производства электроэнергии на называемых океанских термальных электростанциях (ОТЭС или ОТЕС). Таким образом, **«искусственный апвеллинг – это инженерно-техническое устройство или система,**

предназначенные для подъема вод из глубоких слоев моря с целью освоения их ресурсов (биологических, минеральных и энергетических)».

Морские течения, направленные от поверхности море вниз, получили название даунвеллинги. Это название распространилось на специальные устройства, нагнетающие поверхностные воды, в придонные слои моря. В настоящее время **искусственные даунвеллинги** используются, главным образом, для борьбы с заморами.

Однако подъем глубинных вод к поверхности моря (также как и опускание поверхностных вод в придонные слои) в ходе человеческой деятельности далеко не всегда осуществляется целенаправленно. Например, такие явления происходят при прокладке подводных коммуникаций. Восходящие потоки глубинных вод образуются и столкновениями придонных течений с опорами нефтяных платформ и другими техногенными изменения рельефа дна. В отличие от искусственного апвеллинга подобные случаи нецеленаправленного подъема (ли опускания) глубинных вод можно обозначить термином **«техногенная дестратификация»**.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЕХНОГЕННОГО ПОДЪЕМА ГЛУБИННЫХ ВОД

Воздействие техногенного подъема глубинных вод на окружающую среду может носить как позитивным, так негативным (см. раздел Нарушение режима стратификации водных объектов). При этом характер воздействия во многом зависит от масштабов деятельности и степени ее управляемости. Один и тот же фактор, обусловленный подъемом глубинных вод, может иметь как желательные, так и нежелательные последствия. Например, увеличение содержания биогенов на

основе организации искусственного апвеллинга – это перспективный путь повышения продуктивности морских хозяйств и даже увеличения биоресурсного потенциала отдельных морских акватории. Если глубинные морские воды не содержат вредных, то данный способ значительно более экологичен, чем альтернативное достижение этой же цели путем внесения в воду минеральных удобрений. Но нерегулируемое повышение биопродуктивности – это эвтрофирование, в данном случае «дестратификационное эвтрофирование». В морских водоемах это может привести к образованию «красных приливов», вызванных цветением морских микроскопических водорослей, нередко сопровождающихся массовой гибелью других морских организмов и создающих опасность для купающихся людей. Глубинные воды могут быть высокотоксичными и по иным причинам. В придонных слоях накапливаются различные загрязнители. В некоторых районах Мирового океана в них присутствует высокая концентрация сероводорода. Токсичность глубинных вод может повыситься, если их подъем к поверхности осуществляется вместе с частицами донных грунтов (например, при добыче железомарганцевых конкреций). В тропических странах подъем холодных глубинных вод устройствами искусственного апвеллинга используется как защита от губительного (для культивируемых организмов) прогрева солнцем прибрежных мелководий. Но даже разовый подъем большого объема холодных глубинных вод может вызвать резкое изменение метеорологических условий в целых регионах. При длительных неконтролируемых подъемах воды возможны негативные последствия глобального масштаба (см. раздел Биотехносфера).

ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ОСВОЕНИИ РЕСУРСОВ ГЛУБИН МИРОВОГО ОКЕАНА

Любой искусственно спровоцированный подъем глубинных вод следует рассматривать как формирование ПТС. Аналогичное заключение можно сделать и относительно действий, приводящих к опусканию поверхностных вод в придонные слои. Это происходит как при целенаправленном использовании различных устройств искусственного апвеллинга (или даунвеллинга), так и при техногенной дестратификации, сопутствующей каким-то подводным работам. В обоих случаях морская экосистема начинает функционировать, испытывая воздействие не только природных, но и техногенных факторов. Истощение природных ресурсов на суше создает условия для интенсификации освоения ресурсов Мирового океана и его техногенеза. Практически все виды этой деятельности сопровождаются подъемом к поверхности больших масс глубинных вод или техногенной дестратификацией. Таким образом, распространенность и масштаб этой категории ПТС в обозримом будущем будет существенно возрастать. Подобные ПТС, как и любые другие могут быть стихийными и управляемыми. Стихийно складывающиеся ПТС, как правило, вызывают деградацию окружающей среды. Вместе с тем, экологическая оптимизация управляемых ПТС данной категории может стать решением ряда других важных проблем современности. Например, одновременно с решением проблемы дестратификационного эвтрофирования может сопровождаться значительным увеличением производства морских пищевых биоресурсов. Так, организация хозяйств аквакультуры на отработанных водах ОТЕС не только позволяет получить высокий урожай различных морепродуктов (водоросли,

культивируемые на богатой биогенами воде, используются в качестве корма), но и избежать возникновения «красных приливов».

Крупномасштабное управление биопродукционными процессами, на основе контролируемого подъема глубинных вод, может быть использовано как одно из средств борьбы с развитием парникового эффекта, а в перспективе, в качестве инструмента управлением глобальными климатическими процессами.

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ

Безносков В.Н. Экологические последствия эксплуатации глубинных водозаборов // Безопасность энергетических сооружений. Научно-технический и производственный сборник. Вып. 12. М.: Изд. ОАО «НИИЭС», 2003. С.418-428.

Коробков В.А. Экологические аспекты энергетики океана. // Техничко-экономические и экологические аспекты использования энергии океана. Владивосток: Изд-во ДВНЦ АН СССР. 1985. С. 3-14.

Пшеничный Б.П., Безносков В.Н. Биоэкология: оценка величины биомассы и продукции при искусственном апвеллинге (влияние на окружающую среду и возможности использования) // Инженерная экология. 2001. №5. С.51-60.

Суздалева А.Л., Безносков В.Н., Горюнова С.В., Пшеничный Б.П. Оценка влияния глубинных водозаборов электростанций на биологическую продуктивность морских экосистем // Вестник Российского ун-та дружбы народов. Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности. 1998/1999. №3. С.52-57.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ

1. Структурно-функциональная организация управляемых (регулируемых) природно-технических систем в районах целенаправленного подъема глубинных вод.
2. Оценка техногенной и экологической безопасности подъема глубинных вод (включая разработку количественных показателей, характеризующих основные виды воздействий на окружающую среду).
3. Методика расчета экологического ущерба обусловленного неконтролируемым подъемом глубинных вод.
4. Оценка негативных эффектов при освоение энергетического потенциала глубинных вод и их предотвращение на основе создания хозяйств морской аквакультуры (включая разработку методики расчета их параметров).
5. Основы проектирования объектов комплексного (энергетического, промышленного и биопродукционного) использования глубинных вод.

17. ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБУСТРОЙСТВО МАЛЫХ ГОРОДСКИХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИНА «МАЛЫЙ ГОРОДСКОЙ ВОДНЫЙ ОБЪЕКТ»

Малым городским водным объектом (МГВО) может считаться любой водоем или водоток, частично или полностью расположенный на урбанизированной территории, размеры которого сопоставимы с основными элементами городской застройки (зданиями, сооружениями, транспортными магистралями). Состояние МГВО во многом определяется

воздействием на них техногенных факторов, обусловленным урбанизацией окружающей территории. Но даже в объектах, находящихся на финальных стадиях деградации, сохраняется комплекс продолжающих существовать в них живых организмов. Таким образом, все МГВО представляют собой природно-технические системы (ПТС). Уровень антропогенной нагрузки на МГВО, как правило, столь значителен, что воспрепятствовать их деградации можно только путем их инженерно-экологического обустройства, т.е. создания специальных инженерно-технических систем и оборудования, работа которых направлена на улучшение или сохранения благополучного экологического состояния данных водных объектов.

Цели и формы инженерно-экологического обустройства

Приоритетной целью данной деятельности является сохранение и улучшение экологического состояния, обозначаемого термином **«экологическая мелиорация»** (от лат. «мелиоратио» – улучшение). Разновидность экологической мелиорации – **«экологическая реабилитация»**, т.е. восстановление деградировавших водных объектов. В ряде случаев экологическая мелиорация (экологическая реабилитация) подразумевает мероприятия по **экологической реанимации**, т.е. «оживлению» водного объекта путем вселения и акклиматизации в нем определенного набора организмов. При этом биота реанимированных водоемов по своему составу может принципиально отличаться от их первоначального населения. Например, при восстановлении малых городских водных объектов в них часто вселяются виды водных растений и животных, не характерные для данного региона. Другой

формой этой деятельности является **инженерно-экологическое манипулирование** – создание искусственного комплекса компонентов природной среды, обладающего заданными рекреационными и эстетическими свойствами, а также разработка инженерно-технических систем, обеспечивающих его существование.

ФОРМЫ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБУСТРОЙСТВА

Основными формами инженерно-экологического обустройства являются:

- **охрана** – осуществление инженерно-технических мероприятий, обеспечивающих соблюдение установленного регламента хозяйственной деятельности на водных объектах;
- **защита** – инженерно-технические решения, позволяющие снизить уровень воздействия на водный объект неблагоприятного фактора (загрязнения и др.) или полностью ликвидировать его источник;
- **изоляция** – строительство сооружений, исключающих или ограничивающих доступ населения к водному объекту, представляющему опасность для здоровья людей (примером изоляции является заключение в подземные водоводы загрязненных городских рек);
- **кондиционирование** – использование различных устройств и сооружений, предназначенных для улучшения и поддержания качества их вод (от простейших аэраторов до систем искусственной циркуляции вод с их прохождением через очистные устройства);
- **консервация** – инженерно-технические мероприятия, направленные на сохранение существующего состояния водного объекта (как правило, используется в случаях, когда улучшение

состояния водного объекта невозможно или нецелесообразно по экономическим или социальным причинам);

- **реставрация** – деятельность, целью которой является придание водному объекту облика, свойственного ему в конкретную историческую эпоху;

- **реконструкция** – инженерные мероприятия, целью которых является приспособление водного объекта к современным условиям с восстановлением его отдельных исторических или мемориально-ценных элементов;

- **ликвидация** – комплекс инженерно-технических мероприятий, целью которых является уничтожение нежелательного водного объекта (обычно, с точки зрения его санитарно-эпидемиологической опасности).

Классификация МГВО

Основное назначение городских водоемов и водотоков – это использование их и прилегающих к ним территорий в качестве **мест массового отдыха – резортов**. Повышение рекреационного потенциала МГВО является основной мотивацией деятельности по их инженерно-экологическому обустройству. По этим причинам их классификация включает данный аспект в качестве одного из главных признаков, позволяющих отнести МГВО к той или иной категории. Весьма важным при классификации МГВО также является также группировка объектов, исходя видения возможности реальных путей их будущего инженерно-экологического обустройства. Это существенно облегчает выработку общей стратегии и планирование данной деятельности. В соответствии с этим выделяют следующие **основные виды МГВО**:

1. **Полностью утраченный водный объект.** Их восстановление в современных условиях нереально (что не исключает этого в будущем). Данная категории объектов рассматривается как альтернатива при обосновании ниже следующих видов МГВО.

2. **Временно утраченный водный объект.** Это объекты, в настоящее время не существующие, но подлежащие восстановлению путем реализации проектов инженерно-экологической реабилитации, реконструкции, реставрации.

3. **Фрагментарно сохранившийся водный объект.** Их примером являются городские водоемы (пруды), сохранившиеся в виде отдельных фрагментов ранее существовавших водотоков (речек и ручьев). В данном случае полностью воссоздать водоток уже нельзя. Вместе с тем, можно восстановить его отдельные фрагменты, сохранившиеся, например, в пределах территории культурно-исторических объектов и рекреационных зон. Необходимым условием является их изоляция от водотока и создание автономной циркуляционной системы. Для их обозначения предложен специальный термин – «**имитационные водоемы**».

4. **Рекреационно незначимый водный объект,** берега которого не используются населением в качестве мест отдыха. Инженерно-экологическое обустройство рекреационно незначимых водных объектов может осуществляться в виде реабилитации или ликвидации.

5. **Рекреационно малозначимый водный объект,** по причине своего плохого экологического и санитарно-гигиенического состояния не может использоваться для организации рекреационных зон. Вместе с тем, население использует прибрежную зону, а иногда и сам водный объект, как

место отдыха (иногда даже массового). Нередко неконтролируемое использование таких водных объектов представляет опасность для здоровья людей. Инженерно-экологическое обустройство таких МГВО, прежде всего, включает их защиту, т.е. изоляцию от источников загрязнения, после становится реальной их экологическая мелиорация.

6. Рекреационно значимый водный объект, то есть городской водный объект, находящийся в удовлетворительном экологическом и санитарно-гигиеническом состоянии и используемый населением в рекреационных целях. Эти объекты всегда являются важным видеоэкологическим фактором, формирующим позитивное восприятие от данного участка городской территории в целом. Главная задача инженерно-экологического обустройства заключается в создании инженерно-технических систем, поддерживающих соответствие между качеством вод и характером использования данных объектов.

7. Исторически ценный водный объект. К данной категории мы относим все городские водные объекты, обладающие, помимо рекреационного потенциала, несомненной культурно-исторической ценностью, а в ряде случаев имеющих и религиозно-культурное значение. Основными формами инженерно-экологического обустройства здесь являются реставрация и реконструкция, в ряде случаев – консервация.

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ

Суздалева А.Л., Горюнова С.В. Техногенез и деградация поверхностных водных объектов. М.: ООО ИД «ЭНЕРГИЯ», 2014. 456 с.

Волшаник В.В., Суздалева А.А. Классификация городских водных объектов. М. Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2008. 112 с.

Куприянов В.В. Гидрологические аспекты урбанизации. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 183 с.

Безносков В.Н., Горюнова С.В., Колесникова Е.Л., Суздалева А.А. Эволюция малых городских водных объектов и выбор историко-экологического прототипа для проектов их обустройства // Вестник РУДН. Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности. 2006. №2(14). С.36-42.

Безносков В.Н., Родионов В.Б., Суздалева А.А., Колесникова Е.Л. Оценка состояния малых городских водных объектов и пути их инженерно-экологического обустройства // Безопасность энергетических сооружений. 2007. Вып. 16. С.216-228.

Волшаник В.В., Пешнин А.Г., Родионов В.Б., Юрченко А.Н., Амирова Н.Н., Доркина И.В. Инженерные пути решения проблемы улучшения экологического состояния прудов и малых рек // Безопасность энергетических сооружений. Научно-технический и производственный сборник. Вып. 12. ОАО "НИИЭС". М.: 2003. с. 367-377.

Рябов А.К., Сиренко Л.А. Искусственная аэрация природных вод. Киев: Наукова думка, 1982. 204 с.

Хендерсон-Селлерс Б. Инженерная лимнология. Л.:Гидрометеиздат, 1987. 335 с.

Смирнова О.Г., Семенов Д.В. Водоемы в саду. М.: ЗАО «Фитон+», 2003. 160 с.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ

1. Функции гидрографической сети большого города как компонента его природно-технической системы (включая разработку методик расчетов показателей, характеризующих эти функции).
2. Методика организации работ по инженерно-экологическому обустройству малых городских водных объектов (включая алгоритм расчета ожидаемой экологической эффективности планируемых мероприятий).
3. Разработка проекта инженерно-экологического обустройства малого городского водного объекта на основе комплексной оценки его экологического состояния.
4. Реконструкция водных объектов, имеющих культурно-историческое значение на базе моделирования его историко-экологического прототипа.
5. Экологические и инженерно-технические принципы проектирования имитационных водных объектов.

18. ТЕХНОГЕННЫЕ СКОПЛЕНИЯ ВОД

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИНА «ТЕХНОГЕННОЕ СКОПЛЕНИЕ ВОД» И ЕГО СОДЕРЖАНИЕ

Одним из распространенных последствий техногенеза земной поверхности является изменение ее рельефа, в результате чего создаются условия для аккумуляции воды. В отличие от водохранилищ образование таких скоплений, как правило, является своевременно неучтенным побочным эффектом деятельности. В отличие от луж, спонтанно

образовавшиеся скопления вод существуют длительное время и могут достигать значительных размеров. Но их наличие не отражается в Водном кадастре и других официальных документах в области водного хозяйства. По этой причине статуса «водных объектов» они не имеют. Следует также подчеркнуть, что техногенные скопления вод не предназначены и официально не используются для какой-либо цели. Поэтому, их следует отличать от действующих водохозяйственных сооружений, например, открытых участков организованного сброса ливневой канализации. Вместе с тем, значительные техногенные скопления вод и заболоченные участки, образовавшиеся вокруг них, наносятся на подробные карты и планы территории. Резюмируя изложенное выше, можно дать следующее определение термину **«техногенное скопление вод»** – долговременное или постоянное **сосредоточение вод**, прямо или косвенно **образовавшееся в результате деятельности человека и не имеющее официального статуса водного объекта.**

ТЕХНОГЕННОЕ СКОПЛЕНИЕ ВОД КАК ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Любое образование подобного типа, как правило, быстро заселяется живыми организмами и превращается в стихийно возникшую природно-техническую систему (ПТС). Исключением являются только случаи аккумуляции стоков, содержащих высокую концентрацию устойчивых к разложению токсичных веществ.

Скопление вод нередко сопровождается подтоплением и заболачиванием окружающей территории. Это влечет за собой гибель ранее существовавших биотических сообществ и

возникновения на их месте новых. Вблизи железнодорожных насыпей иногда можно видеть гибнущие деревья на участках, подверженных затоплению вод и одновременному зарастанию тростником и другими влаголюбивыми растениями. Таким образом, границы ПТС, формирующейся на базе техногенного скопления вод, могут быть значительно шире, чем само скопление вод. Иногда техногенные скопления вод функционально сопряжены с действующими водохозяйственными сооружениями. Например, это происходит при подпруживании выхода вод их ливневой канализации и образования на данном участке обширного водно-болотного массива.

В городах территории вокруг некоторых техногенных водных скоплений самовольно используются населением как места массового отдыха, т.е. «**неорганизованные резорты**», что может создавать угрозу для здоровья людей.

КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНОГЕННЫХ СКОПЛЕНИЙ ВОД

Анализ различных случаев образования техногенных скоплений вод позволяет выделить среди них ряд видов:

- **поверхностно-аккумулятивные** техногенные скопления вод возникают в результате искусственных преград, препятствующих поверхностному стоку с территории (часто такие скопления формируются около линейных технических объектов – железнодорожных и автомобильных насыпей и др.);
- **заполняющие** техногенные скопления вод образуются в результате заполнения водой различных впадин и понижений рельефа, возникших в результате человеческой деятельности (заброшенных котлованов, карьеров и т.п.);

- **конструкционно-эксплуатационные** техногенные скопления вод формируются в различных сооружениях, конструкциях, условия эксплуатации которых допускают накопление внутри них воды (примером являются затопленные подвалы заброшенных зданий).

ГЕНЕЗИС ТЕХНОГЕННЫХ СКОПЛЕНИЙ ВОД

Основными источниками образования техногенных скоплений вод являются:

- **поверхностный сток** с территории;
- различные **сточные воды**;
- **утечка вод** из систем водоснабжения и канализации.

Довольно часто техногенные скопления вод имеют смешанное происхождение.

АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕХНОГЕННЫХ СКОПЛЕНИЙ ВОД НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ, РАЗРАБОТКА ПРОЕКТОВ ИХ ЛИКВИДАЦИИ И ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБУСТРОЙСТВА

В подавляющем большинстве случаев техногенные скопления вод рассматриваются как негативное явление. Накопление поверхностного стока и, тем более, сточных вод и утечек из канализационных систем сопровождается аккумуляцией в этих образованиях различных загрязнителей, из которых они впоследствии попадают в поверхностные водные объекты и подземные воды. Помимо этого, в техногенных водных скоплениях нередко возникают благоприятные условия для развития патогенных микроорганизмов и их переносчиков (например, кровососущих насекомых). Вокруг них формируются заболоченные участки, пребывание на которых может быть опасным для жизни людей (в особенности – детей). Поэтому при

благоустройстве территории техногенные скопления вод, как правило, подлежат ликвидации.

Вместе с тем, длительно существующие техногенные скопления вод и сформировавшиеся вокруг них заболоченные участки в крупных городах служат местом обитания редких видов животных и растений, в т.ч. занесенных в Красные книги (например, в Красную книгу г. Москвы). Таким образом, некоторые из этих участков можно рассматривать как **рефугиумы** (экологические убежища) для различных видов городской фауны и флоры. По этой причине проекты ликвидации техногенных скоплений вод должны основываться на всестороннем анализе их экологической роли как ПТС особого рода. В отдельных случаях их ликвидация может быть заменена **инженерно-экологическим обустройством**, позволяющим минимизировать их негативное воздействие на окружающую среду и обеспечить их безопасное для здоровья людей использование в качестве городских резортов. Очевидно, что для реализации подобных проектов техногенным скоплениям вод необходимо придание официального статуса «**малых городских водных объектов**» (МГВО) В этой связи следует вспомнить, что некоторые современные МГВО наполняются из городской водопроводной системы. Иными словами, с функциональной (но не эколого-правовой) точки зрения подобные МГВО также являются техногенными скоплениями вод. Причем, некоторые из них (например, городские пруды) первоначально возникли путем искусственного подпруживания поверхностного стока или рытья бассейнов, куда он поступал в периоды обильных осадков.

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ

Горюнова С.В., Суздалева А.А., Попов А.В., Кучкина М.А. Экологическое состояние техногенных водных объектов и обоснование необходимости их ликвидации // Сборник трудов I Международн. экологического конгресса «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов» ЕLPIT-2007. Тольятти: ТГУ, 2007. Т.1. С.220-224.

Куприянов В.В. Гидрологические аспекты урбанизации. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 183 с.

Куприянов В.В., Скакальский Б.Г. Урбанизация и ее влияние на режим и качество поверхностных вод // Водные ресурсы. 1973. №2. С.172-182.

Курганов А.М. Организация отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий: Учеб. пособие. - М.: Изд-во АСВ; СПб.: СПбГАСУ. 2000. 352 с.

Молоков М.В., Шифрин В.Н. Очистка поверхностного стока с территорий городов и промышленных площадок. М.: Стройиздат, 1977. 104 с.

Суздалева А.Л., Горюнова С.В. Техногенез и деградация поверхностных водных объектов. М.: ООО ИД «ЭНЕРГИЯ», 2014. 456 с.

Янин Е.П. Источники и пути поступления загрязняющих веществ в реки промышленно-урбанизированных регионов // Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. Обзорная информация, ВИНТИ. 2002. Вып. 6. С.2-56.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ

1. Прогнозирование образования техногенных скоплений вод при градостроительной деятельности (включая разработку компьютерной модели).

2. Оценка риска образования конструкционно-эксплуатационных техногенных скоплений вод при проектировании производственных сооружений.
 3. Методика оценки экологической и санитарно-эпидемиологической опасности техногенных скоплений вод.
 4. Основные механизмы генезиса техногенных скоплений вод (включая разработку методик расчета интенсивности данных процессов).
 5. Экологические и инженерно-технические принципы ликвидации техногенных скоплений вод.
-
-

19. ЛУЖИ – ВРЕМЕННЫЕ МИКРОВОДОЕМЫ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ ТЕРМИНА

«ЛУЖА (ВРЕМЕННЫЙ МИКРОВОДОЕМ)»

В экологических исследованиях роль временно возникающих на поверхности рельефа небольшие скопления воды, обозначаемых в обыденной речи обобщающим понятием «лужи», как правило, игнорируется. Вместе с тем, суммарный объем вод, сосредоточенный в лужах, расположенных на относительно небольшой площади, может достигать значительных масштабов. Физико-химические и биологические процессы, происходящие в лужах, способны вызвать существенное изменение качества вод поверхностного стока и, следовательно, оказывать влияние на состояние водных объектов. Фильтрация воды из луж – это один из источников пополнения подземных вод. Лужи играют значительную роль в жизни многих организмов (например, как источники воды). В

них могут происходить и весьма нежелательные биологические процессы – развитие патогенных микроорганизмов и переносчиков заболеваний.

Следует отметить, что употребляемый в гидробиологической литературе термин «временный водоем», имеет существенно отличный смысл. Во-первых, в это понятие включаются объекты самых различных размеров, например, от луж до пересыхающих озер достаточно крупных размеров. Во-вторых, практически во всех работах по временным водоемам подразумевается, что это в строгом смысле не временные образования, а скорее периодически исчезающие объекты. Через определенный промежуток времени они обязательно возникают в том же месте и на достаточно длительный срок. Для них характерна специфическая фауна, приспособившаяся в процессе эволюции к жизни именно в таких водных объектах.

Граница между понятиями «временный водоем» и «лужа» носит весьма условный характер. Так, лужи, длительно существующие на естественных грунтах, нередко можно рассматривать как небольшой временный водоем, т.е. временный микроводоем. Но если подобное скопление воды существует недолго, происходящие в нем физико-химические и биологические процессы носят существенно иной характер. Еще в большие отличия наблюдаются между временными водоемами и лужами, образующимися, например, на асфальтобетонных дорожных покрытиях. Таким образом, основными отличительными чертами луж являются спорадичность образования и относительно небольшие размеры. Исходя из этого, в опубликованных нами работах было принято следующее определение: **«лужа (временный микроводоем) – это любое**

скопление воды, временно образующееся в неровностях рельефа, площадью не более 20 м²».

ГЕНЕЗИС ЛУЖ

Генезис луж определяется двумя факторами: характером микрорельефа поверхности, на которой создаются условия для их образования, и наличием наполняющих их источников вод. Оба эти фактора могут носить как естественный, так и техногенный характер. В силу неровности поверхности почв и грунтов ременные микроводоемы практически всегда образуются в природной среде при выпадении обильных дождей, паводков и во время интенсивного снеготаяния. Однако **процессы техногенеза существенно изменяют условия образования луж**. Во-первых, многие виды деятельности вызывают образование на поверхности почв и грунтов множества небольших углублений и неровностей, в которых может скапливаться вода (колеи от колес и др.). Во-вторых, **урбанизация и промышленное освоение территорий** практически всегда сопровождается экранированием значительных участков почвенного покрова, т.е. его изоляцией с помощью различных, главным образом асфальтобетонных покрытий. Водный баланс возникающих на их поверхности луж существенно иной, чем в естественной среде. Убыль их объема происходит главным образом за счет высыхания, а не фильтрации. В третьих, в ходе техногенеза появляются **новые источники наполнения луж**, например, поливомоечные воды. В результате этих процессов возникают новые, не встречающиеся в природе типы временных микроводоемов.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЛУЖ

Классификация может осуществляться на основе таких критериев как: генезис; характер источников наполнения; время существования; динамика колебания водного объема; физические (механические) и химические свойства субстрата; морфологические особенности вмещающих элементов микрорельефа (глубина луж и др.).

В соответствии генезисом можно выделить три основные группы луж:

- **природные**, формирующиеся в неровностях естественного рельефа за счет, выпадения атмосферных осадков и других процессов, происходящих без прямого влияния человека;
- **антропогенные**, включающие любые виды луж, образующиеся в результате человеческой деятельности (полива, сброса сточных вод на рельеф и др.);
- **природно-антропогенные** (смешанного генезиса), к которым относятся лужи, формирующиеся в результате сочетания антропогенных и природных факторов. Например, лужи на естественных субстратах в неровностях, возникших в результате человеческой деятельности, а также лужи на естественном рельефе, образовавшиеся благодаря человеческой деятельности (поливу почвы, сбросу сточных вод на рельеф и др.).

В пределах каждой из основных групп временных микроводоемов, на основе учета других указанных выше критериев, можно выделить ряд подгрупп. Так, в зависимости от источников наполнения лужи подразделяются:

- **дождевые**, возникающие в результате выпадения дождя;
- **талые**, образующиеся после таяния снежного покрова;

- **паводковые**, остающиеся в неровностях рельефа после окончания паводков;
- **поливные**, возникающие при поливе территории;
- **сбросные**, формирующиеся в результате сброса сточных вод на рельеф.

Виды воздействия на окружающую среду

Воздействие луж на окружающую среду может проявляться в следующих формах:

1. **Самоочищение вод поверхностного стока.** Во временных микроводоемах создаются условия для интенсивного химического и биологического разложения загрязнителей.

2. **Аккумуляция загрязнителей и их трансформация** в более токсичные соединения. Испарение воды приводит к накоплению загрязнителей, которые затем могут просачиваться в грунтовые воды или после высыхания лужи попадать в воздух в форме пылевых частиц. Образующиеся при высыхании луж аэрозоли – это один из возможных путей попадания загрязняющих веществ в организм человека при вдыхании им воздуха. В этой связи следует отметить, что в результате частичного окисления попадающих в них загрязнителей или их взаимодействия в лужах могут образовываться вещества, более опасные для здоровья человека.

3. **Фильтрация вод.** Задержка поверхностного стока во временных микроводоемах может существенно изменить интенсивность данного процесса. Экологические последствия этого явления, в зависимости от конкретных условий, могут быть диаметрально противоположны. Образование дождевых и талых природных луж – это один из важных факторов формирования подземного стока, сохранения благоприятного

уровня грунтовых вод. Вместе с тем, аккумуляция в лужах загрязнителей приводит к ухудшению качества подземных вод.

4. Развитие патогенных микроорганизмов и возбудителей паразитарных заболеваний. Некоторые патогенные микроорганизмы способны размножаться в лужах. Затем эти возбудители заболеваний могут с дождевым стоком попадать в водные объекты или при высыхании луж включаться в состав образующихся из осадков аэрозолей. Кроме того, существование луж способствует распространению ряда заболеваний в результате питья воды различными животными-переносчиками (бродячими собаками и др.). Другие организмы-переносчики заболеваний могут развиваться в лужах (некоторые виды кровососущих насекомых).

5. Лужи как фактор микроклимата. Испарение воды из луж увеличивает влажность воздуха, поверхность луж способна поглощать из воздуха различные примеси, в т.ч. и вредные.

Таким образом, воздействие луж на окружающую среду складывается из ряда аспектов. Степень позитивности или негативности определяется характером временного микроводоёма и условиями его формирования.

ЛУЖИ КАК ЭЛЕМЕНТ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Лужи начинают играть наиболее значимую роль при урбанизации территории. Экранирование почв резко увеличивает не только количество временных микроводоёмов, но и продолжительность их существования. После интенсивных дождевых осадков суммарный объём луж на городской территории сравним с объёмом некоторых водных объектов, находящихся на этом же участке. Вместе с тем, интенсивность процессов, происходящих в водной среде, может быть

существенно выше. Соотношение объема и площадей раздела фаз «вода-воздух» и «вода-грунт» в лужах на порядки выше. Их воды значительно быстрее прогреваются, хорошо аэрированы и часто подвержены интенсивной инсоляции.

Неоднозначность экологической роли луж в урбосистемах, которые являются разновидностью природно-технических систем (ПТС), позволяет рассматривать их не только как нежелательный их элемент (затрудняющий проход по территории, а иногда проезд автотранспорта), но и как потенциальный объект экологической оптимизации. Так возможными направлениями этой деятельности может быть совершенствование структуры и материалов покрытий, при использовании которых образование луж способствует улучшению климатических условий в городе или снижает вероятность образования вредных аэрозолей при высыхании луж.

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ

Безносков В.Н., Суздалева А.Л., Митяева Ю.Д. Классификация временных микроводоемов (луж) и их экологическое значение // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия экология и безопасность жизнедеятельности. 2012. №3. С.36-39.

Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 182 с.

Дикаревский В.С., Курганов А.М., Нечаев А.П., Алексеев М.И. Отведение и очистка поверхностных сточных вод // Л.: Стройиздат, 1990. 224 с.

Куприянов В.В. Гидрологические аспекты урбанизации. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 183 с.

Курганов А.М. Организация отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий: Учеб. пособие. - М.: Изд-во АСВ; СПб.: СПбГАСУ. 2000. 352 с.

Митяева Ю.Д. Содержание загрязнителей и эвтрофикантов в городских лужах // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия экология и безопасность жизнедеятельности, № 3. М: Издательство РУДН,. 2012. С. 36-39.

Прокачева В.Г., Усачев В.Ф. Снежный покров в сфере влияния города. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 194 с.

Янин Е.П. Источники и пути поступления загрязняющих веществ в реки промышленно-урбанизированных регионов // Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. Обзорная информация. ВИНТИ. 2002. Вып. 6. С.2-56.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ

1. Лужи как элемент природно-технических систем (исследование процессов формирования состава вод основных типов луж техногенного генезиса, включая разработку компьютеризованной модели).
2. Разработка математической модели жизненного цикла лужи (дождевой или талой), позволяющей прогнозировать аккумуляцию в ней загрязнителей.
3. Определение факторов, способствующих формированию луж на различных типах дорожных покрытий их воздействия на окружающую среду (включая разработку методики расчета критериев их значимости).
4. Оценка санитарно-эпидемиологической опасности образования луж на основе материалов, характеризующих санитарно-эпидемиологическую обстановку на конкретном участке городской территории (города в целом), включая расчет

риска распространения через лужи возбудителей инфекционных заболеваний.

5. Методика прогнозирования процесса образования луж, их динамики и расчет риска из неблагоприятного воздействия на экологическую и санитарно-эпидемиологическую обстановку при возведении объектов капитального строительства.

20. РЕЗОРТЫ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕСТ МАССОВОГО ОТДЫХА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И СРАВНИТЕЛЬНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ТЕРМИНОВ «РЕЗОРТ» И «КУРОРТ»

Понятие **«резорт»** (от англ. resort – место отдыха) включает **любые объекты, расположенные за пределами жилища человека, которые могут быть использованы в качестве мест отдыха.** К резортам могут быть причислены как крошечный клочок земли со скамейкой под деревом в небольшом дворе, так и лесопарковая зона, размером в несколько десятков км². Главное различие понятий **«резорт»** и **«курорт»** заключается в том, что курорт обязательно должен обладать целительными и оздоровительными свойствами. Резорт же может быть лишен их, хотя таких свойств наличие повышает его статус. Важно также обратить внимание на принципиальное различие методологических подходов в изучении резортов и курортов, лежащих в основе соответствующих научных дисциплин. Если **курортология** – это отрасль медицины, предметом изучения которой является воздействие на организм человека целебных природных условий, то предмет **резортологии** – это

возможность использования среды обитания человека для массового отдыха, и ее свойства, способные обеспечить его. Таким образом, резуртология, входит в сферу экологических наук.

АТТИБУТЫ РЕЗОРТОВ

Непременными свойствами любого резурта, вне зависимости от масштабов и других особенностей, которые могут использоваться для оценки его качества, являются:

- **рекреационный потенциал**, который определяется как степень пригодности участка окружающей среды для отдыха, его важнейшей составляющей является наличие компонентов природной среды или объектов, имитирующих их;
- **социальная привлекательность**, которая определяется уровнем позитивности его общего восприятия населением (стремлением посещать данный участок окружающей среды).

Данные параметры в определенной степени взаимосвязаны, но всегда имеют самостоятельную значимость. Так рекреационный потенциал дворовой территории может быть минимален, а социальная ее привлекательность достаточно велика.

Создание (повышение, сохранение) рекреационного потенциала и социальной привлекательности резуртов может осуществляться как путем комплексного решения экологических, инженерно-технических и социальных проблем, так и разработкой мероприятий по одному из этих направлений. В соответствии с чем, можно выделить **общую, экологическую, архитектурную и ландшафтно-планировочную резуртологию.**

ГЕНЕЗИС РЕЗОРТОВ

Резорты образуются двумя различными путями. Первый их них – это спонтанная организация мест массового отдыха, приводящая к возникновению **«стихийного резорта»**. Так, городские жители используют для отдыха различные пустыри, овраги и другие неблагоустроенные участки городской территории, где сохранились подвергшиеся техногенезу и деградации компоненты природной среды. Таким образом, стихийные резорты представляют собой локальную или объектовую природно-техническую систему (ПТС), обладающую определенным рекреационным потенциалом и социальной привлекательностью. Второй путь возникновения резортов – это их целенаправленное создание. В результате возникают **«организованные резорты»**, являющиеся регулируемыми или контролируемыми ПТС.

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ОРГАНИЗОВАННЫХ РЕЗОРТОВ И МЕТОДЫ ИХ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБУСТРОЙСТВА

Организация резортов может осуществляться как приспособление для массового отдыха участков природной среды. Этот процесс следует рассматривать как **«первичный природообустроительный техногенез»**. Он осуществляется как трансформация природной среды в виде создания и «встраивания» в нее специальной инфраструктуры, которая, с одной стороны, обеспечивает безопасное посещение людьми этих резортов, а с другой стороны, препятствует их деградации (таблица).

Однако организованные резорты могут создаваться и на участках окружающей среды, уже ранее подвергшихся техногенезу и находящихся на финальных стадиях деградации

(например, рекультивация городских свалок и разбивка на этих участках парков). Подобные проекты осуществляется в виде различных форм **инженерно-экологического обустройства** данного участка с целью создание на них условий для массового отдыха населения. Поэтому, данный процесс можно определить как **«вторичный рекреационный техногенез»**. В результате создается организованный резорт, представляющий собой регулируемую (управляемую) ПТС.

Таким образом, среди широкого спектра разнородных объектов, подходящих под определение «организованный резорт» можно выделить несколько **основных категорий**, каждая из которых требует своего специфического подхода для превращения их управляемые (контролируемые) ПТС (таблица):

Таблица. Категории резортов

<i>Категории резортов</i>	<i>Примеры</i>	<i>Вид техногенеза и основные методы инженерно-экологического обустройства</i>
Резорты, созданные на базе природных экосистем	Объекты туристического бизнеса Национальные парки	Первичный природообустроительный техногенез Охрана – мероприятия, обеспечивающие установленный режим эксплуатации резорта. Защита – меры по изоляция резорта от источников негативного воздействия

Продолжение таблицы. Категории резортов

<i>Категории резортов</i>	<i>Примеры</i>	<i>Вид техногенеза и основные методы инженерно-экологического обустройства</i>
Резорты, созданные на базе сохранившихся на урбанизированных территориях участков природной среды	Лесопарки Зоны отдыха на берегах городских малых рек	<p>Первичный природообустроительный техногенез</p> <p>Экологическая реабилитация – возвращение объектам приемлемых рекреационных и экологических свойств, а также последующее их сохранение на основе функционирования инженерно-технических систем (ИТС)</p>
Резорты, созданные на урбанизированных территориях	Скверы Объекты искусственно о озеленения	<p>Вторичный рекреационный техногенез</p> <p>Инженерно-экологическое манипулирование – создание искусственного комплекса компонентов природной среды, обладающего заданными рекреационными и эстетическими свойствами, а также разработка ИТС, обеспечивающих его существование</p>

Окончание таблицы. Категории резортов

<i>Категории резортов</i>	<i>Примеры</i>	<i>Вид техногенеза и основные методы инженерно-экологического обустройства</i>
Резорты, созданные на основе памятников культурно-исторического наследия, культовых объектов и памятников природы.	Природно-исторические комплексы Рекреационные зоны культовых объектов	<p>Вторичный рекреационный техногенез</p> <p>Первичный природообустройственный техногенез (памятники природы)</p> <p>Консервация – комплекс мер, обеспечивающих сохранение историко-эстетических и рекреационных свойств объекта;</p> <p>Реставрация – придание объекту облика, свойственного ему в конкретную историческую эпоху;</p> <p>Реконструкция – воссоздание отдельных исторических или мемориально-ценных элементов</p>

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ

Владимиров В.В., Микулина Е.М., Яргина З.Н. Город и ландшафт: (Проблемы, конструктивные задачи и решения). М. : Мысль, 1986. - 238 с.

Гусев Н.Н., Еремеев А.Г., Миронов С.Н. Старинные парки (восстановление, содержание, охрана). М.: Экология, 1993. 255 с.

Сметанин В.И. Рекультивация и обустройство нарушенных земель М.: Колос, 2000. 96 с.

Суздалева А.Л., Безносков В.Н. Резортология: предмет изучения, востребованность и основополагающие принципы // Экология и развитие общества. №1(3). 2012. С.23-27.

Суздалева А.Л., Безносков В.Н., Суздалева А.А. Экологические и социально-экологические основы проектирования городских резортов // Экология урбанизированных территорий. №3, 2012. С. 29-34.

Суздалева А.Л., Горюнова С.В. Техногенез и деградация поверхностных водных объектов. М.: ООО ИД «ЭНЕРГИЯ», 2014. 456 с.

Филин В.А. Видеоэкология. Что для глаза хорошо, а что – плохо. М.: МЦ «Видеоэкология», 1997. 320 с.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ

1. Экологические и социально-экологические основы проектирования сети городских резортов.
2. Организация резортов различных уровней: как элементов урбосистем и как элементов урбокомплексов.
3. Методика проектирования резортов, создаваемых на территориях рекультивируемых свалок.
4. Проектирование прибрежно-морских резортов с учетом требований техногенной и экологической безопасности.
5. Методика разработки экологического обоснования решения проблемы стихийного резорта.

21. ТЕПЛОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ И ТЕРМИЧЕСКОЕ ЭВТРОФИРОВАНИЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ ТЕРМИНОВ

«ТЕПЛОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ», «ТЕМПЕРАТУРНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ», «ХОЛОДОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ»

Техногенез окружающей среды нередко сопровождается непреднамеренным рассеянием в ней или целенаправленным отводом в нее тепловой энергии. Примером, сопутствующего подогрева среды является повышение температуры в центральных частях крупных городов. Целенаправленный отвод избыточного тепла, возникающего в ходе технологических процессов, осуществляется, главным образом, путем организации специальных **водосмов-охладителей** при атомных и тепловых электростанциях. Все эти случаи искусственного повышения температуры окружающей среды обозначаются термином **«тепловое загрязнение»**. Но загрязнение окружающей среды, в какой бы форме оно не происходило, подразумевает ухудшение ее качества и негативное воздействие на организмы. В отличие от этого, повышение температуры среды в регионах с холодным и умеренным климатом часто оказывает позитивное воздействие на организмы. Для обозначения этой «мягкой» формы теплового загрязнения предлагался специальный термин – **«калефакция»** (нагревание). Однако это воздействие, дающее кратковременный позитивный эффект на уровне отдельных биологических объектов, может приводить к значимым негативным последствиям для биотических сообществ в длительной перспективе, например, в

результате развития процессов термического эвтрофирования и термотехногенной **стратификации**. Таким образом, для того чтобы всесторонне оценить влияние искусственного подогрева на окружающую среду необходимо отдельно рассматривать воздействие изменения температуры среды на физиологическое состояние организмов («**температурное воздействие**») и влияние данного фактора на состояние экосистемы или природно-технической системы.

Благоприятное существование любого организма возможно только в определенном диапазоне температуры среды (определяемом его экологической валентностью по отношению к данному фактору). Существует не только верхний порог, по достижению которого температурное воздействие на организм приобретает экстремальный характер, но и нижний. Некоторые виды человеческой деятельности могут приводить к резкому понижению температуры среды, что оказывает на обитающие в ней организмы не менее негативное воздействие, чем экстремальный подогрев. Так, неоднократно наблюдались случаи, когда резкое снижение уровня подогрева вод на водоемах-охладителях АЭС в зимний период вызывало массовую гибель их иктиофауны, главным образом, теплолюбивых акклиматизантов. Аналогичные случаи отмечаются и при искусственном подъеме в прогретые поверхностные слои водоемов холодных вод из их глубоких слоев (**искусственный апвеллинг**). Для обозначения искусственного понижения температуры окружающей среды, оказывающей негативное воздействие на живые организмы, был предложен термин «холодное термальное загрязнение» или «**холодовое загрязнение**».

ВИДЫ НЕГАТИВНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМЫ

Искусственное изменение температуры среды может оказывать на организмы широкий спектр негативных воздействий. В качестве их отдельных видов можно рассматривать:

- **прямое экстремальное температурное воздействие** – это повышение или понижение температуры среды, вызывающее ухудшение физиологического состояния организмов, но не приводящее к их гибели;
- **прямое сублетальное температурное воздействие**, вызывающие гибель определенной части (более 25%) организмов;
- **прямое летальное температурное воздействие**, вызывающее 100%-ную гибель организмов;
- **опосредованное негативное температурное воздействие** на организмы включает всю совокупность явлений, когда массовая гибель или значительное ухудшение физиологического состояния организмов (снижение темпов роста, плодовитости и т.п.), являются последствиями искусственного изменение температуры среды.

Их примером может служить **сдвиг фенологических фаз развития организмов в термофицированной среде**. Так, в водоемах-охладителях АЭС и ТЭС, подогрев воды провоцирует более раннее развитие водных личинок насекомых и их вылет в воздушную среду с условиями, исключающими их выживание. Сюда же можно отнести явления, так называемых, «термотехногенной стратификации» и «термотехногенной меромиксии», при которых искусственный подогрев вод затрудняет или исключает сезонное перемешивание водной

толщи и, тем самым, обуславливает развитие заморозов в придонных слоях водоемов, сопровождающихся гибелью обитавших в них организмов.

ТЕРМИЧЕСКОЕ ЭВТРОФИРОВАНИЕ

Термическое эвтрофирование – это процесс увеличения трофности водоема вследствие ускорения круговорота биогенных элементов при повышении температуры водной среды (т.е. тепловом загрязнении).

Особенностью данного феномена является то, что в отличие от традиционной формы эвтрофирования (химического эвтрофирования) увеличение продуктивности водных экосистем происходит без загрязнения водного объекта соединениями биогенных элементов (фосфора, азота и др.) из каких-либо внешних источников. По этой причине возможные эффекты термического эвтрофирования при оценке результатов исследований и разработке прогнозов, как правило, не учитываются. Вместе с тем, как свидетельствуют результаты экспериментальных исследований, интенсивность данных процессов может быть достаточно велика.

ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ

КАК ГЛОБАЛЬНОЕ ТЕПЛОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ СРЕДЫ

Если принять точку зрения, согласно которой основной причиной наблюдающегося глобального потепления является спровоцированный различными видами человеческой деятельности выброс парниковых газов (см. раздел Биотехносфера), то некоторые из его последствий можно квалифицировать как «опосредованное негативное температурное воздействие на организмы». Так, в ряде регионов отмечен сдвиг фенологических фаз развития организмов,

имеющий негативные последствия. Наблюдается и увеличение продолжительности периодов стратификации водных объектов. В этой связи, следует вспомнить о том, что в геологическом прошлом Земли, в периоды максимального содержания CO₂ в атмосфере (например, в юрский период) значительная часть Мирового океана находилась в состоянии меромиксии. Подобно современному Черному морю, их глубины были заражены сероводородом, что исключало существование на этих участках каких-либо высокоорганизованных форм жизни.

Таким образом, несмотря на то, что тепловому загрязнению при анализе экологических проблем, как правило, уделяется незначительное внимание, данный процесс, а также его косвенные последствия, способны вызвать деградацию окружающей среды, в т.ч. в крупных масштабах.

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ

Безносков В.Н., Кучкина М.А., Суздалева А.Л. Исследование процесса термического евтрофирования в водоемах-охладителях АЭС // Водные ресурсы. 2002. Т.29. №5. С.610-615.

Безносков В.Н., Суздалева А.Л. Возможные изменения водной биоты в период глобального потепления климата // Водные ресурсы. 2004. Т.31. №4. С.498-503.

Безносков В.Н., Суздалева А.Л. Понижение температуры поверхностного слоя водоемов как вид термального загрязнения среды // Водные ресурсы. 2001. Т.28. №4. С.438-440.

Корнеев А.Н. Разведение карпа и других видов рыб на теплых водах. М: Легкая и пищевая промышленность, 1982. 151 с.

Суздалева А.Л., Безносков В.Н. Экстремальные техногенные воздействия на окружающую среду: классификация и критерии

оценки // Доклады Московск. об-ва испытателей природы. Т.36. М.: Изд-во ООО «Графикон-принт», 2005. С.134-136.

Суздаева А.Л., Горюнова С.В. Техногенез и деградация поверхностных водных объектов. М.: ООО ИД «ЭНЕРГИЯ», 2014. 456 с.

Экологические аспекты и природоохранные мероприятия при использовании теплых вод энергетических объектов. Сборник докладов. Москва: 1992. 165 с.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ

1. Искусственное изменение температуры среды как фактор экологической безопасности (обоснование и методика расчета риска термических негативных воздействий АЭС или ТЭС).
2. Экологические последствия техногенного изменения температурного режима среды водного объекта.
3. Методика учета и оценки экологических воздействий, обусловленных повышением среднегодовой температуры среды на конкретной территории (городе, районе, области).
4. Использование техногенного тепла в промышленном рыбозаводстве (включая разработку методики расчета потенциального повышения рыбопродуктивности хозяйства).
5. Математическая модель процесса термического эвтрофирования водного объекта в условиях искусственного изменения его термического режима.

22. ЗАСОРЕНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

ЗАСОРЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КАК ФАКТОР ЕЕ ТЕХНОГЕНЕЗА И ДЕГРАДАЦИИ

В самом общем смысле под **засоренностью** или **замусоренностью среды** понимают **присутствие в ней чуждых ей предметов**. Как правило, они имеют антропогенное происхождения и могут рассматриваться как фактор стихийного **техногенеза** среды. Главное отличие таких понятий как «мусор» или «сор» от «агентов загрязнения» заключается в том, что их употребление автоматически не подразумевает вредное воздействие на организмы или значимое ухудшение свойств самой этой среды. Но, вместе с тем, подобное воздействие и не исключается. Не смотря на некоторую неопределенность понимания сути процесса засорения окружающей среды, он, безусловно, рассматривается как вредный фактор. В процессе засорения происходит утрата ее полезных свойств. Прежде всего, снижается рекреационный потенциал и социальная привлекательность замусоренных участков (см. раздел Резорты). Это одна из основных причин ухудшения экологического состояния спонтанно возникающих **«стихийных природно-технических систем»**, которые под воздействием данного фактора нередко постепенно превращаются в мусорные свалки. Распространенность этих явлений позволяет рассматривать засорение как один из основных факторов деградации окружающей среды. Вместе с тем, неопределенность понятия «засорение окружающей среды» влечет за собой отсутствие должного внимания к оценке данного явления.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ЗАСОРЕНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ

Сопряженность процессов засорения и загрязнения колеблется в широком диапазоне, а их разграничение нередко носит условный характер. Агенты засорения, подверженные разрушению, сопровождающемуся выделением в среду токсичных веществ или их выщелачиванием, становятся агентами химического загрязнения или протоагентами вторичного загрязнения (см. раздел Вторичное загрязнение водных объектов). Возможен и обратный случай. Некоторые агенты загрязнения, попадая в среду, образуют агрегаты (частицы, хлопья). Если это сопровождается снижением их токсичности, то агент загрязнения трансформируется в агент засорения среды.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ ТЕРМИНА «ЗАСОРЕНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ»

Наиболее четко понимание сущности процессов засорения и его последствий к настоящему времени достигнуто в отношении водных объектов, на примере которых мы рассмотрим данный феномен. В статье 1 Водного кодекса РФ (от 03.06:2006 г. №74-ФЗ) дается следующее определение: **«засорение водных объектов – сброс или поступление иным способом в водные объекты предметов или взвешенных частиц, ухудшающих состояние и затрудняющих использование водных объектов»**. Таким образом, «засорение водных объектов» отличается от их «загрязнения» по следующему комплексу признаков. Во-первых, при загрязнении в воду поступают химические вещества, а при засорении – предметы различного размера, вплоть до очень мелких кусочков (взвешенных частиц). В совокупности их можно обозначить как **«агенты засорения»**

Во-вторых, эти предметы-частицы находятся в твердой фазе и достаточно долгое время существуют в водоеме именно в этом виде. Следовательно, эти предметы должны быть нерастворимы или слаборастворимы в воде. В-третьих, в определении термина «загрязнение» указывается, что оно обуславливается поступлением в водоемы «вредных веществ», то есть веществ, характеризующихся определенным токсическим эффектом. Напротив, в определении термина «засорение» этот признак отсутствует. Вместе с тем, здесь же указывается, что засорение ухудшает состояние и затрудняет использование водных объектов. Следовательно, «агенты засорения» могут не обладать выраженной токсичностью (быть химически инертными), но вместе с тем их попадание в водной объект создает трудности в его эксплуатации, т.е. является фактором его деградации..

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЗАСОРЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

В отличие от процессов загрязнения, общепринятые способы оценки засорения водных объектов отсутствуют. По этой причине в ходе исследования процессов техногенеза и деградации водных объектов нами была разработана собственная методика (см. литературу к разделу). При разработке методики возникла необходимость уточнения некоторых понятий и введения новых терминов. В соответствии с определением, данным в Водном кодексе РФ, агентами засорения могут являться частицы и предметы весьма широкого диапазона (максимальный размер в законодательстве не оговорен). Это обуславливает необходимость **классификации агентов засорения водной среды** и разработки системы критериев, пригодной для оценки различных видов засорения.

Виды засорения

Основными видами агентов засорения являются:

- **взвешенный** мусор – мелкие твердые частицы, которые при попадании в воду некоторое время удерживаются в ее толще (не оседают на дно 12-литрового ведра в течение хотя бы двух минут);
- **пылевидно-пленочный** мусор – очень мелкие частицы твердого вещества, удерживающиеся на пленке поверхностного натяжения;
- **плавающий** мусор – небольшие фрагменты твердого вещества размером от нескольких мм² до 0,25 м², обладающие положительной плавучестью и длительное время (не менее суток) находящиеся на поверхности водного объекта;
- **донный** мусор – небольшие фрагменты твердого вещества площадью от нескольких мм² до 0,25 м², обладающие отрицательной плавучестью и лежащие на дне;
- **прибрежный** мусор – небольшие фрагменты твердого вещества площадью от нескольких мм² до 0,25 м², находящиеся на берегу или в периодически затапливаемой зоне водного объекта;
- засоряющие предметы (**крупноразмерный** мусор) – отдельные крупные инородные предметы (площадью более 0,25 м²), плавающие на поверхности воды или лежащие на дне и в прибрежной зоне водного объекта (автомобильные шины и корпуса автомобилей, бревна, строительные плиты, фрагменты мебели и т.п.).
- засоряющие **объекты** – различные **бесхозные** разрушающиеся гидротехнические сооружения (а также их фрагменты), конструкции неизвестного назначения, сваи и

другие остатки техногенных объектов на дне или в прибрежной зоне водоема.

ОЦЕНКА ЗАСОРЕНИЯ

Оценка засорения водного объекта включает определение комплекса качественных и количественных характеристик.

К количественным показателям относятся:

- **плотность** засорения – процент площади поверхности водоема, его дна или прибрежной зоны, покрытый агентом засорения;
- **мусоромасса** – масса агента засорения, отнесенная к единице площади или объема водного объекта, выражается в $г/м^2$; $кг/м^2$; $г/м^3$;
- интенсивность накопления мусора (**продукция** мусора), выражается в $г/м^2/год$ или $кг/м^2/год$;
- **устойчивость** агента засорения (интенсивность разрушения, деструкция мусора), выражается в $г/м^2/сут.$, $г/м^2/год$ или $кг/м^2/год$.

Качественными характеристиками процесса засорения являются:

- **характер локализации** агентов засорения;
- **мобильность** (степень подвижности агента засорения);
- происхождение (**генезис**) агента засорения;
- **трансформируемость** агента засорения;
- **агрессивность** агента засорения;
- **биотопический потенциал** агента засорения.

Для каждой из перечисленных качественных характеристик методика предусматривает набор характерных состояний агентов засорения. Например, в соответствии с **биотопическим потенциалом агента засорения**, то есть характером его

влияния на состояние биотопов (местообитаний) водных организмов, выделяются следующие виды агентов засорения:

- биотопически **негативный** – поступление таких агентов засорения приводит к тому, что его биотопы становятся непригодными для жизни организмов;
- **малопригодный** для заселения – водные организмы избегают селиться на поверхности подобных агентов засорения, вместе с тем, их присутствие в водном объекте не вызывает существенной перестройки его биотопов;
- биотопически **инертный** – присутствие таких агентов засорения не вызывает принципиального изменения характера биотопов в водном объекте;
- биотопически **позитивный** – поступление в водный объект данного агента засорения ведет к возникновению в нем новых биотопов и, как следствие, новых биоценозов, что приводит к повышению биоразнообразия и интенсификации процессов биологического самоочищения. Примером может служить образование сообщества перифитона на засоряющих предметах в водоеме с илистым дном, выполняющих функции «искусственных рифов».

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ

Бахарев В.И. Проблемные вопросы экологического состояния окружающей среды прибрежных районов Мурманской области: Анализ проблемы ликвидации брошенных и затопленных судов в прибрежных районах Мурманской области как объектов экологической и навигационной опасности (на примере Кольского залива). Мурманск; Изд. Всемирного фонда дикой природы (WWF), 2005. 34 с.

Безносков В.Н., Суздалева А.Л. Методика оценки засорения водных объектов // Доклады Московск. об-ва испытателей природы. Т.36. М.: Изд-во ООО «Графикон-принт», 2005. С.15-18.

Виноградова Л.А., Дерезюк Н.В., Рязанова Л.Е. Результаты экологического мониторинга в районах сброса грунтов в северо-западной части Черного моря по данным 1986-1987 гг. // Океанографические аспекты охраны морей и океанов от химических загрязнений. М. : Гидрометеиздат, 1990. С. 161-166.

Виноградова Л.А., Фетисов Л.П., Дерезюк Н.В., Тишин А.В. Моделирование влияния дампинга грунтов, содержащих биогенные элементы, на кислородный режим прибрежной зоны моря // Методология прогнозирования загрязнения океанов и морей. — М. : Гидрометеиздат, 1986. С. 119-123.

Искусственные рифы для рыбного хозяйства. Сб. науч. трудов ВНИРО. М.: ВНИРО, 1990. 237 с.

Мишуков В.Ф., Калинин В.В., Плотников В.В., Войцыцкий А.В. Влияние дампинга загрязненных грунтов на экологическое состояние прибрежных вод // Известия ТИНРО. 2009. Том 159. С.256-243

Суздалева А.Л., Горюнова С.В. Техногенез и деградация поверхностных водных объектов. М.: ООО ИД «ЭНЕРГИЯ», 2014. 456 с.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ

1. Исследование процесса засорения конкретного водного объекта (идентификация источников засорения, агентов засорения и их характеристик) и оценка его экологических последствий.

2. Методика прогноза засорения водных объектов при строительстве объектов гидроэнергетики.

Методика оценки биотопического потенциала объекта засорения.

3. Оценка роли засоряющих объектов в водной экосистеме.

4. Методика расчета количественных показателей пылевидно-пленочного мусора на базе данных по содержанию и составу аэрозолей приземном слое воздуха.

23. ВТОРИЧНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

ПРОЦЕСС ВТОРИЧНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Под этим термином понимают образование опасных загрязнителей в ходе физико-химических и биологических процессов, идущих непосредственно в окружающей среде. Эти вещества, возникшие не в ходе человеческой деятельности (как традиционно понимаемые «первичные» загрязнители), а без ее непосредственного воздействия, можно обозначить как **«агенты вторичного загрязнения окружающей среды»**. Вторичным загрязнением обозначается весьма широкий круг процессов и явлений, обладающих различной степенью экологической опасности. Так, в качестве примера вторичного загрязнения атмосферы рассматривают возникновение, так называемого, «фотохимического смога». Он является результатом окисления (разложения) под воздействием солнечной радиации различных вредных примесей в атмосфере (агентов ее первичного загрязнения). В ходе данного процесса в воздушной среде возникают новые более токсичные вещества, названные в

совокупности фотооксидантами. Одновременно вторичным загрязнением называют процесс микробиологического разложения опавших листьев, накапливающихся в пруду, приводящий к ухудшению качества его вод. Как случай вторичного загрязнения почв можно рассматривать трансформацию попадающих в них ароматических углеводородов в значительно более опасные для здоровья человека фенолы, которые впоследствии загрязняют подземные воды, используемые в бытовых целях. Анализ научной литературы позволяет сделать заключение, что значение процессов вторичного загрязнения в обозримом будущем будет неуклонно возрастать, вследствие появления новых видов загрязнителей и концентрации производства. Уже сейчас – это один из важных факторов, которой необходимо учитывать при оценке техногенеза и деградации окружающей среды.

ОБЩАЯ СХЕМА ВТОРИЧНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Все многообразие процессов вторичного загрязнения можно рассматривать как единую категорию явлений, благодаря общей схеме причинно-следственных связей, обуславливающих эти события. В простейшей форме **«общую схему вторичного загрязнения»** можно описать в виде следующих этапов:

- поступление в среду веществ, из которых впоследствии образуются агенты вторичного загрязнения, которые можно обозначить как **«протоагенты вторичного загрязнения»**;
- возникновение условий для трансформации протоагентов вторичного загрязнения в более токсичные (экологически опасные) вещества;
- накопление в среде агентов вторичного загрязнения до уровня, оказывающего значимое воздействие на человека и

другие организмы, т.е. собственно вторичное загрязнение среды, точнее, его ощутимый результат.

ВТОРИЧНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ КАК ПРОЦЕСС, РАЗВИВАЮЩИЙСЯ НА УРОВНЕ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Как свидетельствуют многочисленные примеры, последствия вторичного загрязнения среды могут носить весьма тяжелый характер. Вместе с тем, при разработке экологических прогнозов этим явлениям, как правило, уделяется недостаточное внимание. В большинстве случаев анализ и разработка мер борьбы с вторичным загрязнением среды начинается после того, как его проявления принимают катастрофический характер. Главная причина подобного подхода заключается в том, что объектом анализа экологических последствий (и экологической экспертизы) является конкретный вид человеческой деятельности (предприятие, технология и т.п.), а не природно-техническая система (ПТС), в которой данная деятельность будет реально осуществляться. Так, при анализе воздействия на окружающую среду промышленного объекта рассматриваются различные виды его непосредственного воздействия (выбросы, сбросы и т.п.). Если они соответствуют установленным природоохранным нормам, то эксплуатация промышленного объекта считается допустимой. Взаимодействие этих факторов с другими компонентами ПТС, как правило, игнорируется. Следовательно, не разрабатываются и превентивные меры, направленные на предотвращение возможных негативных эффектов. Такая оценка является неполной и недостаточной и по той причине, что протоагенты вторичного загрязнения поступают в среду от различных производственных объектов. Широко известны случаи резонансного воздействия нескольких

загрязнителей (сенсбилизация), каждый из которых сбрасывался в среду в пределах установленных норм. По своей сути они представляют собой не что иное, как вторичное загрязнение, а сами эти вещества, сбрасываемые с разных производственных объектов, являются его протоагентами. Источниками протоагентов вторичного загрязнения могут являться и природные объекты, также входящие в состав ПТС. Так, как уже отмечалось, окисление ароматических углеводородов до фенолов происходит под воздействием физико-химических и биологических процессов, происходящих в почвенном покрове. Таким образом, процесс вторичного загрязнения происходит не на уровне отдельного объекта, а на уровне ПТС, в которую входят источники протоагентов вторичного загрязнения. Следовательно, подобных явлений можно избежать, если объектом анализа будет являться ПТС, а оценка производственного объекта будет рассматриваться с точки зрения его встраивания в данную систему. Важным также является поиск возможностей управления воздействием на окружающую среду отдельных производственных объектов (в рамках создания единой управляемой ПТС). Очевидно, что подробный методологический подход влечет за собой значительное усложнение процедур оценки воздействия на окружающую среду, но это может окупиться уже в недалеком будущем, как возможность устойчивого развития целых регионов. Иллюстрацией могут служить громадные финансовые затраты на попытки рекультивации загрязненных фенолами земель в Тюменской области, а также потерь, связанных с утратой здоровья многими ее жителями (в т.ч. детьми) в результате питья загрязненной фенолами воды.

Виды вторичного загрязнения водных объектов

Вода является универсальным растворителем, в результате чего большинство загрязнителей рано или поздно поступают в водные объекты. Кроме того, в водной среде разнообразие физико-химических и биологических процессов выше по сравнению с другими средами (наземно-воздушной и почвенной). Это обуславливает разнообразие процессов вторичного загрязнения и представляет возможность их наиболее полного изучения на уровне ПТС. Существует три основных вида вторичного загрязнения водных объектов:

1. **Физико-химическое вторичное загрязнение** включает все случаи физической и химической трансформации (синтез, разложение) поступающих в водный объект протоагентов, с образованием более токсичных (экологически опасных) веществ. Следует вспомнить, что токсичность загрязнителя не является единственной характеристикой его экологической опасности (например, важными показателями являются его устойчивость во времени, подверженность процессам биологического самоочищения и др.).

2. **Биодеградационное (биодеструкционное) вторичное загрязнение** – образование экологически опасных продуктов в результате биологического, главным образом, микробиологического разложения веществ, попадающих в водный объект извне.

3. **Эвтрофикационное вторичное загрязнение** – заключается в нарушении баланса продукционных деструкционных процессов, в результате чего в водном объекте происходит образование и накопление экологически опасных компонентов среды (не только химических веществ, но и других образований, ведущих к его деградации). Подобное явление

происходит вследствие различных видов эвтрофирования (химического, термического, дестратификационного). Экологически опасные компоненты среды, в данном случае, образуются несколькими путями:

- при выделении токсичных экзометаболитов водорослей в периоды всплеск их массового развития («цветений вод», «красных приливов»);
- при разложении неиспользованной в последующих звеньях трофической цепи синтезированной водными растениями массы органического вещества;
- в результате образования токсичных веществ, например, сероводорода в среде с дефицитом кислорода, который интенсивно потребляется микроорганизмами в ходе деструкции органических веществ, накопившихся в водном объекте;
- путем аккумуляции биогенных отложений (сапропелей и др.) из неиспользованных остатков растений и постепенного заболачивания водного объекта.

Граница между рассмотренными выше видами вторичного загрязнения на практике нередко трудно различима. Так, микробиологическому разложению практически всегда сопутствует разрушение того же субстрата в ходе физико-химических процессов. Биогены, обуславливающие эвтрофикационное вторичное загрязнение, поступают в водоем не только из внешних источников, но и образуются в ходе микробиологической деструкции органического вещества. Таким образом, во многих случаях выделение конкретного вида вторичного загрязнения скорее отражает преобладающую тенденцию, наблюдающуюся в водном объекте, и не отрицает одновременного существования других видов его вторичного загрязнения.

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ

Безносков В.Н., Горюнова С.В., Кучкина М.А., Попов А.В., Суздалева А.А. Процесс вторичного загрязнения водоема: основные фазы и мероприятия по предотвращению нежелательных экологических последствий // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: «Естественные науки». Выпуск: «Химия и химическая экология», №3, 2006. С.84-87.

Кондратьева Л.М. Вторичное загрязнение водных экосистем // Водные ресурсы. 2000. Т.27. №2. С.221-231.

Лебедев А.А., Андрианов В.В., Неверова Н.В., Лукин Л.Р. Вторичное загрязнение нефтепродуктами прибрежной зоны Онежского залива Белого моря // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, том 15, №3(3), 2013 С. 927-931.

Суздалева А.Л., Горюнова С.В. Техногенез и деградация поверхностных водных объектов. М.: ООО ИД «ЭНЕРГИЯ», 2014. 456 с.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ

1. Разработка алгоритма прогностического расчета основных параметров эвтрофикационного вторичного загрязнения водного объекта.
2. Методика оценки совместимости компонентов промышленных стоков, сбрасываемых в водный объект с различных предприятий (определение возможности возникновения образования агентов вторичного химического загрязнения).

3. Исследование состава хозяйственно-бытовых стоков с целью определения протоагентов биодegradационного химического загрязнения.

24. ТЕХНОГЕННЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИНВАЗИИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ ТЕРМИНА

«ТЕХНОГЕННАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ ИНВАЗИЯ»

В экологии под инвазией (от лат. *invasio* – нашествие, нападение) понимают проникновение и последующее развитие в каком-то регионе (территории, акватории) нового, ранее не обитавшего здесь биологического вида. Техногенная биологическая инвазия – это инвазия, непосредственно связанная с человеческой деятельностью (перевозкой грузов и др.). Этот процесс, в отличие от интродукции, осуществляется не как сознательное расселение полезного вида, а как побочный, в большинстве случаев, нежелательный эффект. Распространяющийся вид обычно обозначается как «вселенец» или «**вид-вселенец**». Вхождение вида-вселенца в экосистему может идти двумя основными путями, которые обозначаются: внедрение и замещение. В первом случае вид-вселенец занимает свободную экологическую нишу, во втором случае вытесняет вид, ранее занимавший ее. Но практически во всех случаях инвазия рассматривается как негативное явление. Инвазии могут произойти в силу естественных причин. Но это событие – относительно редкое. Техногенные инвазии происходят несравненно чаще. Их результатом является особый вид техногенеза окружающей среды – «**биотический техногенез**».

Пути техногенных инвазий весьма разнообразны. Их описанию посвящено множество научных работ. Но, в контексте рассматриваемой общей проблемы формирования природно-технических систем (ПТС), необходимо обратить внимание на другую сторону инвазионного процесса – на особенности среды, в которой он происходит. Техногенная инвазия в природной среде и техногенная инвазия в ПТС имеют ряд важных различий. В природной среде техногенная инвазия происходит, как преодоление вселенцем с помощью человека физико-географических барьеров, названных Л.А. Зенкевичем «**импедитные преграды**» (букв. – непроходимые), которые ранее не позволяли им освоить свой «потенциальный ареал расселения». Результатом является разрушение естественных экосистем. Техногенная инвазия в ПТС – это внедрение нового вида в уже преобразованную человеком среду. Биота этой среды сложилась и существует в условиях техногенеза. Иными словами, это «техногенный процесс, происходящий на фоне техногенеза». Его результат можно обозначить как «вторичный биотический техногенез», т.е. вселение нового вида в сообщества, которые сами являются продуктом «первичного биотического техногенеза». Несмотря на то, что эти события происходят не в природных экосистемах, их последствия часто носят более катастрофичный характер. Так, колорадский жук распространялся не в природных экосистемах, а в агробиоценозах, которые являются разновидностью ПТС. В данном случае нельзя говорить о распространении вида-вселенца путем «внедрения» или «замещения». Скорее это процесс формирования специфической биоты различных ПТС – агросистем, **урбосистем**. Для ее обозначения можно предложить термин «**технобиота**», которая включает животные,

растения и микроорганизмы, формирующие сообщества на участках, подвергшихся техногенезу. Примерами являются организмы сообществ рудеральной растительности, городская орнитофауна и т.п. В качестве отдельных разновидностей технобиоты можно выделить **«урбобиоту»** – биоту урбосистем, **«агробиоту»** – биоту агросистем и **«культуробитоту»** – биоту, искусственно создаваемых природно-антропогенных объектов, предназначенных для удовлетворения потребностей населения в общении с «живой природой» – биота различных **резортов** от крупных национальных парков до небольших городских водоемов. В этой связи следует обратить внимание на тот печальный факт, что происходящее превращение биосферы в **биотехносферу** неминуемо повлечет хотя и постепенное, но повсеместное превращение природной биоты в технобиоту. Следует особо подчеркнуть, что данный процесс не следует рассматривать исключительно как деградацию природной биоты. В условиях управляемого техногенеза – это биота, условия существования которой поддерживаются с помощью целенаправленных мер технического характера. Цель подобных действий – сохранение биоразнообразия в условиях глобального техногенеза. Иллюстрацией может служить тот факт, что уже сейчас благополучное состояния многих особо охраняемых природных объектов (ООПТ) поддерживается специальными инженерно-техническими системами и защитными сооружениями. Очевидно, что неконтролируемые изменение технобиоты, путем включения в нее новых видов, представляют собой не меньшую опасность, чем техногенные инвазии в природной среде. Обобщая высказанные суждения, можно дать следующее определение понятию **«техногенная биологическая инвазия** (далее – техногенная инвазия)» – это

неконтролируемый процесс внедрения новых видов в природные экосистемы и природно-технические системы, представляющий собой побочный эффект различных видов человеческой деятельности.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ТЕХНОГЕННЫХ ИНВАЗИЙ

По характеру экологического механизма среди техногенных инвазий можно выделить:

1. **Трансимпедитные техногенные инвазии**, заключающиеся в транспортировке видов-вселенцев с помощью технических средств через непреодолимые (импедитные) преграды. Примером может служить расселение в XX веке двустворчатого моллюска дрейссены. Не обладая естественным механизмом, позволяющим расселяться вверх по течению рек, данный вид реализовал такую возможность с развитием судоходства, развиваясь на подводных частях плавсредств. Дрейссена смогла даже пересечь Атлантику, вероятно, сохраняясь в скоплениях вод в технических узлах перевозимого оборудования. Распространение этого вида обусловило развитие серьезных биопомех в эксплуатации систем водоснабжения многих стран и привело к огромным финансовым потерям.

2. **Базисно-трофические техногенные инвазии** имеют двухступенчатый экологический механизм. Сначала искусственно создается кормовая база для будущего вселенца (обычно, выращивание какой-то новой сельскохозяйственной культуры). На втором этапе происходит распространение в этой местности собственно вида-вселенца. Причем, не обязательно это требует преодоления импедитных преград, как в случае с колорадским жуком – вредителем картофеля. Иногда вид не распространялся по причине ограниченности пищевых

ресурсов. Примером являются периодические инвазии саранчи, далеко выходящие за пределы первичного ареала данного вида, связанные с ирригационным выращиванием зерновых культур.

3. **Креативно-биотопические техногенные инвазии.** Их механизм носит еще более сложный характер. В результате человеческой деятельности создаются условия, в которых может успешно развиваться какой-то биологический вид, впоследствии вселяющийся в техногенную среду. В отличие от предшествующего вида инвазий, пищевые ресурсы играют второстепенную роль. На первое место выходят иные факторы, например, **тепловое загрязнение** среды (калефакция) или наличие убежищ. Результаты данного вида техногенной инвазии в экологии рассматриваются как процесс **«синантропизации»** животных и растений. Примером, являются голуби и крысы, обитающие в городах, расположенных далеко за пределами их естественного видового ареала. Это также один из путей неконтролируемого формирования технобиоты. Еще одним примером является вселение в конце XX в. и массовое развитие африканского вида кровососущего комара из рода анофелес в г. Москве в подтапливаемых подвалах домов.

4. **Техноклиматические биологические инвазии** связаны с искусственным изменением климата, делающим возможным расширение ареалов некоторых видов. Очевидно, что техногенными инвазиями подобные явления можно считать только в случае принятия точки зрения о техногенной природе наблюдающихся глобальных климатических явлений (парникового эффекта), природа которых до сих пор остается предметом дискуссии.

ПРОФИЛАКТИКА ТЕХНОГЕННЫХ ИНВАЗИЙ

Профилактика инвазии определяется ее видом, точнее экологическим механизмом самого процесса. Так, при трансимпедитных инвазиях – это карантинные мероприятия. Нежелательные базисно-трофические и креативно-биотопические инвазии можно предотвратить, внося соответствующие коррективы в планирование деятельности, создающей их базу.

Техногенная стимуляция патогенных организмов заключается в создании при осуществлении различных видов технологической деятельности условий для массового развития и распространения биологических форм, вызывающих заболевания человека, животных и растений или их переносчиков. Образование людских поселений и накопление в окружающей среде продуктов их жизнедеятельности всегда являлось фактором ухудшения санитарно-эпидемиологической обстановки. Следует еще раз подчеркнуть, что рассматривается влияние именно технологической деятельности. Примером может служить явление **«вторичного роста патогенных микроорганизмов»** при тепловом загрязнении среды. В этих условиях некоторые виды болезнетворных бактерий, которые в водоемах умеренной зоны способны лишь какое-то время сохраняться в жизнеспособном состоянии, начинают размножаться. В разделе Водоемы-охладители описано явление биотехнопульверизации, заключающееся в распространении микроорганизмов, интенсивно развивающихся на поверхности теплообменного оборудования АЭС и ТЭС, с потоком сбросных подогретых вод. Некоторые материалы свидетельствуют о том, что таким образом может происходить размножение и распространение представителей патогенной микрофлоры.

Аналогичные явления наблюдались и при эксплуатации градирен, когда с потоками теплого влажного воздуха из них в атмосферу городов поступали аэрозоли, содержащие болезнетворные организмы. Еще большую опасность в этом плане представляют собой объекты микробиологического производства, сбросы и выбросы которых недостаточно контролируются.

Очевидно, что описанные выше явления не следует рассматривать как форму техногенной инвазии. Но их экологические механизмы во многом схожи – это искусственное создание в ПТС условий, пригодных для массового развития нежелательных организмов.

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ

Алимов А.Ф., Богуцкая Н.Г. Под ред. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 436 с.

Безносков В.Н., Суздалева А.Л. Изменение видового состава континентальных водоемов в условиях теплового загрязнения как модель возможных биотических изменений в периоды потепления климата // Экосистемные перестройки и эволюция биосферы. Вып. 4. М.: Изд-во ПИН РАН, 2001. С.142-146.

Безносков В.Н., Суздалева А.Л. Экзотические виды фитобентоса и зообентоса водоемов-охладителей АЭС как биоиндикаторы теплового загрязнения // Вестник МГУ. Серия 16 Биология. 2001. №3. С.27-31.

Суздалева А.Л. Развитие условно-патогенных микроорганизмов в районах сброса подогретых вод атомных электростанций // Гигиена и санитария. 2001. № 4. С. 15-17.

Суздалева А.Л., Горюнова С.В., Безносов В.Н., Побединский Н.А. Проблема санитарно-микробиологического состояния термальных вод при использовании их в сельском хозяйстве // Вестник Российского ун-та дружбы народов. Сер. Сельское хозяйство. 1999. №5. С.34-38.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ

1. Анализ механизма креативно-биотопических техногенных инвазий (включая построение типового «древа событий»).
2. Исследование возможности спонтанного вселения в водоемы-охладители российских АЭС новых видов, создающих угрозу возникновения биопомех в системе технического водоснабжения электростанции.
3. Методика оценки возможного экологического ущерба, наносимого техногенной биологической инвазией.
4. Разработка системы мероприятий по предотвращению вторичного роста патогенных микроорганизмов в водоемах, подверженных тепловому загрязнению.

25. НАРУШЕНИЕ РЕЖИМА СТРАТИФИКАЦИИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

НАРУШЕНИЕ СТРАТИФИКАЦИИ КОМПОНЕНТОВ БИОСФЕРЫ КАК ФАКТОР ЕЕ ТЕХНОГЕНЕЗА И ДЕГРАДАЦИИ

Почти все пространство, занятое биосферой, – атмосфера, почва (педосфера), верхняя часть литосферы, водная среда (гидросфера) – в той или иной мере стратифицировано, т.е. состоит из отдельных слоев, условия в которых существенно различаются. В процессе эволюции большинство видов

организмов приспособилось к условиям конкретного слоя среды, в котором они обитают. При техногенном нарушении вертикальной структуры среды обитания (ее «**техногенной дестратификации**») эти условия резко изменяются, что, как правило, оказывает на организмы негативное воздействие. Частными случаями техногенной дестратификации являются **искусственный апвеллинг** и некоторые агротехнические приемы обработки почв. Такие действия осуществляются с целью увеличения количества выращиваемой биологической продукции и с экологической точки зрения являются разновидностью управляемого техногенеза. Неконтролируемая дестратификация компонентов биосферы вызывает ее деградацию. Так, нарушение стратификации почвенного покрова сопровождается резкой интенсификацией его эрозии. Крупномасштабные нарушения стратификации морских водоемов способны вызвать региональные и даже глобальные изменения климата и оказать значимое влияние на многие биогеохимические циклы. В настоящее время – это один из факторов, способных ускорить неконтролируемое превращение биосферы в биотехносферу.

РЕЖИМ СТРАТИФИКАЦИИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Стратификация водных объектов отличается от других компонентов биосферы закономерной изменчивостью. Периоды, когда водная толща разделена на ряд отдельных слоев (период стратификации), перемежаются периодами, во время которых происходит интенсивное перемешивание вод этих слоев (периоды миксии). Данные явления обусловлены резкими отличиями плотности воды при ее различной температуре. Так, охлаждение вод поверхностного слоя влечет за собой

увеличение их плотности и их опускание, что приводит к разрушению существовавших водных слоев. В климатических зонах, характеризующихся значительными сезонными температурными изменениями, подобные события носят периодический характер. Например, в водоемах умеренной зоны наблюдается два периода миксии, обусловленные осенним охлаждением вод и их весенним прогревом. По этой причине такие водоемы относятся к категории **«димиктических водоемов»**, в которых периоды миксии чередуются с периодами летней и зимней стратификации вод. Существуют также **мономиктические водные объекты**, перемешивание которых происходит только 1 раз в год, и **полимиктические** – с несколькими периодами миксии в течение года. Постоянно стратифицированные водоемы называют **амиктическими**. Особую категорию представляют собой **меромиктические** водоемы. В них явления стратификации и миксии затрагивают только верхнюю часть водной толщи. Меромиксия может возникнуть по ряду причин. Одна из них – повышенная соленость (минерализованность) придонных вод, обуславливающая их высокую плотность. Примером крупного меромиктического водоема является Черное море, водная толща которого, расположенная глубже 120-150 м, не затрагивается сезонным перемешиванием. По этой причине из его глубоких слоев исчез кислород, и произошло накопление сероводорода. Существование каких-либо высокоорганизованных форм жизни в этих условиях стало невозможным.

Закономерное **чередование периодов стратификации и периодов миксии называется режимом стратификации водного объекта**. Режим стратификации водных объектов определенной географической зоны весьма консервативен,

поскольку определяется ее климатом. Он может существовать, не претерпевая принципиальных изменений, очень длительное время, в течение которого водные организмы в ходе эволюции приспособляются к закономерному изменению условий среды своего обитания. Любые существенные изменения сложившегося режима стратификации вод оказывают на них значимое негативное воздействие.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ НАРУШЕНИЯ РЕЖИМА СТРАТИФИКАЦИИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

На современном этапе, когда техническая деятельность человека постепенно распространяется на весь объем гидросферы, включая глубины Мирового океана, значение данного вида воздействия на окружающую среду приобретает все большее значение. Освоению водных ресурсов может сопутствовать, как дестратификация водных объектов, так и искусственное подавление процессов перемешивания их водной толщи. В соответствии с этим, в качестве основных воздействий подобного рода следует выделить:

1. **Нарушение стратификации вод миктического типа** заключается в смешивании вод различных слоев. Степень воздействия на представителей водной биоты определяется, главным образом, уровнем различия физико-химических свойств смешивающихся водных масс (температуры, солености и др.). Чем он больше, тем выше негативное воздействие. Следует обратить внимание на одну особенность техногенных нарушений стратификации. Если при естественной миксии происходит смешивание вод двух смежных слоев (к чему обитающие в них организмы в той или иной мере адаптированы), то при техногенном нарушении может

происходить смешивание вод разобщенных слоев воды (например, поднятых к поверхности по трубопроводам со значительной глубины или, напротив, закаченных на глубину с поверхности).

2. Нарушение стратификации вод хорического типа происходит в результате человеческой деятельности, когда водная масса меняет свое пространственное положение, замещая другую без значительного смешивания с ней. Нарушение данного типа особенно губительно сказывается на организмах, зафиксированных в определенной точке пространства (организмы бентоса и перифитона). Они «затапливаются» водной массой с иными свойствами, что может вызвать их массовую гибель. Наглядно проиллюстрировать возможные последствия таких явлений можно событиями, происходящими в силу естественных причин, например, сильный ветровой стгон поверхностных вод и последующий компенсирующий его подъем холодных вод неоднократно приводил к гибели коралловых рифов.

В результате нарушений как миктического, так и хорического типа образуются новые водные массы, в которых протекают различные биологические процессы, в т.ч. и нежелательные. Так, подъем к поверхности богатых биогенами (фосфором, азотом и др.) глубинных вод может вызвать их эвтрофирование, проявляющееся как «цветение вод» или «красные приливы».

3. Термотехногенная меромиксия возникает в результате искусственного подогрева поверхностного слоя водоема (например, сбросными водами АЭС или ТЭС), что подавляет естественные миктические процессы. Закономерным результатом является ухудшение кислородного режима в подповерхностных слоях. Возможны и иные негативные

явления, например, накопление в этих же слоях различных загрязнителей, подавление процессов самоочищения в отсутствие кислорода, развитие сероводородного заражения придонных слоев и т.п. Разновидностью данного явления можно считать «**техноклиматическую меромиксию**» – подавление миктических процессов в результате наблюдающего глобального изменения климата (при условии признания техногенного генезиса этих явлений, т.е. парникового эффекта).

4. **Хемотехногенная меромиксия** – экологически опасное явление, происходящее в тех случаях, когда загрязнители, сбрасываемые в придонные слои водного объекта, повышают уровень плотность сбрасываемых вод, до уровня, затрудняющего включение их в процесс сезонного перемешивания вод. Данный вид меромиксии, уже получивший достаточное распространение, сопровождается теми же негативными эффектами, что и предыдущий, но, кроме этого, усугубляется чрезвычайно высоким уровнем загрязненности придонных вод.

ДЕСТРАТИФИКАЦИОННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ

В результате искусственного нарушения стратификации (техногенной дестратификации) водоемов происходит существенное изменение химических и физических параметров водной среды, что оказывает на водные организмы негативное воздействие. Данные явления, в соответствии с общепринятыми определениями, можно рассматривать как соответствующие виды загрязнения водной среды. Дестратификация также вызывает эвтрофирование водных объектов и развитие в их слоях несвойственных им видов организмов, что можно рассматривать как их биологическое загрязнение. Принятие

этой точки зрения позволяет использовать для оценки таких воздействий уже разработанные природоохранные нормы (ПДК и др.). Применительно к отдельным эффектам, обусловленным нарушением стратификации водной среды, используется следующая терминология:

1. **Химическое дестратификационное загрязнение** – загрязнение, вызванное изменением химического состава среды в результате ее дестратификации. Увеличение концентрации биогенов в поверхностных слоях водоемов, вследствие подъема глубинных вод, можно рассматривать как один из видов эвтрофикации – **дестратификационную эвтрофикацию**.

2. **Физическое дестратификационное загрязнение** – изменение физических параметров среды, вызванное нарушением ее естественной стратификации. Наиболее важным является изменение температуры, которое можно рассматривать как **дестратификационное термальное загрязнение**.

3. **Биологическое дестратификационное загрязнение** – проникновение в биоценозы и массовое развитие в них чуждых им видов, вследствие образования в результате нарушения стратификации условий, подходящих для жизни этих видов в ранее непригодных для их обитания участках среды.

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ

Безносков В.Н., Суздалева А.Л. Экологические последствия техногенных нарушений стратификации водоемов // Инженерная экология. 2000. №1. С.14-21.

Безносков В.Н., Суздалева А.Л., Горюнова С.В. Дестратификационное загрязнение среды // Вестник Российского ун-та дружбы народов. Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности. 1998/1999. №3. С.85-90.

Белоліпецкі В.М., Генова С.Н. Численне мадэліраванне годовай дынамікі вертыкальнай структуры соленого озера // Вычислительные технологии. 2008. Т. 13. № 4. С. 34-43.

Рогозин Д.Ю., Дегерменджи А.Г. Мероміктычныя возера як прыклад экосістэм, у якіх прастранствяная гетэрагеннасць у значыцельнай ступені вызначае біаразнаабазае // Біаразнаабазае і дынаміка экосістэм: інфармацыйныя тэхналогіі і мадэліраванне. Інтэграцыйныя праекты СО РАН. Вып. 5. 2006. С. 436-441,

Суздаева А.Л., Безносав В.Н., Горюнова С.В., Пшеничны Б.П. Ацэнка ўплыва глыбінных водзабораў электрастанцый на біялагічную прадукцыйнасць морскіх экосістэм // Вестник Российского ун-та дружбы народов. Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности. 1998/1999. №3. С.52-57.

Суздаева А.Л., Горюнова С.В. Техногенез і дэградацыя паверхностных водных аб'ектаў. М.: ООО ИД «ЭНЕРГИЯ», 2014. 456 с.

Тихомиров А.И. Терміка крупных озер. Л: Наука. 1982. 232 с.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ

1. Методика комплексной оценки дестратификационного загрязнения водных объектов, включая разработку интегрированного показателя, отражающего воздействие различных видов дестратификационного загрязнения.

2. Математическое моделирование процесса дестратификационного эвтрофирования при использовании морских глубинных водозаборов систем технического водоснабжения АЭС.

3. Разработка метода расчета дестратификационного загрязнения при прокладке по дну моря транспортирующей коммуникации (газопровода и др.).
4. Прогноз и оценка экологических последствий термотехногенной меромиксии в водоемах-охладителях АЭС.
5. Методика диагностики и расчета скорости развития явлений хемотехногенной меромиксии.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

альтернативная стратегия охраны окружающей среды	19, 28-30
альтернативные источники энергии	70-74
антиреки	25, 42-46 , 88
апвеллинг	33, 90-95 , 125, 152
безопасность жизнедеятельности (БЖД)	3, 7, 9, 57-62 , 84, 88,
безопасность техногенная	5,6, 7-11
безопасность экологическая	57-59 , 63-68 , 73, 86
биопомехи	13, 76-80 , 147
биотехносфера	11, 13, 18, 26, 30, 32-35 , 49, 55, 73, 93, 146, 152
водоем-охладитель	18, 76-81 , 124-126 , 149
глобалистика экологическая	21-27
деградация окружающей среды	14, 17, 18, 22, 25, 37-40 , 44, 77, 94, 97, 119 , 128, 130-135 , 138, 141-142 , 146, 151-152
загрязнение вторичное	38, 131, 137-142 , 149
загрязнение тепловое	38, 124-128 , 148, 149
засорение	38, 130-135
имидж экологический	47-50 , 64, 72, 88
инвазии техногенные биологические	39, 78, 144-150

инженерно-экологическое обустройство	19, 24, 39-40 , 84, 96-101 , 106-107 , 119-121
кризис водопользования	33, 43-46
лужи (миководоемы)	103, 109-115
малые городские водные объекты (МГВО)	14, 24, 40, 84, 96-101 , 107, 121, 146
мобильные водные ресурсы (МВР)	45
оптимизация экологическая	14, 19 , 30, 40, 48, 53, 54-55 , 83-88 , 94, 115
принцип устойчивого развития	16, 19, 23-27 , 28-30 , 73, 140
природно-технические системы (ПТС)	10-11, 12-16 , 22-27, 28-30 , 32-34, 42, 49, 53, 61, 76-80, 83-84, 88, 94 , 97, 104-105, 107, 115, 119-120, 139-141, 145
природно-техногенные катастрофы	7, 45
режим стратификации	32, 39, 78, 90-95 , 125,126, 128, 142, 151-157
резорт	53, 87, 99, 105, 107, 117-122 , 131, 146
рекреационный потенциал	18, 24, 38, 98-101, 118-120 , 130
риск экологический	5, 7-9, 58-61 , 65
рынок ресурсов питьевой воды техногенез	42-46 12-13, 15, 17-19 , 22-27 ,29-30, 32- 34, 40, 76, 84-85, 88, 94, 103, 111, 119-122 , 130, 132, 138, 144-146, 151-152
техногенное скопление вод техноэкология	103-107 15, 21-27
урбанизация , урбосистемы, урбокомплексы, урбобиота	11, 24-25, 39, 53-55 , 87, 96-97, 111, 114-115, 121, 145-146 , 160
эвтрофирование	38, 78, 80, 93, 94, 124-127 , 142, 155-157