

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ РЕАБИЛИТАЦИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

© 2017 г. А.Н. Попов, Г.А. Оболдина, Н.Б. Прохорова

ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», г. Екатеринбург, Россия

Ключевые слова: водная экосистема, экологическая реабилитация водных объектов, качество воды, воспроизводство биоресурсов, экосистемный подход, техногенез, самоочищение, методология, принципы, контроль, надзор.



А.Н. Попов



Г.А. Оболдина



Н.Б. Прохорова

Анализ взаимодействия водных объектов, производственных технологий и качества окружающей среды позволяет сделать вывод, что в настоящее время водные ресурсы являются

критическим критерием устойчивого развития в эколого-экономическом и социально-эстетическом понимании. Использование термина «реабилитация», а не «восстановление» дает возможность широкого маневра при проведении мероприятий, возвращающих водные объекты в сферу хозяйственной деятельности или их улучшающих, поскольку термин «восстановить» означает «привести в прежнее состояние», что зачастую уже невозможно для значительной части водных объектов освоенной территории России. Тем более, данный термин не может быть применим для искусственных водных объектов, например, водохранилищ. Реабилитировать же можно до состояния «вновь удобный, применимый», а не до первоначального.

В статье изложены методологические основы экологической реабилитации поверхностных водных объектов – систематизированные положения, определяющие порядок разработки и реализации проектов экологической реабилитации. Следующий этап исследований предполагает разработку пособий по выбору приоритетных действий, направленных на экологическую реабилитацию озер, водохранилищ рек и болот. Предлагаемая методология не распространяется на проекты реабилитации морских акваторий.

ВВЕДЕНИЕ В ПРОБЛЕМУ. ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ КОНЦЕПЦИИ

Анализ современной ситуации показывает, что в Российской Федерации под влиянием хозяйственной деятельности на фоне изменения водности происходит деструктуризация водных экосистем. Это не только ведет к ухудшению качества воды, но и вызывает негативные изменения других экосистем, связанных с водой – наземной, воздушной, подземной. По существу, происходит ресурсное истощение водных бассейнов (в широком смысле этого слова), в результате которого они становятся неспособными поддерживать биоразнообразие, сбалансированность и устойчивость биоты, а, следовательно, и всего сообщества в целом.

Сформировавшаяся эколого-социальная ситуация характеризуется следующим: многие водотоки и водоемы на освоенной территории России представляют непосредственную опасность для здоровья человека; наблюдается тяжелейшее состояние с воспроизводством пресноводных биоресурсов; продолжается политика экстенсивного хозяйственного освоения поверхностных водных объектов, представляющая тупиковый путь и ведущая к безвозвратной потере их и как источников водоснабжения, и как фактора формирования здоровой окружающей среды.

Наблюдающийся процесс деградации водных бассейнов возможно преградить только при целенаправленном воздействии на изменившиеся под влиянием антропогенеза факторы, формирующие сток и качество воды в водных объектах, т. е. на технологию ведения хозяйственной деятельности на акватории и водосборе. Очевидно, что в данном случае реабилитации подлежит весь спектр параметров, характеризующих водный объект, связанные с ним экосистемы водосбора и биогеохимические условия на нем.

Следует очертить круг причин, приведших к современному состоянию водотоков и водоемов и обуславливающих необходимость проведения реабилитационных работ:

1. Влияние техногенеза на формирование качества поверхностных вод.
2. Переоценка роли самоочищения поверхностных водных объектов.
3. Влияние сформировавшихся очагов вторичного загрязнения на состояние водных объектов [1–3].
4. Влияние изменения гидрологического режима водных объектов на состояние экосистем и качество воды [4].
5. Деградация водосбора в результате хозяйственной деятельности.
6. Ошибочная концепция нормирования воздействия хозяйственной деятельности на водные объекты [5, 6].
7. Загрязнение поверхностных водных объектов.

Этими обстоятельствами продиктована необходимость масштабной организации мероприятий по реабилитации поверхностных водных объектов, являющихся в нашей стране основными источниками водоснабжения. Реабилитация природных комплексов означает, по сути, восстановление их экобалансов, что в полной мере относится и к водным объектам. Более того, без решения данной задачи невозможна организация эффективных мероприятий, обеспечивающих соблюдение требований общества к состоянию водотоков и водоемов.

Применение термина «реабилитация», а не «восстановление» дает возможность широкого маневра при проведении мероприятий, возвращающих водные объекты в сферу хозяйственной деятельности или их улучшающих, поскольку термин «восстановить» означает «привести в прежнее состояние», что зачастую невозможно для значительной части водных объектов освоенной территории России. Тем более, данный термин не может быть применим для искусственных водных объектов, например, водохранилищ. Реабилитировать же можно до состояния «вновь удобный, применимый».

Современная практика реабилитации водных объектов характеризуется рядом положений:

- реабилитация водных объектов не подразумевает экологического восстановления;
- реабилитация проводится в малых масштабах, на участках водных объектов. Практически не рассматривается пойма и совсем отсутствует практика реабилитации водных бассейнов;
- не рассматривается первоначальное (либо эталонное) состояние водного объекта. Отсюда – отсутствие измеримых экологических целей;
- в методах реабилитации преобладают инженерные технологии, включающие изменение морфологических и гидрологических характеристик объекта;
- полностью отсутствует мониторинг с последующей оценкой эффективности проведенной реабилитации водного объекта;
- действующая нормативно-правовая база создает организационные трудности и проблемы финансирования проектов реабилитации.

Мировая практика экологической реабилитации показывает, что это не просто инструмент управления водными ресурсами, но и фактор, способный оказать влияние на уменьшение паводков, снижение загрязнения, увеличение биоразнообразия и улучшение качества окружающей среды.

В предлагаемой концепции определены: современное состояние восстановления водных объектов; цели и задачи экологической реабилитации; объекты и этапы процесса экологической реабилитации; механизмы реализации проектов.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРИНЦИПЫ РЕАБИЛИТАЦИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Цель реабилитации поверхностных водотоков и водоемов – возрождение функциональных возможностей геоэкосистем водных объектов, выраженных в их способности к самовоспроизводству и реагировании на внешние изменения окружающей среды. При этом гидроморфологические процессы являются одним из основных факторов, регулирующих интенсивность и качество процессов в водных экосистемах.

Реабилитация поверхностных водоисточников является комплексом технических, хозяйственных, биологических, гидрологических химических, экономических, организационно-правовых и других мер по улучшению качественных и количественных характеристик поверхностных водных объектов, биоразнообразия, оптимального соотношения продукционно-деструкционных процессов, сбалансированности и устойчивости водных и наземных экосистем, реализующихся на основе принципа сосуществования социально-экономической системы и окружающей природы.

Экосистемный подход – основной методологический базис реализации положений концепции [7]. Для учета экосистемных требований при разработке реабилитационных и водохозяйственных мероприятий необходимо:

- применять межотраслевые процедуры выбора решений относительно будущего использования водных объектов с учетом как потребностей в воде отдельных отраслей экономики, так и экосистемных требований;
- добиваться решения водных проблем в рамках экосистемных пространств, которые не обязательно совпадают с административными или географическими границами;
- применять в планировании и оценке воздействия временной горизонт, охватывающий больший период, чем это принято в нынешней практике экономического планирования;
- добиваться рационального использования возобновляемых экосистемных ресурсов в соответствии с принципом устойчивой отдачи;
- создавать благоприятные условия для восстановления экосистем, деградировавших в результате деятельности человека;
- охранять водоразделы, особенно верхние водосборы, от действий, оказывающих пагубное влияние на водные экосистемы;
- предупреждать и вести борьбу с загрязнением, прежде всего, в его источнике;
- обеспечивать сохранение биологического разнообразия и генетических ресурсов водных экосистем;
- распространять информацию среди водохозяйственных и административных органов, а также населения с целью привлечения широкой

общественности к планированию водохозяйственной деятельности и выбору решений.

Реабилитационные мероприятия направлены на исключение причин деградации водного объекта, среди которых наибольшее значение имеют:

- изменения гидрологического режима водного объекта или реабилитируемого участка;
- состояние территории водосбора (загрязненность, наземная растительность, геохимические показатели почв, климатические особенности и пр.);
- состояние притоков, в т. ч. сбросов сточных вод различной степени очистки;
- состояние акватории (для водохранилищ) и поймы рек, в т. ч. наличие загрязненных донных отложений, свалок отходов на пойме и в пределах зоны возможного затопления речными водами;
- состояние подземного бассейна питания речной системы или водохранилища;
- атмосферные выпадения антропогенного или естественного происхождения в пределах зоны формирования стока в водоисточнике.

Реализация методологии в конкретных проектах реабилитации поверхностных водных объектов строится на следующих положениях, отражающих современное понимание их роли в формировании среды обитания.

Разработке проекта, определению целевых показателей реабилитационных мероприятий и оценке их эффективности должны предшествовать инвентаризация состояния и изучение исторических показателей состояния водного объекта. Часто исторические стандарты могут быть непригодны из-за произошедших изменений – рост населения, изменение климата, изменение землепользования и пр. Необходимо понимание того, что реально восстановить можно только некоторые показатели.

Реабилитационные мероприятия конкретного водного объекта (его участка) не должны отрицательно влиять на другие водные объекты, водосборы и окружающую природную среду.

Реабилитация водного объекта (кроме уникальных водных объектов) традиционно направлена на получение заданного компромиссного решения, т. е. определенного соотношения между преобладанием чисто антропогенных (в пользу нужд человека) и экологических (без учета человеческого фактора) показателей состояния. Это означает, что разработанные мероприятия должны привести к улучшению условий существования биоты и не должны резко ограничивать хозяйственную деятельность. Всегда предоставляется возможность найти соответствующий уровень и технологию производства, обеспечивающие сбалансированное существование биоты в соответствии с категорией водного объекта.

При реабилитации уникальных водных объектов преобладают решения в пользу восстановления их экологического статуса. Недостаточно только признания необходимости взаимодействия физических и экологических процессов, для разработки эффективных проектов требуется достижение их интеграции.

Необходимым условием функционирования водной экосистемы после окончания реабилитационных работ является восстановление ее биоразнообразия, сбалансированности и устойчивости [8]. В реабилитации водных объектов своими финансовыми и техническими средствами должны участвовать как водопотребители, так и водопользователи. Количественные характеристики реабилитируемых водных объектов доводятся до уровня, пригодного для большинства водопотребителей и водопользователей или в любом интервале тренда условий оптимального существования биоты на основе эколого-экономических оценок и расчетов.

В реабилитации поверхностных водоисточников существенную роль должно играть комплексное экологическое разрешение (КЭР – документ, который выдается уполномоченным федеральным органом исполнительной власти юридическому лицу или индивидуальному предпринимателю, осуществляющим хозяйственную и (или) иную деятельность на объекте, оказывающем негативное воздействие на окружающую среду, и содержит обязательные для выполнения требования в области охраны окружающей среды, ФЗ-7 «Об охране окружающей среды»). Подход к реабилитации водоисточников зависит от конкретизации цели. Если при регулировании стока возникает альтернатива «человек или природа», приходится решать эту проблему в пользу человека, а экологические просчеты регулировать компенсационными мероприятиями.

Одним из необходимых действий при проведении реабилитационных мероприятий является определение степени преобразования (обратимое, необратимое) экосистемы бассейна, представляющей совокупность взаимодействующих водной, наземной и воздушной экосистем, которое проводится на основе категоризации нарушений состояния биогеоэкосистемы водных объектов. В случае обратимых изменений возможно планировать восстановление экосистемы до состояния, сформировавшегося в процессе длительной эволюции. При необратимых изменениях в экосистеме бассейна водного объекта и его водосбора следует определить границу, образуясь с той возможной степенью реабилитации экосистем (водной и наземной), которую позволяют произвести технический и финансовый потенциал на момент восстановительных работ.

Основным методом оценки воздействия внешних и внутренних факторов на состояние водных объектов является балансовый, позволяющий

установить уровень совокупного воздействия, долю каждой его составляющей, и определить направленность восстановительных мероприятий. Затраты на реабилитацию водоисточника приравняются к расходам, увеличивающим располагаемые ресурсы вод для хозяйственных и иных целей. Кроме того, должна учитываться структура водного хозяйства в зависимости от характера использования водных объектов. Для речной сети Российской Федерации характерны следующие уровни водопользования:

- речная сеть, состоящая из крупных рек, с регулированием стока для нужд энергетики и судоходства, в которой качество воды определяется источниками загрязнения, рассредоточенными на большой территории;
- мелкая речная сеть с преобладанием регулирования стока водохранилищами для нужд водоснабжения;
- средние условия между двумя крайними случаями, приведенными выше.

Реабилитация городских водных объектов – часть муниципального планирования, строительства водных путей и рекреационного обустройства. Публичные слушания и междисциплинарный подход в таких проектах обеспечивают успех реабилитационных мероприятий.

Очевидно, что реабилитация рек должна проводиться от малых водосборов и рек к средним и большим. Результаты этого процесса на больших реках будут сказываться через длительные промежутки времени, пока не произойдет полной реадaptации их экосистем. Эффект от реабилитационных проектов не бывает немедленным, а потеря функциональных свойств водным объектом не будет уравновешена восстановлением этих свойств на локальных участках.

Проекты реабилитации водных объектов должны основываться на научных исследованиях и прогнозах. Эти исследования необходимо направить на разработку новых подходов, методов, различных дисциплинарных инструментов для решения комплексных проблем восстановления водных объектов.

Ранжирование целей реабилитации поверхностных водных объектов

Реабилитация поверхностных водоисточников в каждом случае должна преследовать реальные цели и быть поэтапной. Ранжирование целей восстановления может быть произвольным, но в порядке возрастания современных требований к качеству воды представляется следующим:

- пригодна для технического водопользования (не коррозионная, безопасная вода для технического водоснабжения, гидромашин, судов и пр.);
- пригодна для мелиоративных целей (не увеличивает засоление, загрязнение, деградацию почв);

- для хозяйственно-бытовых нужд;
- для хозяйственно-питьевых целей;
- пригодна для рыбохозяйственных целей.

Каждая градация может включать несколько классов (категорий качества), подобно применяемым при оценке источников питьевого водоснабжения [9]. Более сложным представляется экологическое ранжирование целей реабилитации геоэкосистем водных объектов.

От целей реабилитации зависит состав предлагаемых мероприятий. Условно все реабилитационные методы можно подразделить на прямые и косвенные. Прямые методы включают предотвращение поступления загрязнений в водный бассейн (технологическое регулирование водопользования, нормирование сбросов), восстановление стоковых характеристик водосбора, замену некондиционных ресурсов кондиционными (например, местная переброска стока), замену или изъятие элементов системы, влияющих на качество воды (удаление донных отложений, полный обмен водного объема водохранилища в период паводка), корректировка качества воды физико-химическими и гидробиологическими методами (подкисление, подщелачивание, использование биофильтров, биоманипуляции и пр.).

Косвенные методы – такие, при которых оказывается воздействие на отдельные элементы экосистемы, очевидно не влияющие на качество воды. К ним относятся некоторые виды биоманипуляций (например, искусственное изменение ихтиофауны), введение направленного водообмена (сброс придонных некондиционных вод, использование стратификации по глубине и стратификационных водозаборов). Для улучшения состояния водных объектов возможно компенсировать отрицательные последствия загрязнения, например, введением стока, имеющего способствующий нейтрализации загрязненной воды состав. К косвенным методам относятся все мероприятия по изменению состояния водосборов (залужение водоохранных зон, рекультивация нарушенных земель, уменьшение эрозии земель, перевод загрязненного подземного стока в грунтовый и т. д.).

Для водоемов может быть применена система оценки загрязненности природных вод по гидробиологическим показателям, характеризующим степень трофности и указывающим на потенциальную возможность биологического загрязнения водоема, т. е. нарушения стабильного баланса веществ в водоисточнике [10, 11]. Наиболее приемлемо и общепризнанно подразделять водоемы на дистрофные, эвтрофные, мезотрофные и олиготрофные. При реализации цели восстановления может ставиться задача перехода от более высокого трофического уровня к более низкому. Может быть применена и классификация поверхностных вод в соответствии с целью восстановления – переход от высшей степени загрязненности к низшей [9].

Для водотоков может быть применена классификационная оценка загрязненности вод водного объекта или сопоставление водных экосистем с таковыми в ненарушенном состоянии. При реализации целей восстановления может ставиться задача достижения уровней, в которых формируются «индикаторные» экосистемы.

В случае решения задачи регулирования морфометрических показателей, управления паводками проводятся реабилитационные мероприятия на водном объекте (дноуглубление, берегоукрепление, устройство бун), на пойме (создание боковых каналов, устройство дамб, удаление препятствий), за пределами поймы (участки удержания стока) [12].

Общий порядок разработки мероприятий по реабилитации поверхностных водных объектов

Общий порядок реабилитации водных объектов может быть представлен следующими этапами:

1. Определение состояния биогеоэкосистем водного объекта, историческая инвентаризация.
2. Оценка необходимости восстановления или улучшения состояния экосистемы водного объекта.
3. Определение степени произошедших изменений (обратимое, необратимое) в биогеоэкосистеме водного объекта.
4. Анализ причин фиксируемого состояния водного объекта (источники загрязнения 1 и 2 классов, ранжирование источников негативного воздействия по количеству вносимых загрязнений и по степени негативного воздействия).
5. Определение реальных целей реабилитации нарушенных экосистем водного объекта и водосбора в конкретной ситуации с учетом технических и финансовых возможностей.
6. Разработка вариантов реабилитации количественных, качественных характеристик водного объекта и его биогеоэкосистемы на основе ранжирования причин его неудовлетворительного состояния.
7. Прогноз достижения целевых показателей после предполагаемого устранения основных причин ухудшения качества воды и стоковых характеристик водоисточника, сопоставление с целевыми показателями, принятыми в Схеме комплексного использования и охраны данного водного объекта.
8. Выбор оптимальных технических методов ликвидации (минимизации) воздействий на состояние водного объекта с учетом наилучших доступных технологий (НДТ).
9. Разработка оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) проектируемых реабилитационных методов.

10. Проведение общественных слушаний (рекомендуется).
11. Определение этапов реабилитации в соответствии с условиями финансирования и прогнозом достижения целевых показателей.
12. Получение заключения экологической экспертизы.
13. Проведение реабилитационных мероприятий на водном объекте и водосборе.
14. Мониторинг за состоянием водного объекта и водосбора для оценки достижения целей реабилитационных мероприятий.
15. Корректировка «ремонтных» мероприятий по результатам мониторинговых наблюдений.

Для бассейнов малых рек следует проводить интегрированное управление, при котором одновременно с регулированием речного стока предусматривается создание биорегуляторов для снятия излишней биогенной нагрузки [13–17]. Если необходимо как можно скорее наладить водообеспечение, но намеченный для этой цели водоисточник не отвечает необходимым требованиям, то все реабилитационные работы следует начинать с водного объекта, а затем переходить к зоне формирования поступающего в него поверхностного стока. Если состояние водоисточника определяется как критическое для водопользования, реабилитационные работы начинают с устранения высших по рангу факторов, влияющих на состояние экосистем с учетом высказанных выше положений. Если прогноз состояния водного объекта указывает на его постоянное ухудшение, первоосновой всех реабилитационных действий должна стать его стабилизация. Стабилизация, в зависимости от источников нарушения качественного состава и стоковых характеристик, начинается со снижения поступления загрязняющих веществ в водные объекты за счет воздействия на источники загрязнения первого класса.

Реабилитацию водного объекта необходимо сопровождать пересмотром норм водопотребления и водопользования в сторону их уменьшения с одновременным стимулированием различных схем экономного расходования воды в промышленном, сельскохозяйственном производствах и коммунальном хозяйстве.

МЕХАНИЗМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПОЛОЖЕНИЙ КОНЦЕПЦИИ

Управление реализацией проектов реабилитации водных объектов осуществляется на основе анализа данных мониторинговых наблюдений за целевыми показателями восстановления.

Мониторинг водных объектов организуется как система, обеспечивающая последовательность взаимосвязанных операций – от определения информационных потребностей до использования информационного продукта, необходимого для оценки состояния, прогноза изменений состояния

водных объектов после реабилитации, для обоснования ее целей, оценки эффективности реабилитационных мероприятий. Конкретизация составляющих мониторинга водного объекта в процессе его реабилитации и в постреабилитационный период производится на основании произведенного выбора методов реабилитации и состояния геоэкосистемы водного объекта. В проекте реабилитации важно определить субъектов, которые будут выполнять долгосрочный (от 3 до 5 лет) мониторинг, требующий определенных затрат.

Научная разработка раздела «Мониторинг» в проекте особенно важна. Комплексный, междисциплинарный характер реабилитационных проектов создает определенные проблемы для быстрой оценки результатов. Раздел должен определить программы мониторинга как для биоты (экология, рыбное хозяйство), так и для абиоты (геоморфология, гидрология) водного объекта.

Мониторинг необходимо распространить, как минимум, на больший масштаб, чем масштаб проекта реабилитации водного объекта и сориентировать на конечные цели проекта. При этом показателями мониторинга большего уровня могут стать показатели государственного мониторинга водных объектов.

Ресурсы мониторинга важно планировать и инвестировать с учетом целей и временных ожиданий. Потенциальные выгоды мониторинга ограничиваются недостатком финансирования и персонала организаций (чаще всего – заказчиков проекта).

Масштабные проекты реабилитации водных объектов основаны на междисциплинарном подходе. Для предупреждения конфликта интересов (рыбной отрасли и энергетиков, сельского и лесного хозяйства, жилищного строительства и инженерной защиты от наводнений и пр.), проекты реабилитации водных объектов с обоснованием возможных технических решений и гарантируемых результатов требуют всестороннего обсуждения и прохождения экологической экспертизы. Необходимо совместное, партнерское сотрудничество населения (водопользователей, землепользователей), законодательных органов, административных структур и разработчиков проектов. Участие общественности и социологов в оценке социально-экономической эффективности реабилитационных мероприятий повысит результативность проектов. Такой подход позволит обеспечить интегрированное управление водосбором и водными объектами.

Конфликтные ситуации необходимо разрешать на предпроектной стадии путем переговоров по вопросам оценки издержек и выгод, экологического воздействия и стратегических прогнозов.

Затраты на реабилитацию водных объектов приравниваются к расходам, позволяющим увеличить располагаемые ресурсы вод для хозяйствен-

ных и иных целей. Заказчиками проектов реабилитации водных объектов выступают их собственники. Реализация проектов осуществляется за счет средств собственника. При этом источником финансирования могут являться государственные контракты, субвенции, выделяемые субъекту Федерации, бюджеты различных уровней и собственные средства водопользователей, получаемые разработчиком на конкурсной основе.

Контроль и надзор за выполнением реабилитационных мероприятий должен производить заказчик проекта, по завершению работ – собственник водного объекта или субъект, осуществляющий функции мониторинга целей проекта. Для собственника водного объекта важно получать информацию о развитии процесса реабилитации для понимания уровня функциональности технических конструкций и проведения в случае необходимости «ремонтных» мероприятий.

ВЫВОДЫ

Исходя из положения, что отношения между человеком и окружающей природой безусловны до тех пор, пока человечество существует, необходимо их постоянное совершенствование, базирующееся на все более глубоком понимании основного принципа природопользования.

Реабилитация поверхностных водных объектов является необходимой частью их комплексного использования в современных условиях, без которой невозможно решение задачи сохранения водных объектов как фактора формирования здоровой среды обитания человека. Реабилитация должна базироваться на идеологической, научной, экономической, технической и юридической базах, многие положения которых в настоящее время требуют либо первичной разработки, либо переработки по сути. Все это может быть достижимо при условии заинтересованности общественности. Неравнодушная и активная позиция может быть сформирована только при условии полной информированности общества о состоянии дел и необходимых шагах по изменению ситуации в водном комплексе страны.

От редакции: Изучение методов и инструментов экологической реабилитации водных объектов продолжает оставаться актуальным направлением исследований в водном хозяйстве. Редакцией журнала принято решение о публикации серии статей, излагающих основные результаты работы специалистов ФГБУ РосНИИВХ в области методологии экологической реабилитации водных объектов и разработки методов по выбору приоритетных действий, направленных на экологическую реабилитацию озер, водохранилищ, рек и болот.

Предлагаем ведущим специалистам отрасли присоединиться к обсуждению этой актуальной проблематики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Восстановление экосистем малых озер. СПб. 1994. 144 с.
2. ГОСТ 17.1.1.01-77 Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения. Введ. Госстандартом Совмина СССР от 16 сентября 1977 г. № 2237.
3. Израэль Ю.А. К стратегии сохранения и регулирования качества природной среды // Водные ресурсы. 1977. № 2. С. 17 – 26.
4. Оксийук О.П., Стольберг Ф.В. Управление качеством воды в каналах. Киев. 1986. 174 с.
5. Пономарева Л.С. Нормативы допустимого сброса: какие изменения необходимы в законодательстве // Экология производства. 2015. № 9. С. 79–85.
6. Положение о государственном мониторинге водных объектов с изменениями и дополнениями (посл. изм. от 18 апреля 2014 г.). Утв. Постановлением Правительства РФ от 10 апреля 2007 г. № 219.
7. Прыткова М.Я. Научные основы восстановления озерных экосистем при разных видах антропогенного воздействия. СПб. 2002. 147 с.
8. Прыткова М.Я. Отечественный и зарубежный опыт производства дноуглубительных и дноочистительных работ в водоемах. Теория и практика восстановления внутренних водоемов. СПб. 2007. С. 280–289.
9. РД 52.24.643-2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям. СПб.: Гидрометеиздат, 2003. 49 с.
10. Руководящие принципы экосистемного подхода к водохозяйственной деятельности. ЕЭК ООН, 1993 г. Режим доступа: www.unesc.org/.../sem.4/mp.wat.sem.4.2004.4r.pdf.
11. Сборник докладов IV международной конференции Европейского центра восстановления рек «Восстановление рек 2008» (Италия, Венеция, о. Сан Серволо, 16–18 июня 2008 г.): перевод с англ. Екатеринбург: ФГУП РосНИИВХ, 2011. 608 с.
12. Словарь терминов МЧС (Источник загрязнения). Режим доступа: www.dic.academic.ru/.../
13. Эдельштейн К.К. Задачи конструктивной гидроэкологии водохранилищ. Теория и практика восстановления внутренних водоемов. СПб. 2007. С. 374–386.
14. Попов А.Н., Зацепин А.Н., Дерябин В.Н., Сидоркин В.И. Разработать методы восстановления и мелиорации зарастающих водоемов и мелиорации зарастающих водоемов // Отчет УралНИИВХ. № Гос. регистр. 81066552, 1983. 110 с.
15. Попов А.Н., Гневашев М.Г. Разработка методов, технологий и нормативных документов по управлению состоянием водоемов и водотоков // Отчет о НИР. № Гос. регистр. 02.200.2021129 / РосНИИВХ. Екатеринбург. 2001. 110 с.
16. Попов А.Н., Браяловская В.Л. Методические рекомендации по выбору способов снижения поступления из донных отложений водоемов соединений металлов, азота и фосфора // Отчет о НИР. № Гос. регистр. 02.200.202130 / РосНИИВХ, Екатеринбург. 2001. 143 с.

17. Попов А.Н. Прогноз и регулирование качества поверхностных вод (на примере региона Урала): автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Екатеринбург. 1996. 262 с.

Сведения об авторах:

Попов Александр Николаевич, д-р техн. наук, профессор, заведующий отделом научно-методического обеспечения восстановления и охраны водных объектов, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов» (ФГБУ РосНИИВХ), 620049, Россия, Екатеринбург, ул. Мира 23; e-mail: pan1944@rambler.ru

Оболдина Галина Анатольевна, заведующая сектором технического регулирования отдела научно-методического обеспечения восстановления и охраны водных объектов, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов» (ФГБУ РосНИИВХ), 620049, Россия, Екатеринбург, ул. Мира 23; e-mail: elizgalina@mail.ru

Прохорова Надежда Борисовна, д-р экон. наук, профессор, директор ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов» (ФГБУ РосНИИВХ), 620049, г. Екатеринбург, ул. Мира, 23; e-mail: wrm@wrm.ru