

Б.В. Фащевский**О ДОПУСТИМЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЯХ В РЕЧНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ****B.V. Fashevsky****ADMISSIBLE TRANSFORMATIONS IN RIVER ECOSYSTEMS**

Рассмотрены проблемы строительства плотин, водохранилищ и регулирования водного режима. Показано, что такие мероприятия нанесли непоправимый ущерб речным экосистемам, особенно мигрирующим рыбам и пойменным лугам. Нормирование качества водных ресурсов крайне примитивно и требует новых разработок. Предлагается срочно разработать государственную программу возрождения речных экосистем путем постепенной замены гидроэнергетики на тепловую и атомную.

Ключевые слова: преобразования природы, плотины, водохранилища, каналы, мигрирующие рыбы.

It is considered the problems of construction of dams, reservoirs and water regime regulating. It is shown that such activities have caused irreparable damage to river ecosystems, especially migratory fish and floodplain meadows. Rate-setting of the quality water resources is extremely primitive and requires new developments. It is invited urgently to develop the state program revival of river ecosystems by gradual replacement of hydro-power on thermal and nuclear energy.

Key words: transformation of nature, dams, reservoirs, canals, migratory fish.

Строительство плотин, водохранилищ и регулирование водного режима

В 30–40-е гг. прошлого столетия в Советском Союзе был разработан сталинский план преобразования природы, в котором ключевую роль играло развитие гидроэнергетического потенциала страны путем строительства плотин, водохранилищ и зарегулирования речного стока с целью выработки максимального количества электроэнергии. Люди забыли, что реки не являются только транзитными системами, а служат многим животным и растениям их домом, т.е. являются, по сути, средой их обитания, или экосистемами. Жизнь речных экосистем характеризуется следующими видами живых организмов, которые подробно описаны в [2, 3].

- 1) вирусы, бактерии, грибы и водоросли;
- 2) высшая водная и околотовная растительность;
- 3) беспозвоночные, включают в себя как простейших, так и коловраток, червей, низших ракообразных, личинок насекомых и моллюсков, жуков и т.п.;
- 4) рыбы, земноводные и рептилии;
- 5) полуводные и водные млекопитающие;
- 6) водоплавающие и околотовные птицы.

По местообитанию в водных экосистемах выделяют также следующие группы организмов:

- 1) обитатели дна-т растения и животные — бентос;
- 2) обитатели толщи воды — фито и зоопланктон;
- 3) обитатели поверхности вод.

В эти же годы появляется новая идея — Единая воднотранспортная система СССР, которую и начали осуществлять путем строительства каналов. Кому они теперь нужны, когда скорости товарных составов составляют в Западной Европе 150–200 км/час. Все это строительство плотин, водохранилищ, каналов и многолетнее регулирование речного стока ведут к деградации водных экосистем, но самым страшным является строительство плотин и водохранилищ, которые перегораживают реки и не пропускают проходных и полупроходных видов рыб, мигрирующих в реки, на нерестилища и обратно. А так как большая часть рек в бывшем Советском Союзе относится к рекам, где обитают проходные и полупроходные виды рыб, то становится понятным, что основной удар был нанесен по ним. К ним относятся: осетровые, лососевые, рыбец, шемая. К полупроходным относятся также судак, жерех, вобла, тарань, сазан, лещ и значительная часть сиговых. Кроме эффекта перегораживания, для проходных и полупроходных видов является, важен субстрат нерестилищ, им нужен песчано-галечный грунт для нереста, а что мы имеем в водохранилищах — полуметровую толщу ила!

Отсюда становится понятным, что же натворили гидроэнергетики, практически все популяции проходных и полупроходных видов рыб были уничтожены, но особенно пострадали осетровые, а именно, белуга, рыба, достигающая 1,5 т веса и дающая 200 кг икры! Кстати, в США действует план сноса большей части плотин на реках страны.

Чрезмерное зарегулирование рек, в погоне за получением большего энергетического эффекта путем увеличения напора, приводят к нарушению всего природного комплекса экосистемы реки.

В верхнем бьефе это выражается подтоплением ранее незатапливаемых территорий, абразионными процессами в новой береговой зоне, изменением гидробиологического режима этого участка реки (интенсивное развитие водорослей, особенно сине-зеленых, формирование бескислородных зон в водохранилище и т.п.).

В нижнем бьефе отмечается нарушение гидрологического режима нерестовых угодий в пойме и основном русле, изменением термического и ледового режима, режима наносов и русловых процессов, взаимосвязи солевого режима моря и реки и т.п.

Дополнительным фактором изменения водного режима является увеличение потерь на испарение с водной поверхности водохранилища. Прямое изъятие водных ресурсов из водотоков и водоемов также нарушает их экосистемы, однако для рек это воздействие проявляется на участках, расположенных ниже створов изъятия вод.

В результате создания каскада крупных водохранилищ и ирригационных систем река Колорадо в США была истощена до такой степени, что в устье приходит лишь 1,5 км³ грязных сточных вод из более чем 20 км³ годового стока реки по выходе из гор.

В ряде случаев, когда водохранилища расположены в верхних участках рек могут быть сделаны попуски в нижние бьефы и обеспечить нерест рыбы и воспроизводство пойменной растительности. Опыт таких попусков на Бухтарминской ГЭС показал свою эффективность [2].

Исследования показали, что для сохранения водных экосистем необходимо ограничить допустимую степень регулирования стока определенными рамками в виде соответствующей величины, названной экологическим стоком [2, 3].

Термин «экологический сток» подразумевает внеэкономический подход. Экологический сток учитывает фазы формирования водного режима и включает: весеннее половодье, дождевые паводки, летнюю и зимнюю межень. Экологический сток является интегральной характеристикой, учитывающей весь природный комплекс речных экосистем — рыбу, луга, леса, земноводных и рептилий, птиц, млекопитающих. Однако в ряде случаев мы можем выполнять и расчеты, исходя из целесообразности сохранения того или иного компонента природы. Так, для полугорных и горных рек Дальнего Востока России, а также западного побережья Северной Америки, где пойма неразвита, а сама река используется только как нерестовое угодье для тихоокеанских лососей. В результате отпадает необходимость в учете факторов, связанных с поймой (луга, леса, околотоводные животные) и в этом случае целесообразно выполнять расчет рыбохозяйственного стока, который обеспечит воспроизводство только рыбы определенных ценных видов.

В ряде случаев возникает необходимость обеспечить воспроизводство только пойменных лугов или лесов, а другие элементы природы не нуждаются в охране, в этом случае целесообразно говорить о сельскохозяйственном, или луговом стоке!

Анализ кривых связей урожайности пойменных лугов, воспроизводства фитопланктона и зоопланктона, донных организмов, сеголетков рыбы, околотоводных млекопитающих и птиц с вышеуказанными гидрологическими характеристиками показывает, что минимум биопродуктивности приходится на очень многоводные и очень маловодные годы. А по мере приближения к среднему по водности году воспроизводство всех организмов нарастает и достигает максимума в зоне 60–40 % обеспеченности [2].

Слабое затопление или незатопление поймы в весенне-летний период приводит к снижению площади кормовых угодий и кормовой базы всех видов рыб (так как пойма является основной «фабрикой» кормов всех водных организмов), что ведет к резкому снижению их воспроизводства. Маловодье осенне-зимнего периода нарушает условия нереста литофильных рыб, особенно в период ледостава отмечаются заморы и перемерзание нерестовых бугров осенне-нерестующих видов. Отсутствие затопления поймы снижает урожайность луговой растительности и ухудшает условия воспроизводства водоплавающих птиц и млекопитающих из-за снижения кормовой базы и условий гнездования.

В многоводные годы, кроме нарушения нормального периода вегетации растений и условий гнездования околотоводных животных из-за продолжительного затопления и формирования высоких скоростей течения на поверхности поймы. Кроме того, в тех случаях, когда растения еще не начали вегетировать, суглинистые и глинистые наносы, подсыхая и твердея, образуют плотную корку, которая препятствует выходу растений на поверхность. В такие годы снижение воспроизводства рыбы происходит за счет нарушения кладок икры, как фитофильных видов на пойме (за счет размыва и заиливания), так и литофильных — в русле (за счет размыва кладок).

В многоводные годы увеличивается содержание взвешенных минеральных веществ, которые попадают на жабры и в пищеварительный аппарат рыб и подавляют их жизнедеятельность.

Планктонные организмы, в результате засорения их кишечника неперевариваемыми частицами, увлекаются в осадок и погибают.

В маловодные годы прослеживается очень сильное сокращение урожайности молоди за счет уменьшения площадей нерестовых угодий и объема воспроизводства кормов для ихтиофауны. Кроме того, в маловодные годы, когда рыба концентрируется в небольшом объеме воды, большое количество молоди и кладки икры выедается сорной рыбой.

Нижний предел допустимых изменений может расцениваться по степени равноущербности компонентам живой природы в расчетные годы. Известно, что в период половодья в годы 95 % обеспеченности поймы большинства рек не затопливаются. Аналогичная картина наблюдается и в половодье в годы 99 % обеспеченности.

В зимний период, при ледоставе на многих реках содержание кислорода падает ниже критических отметок (3–2 и менее мг/л), что вызывает заморы большинства водных организмов, и прежде всего, рыб. Так, на огромной реке Амур в створе у города Хабаровска в год 95 % обеспеченности зимнего стока содержание растворенного кислорода падает ниже 3 мг/л. А на реке Припять у г. Мозыря такое же снижение кислорода отмечается даже в год 90 % обеспеченности! Очень часто на малых нерестовых реках характерно снижение уровней до такой степени, что ледяной покров смерзается с перекатами и вызывает гибель отложенных кладок икры лососевых рыб. Машинные эксперименты на конкретных реках позволили получить важные выводы об устойчивости речных экосистем:

- речной сток, подверженный воздействию хозяйственной деятельности (регулирование и изъятие стока, оросительные и осушительные мелиорации, сведение лесов на водосборе и др.) несет в себе большую смысловую нагрузку, чем только количество воды, так как с изменением расходов и уровней воды меняются многие физические и химические характеристики. Поэтому оставляемый в реке экологический, рыбохозяйственный, сельскохозяйственный или луговой и др. стоки служат комплексным показателем, учитывающим все гидрологические характеристики (термический и ледовый режим, растворенные вещества и взвешенные и донные наносы, кислородный режим и др.).
- оставляемый в речных экосистемах экологический сток не может по условиям охраны природы приниматься постоянным, а должен изменяться в соответствии с естественными колебаниями от определенного минимума до определенного максимума во времени внутри года.

Для практических расчетов экологического и свободного речного стока рекомендуется следующий алгоритм расчета:

1. Нижний предел экологического стока описывается гидрографами естественного стока 99 % обеспеченности, т.е. вековым запасам водных ресурсов в речном бассейне.
2. Верхний предел экологического стока описывается гидрографами 50 % обеспеченности, т.е. в годы, когда наблюдается максимум воспроизводства живой природы (травостой лугов, рыба, птицы и млекопитающие). При этом как раз наблюдается руслоформирующий расход (соответствующий максимуму 50 % обеспеченности), который, поддерживает устойчивость русла реки, как ландшафтной единицы.

3. Принимая ущербность экосистеме равной в год 95 и 99 % обеспеченности равной, экологический сток в год 95 % обеспеченности принимается равным естественному стоку в год 99 % обеспеченности.
4. Величина естественного годового стока 50 % обеспеченности принимается равной остаточному экологическому стоку 25 % обеспеченности. По двум точкам проводится логнормальная кривая, позволяющая получить весь диапазон расчетных значений экологического стока.
5. На основе матриц естественного среднемесячного стока рассчитывается его внутригодовое распределение в годы различной обеспеченности. Относительное (в долях от единицы) расчетное внутригодовое распределение экологического стока принимается равным распределению естественного стока той же смежной обеспеченности. Путем умножения годового экологического стока на относительную величину месячного стока можно получить внутригодовое распределение экологического стока по месяцам.

Проблемы нормирования допустимой степени загрязнения речного стока

Суть нормирования качества воды в водных объектах в системе государственного управления состоит в установлении допустимых значений поступления загрязняющих веществ по физическим, химическим, бактериологическим и органолептическим критериям, а также на основе методов биоиндикации и биотестирования. Эти критерии должны обеспечить здоровье населения, условия сельскохозяйственного и промышленного производства, а также благополучие самого водного объекта, когда обеспечивается устойчивое функционирование естественных водных и околотоводных экосистем. В настоящее время наибольшее распространение в качестве норм допустимого загрязнения получили методы, базирующиеся на так называемых показателях предельно допустимых концентраций (ПДК) химических веществ в воде, физических ингредиентов (минеральных частиц, радиоактивного загрязнения, тепла или холода) и микроорганизмов (коли-индекс, коли-титр и др.), а также индекса загрязненности воды (ИЗВ), применяемого, кстати, только на территориях бывшего Советского Союза.

Нормы качества речных вод включают:

- перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) нормированных веществ в воде водных объектов, используемых для хозяйственно-питьевых и коммунально-бытовых нужд населения и рыбохозяйственных целей;
- в перечнях ПДК должны быть указаны: полное наименование вещества и его синонимы (если они существуют). Лимитирующий признак вредности, поле опасности и нормативное числовое значение с указанием единицы измерения;
- при отсутствии ПДК для веществ, содержащихся в сточных водах, проектируемых или строящихся предприятий должны устанавливаться ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) содержания этих веществ в воде, разработанные на основе расчетных и экспресс — экспериментальных методов прогноза токсичности;
- перечни нормируемых веществ и величины их ПДК в воде водных объектов устанавливаются Министерством здравоохранения и Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды;

- методики анализа содержания веществ и микроорганизмов в поверхностных и сточных водах разрабатываются специализированными организациями и утверждаются и рекомендуются к применению Минприроды и Минздравом.

В ряде случаев, при оценке воздействия на качество воды поступления в водные объекты нескольких нормируемых веществ, с одинаковыми лимитирующими признаками вредности сумма отношений концентраций ($C_1, C_2, \dots C_n$) каждого из веществ в контрольном створе к соответствующему ПДК не должна превышать единицы.

$$\frac{C_1}{MAC_1} + \frac{C_2}{MAC_2} + \dots + \frac{C_n}{MAC_n} \leq 1,0, \quad (1)$$

где $C_1, C_2, \dots C_n$ — измеренные концентрации загрязняющих веществ; $MAC_1, MAC_2, \dots MAC_n$ — максимально допустимая концентрация загрязняющего вещества.

При сбросе сточных вод, используемых для хозяйственно-питьевых и коммунально-бытовых целей, нормы качества воды в реках и озерах должны выдерживаться в реках на участках 1 км ниже сброса, а в озерах и водохранилищах — на акватории в радиусе 1 км от пункта водопользования с учетом процессов самоочищения на этом участке водного объекта

При сбросе сточных вод, влияющих на состояние рыбопромысловых рек и озер, нормы качества должны соблюдаться в пределах всего рыбохозяйственного участка, но не далее чем в 500 м от места сброса сточных вод.

В случае одновременного использования водного объекта или его участка для различных нужд населения, промышленности, сельского и рыбного хозяйства к составу и свойствам воды предъявляются наиболее жесткие нормы из числа установленных

Для уникальных водных объектов, имеющих экологическую, историческую или культурную ценность, которым придается статус заказника, заповедника или национального парка, могут устанавливаться особые требования к качеству воды и к водному режиму объекта.

В целом можно отметить, что на практике нормирование допустимой степени загрязнения водотоков и водоемов базируется на санитарно-гигиенических нормативах, учитывающих концентрацию загрязняющих веществ в растворенном состоянии в водной среде. Такой подход исходит из принципа приоритетного обеспечения безопасности человека.

Близкими по смыслу являются и рыбохозяйственные нормативы, причем часто более строгие по сравнению с санитарно-гигиеническими. Такое нормирование позволяет, в некоторой степени контролировать ситуацию в водных объектах, однако не решает задачи экологического нормирования, т.е. не охватывает все звенья экологической системы водных объектов.

Анализ различных нормативов качества вод в водотоках и водоемах показывает, что в настоящее время состояние нормативно-методических материалов не соответствует запросам практики и не имеет удовлетворительного научного обоснования.

В большинстве стран бывшего СССР широко используется такой показатель качества, как индекс загрязненности воды (ИЗВ), где в качестве из шести приоритетных загрязняющих веществ используется кислород! Каким образом главный окислитель всех органических веществ попал в число загрязняющих веществ, остается загадкой! Но учитывая, что кислородный режим рек обычно хороший, то получается, что введение его в этот индекс улучшает показатель ИЗВ.

Нормирование ПДК на новые появляющиеся загрязняющие вещества отстает от их количественного роста и поступления в водные объекты. В последних перечнях ПДК, разработанных для водных объектов различных видов водопользования содержится около 1500 наименований, в то время как число веществ, поступающих в водные объекты, постоянно растет и оценивается миллионами. Контролируется же сейчас около 70 веществ, что соответствует 5 % от последнего перечня!

Одним из главных последствий плохого качества водных ресурсов в настоящее время на реках бывшего СССР является принятие в 70-е гг. прошлого столетия крайне ошибочного подхода при использовании зависимости [2]. Суть вредности этой зависимости заключается в том, что она априори позволяет сбрасывать в чистые реки сотни и тысячи тонн загрязняющих веществ (в зависимости от величины стока), лишь бы не было превышено ПДК и в формуле сумма не превысила единицы!

Практический опыт показывает, что для предотвращения разрушения водных экосистем в формулу (2) в знаменатель необходимо подставлять фоновую концентрацию загрязняющего вещества до начала ее загрязнения или из верховьев реки, где сохранились естественные природные условия.

Еще одним недостатком существующей системы нормирования качества вод является неучет того факта, что значительная часть загрязнений аккумулируется в донных отложениях, и затем, при прохождении половодий и паводков, а также штормов на озерах и водохранилищах, они выносятся на поверхность, отравляя воду и все живое.

Большое количество биогенных веществ, тяжелых металлов и пестицидов накапливается в водных растениях и животных организмах, которые, в свою очередь, отмирая в соответствующие периоды года (а сине-зеленые водоросли и в процессе их жизнедеятельности), резко ухудшают качество вод.

Еще более страшным является неучет явления биоконцентрации при передаче загрязнений по трофическим цепям. Нормирование на основе ПДК не учитывает антагонизма и синергизма действия отдельных химических веществ. Например, малые концентрации меди стимулируют разложение нестойкой органики, а большие — наоборот, угнетают. Кроме того, санитарно-гигиенические и рыбохозяйственные ПДК характеризуют качество вод в водотоках и водоемах лишь в момент взятия пробы воды! А что же произойдет в водном объекте через день, неделю, месяц, год и так далее они не учитывают.

Действующими нормативами концентрации отдельных загрязняющих веществ регламентируются без учета особенности их влияния на конкретные водные объекты, скорости их распада и превращения в водной среде. При установлении пороговых уровней загрязняющих веществ необходим учет региональных физико-географических особенностей водных объектов, а не так обобщенно, как это принято сейчас.

Даже в тех случаях, когда химический режим для отдельных водных объектов достаточно хорошо изучен, при нормировании по ПДК его различия не учитываются. Так, ПДК хлоридов и сульфатов составляют соответственно 350 и 500 мг/л для любых водных объектов. Однако, учитывая, что фоновое содержание хлоридов и сульфатов колеблется в широких пределах (от 3 до 500 мг/л), на практике возникают довольно абсурдные ситуации, когда увеличение их концентраций на один или два порядка вызывают стрессовую ситуацию в экосистеме всего речного бассейна, а по нормам у нас все в порядке!

В отрыве от конкретного водного объекта ПДК не может рассматриваться и по причине различной их самоочищающей способности.

Существующая регламентация качества вод с позиций только их пригодности для того или иного вида водопользования не обеспечивает нормативного подхода к качеству вод с позиции благополучия всего речного бассейна. Например, допустимое нормативами содержание нитратов в природных водах в 10 мг/л совершенно не говорит о том, что эвтрофирование не происходит. Ведь идет непрерывный процесс накопления нитратов в экосистеме, и когда он произойдет, сказать трудно. Но то что при таких концентрациях нитратов это произойдет — не вызывает сомнения.

А по фосфору для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водоснабжения качество вообще не нормируется! Хотя научной общественности известно, что именно фосфор является индикаторным веществом при оценке эвтрофирования водотоков и водоемов.

Создание единых ПДК и дифференцирование их по видам водопользования не способствовало коренному улучшению качества вод, а наоборот, дезорганизовало наработанный многолетний опыт и привело к ухудшению экологической обстановки в речных бассейнах.

Введение ограничений на поступление в водные объекты предельно-допустимых сбросов (ПДС) загрязняющих веществ на основе ПДК путем пересчета их концентрации в реке на объем годового стока различной обеспеченности привело к абсурду! В результате оказалось, что в чистые реки (например, Ангара) можно сбрасывать десятки и сотни тонн загрязняющих веществ и концентрации их в реке будут находиться в пределах ПДК!

Большое влияние на качество вод оказывает такая важная характеристика, как нарушенность природных ландшафтов в речном бассейне, что подразумевает урбанизированность территорий, распаханность и интенсификация сельскохозяйственного производства, степень мелиорированности, горные работы и т.п. Для обеспечения сохранения экологического равновесия в речных бассейнах необходимо обеспечение оптимального соотношения леса, лугов, пахоты и урбанизированности территорий.

Экологическим критерием в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства должен стать не показатель внесения удобрений на единицу площади, а расход элементов питания на единицу продукции, содержащихся в этих удобрениях.

Значения ПДК, характеризуя токсичность компонентов, совершенно не учитывают их каталитическую активность при процессах самоочищения. Так, например, ПДК меди в три раза больше ПДК железа, а каталитическая активность

меди в 2000 раз превышает каталитическую активность железа. Медь подавляет скорость процессов с участием серы, а сера, в свою очередь, влияет на каталитическую активность марганца. Эта сложная система взаимодействия не учитывается при использовании ПДК.

Большие надежды по нормированию качества воды возлагались на применение методов биоиндикации и биотестирования. К сожалению, они не оправдались. Как отмечают В. Байчоров и др.[1] попытки разработать универсальные биотические индексы, применимые для различных территорий мира, завершились провалом. Причиной этого является различие биологического разнообразия водных биоценозов, сформировавшихся в различных природных условиях даже в одном речном бассейне, не говоря уже о различных бассейнах. В настоящее время существуют десятки биотических индексов, основанных на видовом разнообразии, структуре сообщества, индикаторной значимости организмов, имеющих и не имеющих балльную оценку. В настоящее время наиболее широкое распространение получили: индекс Шеннона, индекс Гуднайта-Уитлея, индекс Вудивиса (ТВИ), индексы Симпсона и Бергера-Паркера, которые используют для различных оценочных критериев.

В целом современная система водоохраны, использующая такие базовые понятия, как нормативы предельно-допустимых сбросов (ПДС) и предельно — допустимого вредного воздействия (ПДВВ), является неэффективной по ряду объективных причин:

1. ПДС для конкретного предприятия разрабатывает само предприятие, а органы водоохраны его только утверждают. Совершенно очевидно, что на любом предприятии отсутствует информация о водохозяйственной и экологической обстановке в целом по бассейну (не говоря уже о трансграничных речных бассейнах!), о существующих и перспективных поступлениях загрязняющих веществ от других водопользователей, в том числе от диффузных источников — городские территории, сельскохозяйственные угодья, военные полигоны и др.
2. Нет рабочей методики определения предельно-допустимого сброса, которая позволила бы реально рассчитать этот норматив.
3. Отсутствует научно обоснованная методика выделения приоритетных показателей качества вод (яркий пример — содержание растворимого кислорода в индексе ИЗВ), как для отдельных предприятий, так и для бассейна в целом.
4. Подавляющее большинство водопользователей на территории бывшего СССР не в состоянии обеспечить даже те условные нормативы ПДС, которые они согласовывают с местными органами Министерства природных ресурсов: временно — согласованный сброс, или вообще ничего не согласовывают! Такой подход консервирует современное экологическое состояние водных объектов.

Подводя черту под описанием существующего состояния нормирования, на территориях стран бывшего СССР можно сделать вывод, что она неэффективна из-за множества недостатков, отсюда же следует вывод, что неэффективна и система мониторинга и контроля, построенная на отраслевом принципе. Чтобы сохранить экосистемы рек, система нормирования должна строиться по известному в развитых странах мира принципу — «наилучших экологически достижимых технологий»!

Выводы

1. Необходимо срочно разработать государственную программу возрождения речных экосистем с постепенным переходом от использования гидроэнергетики на другие источники энергии (тепловую, атомную, и др.)
2. Разработать новые принципы мониторинга и нормирования качества водных ресурсов применительно к каждому водному объекту.

Литература

1. *Байчоров В., Тищиков Г., Рощина Н.* Экологические риски и оценка состояния водотоков Беларуси. — Наука, 2006. — 165 с.
2. *Фащевский Б.В.* Основы экологической гидрологии. — Минск: Экоинвест, 1996. — 240 стр.
3. *Fashchevsky B., Fashchevskaya T.* Ecological Hydrology and Water Management. — Germany, Lambert, 2013. — 382 p.