

УДК 546.212

**КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД И ПРИНЦИПЫ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ**Доктор техн. наук М.Ж. Бурлибаев
Д.М. Бурлибаева

В современных условиях охрана речных экосистем зачастую определяется как ущербная, т.е. водные ресурсы для сохранения или восстановления речного комплекса выделяются по остаточному принципу. Поэтому при составлении водохозяйственного баланса «охрана речных экосистем» не имеет отдельной статьи полноправного участника этого баланса. Между тем для восстановления деградированных речных комплексов речная экосистема должна быть главной участницей водохозяйственного баланса и должна обеспечиваться водой в первую очередь. В данной статье при обосновании экологического стока главным критерием выступает качество поверхностных вод.

Термины «восстановление» или «реабилитация» экологического состояния речной экосистемы Сырдарьи или акватории Аральского моря, часто применяются в названиях, целях и задачах экологических программ или проектов, осуществляемых в Центрально-Азиатском регионе. Между тем известно, что вернуть экологическую ситуацию вокруг Аральского моря в естественное состояние в условиях современных антропогенных воздействий практически не представляется возможным. Речь можно вести о минимизации отрицательного воздействия высыхаемого моря и восстановления речной экосистемы Сырдарьи, в первую очередь дельтовой системы водотока. При этом основной акцент должен быть сделан на экологическое нормирование как самого водотока, так и на антропогенные факторы, возникаемые в результате хозяйственной деятельности человека. Между тем, в настоящее время в Центральной Азии на уровне межгосударственных отношений нормирование качества вод абсолютно не регламентируется, переговорные процессы по использованию водных ресурсов ограничиваются только количественными характеристиками, в том числе по линии МКВК.

В республиках СНГ концептуальные подходы управления качеством

вод остались неизменными со времен Советского Союза, основанные на санитарном нормировании, которое требовало соблюдения предельно-допустимых концентраций загрязняющих веществ (ПДК) в воде водных объектов. Предельно-допустимые сбросы (ПДС) до настоящего времени рассчитываются на основе ПДК и не учитывают экологические возможности регулирования водных бассейнов по самоочищению или отсутствию такого процесса.

Практически, во всех странах приняты различные программы по реформированию законодательства в области загрязнения вод, но ни в одной стране нет однозначного подхода по решению указанного вопроса.

Все действия, в основном, сводятся к переутверждению советских норм ПДК или их ужесточению (Республика Узбекистан), а также методических указаний, что подтверждается принятием этими республиками Водного Кодекса или Закона о воде (Армения, 2004; Азербайджан, 2002; Казахстан, 2003; Кыргызстан, 1995; Таджикистан, 2003; Россия, 1996; Узбекистан, 1993 и т.д.).

Одним из основных недостатков программ является то, что никто не проводил сравнительного анализа ущерба от жестких стандартов и затрат на проведение реформирования, что не позволило оценить целесообразность проведения реформы нормирования загрязнения вод.

Изучение опыта России, Украины и ЕС в области нормирования загрязнения вод, интегрированного управления водными ресурсами не доведено до логического конца – подготовки программы реформирования системы управления качеством воды.

В Республике Казахстан, по примеру России, впервые в 2003 году новым Водным Кодексом была предусмотрена система нормирования загрязнения вод, основанная на нормативах предельно-допустимого вредного воздействия. Норматив предельно-допустимого вредного воздействия (ПДВВ) полагает нормирование пределов антропогенного воздействия на водные объекты в целом для бассейна, включая его водосборную площадь.

В 2004 году Правительством Республики Казахстан утвержден Порядок разработки и утверждения нормативов предельно допустимых вредных воздействий, в котором регламентированы общие правила процедуры разработки, согласования и утверждения ПДВВ. В 2005 году в Казахстане была начата работа по разработке нормативно-методической документации по внедрению ПДВВ на пилотных водных объектах Казахстана.

Поэтому для выработки научно-обоснованных экологических норм должны быть детально изучены трансформация и деградация речных экосистем в результате воздействия антропогенных факторов. В нашем примере воздействие антропогенных факторов будет изучаться относительно гидрологического и гидрохимического режимов и комплексной оценки качества вод реки Сырдарьи, для выработки основополагающих принципов экологического нормирования.

Анализ изменения гидрологического и гидрохимического режимов реки Сырдарьи.

Актуальность изучения гидрологического и гидрохимического режима р. Сырдарьи определялась со времени начала инструментального наблюдения за этими параметрами. При этом, если в начальный период мониторинга ставилось и считалось первоочередной задачей определение питьевого и ирригационного качества вод водотока, то в настоящее время к этому прибавилась объективная оценка антропогенного изменения естественного гидрологического и гидрохимического режима р. Сырдарьи с целью получения однозначного ответа на вопрос о пригодности или непригодности использования речной воды для различных отраслей экономики. Между тем известно, что с ухудшением гидрологического и гидрохимического режимов р. Сырдарьи, начиная с 1960 года и по настоящее время, в многочисленных трудах отечественных исследователей нет однозначного ответа на вышеперечисленные вопросы. Как необходимое отступление, следует подчеркнуть, что до сих пор для р. Сырдарьи не производились полноценные сопоставительные оценки естественного и нарушенного гидрологического (гидрохимического) режимов, для выявления картины их изменения под влиянием комплекса антропогенных факторов, а также не решена одна из главных задач речной гидрохимии – определение зависимости химического состава воды от водности реки.

В данной статье, посвященной исследованию изменения гидрологического и гидрохимического режимов водотока, наши расчеты будут базироваться на многолетнем статистическом ряде створа ГП Казалы. Предпочтение этому гидропосту отдано не потому, что у этого створа наблюдения за водным режимом ведутся с 1912 года, а потому, что этот створ является замыкающим. Ибо известно, что для получения полной картины деградации экосистемы, т.е. собственно речной экосистемы низовьев и Аральского моря, эти наблюдения наиболее точно отражают те изменения, произошедшие в естественном гидрологическом режиме за-

мыкающего створа всего речного комплекса. При этом весь период наблюдения за гидрологическим режимом р. Сырдарьи нами будет разделен на два периода, т.е. условно-естественный и нарушенный. Разумеется, что так называемый период с естественным гидрологическим режимом будет носить признаки условности, так как р. Сырдарья, находясь в зоне традиционного орошения, своим началом хозяйственного освоения водных ресурсов уходит корнями вглубь предыдущих веков. Поэтому, несмотря на наличие исторических фактов раннего земледелия с элементами современного понятия мелиорации и орошения, их в прикладные статические расчеты невозможно приложить. С учетом этого фактора встает задача определения объективных критериев разделения имеющихся статических рядов на условно-естественные и нарушенные периоды. На наш взгляд, наряду с множеством факторов основное внимание заслуживает ухудшение состояния Аральского моря, т.е. те изменения, которые стали осязаемыми и зафиксированы инструментальными замерами, будь то падения уровня, повышение минерализации и т.д. Если принять это априори, то несомненно, за начало интенсивной деградации можно принять 1960 год – год, совпадающей с началом ввода и эксплуатации Шардаринского водохранилища, положивший начало коренному переустройству исторически сложившихся экосистем низовья р. Сырдарьи и Аральского моря. При этом период с 1912 года до 1960 года нами будет принят за условно-естественный период гидрологического режима.

Учитывая специфику поставленных целей и задач, нами будут вестись исследования изменения гидрологического режима, основанные на вероятностных характеристиках двух независимых гидрологических рядов, т.е. условно-естественного и нарушенного периодов. Известно, что ведение сопоставительного анализа между произвольно взятыми отдельными годами из двух периодов неминуемо приведет к абстрактным результатам из-за отсутствия объективного объединительного критерия между этими годами. Поэтому нам представляется целесообразным прибегать к помощи вероятностных характеристик по обеспеченностям (25, 50, 75 и 95 %), ибо, рассматривая эти статические ряды, мы соприкоснемся так или иначе с математическим аппаратом, используемым в статистике. При этом мы должны четко отдавать себе отчет в том, что применение понятия вероятности в экологических изысканиях сталкивается с двумя различными типами вероятности. В нашем же случае применяемая вероятность – это эмпирическая вероятность, основанная на реальных статиче-

ских данных, полученных с помощью непосредственных замеров на инструментальной основе, а не постулированная теоретическая вероятность.

Как необходимое отступление, следует подчеркнуть, что определению всех видов хозяйственной деятельности в целостном бассейне посвящен целый ряд работ, поэтому мы на них не будем останавливаться. Исходя из этих соображений, изменения гидрологического режима в створе ГП Казалы будут базироваться на констатации реальных фактов антропогенного изменения при различных обеспеченностях нарушенного режима относительно условно-естественного периода.

Внутригодовое распределение стока р. Сырдарьи в многолетнем периоде наблюдений, (условно-естественный период гидрологического режима в 1912...1960 гг.) показывает, что этот процесс был полностью подчинен природным факторам формирования стока [1], за исключением незначительного влияния Фархадского и Кайракумского водохранилищ, и, по классификации Б. Зайкова, относился к Тянь-Шанскому типу с характерными половодьем и паводком в теплый период года и меженью в холодный. При этом в бассейне реки Сырдарьи присутствуют все виды основных факторов формирования стока, т.е. талые снеговые, дождевые, ледниковые и подземные воды в зависимости от месторасположения составляющих гидрографической сети. Основной объем переносимого стока, как правило, приходится главным образом на долю половодья, начало и окончание которого зависят от высотного положения водосборов притоков, характера распределения снежного покрова, климатических условий дождевого стока, наличия ледников и снежников, гидрологических условий бассейна и т.д. Не вдаваясь в подробности детального изучения следственно-причинных обстоятельств формирования стока отдельных притоков и самой реки Сырдарьи подчеркнем, что нас, в рамках этой работы, интересует прежде всего внутригодовое распределение стока реки в створе ГП Казалы.

Полученные нами результаты исследования внутригодового распределения стока как за условно-естественный, так и за нарушенный периоды различной обеспеченности показывают, что начиная с 1960 года эти показатели коренным образом преобразованы. Очевидно, что подверглись изменению не только фактические стоки за отдельные месяцы, но и произошли перестановки во внутригодовом распределении. Например, при 25 % обеспеченности для условно-естественного периода характерны высокие расходы для марта, апреля, мая, июня и июля, при нарушенном же пе-

риоде гидрологического режима они изменены в сторону уменьшения, т.е. произошла срезка пиков половодья. При кажущейся незначительности разности стоков, они таковы: при условно-естественном гидрологическом режиме: март – 650 м³/с; апрель – 930 м³/с; май – 670 м³/с; июнь – 720 м³/с; июль – 630 м³/с. При нарушенном гидрологическом режиме: март – 410 м³/с; апрель – 445 м³/с; май – 305 м³/с; июнь – 180 м³/с; июль – 175 м³/с. Это то, что касается весенне-летнего стока. Такое же положение наблюдается и в осенне-зимнем стоке, за исключением сентября, когда оба показателя, характерные для двух периодов гидрологического режима, примерно равны 300 м³/с. Тем не менее, следует отметить, что срезка характерных во внутригодовом распределении весенне-летних расходов осуществляется и в отношении осенне-зимних расходов воды.

Совершенно иная картина предстает при анализе изменения внутригодового распределения стока при 50 % обеспеченности. Если при сравнении фактических расходов воды двух периодов 25 % обеспеченности расходы воды нарушенного периода более или менее осязаемы относительно условно-естественного периода, то при 50 % обеспеченности расходы нарушенного периода уменьшены на несколько порядков от первоначальных. Например, при условно-естественном периоде расходы воды составляли: март – 400 м³/с; апрель – 650 м³/с; май – 710 м³/с; июнь – 827 м³/с; июль – 740 м³/с; август – 480 м³/с. При нарушенном периоде эти показатели следующие: март – 90 м³/с; апрель – 105 м³/с; май – 80 м³/с; июнь – 80 м³/с; июль – 40 м³/с; август – 80 м³/с. Иначе говоря, произошли коренные изменения не только во внутригодовом распределении, но и в показателях фактических расходов воды стока половодья. Как и в предыдущей обеспеченности, более или менее сопоставимы фактические расходы воды в сентябре, где они соответственно равны 300 м³/с и 205 м³/с. Произошедшие изменения в осенне-зимнем периоде тоже заслуживают внимания. При условно-естественном режиме во внутригодовом распределении стока фактические расходы отдельных месяцев составляли: октябрь – 316 м³/с; ноябрь – 510 м³/с; декабрь – 490 м³/с; январь – 350 м³/с; февраль – 320 м³/с. Нарушенный период гидрологического режима показывает, что за вышеперечисленные месяцы фактические расходы воды составляют: октябрь – 115 м³/с; ноябрь – 115 м³/с; декабрь – 190 м³/с; январь – 110 м³/с; февраль – 110 м³/с.

Аналогичное изменение во внутригодовом распределении стока произошло и при 75 % обеспеченности с еще большим уменьшением фак-

тических показателей за отдельные месяцы. Например, весенне-летний сток воды за отдельные месяцы условно-естественного периода был отмечен: март – 420 м³/с; апрель – 610 м³/с; май – 770 м³/с; июнь – 780 м³/с; июль – 740 м³/с; август – 505 м³/с. В настоящее время они отличаются на уровне: март – 40 м³/с; апрель – 10 м³/с; май – 5 м³/с; июнь – 10 м³/с; июль – 8 м³/с; август – 8 м³/с. Осенне-зимние расходы воды условно-естественного периода фиксировались: сентябрь – 405 м³/с; октябрь – 390 м³/с; ноябрь – 490 м³/с; декабрь – 400 м³/с; январь – 280 м³/с; февраль – 310 м³/с. Современное их преобразование показывает, что они составляют: сентябрь – 10 м³/с; октябрь – 8 м³/с; ноябрь – 8 м³/с; декабрь – 19 м³/с; январь – 20 м³/с; февраль – 19 м³/с.

Такая же картина наблюдается и при 95 % обеспеченности. При условно-естественном периоде гидрологического режима фактические среднемесячные расходы воды за отдельные месяцы составляли: март – 375 м³/с; апрель – 440 м³/с; май – 340 м³/с; июнь – 460 м³/с; июль – 380 м³/с; август – 305 м³/с. В настоящее время они составляют: март – 20 м³/с; апрель – 8 м³/с; май – 8 м³/с; июнь – 8 м³/с; июль – 5 м³/с; август – 3 м³/с. Результаты сопоставительного анализа осенне-зимних расходов воды показывают, что при естественном периоде они были следующими: сентябрь – 220 м³/с; октябрь – 285 м³/с; ноябрь – 410 м³/с; декабрь – 290 м³/с; январь – 260 м³/с; февраль – 305 м³/с. При нарушенном периоде гидрологического режима эти среднемесячные расходы составляют: сентябрь – 5 м³/с; октябрь – 5 м³/с; ноябрь – 8 м³/с; декабрь – 25 м³/с; январь – 42 м³/с; февраль – 40 м³/с.

Полученные результаты исследования изменения внутригодового распределения стока р. Сырдарьи в створе ГП Казалы показывают, что при всех обеспеченностях коренным образом произошли изменения, показывающие только уменьшение среднемесячных расходов воды по сравнению с условно-естественным периодом гидрологического режима. И, как закономерный итог такого изменения внутригодового распределения стока, также претерпел существенные изменения и годовой сток при различных обеспеченностях. Например, при условно-естественном периоде гидрологического режима р. Сырдарья имела годовой сток с обеспеченностью: 25 % – 17,03 км³; 50 % – 16,18 км³; 75 % – 12,05 км³ и 95 % – 10,66 км³. Разность стоков (равных обеспеченностей) при естественном и нарушенном гидрологических режимах водотока составляет: 25 % – 8,86 км³; 50 % – 12,58 км³; 75 % – 11,27 км³; 95 % – 10,13 км³; при факти-

ческих значениях годового стока нарушенного периода 25 % – 8,18 км³; 50 % – 3,60 км³; 75 % – 0,78 км³; 95 % – 0,53 км³. Такое положение объясняется тем, что основное предназначение каскада водохранилищ, расположенных на территории Кыргызстана, Узбекистана, Таджикистана и Казахстана, заключается в перераспределении стока не только во времени, но и в пространстве для целей орошения. Этот случай красноречиво говорит о том, что речная экосистема и Аральское море, не являясь полноправными участниками водохозяйственного баланса бассейна, удовлетворяются по остаточному принципу. И, как нам представляется, современные деградации экосистем низовья р. Сырдарьи обязаны в первую очередь тем санитарным попускам и минимально-необходимым расходам воды, разработанными и внедренными в «Схеме комплексного использования и охраны водных ресурсов р. Сырдарьи» под эгидой Союзводпроекта СССР. Экосистема р. Сырдарьи, прежде всего, трансформировалось благодаря срезке пиков весеннего половодья, ибо известно, что благополучие и жизнедеятельность этой самой системы определяется весенним затоплением, тогда как в остальное время года к внутригодовому распределению стока предъявляются требования по поддержанию того самого благополучия.

При неизбежности задач мониторинга качества поверхностных вод, заключающегося в определении приоритета контроля антропогенного воздействия, строгой систематичности и комплексных наблюдений, оперативности получения и передачи информации, как необходимое отступление следует отметить, что вся система современного мониторинга зачастую не соответствует оптимальному решению вышеназванных задач. Например, в отличие от наблюдений за гидрологическими параметрами, мониторинг за гидрохимическим режимом не имеет четких нормативов ни по календарному графику отбора проб как во внутрисуточном, так и в месячном режимах, что, в свою очередь, показывает отсутствие системности при производстве таких работ. Такое положение не нуждается в трудоемких доказательствах, достаточно провести простой анализ «Ежегодных данных качества поверхностных вод» (ранее «Гидрохимические бюллетени»). В свою очередь, отсутствие системности в отборе проб для гидрохимического анализа приводит к тому, что на основе имеющихся данных по гидрохимическим показателям можно лишь строить приближенную картину динамики изменения химического состава поверхностных вод как для р. Сырдарьи, так и для других водотоков.

В данной работе авторами будут проанализированы изменения общей минерализации и главных ионов, органических и биогенных веществ, тяжелых металлов и хлорорганических пестицидов в жесткой взаимосвязи с гидрологическим режимом, для получения конкретных результатов зависимости гидрохимического режима от гидрологического. Следует также подчеркнуть, что для этих целей нами будут проанализированы зависимости гидрохимического режима от гидрологического как за периоды с условно-естественным, так и с нарушенным режимом. При этом, наравне с установлением зависимости гидрохимического режима от условно-естественного гидрологического режима, будет достигнута и другая цель – установление антропогенного изменения гидрохимического режима в нарушенный период в независимости от водности, хотя следует отметить, что это в некотором роде и противоречит основному постулату гидрохимического изучения водотоков по определению зависимости химического состава от водности. Применение этого подхода, в основном, справедливо в отношении к водотокам с естественным гидрологическим режимом. В нашем же случае, на примере р. Сырдарья, химический состав воды последнего 40-летия во многом не зависит от водности, т.е. от нарушенного гидрологического режима водотока. Река по существу превратилась в «сточную канаву» возвратных вод с орошаемых территорий. Иначе говоря, тех попусков, осуществляемых в нижний бьеф Шардаринского водохранилища, недостаточно для внесения существенных изменений в антропогенный гидрохимический режим водотока.

Как и при исследовании, посвященном изменению гидрологического режима, так и в этом подразделе исследования по определению изменения условно-естественного и нарушенного периодов гидрохимического режима будут базироваться на вероятностных характеристиках водности. Существенным отличием от предыдущих исследований будет дополнительный ввод в расчетные ряды отдельных лет, которые по водности соответствуют тем или иным годам условно-естественного периода гидрологического режима по вероятностным характеристикам (по обеспеченностям).

Полученные результаты внутригодового распределения общей минерализации в створах Тюмень-Арык, Кызылорда и Казалы за условно-естественный период гидрологического режима 25 % обеспеченности показывают, что от первого створа к последнему прослеживается постепенное уменьшение фактической концентрации в зависимости от водности и периода года в стохастическом режиме. При этом, в створе Тюмень-Арык

максимумы концентрации от 800 до 950 мг/дм³ отмечаются в осенне-зимние периоды с минимумами до 400 мг/дм³ в летние месяцы, т.е. совпадающие во времени с половодьем. При всех обеспеченностях нарушенно-го периода во всех трех створах в фактических концентрациях общей минерализации отмечается аномальная стохастичность, причем с резким возрастанием показателей в летний период, очевидно связанная с ростом сброса возвратных вод с орошаемых территорий. Например, ранее наблюдавшиеся максимумы в осенне-зимние месяцы и минимумы в весенне-летнее время в настоящее время сглажены стохастичностью. Практически при всех обеспеченностях условно-естественного периода отмечались максимумы концентрации минерализации на уровне до 1000 мг/дм³, тогда как в современных условиях они повсеместно превышают этот уровень и доходят до 2000 мг/дм³ независимо от водности года и периода во внутригодовом распределении. Такой же вывод справедлив и в отношении 1969, 1964 годов, которые приблизительно соответствуют по водности года 50 и 75 % обеспеченностям условно-естественного периода гидрологического режима. Результаты исследования также показывают, что ранее отмеченные возрастания или уменьшения фактических концентраций от створа к створу в настоящее время полностью утрачены и характеризуются неоднозначностью внутригодового распределения.

Анализ изменения внутригодового распределения кальция показывает, что во всех трех створах идет также неоднозначный процесс, т.е. по сравнению с условно-естественным периодом в зимние месяцы идет уменьшение, а в летние месяцы – возрастание его концентрации. Например, если до 1960 года зимние концентрации отмечались на уровне 120 мг/дм³, то после ввода Шардаринского водохранилища эти же показатели отмечены в пределах 80 мг/дм³, причем независимо от обеспеченности. Летние минимумы кальция от 60 до 100 мг/дм³ возросли до 150 мг/дм³, одновременно со сглаживанием зимних максимумов и летних минимумов.

По сравнению с кальцием, анализ изменения внутригодового распределения магния показывает, что независимо от периода года идет постоянный рост концентраций этого ингредиента, причем самые максимальные значения отмечаются в створе ГП Кызылорда. Ранее отмеченные максимумы концентрации магния в пределах от 7,0 до 60 мг/дм³ в настоящее время стабильно находятся на уровне 100 мг/дм³ и более. Минимумы концентрации от 10 до 20 мг/дм³, отмеченные во время половодья, при современных условиях фиксируются в пределах от 60 до 120 мг/дм³, различаясь в зависи-

мости от створов наблюдения. Для магния тоже характерна потеря зимних максимумов и летних минимумов с одновременным ростом концентрации на протяжении всего года при всех обеспеченностях.

Изменения внутригодового распределения суммы натрия и кальция идентичны изменениям магния, т.е. идет постоянный рост этого показателя в течение всего года независимо от обеспеченностей. Например, в створе Тюмень-Арык, в зимний период фактические концентрации суммы натрия и калия находятся в пределах 100 мг/дм^3 при 25 % обеспеченности условно-естественного периода, в нарушенный же период той же обеспеченности они отмечены уже на уровне 175 мг/дм^3 . Этот же показатель для ГП Кызылорда соответственно равен 75 и 175 мг/дм^3 . В Тюмень-Арыке летние минимумы в значениях (25 мг/дм^3) возросли (150 мг/дм^3), тогда как на ГП Казалы они составили 98 мг/дм^3 и 325 мг/дм^3 соответственно. Такая же четкая картина роста концентрации суммы натрия и калия на протяжении всего года отмечена и при 50 %, 75 % и 95 % обеспеченностях параллельной потерей летних минимумов. В некоторые периоды во внутригодовом распределении суммы натрия и калия в створах ГП Кызылорда и Казалы соответственно достигают 408 и 440 мг/дм^3 .

Полная противоположность росту магния – суммы натрия и калия, т.е. снижение наблюдается на примере гидрокарбонатов, причем это справедливо по отношению ко всем обеспеченностям. Концентрации гидрокарбонатов, отмечаемые на уровне 250 мг/дм^3 в створе ГП Тюмень-Арык, при условно-естественном режиме достигли отметки 175 мг/дм^3 в зимние месяцы. Обратная картина, т.е. некоторое повышенное содержание концентрации гидрокарбонатов отмечается в этом же створе при 25 % обеспеченности в летний период: порядка 150 мг/дм^3 против 120 мг/дм^3 естественных. Сопоставительный анализ также показывает, что при условно-естественном периоде гидрологического режима максимальные показатели гидрокарбонатов были зафиксированы на ГП Казалы, причем эти максимумы были отмечены как в летние, так и в зимние месяцы, соответственно 240 и 275 мг/дм^3 . Аналогично ранее отмеченной стохастичности, характерной для всех ингредиентов, эта же стохастичность характерна и для гидрокарбонатов, разумеется, в нарушенном периоде гидрологического режима при всех обеспеченностях. Самые минимальные значения концентрации гидрокарбонатов нарушенного периода на уровне 38 мг/дм^3 в летние месяцы отмечаются в створе ГП Тюмень-Арык при 75 и 95 % обеспеченностях. Анализом установлено, что минимальный размах колебаний разности зимних и летних

колебаний концентрации из всей группы главных ионов присущи только для гидрокарбонатов как при условно-естественном периоде, так и нарушенном периоде для всех рассматриваемых обеспеченностей.

Исследование изменения внутригодового распределения сульфатов дает однозначную тенденцию на повсеместный рост этого ингредиента, разумеется, при нарушенном периоде гидрологического режима против наблюдаемых значений сульфатов условно-естественного режима. Например, при 25 % обеспеченности естественного режима, максимальные концентрации сульфатов для створа Тюмень-Арык были отмечены в пределах от 200 до 300 мг/дм³ в зимние месяцы и минимальные порядка 180 мг/дм³, в летние. На современном уровне они наблюдаются в пределах 500...600 мг/дм³ в зимние месяцы и 200 мг/дм³ в летние. Для створа Кызылорда при условно-естественном периоде зимой максимумы были 200...320 мг/дм³ и минимумы в пределах 150...180 мг/дм³. Современные максимумы фактической концентрации сульфатов находятся в пределах 620...670 мг/дм³ с минимумами летних месяцев от 400...480 мг/дм³. Эти же показатели для створа Казалы при условно-естественном периоде отмечались на уровне 300 мг/дм³ и с летними минимумами 140...145 мг/дм³. Современный зимний максимум концентрации находится на отметке 650...670 мг/дм³, тогда как летний минимум составляет порядка 500 мг/дм³. Такая же картина характерна и для 50 % обеспеченности. При 75 % и 95 % обеспеченностях нарушенного режима зимние максимумы концентрации сульфатов зачастую переваливают отметку в 1000 мг/дм³, тогда как летние минимумы находятся на уровне 400...600 мг/дм³, т.е. многократно превышают предельно-допустимые концентрации.

Тенденция роста хлоридов также очевидна для всех рассматриваемых створов. Например, в настоящее время во внутригодовом распределении хлоридов отсутствуют ярко выраженные зимние максимумы и летние минимумы, характерные для условно-естественного периода гидрологического режима. Естественные максимумы в 50...60 мг/дм³ на современном уровне находятся в пределах 100...140 мг/дм³, а летние же минимумы возросли от 20...30 мг/дм³ до 250 мг/дм³. При 75 и 95 % обеспеченностях современные максимумы достигли отметки 400 мг/дм³, тогда как эти максимумы при условно-естественном периоде гидрологического режима никогда не превышали 100 мг/дм³. Современные же минимумы концентрации хлоридов, находящиеся в пределах 200 мг/дм³, превышают естественные минимумы в 4-е раза. Подытоживая анализ изменения внутригодового рас-

пределения общей минерализации и групп главных ионов, необходимо подчеркнуть, что, за исключением кальция и гидрокарбонатов, произошли коренные изменения как во внутригодовом ходе, так и в фактических их концентрациях, сопровождающихся только ростом. Обратный процесс наблюдается в отношении кальция и гидрокарбонатов, т.е. их повсеместное уменьшение. Общим является то, что во внутригодовом распределении всех рассматриваемых ингредиентов на современном уровне отсутствуют зимние максимумы и летние минимумы, больше стало места для стохастичности чуждых в условно-естественном периоде гидрологического режима.

В современных условиях р. Сырдарья подвергается загрязнению на всем ее протяжении, т.е. в пределах Узбекистана и Казахстана. При этом немалую лепту в загрязнение водотока привносит Республика Узбекистан. Например, по результатам анализа данных Казгидромета видно, что в 1996 году на трансграничном участке реки (с. Кокбулак) в воде содержались фенолы и нитраты, превышающие в среднем ПДК в 4 раза. Максимальные концентрации нитритов были на уровне 25 ПДК, фенолов 6 ПДК, нефтепродуктов 5 ПДК.

В нижнем течении реки, т.е. на ГП Тюмень-Арык, Кызылорда, Казалы обнаруживаются еще большие загрязнения. Анализ «Ежегодных данных качества поверхностных вод» показывает, что в этих створах содержание нефтепродуктов в среднегодовом исчислении достигало уровня 9 ПДК, сульфатов – 7 ПДК, нитритов – 4 ПДК, при максимальных концентрациях сульфатов 8 ПДК, нитритов – 5 ПДК и нефтепродуктов – 10 ПДК. Из группы тяжелых металлов постоянно присутствует медь и с мая по июль их содержания отмечены на уровне 1,5 ПДК при максимальных показателях 3 ПДК. Уровень загрязненности р. Сырдарья гексахлораном в створе ГП Казалы достигал 5,7 ПДК, линданомом – 2,6 ПДК. При этом необходимо отметить, что хлорорганические пестициды не имеют лимитирования в виде ПДК. Поэтому в отношении ПДК пестицидов нами принимается нижний порог чувствительности атомно-абсорбционного метода.

Как правило, гидробиологические исследования на р. Сырдарье проводятся по фито- и зоопланктону. В настоящее время фитопланктон в водотоке представлен 47 видами и формами водорослей. Во время весеннего половодья обычно преобладают диатомовые, тогда как в летний период – синезеленые водоросли с участием пировых и золотистых водорослей, что очевидно, связано с биогенными нагрузками в водотоке. К осен-

ней межени опять проявляется активность диатомовых водорослей с индексом сапробности от 1,75 до 2,10.

В зоопланктонном сообществе имеются 23 вида, из них: 12 колероваток, 7 ветвистоусые, 4 веслоногие. Причем, трансграничный участок с Республикой Узбекистан является самым уязвимым местом для зоопланктонного сообщества из-за сильной загрязненности транзитного стока. Такая же картина наблюдается на отрезке между ГП Кызылорда и ГП Казалы, где практически отсутствуют эти сообщества, что связано прежде всего с сильным загрязнением реки.

Комплексная оценка качества поверхностных вод и классификация водотока по степени загрязнения.

Главные ионы

Р. Сырдарья по степени загрязнения главными ионами классифицируется:

- при $P = 25$ % обеспеченности – высоким уровнем загрязнения (КИЗВ = 3,69);

- при $P = 50$ % обеспеченности – высоким уровнем загрязнения (КИЗВ = 3,41);

- при $P = 75$ % обеспеченности – высоким уровнем загрязнения (КИЗВ = 3,59);

- при $P = 95$ % обеспеченности – высоким уровнем загрязнения (КИЗВ = 3,73);

- в 2003 году – высоким уровнем загрязнения (КИЗВ = 3,24).

Органические вещества

Р. Сырдарья по степени загрязнения органическими веществами классифицируется:

-при $P = 25$ % обеспеченности – умеренным уровнем загрязнения (КИЗВ = 1,76);

- при $P = 50$ % обеспеченности – умеренным уровнем загрязнения (КИЗВ = 1,63);

- при $P = 75$ % обеспеченности – высоким уровнем загрязнения (КИЗВ = 9,48);

- при $P = 95$ % обеспеченности – высоким уровнем загрязнения (КИЗВ = 9,69);

- в 2001 году – нормативно-чистый класс (КИЗВ = 0,37).

Биогенные вещества

Комплексная оценка и классификация р. Сырдарьи по степени загрязнения биогенными веществами характеризуется:

- при $P = 25$ % обеспеченности с КИЗВ = 1,79 и классом умеренного уровня загрязнения;
- при $P = 50$ % обеспеченности с КИЗВ = 0,95 и классом нормативно-чистая;
- при $P = 75$ % обеспеченности с КИЗВ = 0,98 и классом нормативно-чистая;
- при $P = 95$ % обеспеченности с КИЗВ = 1,64 и классом умеренного уровня загрязнения;
- в 2003 году с КИЗВ = 1,21 и классом умеренного уровня загрязнения.

Тяжелые металлы

Комплексная оценка и классификация р. Сырдарьи по степени загрязнения ионами тяжелых металлов характеризуется:

- при $P = 25$ % обеспеченности с КИЗВ = 2,33 и классом умеренного уровня загрязнения;
- при $P = 50$ % обеспеченности с КИЗВ = 2,59 и умеренного уровня загрязнения;
- при $P = 75$ % обеспеченности с КИЗВ = 3,25 и классом высокого уровня загрязнения;
- при $P = 95$ % обеспеченности с КИЗВ = 2,64 и классом умеренного уровня загрязнения;
- в 2003 году с КИЗВ = 5,33 и классом высокого уровня загрязнения.

Хлорорганические пестициды

Комплексная оценка и классификация р. Сырдарьи по степени загрязнения хлорорганическими пестицидами характеризуется:

- при $P = 25$ % обеспеченности с КИЗВ = 31,04 и классом чрезвычайно высокого уровня загрязнения;
- при $P = 50$ % обеспеченности с КИЗВ = 87,44 и чрезвычайно высоким уровнем загрязнения;
- при $P = 75$ % обеспеченности с КИЗВ = 67,02 и чрезвычайно высоким уровнем загрязнения;
- при $P = 95$ % обеспеченности с КИЗВ = 60,67 и чрезвычайно высоким уровнем загрязнения.

Очевиден факт перехода р. Сырдарьи из разряда гидрокарбонатного класса кальциевой группы в разряд сульфатного класса натриевой группы.

Принципы экологического нормирования.

Современное нарушение речной экосистемы под влиянием хозяйственной деятельности человека в различных физико-географических зонах происходит неоднозначно и зависит от интенсивности освоения территории, положения, сложности и продуктивности экосистем. Под влиянием антропогенных факторов изменяются как структурная организация речных экосистем, так и функциональные свойства.

В зависимости от характера и степени воздействия антропогенных факторов в речной экосистеме происходит либо усложнение, либо упрощение структуры, а иногда и полная ее трансформация и формирование новых, не свойственных естественным природным образованиям, т.е. антропогенных техногеосистем.

По мнению профессора Ж.С. Мустафаева разработки методологических основ оценок экологически допустимых норм воздействия на окружающую среду в бассейнах рек были выполнены в двух направлениях:

- определение оптимальной оросительной способности водоисточников (А.Н. Костяков, В.А. Кутергин [8]; Б.Г. Коваленко [6]; К.И. Шавва [16]; Л.М. Рекс [14]; И.М. Панасенко, А.К. Заурбеков, Т.И. Нарбаев [12]; К.П. Арент [2]; А.К. Заурбеков [5]; М.Г. Голченко, Е.А. Стельмах [4]);

- определение экологически допустимых изъятий речных вод (Д.Я. Раткович [13]; А.В. Яцык [17]; Б.В. Фащевский [15]; И.П. Айдаров, Е.В. Венецианов, Д.Я. Раткович [1]; Л.Ж. Мустафаева, К.Ж. Мустафаев, К.Б. Койбагарова [10]; В.С. Ковальский [7]; Л.Ж. Мустафаева, М.А. Сейдуалиев [11]; Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, Л.Ж. Мустафаева [9]; М.Ж. Бурлибаев [3]).

При такой постановке проблема экологической безопасности в речном бассейне может быть расчленена на несколько составляющих, т.е. детерминированных через единство конечной цели, а глобальные противоречия между антропо- и биосферой преодолеваются путем превращения его в ряд локальных противоречий, разрешаемых, как правило, на основе различных методологических подходов.

Анализ наиболее распространенных систем оценок уровня антропогенного изменения биоты показывает, что различие между технократической и биотической позициями заключается, в первом случае понятием общего воздействия формируемого путем соединения различных детально детерми-

нированных антропогенных факторов, тогда как во втором по такому принципу формируется понятие биоты. Другой же элемент рассматриваемой системы «антропогенное воздействие – речная экосистема» при всех случаях априори принимается интегральным. Внутренняя противоречивость такого подхода заключается в различиях принципов формирования критериев, оценивающих состояние одинаково сложных взаимодействующих объектов.

Методологическим основанием проблемы экологического нормирования сегодня является идея построения в той или иной форме эмпирической кривой «доза-эффект» путем достаточно долгих измерений в биоте речной экосистемы во времени, что не всегда оправдано из-за отсутствия статистических данных экологического мониторинга в речных бассейнах. Здесь, следует подчеркнуть, что в настоящее время для речных бассейнов под экологическим мониторингом подразумеваются гидрологические, гидрохимические и гидробиологические мониторинги. Как показывает практика этих мониторингов недостаточно, чтобы назваться экологическим мониторингом, ибо речная экосистема как интегральный показатель содержит и другие компоненты природного комплекса, выходящие далеко за рамки водной толщи. И как следствие, природоохранное нормирование современности основывается и ограничивается на таких гидрохимических показателях как ПДС и ПДК.

По мнению авторов, существующее **природоохранное нормирование имеет существенные недостатки, выражающиеся в отсутствии:**

- единой концепции природоохранного нормирования, определяющей цели и критериев оценок состояния речных экосистем при тех или иных антропогенных воздействиях;
- унифицированных принципов и методов экологического нормирования как на межгосударственном, так и национальном уровнях, четких требований к обоснованности, надежности и периодической коррекции норм и регламентов экологической безопасности;
- пространственно-временной дифференциации и ограничений на использование экологических нормативов применительно к различным природным зонам и для охраны целых речных экосистем, а не только отдельных их компонентов;
- достаточных эмпирических данных и адекватных процедур экологической диагностики состояния речных экосистем, физических и математических моделей речных экосистем;
- организационных и материально-технических условий для широкого развертывания научно-исследовательских и опытно-конструкторских

работ по проблемам обеспечения экологической безопасности, включая и экологическое нормирование.

Сложная структура речных экосистем и комплексный характер антропогенных воздействий делают неизбежным построение общего методического подхода к выделению пороговых ограничений при их взаимодействии на принципах редукционизма, главный из которых гласит, что свойства речной экосистемы однозначно определяются свойствами ее элементов (компонентов) и структурой их связей. Иначе говоря, общий подход к разработке способов определения биологических, гидрологических и гидрохимических ограничений антропогенных факторов напрямую вытекает из допущения, что суммарное воздействие всех антропогенных факторов на биоту равнозначно по последствиям сумме этих воздействий. В этом случае методология решения проблемы должна строиться на принципе дифференцированного рассмотрения поведения антропогенных поллютантов в транзитных и депонирующих средах.

Как следует из схемы формирования антропогенных нагрузок на речные экосистемы, применение любой современной технологии использования водных ресурсов сопровождается появлением каких-либо антропогенных факторов. Распространяясь в транзитной среде, они образуют зону антропогенного поражения, в границах которой речная экосистема испытывает антропогенную нагрузку. В результате чего меняется значение тех или иных жизнеобеспечивающих факторов для объектов биоты, что и приводит к ее последующей деградации. Отсюда вполне очевидно, что последовательность действий по созданию регламентирующих показателей антропогенных воздействий, т.е. экологическое нормирование нагрузок должна строиться на основе обратной связи и логики.

В рамках предлагаемой модели строения биоты речных экосистем устанавливаются закономерности изменения жизнеобеспечивающих факторов, затронутых антропогенным воздействием, и диапазон толерантности к нему видов эдификаторной синузии. На основе этих данных определяется биологический норматив допустимого воздействия. Исходя из этого, предлагается следующий подход **разработки экологических норм, в основе которых должен лежать системный подход и ряд обусловленных им принципов:**

- цели: приоритет учета долгосрочных последствий над краткосрочными, региональных над локальными (национальными);

- саморегуляция: учет при планировании и проектировании не только положительных, но и всей совокупности отрицательных обратных связей, включая и те из них, которые могут возникнуть на самих поздних этапах реализации проекта;

- «доза – эффект»: разная степень поражения речной экосистемы по соотношению пораженных и непораженных частей пространства, занятого экосистемой, что является интегральным показателем внутрисистемного резерва и критерием для определения предельных уровней воздействия на речную экосистему;

- «лимита»: вытекает из общих представлений о лимитирующих (критических) факторах и связях в сложных системах – нагрузка, допустимая для самого уязвимого по отношению к ней элемента системы, предполагаемая допустимой для речной экосистемы в целом;

- максимального использования внутрисистемных сил, способных действовать в желательном направлении и компенсировать антропогенное воздействие при незначительных дополнительных условиях;

- неуклонного снижения удельной антропогенной нагрузки на каждом шаге социально-экономического развития, как единственно возможный путь стабилизации или снижения экологического риска.

Исходя из вышеизложенного, экологические нормативы, наряду с концентрациями загрязняющих веществ (гидрохимический режим) и гидробиологическим ограничением, должны включать ограничения на объемы изъятия вод (отраслями экономики: сельское хозяйство, гидроэнергетика и водный транспорт, рыбо-прудовое хозяйство, жилищно-коммунальное хозяйство, промышленность и т.д.) из источника (т.е. упорядочение гидрологического режима путем восстановления гидрографа естественного внутригодового распределения стока), допустимые изменения его водного режима (обоснование экологического и потенциально свободного стока рек), тепловой нагрузки (температурный режим), кислородный режим. Кроме этого экологическое нормирование должно обеспечить: сохранение видового разнообразия и воспроизводства флоры и фауны речной экосистемы; затопления пойменных лугов и дельтовых участков в период весеннего половодья и паводков; промывку почв пойменных лугов и дельтовых участков; сток взвешенных наносов с площади водосбора (естественного происхождения), а не в результате русловых процессов. Только при обеспечении вышеуказанных условий нормирование можно назвать экологическим нормированием антропогенных факторов на речную экосистему.

В заключении для определения первоочередности экологического нормирования речных экосистем с напряженным экологическим состоянием предлагается в качестве критерия индекс экологической напряженности:

$$I_{эн} = \left[\left(\sum_{i=1}^n C_{in} / \mathcal{E}H_{in} \right) / n + \left(K \frac{V}{W} \right) \right],$$

где C_{in} – фактические показатели: видового разнообразия и воспроизводства флоры и фауны речной экосистемы; затопления пойменных лугов и дельтовых участков в весенний период; гидрологического режима; гидрохимического режима; гидробиологического режима; кислородного режима; температурного режима; стока взвешенных наносов. n – количество компонентов речной экосистемы, подлежащих экологическому нормированию. $\mathcal{E}H_{in}$ – экологические нормы компонентов речной экосистемы. V – годовой валовый продукт, производимый в пределах площади водосбора в год, млрд. тенге. W – годовой сток рек и эксплуатационные запасы подземных вод, млрд. м³. K – формализованный коэффициент (млрд. тенге / млрд. м³) для получения индекса экологической напряженности в безразмерном виде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айдаров И.П., Венецианов Е.В., Раткович Д.Я. К проблеме экологического возрождения речных бассейнов //Водные ресурсы. – 2002. – Том 29, №2. – С. 240-252.
2. Арент К.П. Оптимизация расчетной обеспеченности орошения //Комплексное использование водных ресурсов юга Европейской территории страны. – М.: 1979. – С. 132-141.
3. Бурлибаев М.Ж. О принципах допустимого объема изъятия речных вод и обоснования экологического стока рек //Гидрометеорология и экология. – 2003.- №4. – С. 88-101.
4. Голченко М.Г., Стельмах Е.А. Методические рекомендации по определению расчетной обеспеченности орошения в Белоруссии. – Горки: БелСХИ, 1978. – 58 с.
5. Заурбеков А.К. Выбор оптимального варианта орошаемой площади в бассейне реки: Учебное пособие. – Ташкент, 1987. – 86 с.
6. Коваленко Б.Г. Ирригационно-энергетическое использование рек. – Фрунзе: АН Киргизский ССР, 1965. – 239 с.
7. Ковальский В.С. Комбинированное использование ресурсов поверхностных и подземных вод. – М.: Научный мир, 2001. – 321 с.

Сондықтан сушаруашылық тепе-теңдігін құрастырғанда «өзен экожүйесін қорғау» осы тепе-теңдіктің дербес мүшесі ретінде өзіндік статьясы жоқ. Құлдыраған өзен кешендерін қалпына келтіру үшін өзен экожүйесі сушаруашылық тепе-теңдігінің маңызды мүшесі болуы және бірінші кезекте сумен қамтамасыз етілуі қажет. Мақалада экологиялық ағынды негіздеу үшін негізгі критеріі болып жер беті суларының сапасы көрсетілген.