



Актуальные водные проблемы и роль науки в их решении

Зырянов Валерий Николаевич

Доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией гидродинамики Института водных проблем Российской академии наук, заместитель главного редактора журнала «Водные ресурсы»

Существование биосферы, развитие экономики и человечества немыслимо без воды в необходимом количестве и требуемого качества. Вода, как один из компонентов природной среды, участвует во всех сферах производственной деятельности человека. Ежегодно использование воды намного превосходит массу всех других вместе взятых добываемых минеральных ресурсов.

На единицу выпускаемой и выращиваемой продукции расходуется огромное количество воды, к примеру: бумаги – 300 м³/т, пластмассы – 500, алюминия – 1500, резины – 2500, пшеницы – 1500, риса – 7000, хлопка – 10000 м³/т. На приготовление одной чашки кофе уходит 140 литров воды (имеется в виду весь процесс – от выращивания зерен до приготовления кофе); примечательно, что на производство одного гамбургера уходит в общей сложности 2400 литров воды (рацион коровы, полив пшеницы и овощей) [3]. По прогнозу ООН, численность населения мира к 2050 году может достигнуть 7,7 млрд. человек (минимальный уровень прогноза) или 10,6 млрд. человек (максимальный уровень прогноза) [2]. При таком росте населения водные ресурсы становятся во многих регионах мира главным фактором, лимитирующим развитие хозяйства и влияющим на деградацию среды обитания человека.

Ситуация с водными ресурсами в мире в целом складывается неблагоприятная. Дефицит водных ресурсов наблюдается во многих регионах мира, качество воды практически везде неудовлетворительное и требует улучшения. Возобновляемые водные ресурсы в мире оцениваются сейчас в 42700 км³/год. В 2000 г. население мира достигло 6083 млрд. человек и потенциальная водообеспеченность в среднем на человека составила 7,2 тыс. м³/год. За период с 1970 по 2000 год средняя водообеспеченность на человека в мире уменьшилась в 1,7 раза с 12,9 тыс. м³/год до 7,2 тыс. м³/год из-за прироста населения на 2,4 млрд. человек [5].

В большинстве регионов мира речной сток крайне неравномерно распределен в течение года, основная его часть приходится на паводковый период (60 – 70%), доля меженного стока составляет всего 2 – 10% годового. Суммарное водопотребление в мире в 1995 году составило 3750 км³/год, безвозвратное – 2280

км³/год. К 2025 году прогнозируется увеличение суммарного водопотребления до 5200 км³/год [6]. В развитых странах и в странах с ограниченными водными ресурсами увеличение водопотребления ожидается на 15 – 35%, в развивающихся странах, имеющих достаточные водные ресурсы, рост водопотребления может составить 100 – 200%. В настоящее время 57% полного и 70% безвозвратного водопотребления в мире приходится на Азию, где расположены основные орошаемые земли. Суммарная площадь орошения в мире в 1995 г. составила 254 млн. га, а к 2025 году прогнозируется до 330 млн. га. Наиболее интенсивный рост водопотребления в ближайшее десятилетие ожидается в Африке и Южной Америке (в 1,5 – 1,6 раза), наименьший – в Европе и Северной Америке (в 1,2 раза) [5].

По данным Института мировых ресурсов, к середине XXI века более чем 1/5 часть населения мира будет жить в условиях засухи, 2,43 млрд. человек как минимум в 40 странах будут страдать от недостатка воды. Примерно 1,5 млрд. человек относятся к категории абсолютно бедных, что составляет почти 1/4 часть населения планеты. Для достижения хотя бы среднего уровня жизни потребуется резко увеличить добычу, переработку сырья, производство энергии и, как следствие, изъятие воды из водоисточников. Все это создаст дополнительную нагрузку на природную среду и ухудшит экологическую ситуацию на Земле.

Антропогенное воздействие на гидросферу привело к резкому ухудшению качества вод в большинстве районов мира. В Российской Федерации, к примеру, в Поволжье, на Урале и в Южных районах Сибири ситуация с водообеспечением близка к критической. Вода, наряду с почвой, является носителем и аккумулятором всех загрязнений. Вода из источника жизни часто превращается в смертельную опасность. Известное высказывание Луи Пастера, что 80% болезней мы выпиваем с водой, подтверждает эту мысль. В.И.Вернадский писал: «Все природные воды, где бы они ни находились, теснейшим образом связаны между собой и представляют единое целое» [5]. Отсюда следует, что загрязнение водной среды представляет глобальную угрозу для человечества. Ясно, что, какие бы совершенные технологии ни внедрялись, прямо или косвенно человек будет воздействовать на гидросферу Земли, поэтому борьба за чистоту гидросферы должна быть глобальной. И это надо иметь в виду всегда!

Принцип предотвращения загрязнения взамен борьбы с последствиями загрязнения вод на основе безотходных и маловодных технологий должен быть одним из приоритетных принципов для охраны водоемов от загрязнения. Устойчивое развитие регионов обеспечивается оптимальным сочетанием экономических, социальных и экологических факторов. В этом тройственном союзе требования социально-экономического благополучия населения входят в противоречие с экологическими. Получение высокой прибыли зачастую достигается экономией на природоохранных мероприятиях. Как правило, используются дешевые и старые технологии, которые влекут загрязнение окружающей среды и нарушение условий

жизни человека и, как следствие, повышается заболеваемость населения, происходит деградация экосистем, снижение биоразнообразия, ухудшается рекреационный и эстетический потенциал природы. С другой стороны, большие инвестиции в экологическую безопасность снижают прибыль производства, приводят к удорожанию продукции, что сказывается на зарплате сотрудников и их материальном обеспечении. Результатом этого являются негативные последствия – снижение рождаемости, снижение возможности получения качественного медицинского обслуживания.

Возросшая антропогенная нагрузка на водоемы во многих случаях привела к необратимым экологическим последствиям. Это послужило импульсом к изменению отношения общества к влиянию хозяйственной деятельности на состояние природных объектов. Изменились оценки водно-хозяйственных систем как природно-технических комплексов, были сформулированы проблемы их устойчивого развития, под которым понимается достижение поставленных целей при согласовании экономических, социальных и экологических потребностей [1].

Маловероятно, чтобы рыночная экономика сама по себе решила эти вопросы в пользу экологического благосостояния населения. С точки зрения рыночной экономики, гораздо выгоднее держать плохо информированное население, нежели вкладывать капитал в новые технологии и решать экологические проблемы. К сожалению, следует признать, что сознание населения в большей степени ориентировано на предпочтение высоких доходов в ущерб сохранению природы. И такой стереотип мышления надо изживать! Необходимо развитие системы ограничений антропогенных воздействий на водную среду с позиций экологии и принципа предотвращения загрязнения на основе безотходных и малоотходных технологий, внедрение которых будет экономически выгодней постоянных штрафов за загрязнение среды.

Экологическая политика должна основываться на приоритете чистой воды, как основы сохранения здоровья населения и жизнеобеспечивающих условий: устойчивого функционирования водных и наземных экосистем, эффективности производства и качества сельскохозяйственной продукции, воспроизводства рыбных ресурсов, рекреационного и эстетического потенциала водных объектов. В вододефицитных районах необходимы упорядочение и рационализация размещения производительных сил, в особенности водоемкого производства, а также учет водного фактора и демографии при проведении социально-экономической политики.

В настоящее время многое достигнуто в научном познании природных процессов, развиты теории и созданы модели для их адекватного описания в пространстве и во времени. Несмотря на теоретические достижения, на практике при проектировании водохозяйственных систем сохраняется большой разрыв между теоретическими проработками и их практической реализацией. Часто используются упрощенные

схемы – расчеты, плохо соответствующие реальным условиям, что приводит к негативным последствиям. Строительство оросительных систем, даже при наличии дренажа, вызывает подъем грунтовых вод и, как следствие, подтопление, засоление и солонцевание земель. В настоящее время в мире вторичному засолению подвержены орошаемые земли на площади более 1 млн км², ежегодно из сельхозоборота выбывает до 10 тыс. км² ранее орошаемых земель [5].

Рассмотрение водного объекта в отрыве от прилегающей территории может привести к непредсказуемым ошибкам и последствиям. Особую важность, в частности, представляют оценки запасов подземных вод и расчеты подрусловых потоков. Все протекающие в водоемах и водотоках процессы взаимосвязаны, их необходимо изучать в трехмерном пространстве в нестационарных условиях с учетом метеорологических, гидрологических, гидрогеологических, гидрофизических, гидрохимических и гидробиологических факторов. Следует отметить, что решения водно-экологических проблем приходится искать на стыке научных дисциплин, имеющих разную математическую основу, что вынуждает прибегать к схематизации и приближенным методам решения. Главенствующая роль принадлежит гидрофизическим процессам. Вместе с тем, гидрохимические и гидробиологические факторы в свою очередь оказывают влияние на гидрофизические процессы, изменяя плотность и вязкость воды за счет взвеси и развития планктона, рассеяния и поглощения солнечной радиации, изменения кислородного режима.

Научные исследования процессов, происходящих в водных объектах, крайне необходимы для разработки методов прогноза их изменения. Поучителен пример экологической трагедии Аральского моря. Разбор вод Амударьи и Сырдарьи на нужды орошения вызвал падение уровня моря, которое спровоцировало прогрессирующее испарение с его поверхности. Интересно, что в соответствии с законами физики испарение с акватории моря при увеличении солености вод должно было уменьшаться, но на практике оно стало все более прогрессировать. В довершение всех бед, постигших этот район по вине человека, добавилась и природная тепловая катастрофа. В истории Арала ранее были известны 11-летние нестационарные фазы подъема и падения уровня, которые можно интерпретировать как проявление тепловой неустойчивости водоема. Наличие этих фаз должно было послужить научным предостережением о малом запасе устойчивости Арала, которое проявилось в том, что падение объемов речного стока привело к катастрофическому падению уровня моря. Ситуация в чем-то напоминает хорошо известную в математике проблему аттрактора в теории динамических систем, когда решение системы под влиянием малых возмущений резко переходит с одного режима на другой.

В международных речных бассейнах крайне важно наладить тесное сотрудничество между граничащими государствами, решать споры и конфликты с

целью оптимального использования и совместного управления трансграничными водными ресурсами бассейна, сохранять и улучшать качество воды, останавливать деградацию экосистемы. Природа загрязнения водной среды, в том числе путем трансграничного переноса загрязненных воздушных масс, такова, что требует согласованности действий и тесной кооперации всех государств для бережного отношения к водным ресурсам.

Огромная ответственность в решении водных проблем ложится на науку. Именно наука призвана изучать и систематизировать знания о гидросфере, разрабатывать научно обоснованные стратегии использования водных ресурсов и интегрированного управления ими в разных регионах [1]. Основополагающая роль в разработке и обосновании стратегий управления водными ресурсами принадлежит математическому моделированию. На сегодняшний день хорошо развиты потоковые модели, описывающие функционирование водно-ресурсных систем и позволяющие осуществлять оптимальное управление их качеством в непрерывном и дискретном времени [4].

Прекрасной платформой для широкого обмена информацией и научными знаниями между учеными разных стран должен стать новый электронный журнал «Интегрированное управление водными ресурсами в Центральной Азии (ИУВР в ЦА)», который, без сомнения, займет важное место в научной и просветительской сфере.

Литература

- [1] Данилов-Данильян В.И., Пряжинская В.Г., Хранович И.Л., Ярошевский Д.М. (2006): Управление водным хозяйством на современном этапе / В кн. “Обоснование стратегий управления водными ресурсами”. М.: Научный мир. 336 с.
- [2] Кузык Б.Н. (2006): Россия и мир в XXI веке. М.: Институт экономических стратегий. 639 с.
- [3] Львов Д.С. (2007): Россия: рамки реальности и контуры будущего. М.: Институт экономических стратегий. 118 с.
- [4] Хранович И.Л. (2013): Управление водными ресурсами. Потоковые модели. М.: Научный мир, 390 с.
- [5] Хубларян М.Г. (2009): Водные потоки в различных средах. М.: «ГЕОС», 485 с.
- [6] Шикломанов И.А. (1999): Мировые водные ресурсы и использование вод: современная оценка и прогноз на начало XXI века // “Великие реки – 99”: Тезисы докладов Международной конференции по проблемам экологического оздоровления великих рек мира. Т. 1, Нижний Новгород.