

ПРИРОДА

№ 6, 2005 г.

На форуме гидрологов: оценки, эксперименты, прогнозы

© “Природа”

Использование и распространение этого материала
в коммерческих целях
возможно лишь с разрешения редакции



Сетевая образовательная библиотека “VIVOS VOCO!”
(грант РФФИ 03-07-90415)

vivovoco.nns.ru
vivovoco.rsl.ru
www.ibmh.msk.su/vivovoco

На форуме гидрологов: оценки, эксперименты, прогнозы

Широкий круг научных и хозяйственных проблем рассматривался на VI Всероссийском гидрологическом съезде, который проводился в Санкт-Петербурге с 28 сентября по 1 октября 2004 г. В работе съезда приняли участие более 500 представителей научных, проектных, учебных и производственных организаций Российской Федерации, стран СНГ и ряда других. Было заслушано около 200 устных докладов, представлено 275 стендовых. Кроме того, на двух круглых столах обсуждались проблемы гидрологического образования и трансграничного переноса воды, наносов и загрязняющих веществ.

За последние десятилетия под влиянием изменений климата и воздействия антропогенных факторов на территории России существенно изменились водный баланс, состояние водных ресурсов и режим водных объектов, качество природных вод. Обострились межтерриториальные и межотраслевые споры по управлению, использованию и распределению водных ресурсов.

Экономический кризис 90-х годов отразился на состоянии гидрологии в России и других странах СНГ: сократилась наблюдательная сеть, снизилось качество гидрологических прогнозов, резко уменьшились объемы научных исследований, экспериментальных и экспедиционных работ. Многие гидротехнические сооружения (ГТС) находятся в аварийном состоянии (20% из 30 тыс. ГТС). Все сложнее проводить проектные и изыскательские работы, остро не хватает молодых специалистов.

И все же основной производственный и научный потенциал науки о воде сохранился, а в последние годы даже отмечаются некоторые позитивные сдвиги, например в области расчетов стока и водного баланса, оценки ресурсов поверхностных и подземных вод и их качества, изучения гидрофизических и русловых процессов.

Организаторам съезда удалось собрать и опубликовать материалы съезда в семи отдельных книжках под общим названием «Тезисы докладов VI Всероссийского гидрологического съезда. 28 сентября — 1 октября 2004 г. Санкт-Петербург». Первая составлена из тезисов пленарных докладов. Названия шести других книг совпадают с названиями секций, работавших на съезде:

- 1) состояние и перспективы развития систем гидрологических наблюдений и информационное обеспечение потребителей;
- 2) наводнения и другие опасные гидрологические явления: оценка, прогноз и смягчение негативных последствий;
- 3) водный баланс, ресурсы поверхностных и подземных вод, гидрологические последствия хозяйственной деятельности и изменений климата; уязвимость и адаптация социально-экономической сферы;
- 4) экологическое состояние водных объектов. Качество вод и научные основы их охраны;
- 5) гидрофизические явления и процессы. Формирование и изменчивость речного стока, гидрологические и водохозяйственные расчеты;
- 6) проблемы русловых процессов, эрозии и наносов.

Мы предлагаем вниманию читателей рефераты некоторых материалов, которые дают представление о широком спектре проблем, прозвучавших на форуме гидрологов.

Водные ресурсы

На основе анализа данных за 1936—2003 гг. среднемноголетние возобновляемые водные ресурсы России, включая подземные воды, дренируемые речными системами, составляют 4348 км³ в год. Из них 4113 км³ сформированы на территории страны, а 235 км³ — приток с со-

предельных территорий. Возобновляемые подземные водные ресурсы, не связанные с речным стоком, приблизительно оцениваются в 276 км³/год.

Среди шести стран, обладающих наибольшими водными ресурсами (Бразилия, Россия, Канада, США, Китай, Индия) по абсолютной величине Россия за-

нимает второе место в мире после Бразилии, по водообеспеченности населения — третье (после Бразилии и Канады), а по водообеспеченности единицы территории — последнее. Современное водопотребление в России оценивается в 70 км³/год (в том числе 10 км³ за счет подземных вод), или 1.6% от водных

ресурсов; в Бразилии этот показатель составляет 0.5%, в Канаде 1.5%, в США 13.1%, в Китае 17.7% и в Индии 25.4%.

Во многих регионах России имеются серьезные проблемы с водообеспечением из-за крайне неравномерного распределения водных ресурсов по территории, очень большой их временной изменчивости (особенно в южных районах), высокой степени загрязнения. По величине местных водных ресурсов Южный и Дальневосточный федеральные округа России различаются почти в 30 раз, а по водообеспеченности населения примерно в 100; показатели водообеспеченности отдельных субъектов Федерации различаются в тысячи раз.

Среди субъектов Федерации наибольшие суммарные водные ресурсы имеются в Красноярском крае и Республике Саха (Якутия) — соответственно 947 и 896 км³/год, наименьшие — в Республике Калмыкии, Белгородской, Курганской и Курской областях (соответственно 1.83, 2.72, 3.52 и 3.70 км³/год); еще в 10 областях и республиках водные ресурсы не превышают 8 км³/год.

С 1936 по 2003 г. в России наметилась тенденция некоторого увеличения суммарных водных ресурсов. Если за период 1936—1960 гг. они оценивались в среднем в 4197 км³/год, то за 1985—2003 гг. — в 4512 км³/год; т.е. выросли на 7.5%. В последние два десятилетия водные ресурсы Северо-Западного, Центрального, Волго-Вятского и Уральского экономических регионов увеличились по сравнению с многолетней нормой на 14—27%, Северного, Восточно-Сибирского и Дальневосточного были выше на 2—6%, в то время как водные ресурсы Северо-Кавказского и Западно-Сибирского регионов практически не отличались от нормы. Существуют тенденции увеличения годового стока р.Волги и крупнейших рек, впадающих в Северный Ледовитый океан, в то время как в ряде рек

южных регионов, в частности бассейна Дона, в последние десятилетия водные ресурсы уменьшаются.

Суммарный годовой сток шести крупнейших рек, впадающих в Северный Ледовитый океан (Енисей, Лены, Оби, Колымы, Печоры, Северной Двины) с 1936 г. по настоящее время увеличился на 130 км³/год или на 7.5%. Эта тенденция коррелирует с повышением глобальной температуры воздуха. Годовой приток речных вод в океан за последние 12 лет увеличился на 210 км³/в год (по сравнению с периодом 1921—1965 гг.), т.е. за этот период океан получил дополнительно 2500 км³ пресной воды, в том числе 1500 км³ за счет стока российских рек.

В последние 20—25 лет на преобладающей части территории страны весьма существенно увеличилась водность рек в межливневый период, особенно в зимние месяцы (в ряде регионов на 60—90% по отношению к норме), что по эффективности воздействия на сток сопоставимо с регулирующим влиянием водохранилищ.

С 1965 по 1975 г. в период наиболее интенсивного развития хозяйственной деятельности водопотребление в стране выросло в 2.5 раза; с 1975 г. по 1990 г. оно практически стабилизировалось (в пределах 107—115 км³/год), что объясняется замедлением темпов роста экономики и внедрением водосберегающих технологий; с 1991 г. из-за экономического кризиса началось интенсивное уменьшение водопотребления (до 72 км³/год в 1999 г.). В последние годы объем водопотребления стабилизировался на величинах около 70 км³/год.

За последние 15—20 лет в целом по России удельная водообеспеченность (на одного жителя) заметно увеличилась, однако главный недостаток российских водных ресурсов — их крайне неравномерное распределение по территории страны, не согласующееся с потребнос-

тями в пресной воде, — еще более усугубился: в ряде южных районов в результате миграции населения, уменьшения водных ресурсов и их возрастающего загрязнения проблемы водообеспечения становятся особенно острыми.

Предварительные результаты исследования, полученные в последние годы российскими и зарубежными учеными с использованием различных климатических сценариев и гидрологических моделей, показывают, что на преобладающей части территории России в первой половине XXI в. следует ожидать увеличения водных ресурсов и уменьшения их внутригодовой неравномерности; в частности, ожидается увеличение стока в бассейнах Волги и северных рек, прогнозируется рост притока речных вод с российской территории в Северный Ледовитый океан до 10—20%. В то же время в южных регионах, в бассейнах Дона и Днепра и на прилегающих территориях, имеющих и в настоящее время ограниченные водные ресурсы, вполне вероятно их значительное уменьшение за счет изменения климата.

Бедрицкий А.И. (Росгидромет, Москва),
Хамитов Р.З. (Федеральное агентство водных ресурсов, Москва), Шикломанов И.А. (Государственный гидрологический институт, Санкт-Петербург), Зекцер И.С. (Институт водных проблем РАН, Москва) // Тезисы пленарных докладов. С.3—10.

Эксперимент «Вешние воды»

В 2002—2003 гг. в Государственном океанографическом институте (ГОИН) разработаны основы системы спутникового мониторинга сезонных процессов в устьях рек Европейской территории России (ЕТР) и осуществлен эксперимент «Вешние воды». Его информационную основу составили данные дистанционного зондирования Земли из космоса, сочетающие высокую частоту освещения природного объекта (до одного раза в сутки) со средним пространственным разрешением

ГЕОГРАФИЯ

250 м/пкс. Это позволяет отслеживать не только процессы в устьях рек, но и в прилегающих районах речного бассейна и на морской акватории за границами устьевого взморья. Данные поступали со спутниковой платформы TERRA и анализировались вместе с ежедневными материалами стандартных гидрометеорологических наблюдений в устьях рек.

В процессе эксперимента «Вешние воды» уточнены сроки и процесс весеннего вскрытия льда в устьях рек севера ЕТР; весеннего половодья в устье Волги; катастрофического паводка и послепаводковой обстановки в устье Терека; образования и динамики ледяного покрова в устье Волги и на акватории Северного Каспия.

Результаты, полученные в рамках эксперимента, подтвердили эффективность использования информации, поступающей со спутниковых платформ нового поколения. Их можно улучшить путем совершенствования существующих и разработки новых методик дешифрирования космических снимков, использованием спутниковых данных высокого разрешения (5–15 м/пкс), которые в настоящее время становятся все более доступными, а также привлечением дополнительной информации наземной наблюдательной сети. Эксперимент показал необходимость и актуальность создания современной системы мониторинга сезонных процессов в устьях рек и прибрежной зоне морей.

Горелиц О.В., Землянов И.В., Павловский А.Е. (Государственный океанографический институт, Москва) // Секция 1. С.13–15.

Гидрологическая сеть

Гидрологическая сеть России — одна из старейших и достаточно развитых сетей мира. К 1986 г. ее численность составила 4440 пунктов наблюдений, из них 3926 на реках и 514 на озерах. Однако в 1999 г. сеть сократилась до 3053 пунктов.

В настоящее время отмечается ее относительная стабилизация и даже небольшой рост. По состоянию на 1 января 2004 г. в России функционируют 3068 гидрологических постов, из них 2717 речных и 351 озерных. Сток воды измеряется на 2191 посту, сток наносов — на 706 постах; 1306 постов относятся к категории реперных, 1401 — к основным и 361 — к дополнительным. Содержание реперной и основной сети финансируются из Федерального бюджета, а дополнительная сеть за счет бюджетов местных органов власти. В среднем за период с 1986 г. гидрологическая сеть сократилась на 30.3%. Однако в районах Крайнего Севера, Сибири, на Дальнем Востоке сокращение оказалось еще более существенным.

Бобровицкая Н.Н. (Государственный гидрологический институт, Санкт-Петербург) // Секция 1. С.5–6.

Подземные воды Московского региона

Оценки естественных и потенциальных эксплуатационных ресурсов подземных вод центральных районов России проводились свыше 30 лет. За это время значительно возросла техногенная нагрузка на водосборы, заметно проявились климатические изменения, что отразилось на условиях питания подземных вод. В результате в Московском регионе на сегодня нет ни одного гидрометрического створа, где не отмечалось бы увеличение подземного стока в пределах от 0.01–0.03 до 0.15 л/с км² в год.

На 15 метеорологических станциях региона зафиксированы также положительные тренды в атмосферных осадках. За последние 30 лет их количество увеличилось здесь более чем на 100 мм, т.е. свыше 15–20% от среднегодовой нормы всего периода инструментальных наблюдений. Положительные тренды вскрыты также в среднегодовых значениях температур и, что особенно важно

для питания подземных вод, в зимних отрицательных температурах воздуха. Их сумма сократилась на 12–15°C, что привело к увеличению периода и интенсивности питания подземных вод.

Ковалевский В.С. (Институт водных проблем РАН, Москва), Семенов С.М. (Институт геоэкологии РАН, Москва) // Секция 3. С.10–12.

Наводнения и их последствия

Результаты обработки и анализа фактических данных по речным наводнениям за 1998–2003 гг. (www.dartmouth.edu/floods/) показывают, что на всех континентах земного шара за это время было зафиксировано 1119 наводнений. Наибольшее их количество было отмечено в Азии — от 40 до 50% от суммарного годового количества. Максимальное число наводнений пришлось на июнь–август — 34%, минимальное на февраль–апрель — 20%. 70% наводнений имели продолжительность от 1 до 7 дней, 14% — до 14 дней и 16% — более двух недель, в том числе 7% — свыше месяца. Свыше 90% речных наводнений были обусловлены прохождением дождей различной интенсивности и продолжительности. Что касается социально-экономических потерь, то по приблизительной оценке за 1998–2003 гг. в мире погибло 53 тыс. чел. Из мест постоянного проживания было временно эвакуировано 150 млн чел. Общий ущерб от наводнений превысил 135 млрд долл.

Истомина М.Н., Кочарян А.Г., Лебедева И.П. (Институт водных проблем РАН, Москва) // Секция 2. С.27–29.

Колебания уровня Мирового океана

Интегральный индикатор глобального водообмена — уровень Мирового океана. В настоящее время измерительная сеть уровня из более 1700 станций объединена Межправительственной океанографической ко-

миссией при ЮНЕСКО в единую международную систему GLOSS (Global Sea Level Observing System) — Глобальную систему наблюдений за уровнем моря. Исследования показывают, что до 1900 г. уровень океана поднимался со скоростью около 1 мм/год, с 1900 по 2000 г. его подъем составил около 1.5 мм/год. В настоящее время скорость подъема уровня составляет 2 мм/год.

Исследования динамики вод поверхностной части гидросферы с учетом результатов, полученных на основе климатических моделей, показывают, что уровень Мирового океана по отношению к 90-м годам прошлого столетия может возрасти на 20–30 см к 2030 г. и в пределах 50–140 см (наиболее вероятно 65 см) к концу столетия. Это повышение произойдет в основном из-за таяния ледников и повышения температуры водных масс океана. При этом особый интерес представляет необходимость корректной оценки донного таяния ледников Антарктиды, которая в настоящее время принимается близкой к 360 км³/год, что соответствует ~1 мм/год в изменениях уровня. Однако существуют и более пессимистические прогнозы, в соответствии с которыми начнет разрушаться ледяной щит Западной Антарктиды. Это обстоятельство может привести к повышению уровня уже на несколько метров.

Клиге Р.К. (Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва), Малинин В.Н. (Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург) // Секция 3. С.14–16.

Водохранилища мира

На основе созданной в Государственном гидрологическом институте базы данных по водохранилищам мира (объемом более 0.1 км³) их суммарный полный объем в 2000 г. оценивается величиной 6370 км³ (около 15% возобновляемых водных ресурсов), а суммарный полезный — 3950 км³ (9.2% возобновляемых

водных ресурсов). При этом соотношение объемов водохранилищ к водным ресурсам меняется от 0.5% в Центральной Африке, западной части Южной Америки и Океании до 38–51% в Средней Азии, Казахстане и в Северной Африке.

По оценке ГГИ, общая площадь водного зеркала всех водохранилищ в мире составляет примерно 362 тыс. км² (без площади озер).

В целом, в 2000 г. суммарные потери воды на испарение с водохранилищ мира оцениваются в 170 км³/год, что составляет 4.5% и 8.6% от полного и безвозвратного мирового водопотребления соответственно. По континентам эти величины изменяются в широких пределах: 21% и 33% для Африки, 12.5% и 26.3% — для Южной Америки, 10.8% и 22% — для Австралии, 5.5% и 4.3% — для Азии, 2.85 и 6.9% для Европы; еще большие различия имеют место для природно-экономических регионов и стран мира. В отдельных регионах и странах потери на испарение с водохранилищ намного превышают величины безвозвратного водопотребления на хозяйственные нужды.

Балонишникова Ж.А. (Государственный гидрологический институт, Санкт-Петербург) // Секция 3. С.140–142.

Прогноз наводнений в Санкт-Петербурге

В 1998–2001 г. совместными усилиями российских специалистов и фирмы «Дельфт Гидравликс» (Нидерланды) была разработана новая автоматизированная система прогноза наводнений в Санкт-Петербурге. В Северо-Западном управлении Гидрометслужбы установлена модель Балтийского моря. Сюда поступают данные из Института метеорологии и гидрологии в Норрчепинге (Швеция), где рассчитывается прогноз погоды по региону Северная Атлантика — Северная и Центральная Европа с помощью локальной модели высокого разрешения HIRLAM. В ней в свою очередь

используется материалы из Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды из Реддинга. (Данные о ветре и давлении рассчитываются с шагом по пространству 22 км через 1 ч.) Кроме этих сведений, для прогноза уровня необходимы прогнозы расходов воды через Датские проливы, поскольку водообмен Северного моря с Балтийским — основной фактор изменения среднего уровня последнего. Эти данные поступают из гидрографической службы Германии в Гамбурге. Кроме того, учитывается пока только среднегодовой расход одной реки — Невы. Модель декодирует данные и выполняет расчет колебаний уровня в Балтийском море на следующие 48 ч. На дисплее оперативного синоптика прогностический ход уровня по станции «Горный институт» сопоставляется с фактическим в режиме реального времени. Весь процесс приема данных, расчета, выдачи и рассылки результатов по электронной почте полностью автоматизирован.

Опыт, полученный при длительном испытании системы показал, что организация приема и обработки данных надежна и проста в использовании. Результаты прогнозов по водному посту «Горный институт» для значительных подъемов воды в 2000–2002 гг. следующие: дисперсия 22 см, средняя абсолютная погрешность 17 см, коэффициент корреляции 0.85. Совершенствование новой системы продолжается.

Клеванный К.А. (Управление «Морзащита» Правительства Санкт-Петербурга, Санкт-Петербург); Дрень Л.М., Мостаманди М.С. (Северо-Западное Управление Гидрометслужбы, Санкт-Петербург) // Секция 2. С.103–104.

Состояние Аральского моря

Некогда четвертое по величине озеро в мире — Аральское море — усыхает в течение четырех десятилетий. К 2003 г. оно потеряло четыре пятых своего объема, площадь поверхности сократилась более чем на две

ГЕОГРАФИЯ

трети, уровень воды упал на 22 м, соленость воды возросла в 6–12 раз. Море отступило от берегов на 100–150 км (свыше 45 тыс. км²). С бывшего морского дна выдуваются и выносятся далеко за пределы Аральского моря более 100 млн тонн солевой пыли в год. В маловодные годы воды рек уже не доходят до нынешнего морского побережья.

Последняя гидрохимическая съемка, проведенная на акватории моря в пунктах вековых наблюдений, была выполнена в 1992 г., а с 1994 г. прекращены наблюдения за уровнем и температурой воды на береговых постах. В течение ряда последующих лет информация о состоянии моря складывалась в основном по данным спутниковых съемок и материалам небольших экспедиций.

В последние годы гидрометеорологическая сеть в районе Аральского моря постепенно восстанавливается. В дополнение к работавшим станциям Муйнак и Аральск с осени 1999 г. организованы наблюдения на станции Актумсык, расположенной на западном побережье Большого моря. С 2002 г. на Малом море открыт пост Тостубек, реконструированы посты в устьях рек Амударья и Сырдарья. При финансовой поддержке международных организаций активизировались экспедиционные наблюдения.

Водность рек бассейна Аральского моря в 2003 г. была несколько выше нормы. В течение мая–июля 2003 г. через Междуреченское водохранилище и систему озер Думалак (дельта Амударья) в Арал поступило 6.3 км³ амударьинских вод. По Сырдарье в Малое море за 2003 г. притекло 9.0 км³, из них 7.3 км³ по проливу Берга поступило на обводнение Большого моря. Многолетние данные по притоку речных вод в Аральское море показывают, что доля водных ресурсов Сырдарьи, поступающих в Арал, в последние годы постепенно

увеличивается. Резерв дальнейшего увеличения притока воды в Аральское море — повышение пропускной способности русла Сырдарьи и регулирование зимних сбросов в Арнасайское понижение.

В настоящее время по спутниковым снимкам отчетливо прослеживается разделение Аральского моря на три части — Малое море, восточную мелководную и западную глубоководную части Большого моря. Гидрометеорологическая информация, собранная участниками экспедиций в 2003 г., позволяет констатировать, что впервые за многие годы уровень Большого моря приостановил свое падение. Его годовая амплитуда в 2003 г. не превысила 10 см. Среднегодовой уровень, наблюдаемый на станции Актумсык, составил 30.3 м абс., при этом соленость в западной котловине Большого моря также стабилизировалась на значениях 82–90 г/л, характерных для 2002 г. Площадь водной поверхности Большого моря с учетом территории, обводняемой за счет сбросов из Малого моря, составляет 17687 км², объем — 109 км³. Среднегодовой уровень Малого моря в 2003 г. составил 40.2 м абс. при годовой амплитуде 25 см, площадь — 3092 км², объем — 21.8 км³. Минерализация воды, поступающая по проливу Берга из Малого моря в Большое море, согласно пробам, отобраным во время экспедиции МФСА (сентябрь 2003 г.), составляла 1.8 г/л.

Боровикова Л.Н., Горелкин Н.Е., Нурбаев Д.Д., Кудышкин Т.В. (Среднеазиатский научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Ташкент, Узбекистан) // Секция 3. С.149–151.

Загрязненность наносов на пойме Оки в районе Рязани

В среднем течении Оки исследовалась загрязненность наносов поймы на двух створах. Первый, протяженностью 5.6 км, пересекает пойму у с.Солотча и проходит по естественным

ландшафтам (пастбища, сенокосы, прирусловой кустарник, мелколесье и старичное понижение). Второй расположен в 13 км ниже по течению, пересекает пойму чуть выше г. Рязани и проходит через мелиорируемые пашни и луга.

Работы проводились с 1997-го по 2003 г., когда характеристики весеннего половодья изменялись от аномально низких уровней воды (1997 и 2002 гг.) до средневысокого в 1999 г., превысившего норму на 93 см.

Наносы отбирались на участках с различной степенью антропогенной сельскохозяйственной нагрузки с помощью специальных пластиковых матов, имитирующих травяной покров. В каждом пункте их устанавливалось по 5–10 штук.

Мощность наносов определяется в основном длительностью затопления участков поймы. На первом створе в средний паводок нагрузка достигала 111 г/м², а на втором — 656 г/м². В средневысокое половодье она возросла соответственно до 561 г/м² и 1290 г/м². Отложения наносов имеют близкую к нейтральной реакцию среды, содержание в них физической глины достигает 70%, калия в 4–12 раз, а фосфора в 2–3 раза больше, чем в подстилающей почве. Общее содержание органики с увеличением мощности наносов снижается от 52 до 12%, что связано с длительностью затопления и глубиной слоя воды. Грубый органический материал остается на ковриках на участках с небольшим слоем затопления. Данные отложения загрязнены металлами, при этом ПДК превышают железо, хром, никель и медь, приближается к ПДК цинк. По содержанию металлов в наносах и почвах прослеживается следующий ряд:

Al>Fe>K>Mg>Ca>Na>Mn>Zn>Cr>
>Ni>Cu>Hg.

Исследованиями установлено, что в среднем концентрации

тяжелых металлов в наилке на 20–25% выше, чем в верхнем слое почв. Между ними имеется тесная корреляционная связь (коэффициент корреляции 0.986). Это позволяет рассматривать отложения наносов в период половодий и паводков в качестве основного источника поступления металлов на пойменные земли.

Яшин В.М., Пыленок П.И. (Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им.А.Н.Костякова, Москва) // Секция 6. С.87–88.

Водопотребление в мире в настоящем и будущем

В рамках международных программ в Государственном гидрологическом институте выполнена оценка водопотребления в мире, которое ныне составляет 3790 км³/год (с очень большими вариациями по регионам и континентам), а также прогноз с использованием двух сценариев. Первый — условный, в нем учитывается модель развития водопотребления в мире прошедших десятилетий. Второй — сценарий устойчивого развития: эффективное улучшение технологии использования пресных вод в орошении и в промышленности с уче-

том основных факторов, определяющих специфику каждого региона.

По первому сценарию мировое водопотребление будет расти на 10–12% за каждые десять лет и увеличится к 2025 г. в 1.37 раза по сравнению с 1995 г.; наиболее интенсивный рост водопотребления следует ожидать в Африке и Южной Америке (в 1.5–1.6 раза), наименьший в Европе и Северной Америке (в 1.2 раза).

По сценарию устойчивого развития водопотребление в мире в перспективе практически стабилизируется: к 2010 г. оно возрастет примерно на 5–6%, а затем начнет снижаться и к 2025 г. будет близко к современному уровню. При этом мировое промышленное водопотребление сократится по сравнению с 1995 г. на 10%, а в Европе и Северной Америке можно ожидать уменьшения суммарного водопотребления на 22–24%.

В настоящее время примерно 40% населения Земли живут при критически высокой нагрузке на водные ресурсы и исключительно низкой водообеспеченности. По условному сценарию уже к 2025 г. такого населения станет примерно 60%.

Развитие перспективного водопотребления по сценарию устойчивого развития позволит стабилизировать нагрузку на водные ресурсы уже в ближайшие два-три десятилетия, однако удельная водообеспеченность останется на катастрофически низком уровне, поскольку ее величина главным образом определяется ростом численности населения. При этом более всего пострадает население развивающихся стран.

Темпы снижения удельной водообеспеченности зависят от двух главных факторов: от социально-экономического развития стран, входящих в регион, и от климатических условий региона. В промышленно развитых регионах удельная водообеспеченность за рассматриваемый период снизится в 1.7 раза, а в регионах, в состав которых входят развивающиеся страны, — в 4–5 раз для условий достаточного и избыточного увлажнения и 7–8 раз для условий аридного и семиаридного климата.

Шикломанов И.А., Пенькова Н.В., Балонишникова Ж.А. (Государственный гидрологический институт, Санкт-Петербург) // Секция 3. С.133–135.

**Материал подготовила
М.Ю.Зубрева**