
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ,
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ**

УДК 556.18:628.171(476)

**РЕСУРСЫ ПРЕСНЫХ ВОД И ПЕРСПЕКТИВЫ УСТОЙЧИВОГО
ВОДОСНАБЖЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

© 2013 г. М. Г. Ясовеев*, О. В. Шершнев**, Т. Г. Флерко**

*Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка
220809 Республика Беларусь, Минск, ул. Советская, 18

**Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины
246019 Республика Беларусь, Гомель, ул. Советская, 104

E-mail: natstudy@yandex.ru

Поступила в редакцию 19.07.2011 г.

Представлен анализ обеспеченности Республики Беларусь ресурсами пресных вод. Выявлены тенденции использования водных ресурсов в экономике страны за многолетний период в контексте макроэкономических показателей, выполнен прогноз водопотребления. Рассмотрены факторы, определяющие современное качество пресных вод, и возможное их состояние в будущем. Предложены мероприятия, способствующие достижению устойчивого использования ресурсов пресных вод.

Ключевые слова: водные ресурсы, пресные воды, подземные воды, водопотребление, загрязнение

DOI: 10.7868/S0321059613050064

В XX в. возросший спрос на пресную воду связывают с увеличением численности населения, промышленным развитием и расширением орошаемого земледелия. Наряду с проблемой доступности пресной воды не менее серьезной является проблема ее качества, вызванная техногенным воздействием на водные ресурсы. Использование некачественной воды представляет серьезную опасность для здоровья населения. Проблемы истощения и ухудшения качества пресной воды свойственны большинству регионов мира и характерны как для развитых, так и для развивающихся стран Азии и Африки и обусловлены климатическими, демографическими, экономическими и социальными факторами [1, 19, 20].

Исследования по оценкам глобальной и региональной водообеспеченности, проблемы качества пресных вод и прогнозы их использования в перспективе получили в различные годы широкое освещение в научных публикациях [2, 5, 8, 9, 12, 13, 15].

В современных условиях интенсивного хозяйственного освоения территорий, сопровождаемого постепенным истощением и возрастанием загрязнения пресной воды, актуальным является региональный анализ водообеспеченности и качества пресных вод. В данной работе представлены результаты анализа существующей и перспек-

тивной динамики использования пресной воды в экономике Республики Беларусь.

РЕСУРСЫ И ЗАПАСЫ ПРЕСНЫХ ВОД

Климатические и геолого-гидрогеологические условия Беларуси благоприятны для формирования ресурсов пресных вод, широкого их распространения и восполнения извлекаемой части запасов (рис. 1). Беларусь расположена в климатической зоне умеренного увлажнения со среднегодовым количеством осадков 550–720 мм, в засушливые годы снижающимся до 350 мм. На территории страны выпадает осадков в год в среднем 155.4 км³ (из них испаряется 119, стекает с речным стоком 36.4 км³). Из соседних стран транзитом поступает 20.7 км³ речных вод. Таким образом, годовой сток рек достигает 57.1 км³. Считается, что динамические (потоковые) запасы грунтовых вод соизмеримы с суммарным многолетним расходом рек в период межени, тогда их величина оценивается примерно в 56 млн м³/сут, или 20.4 км³/год [7, 18].

Беларусь обладает значительными ресурсами подземных вод: пресных питьевых (содержание солей менее 1 г/дм³), минеральных, а также подземных рассолов с концентрацией растворенных веществ от 35 до 500 г/дм³. Качество подземных вод существенно выше, чем поверхностных. По-

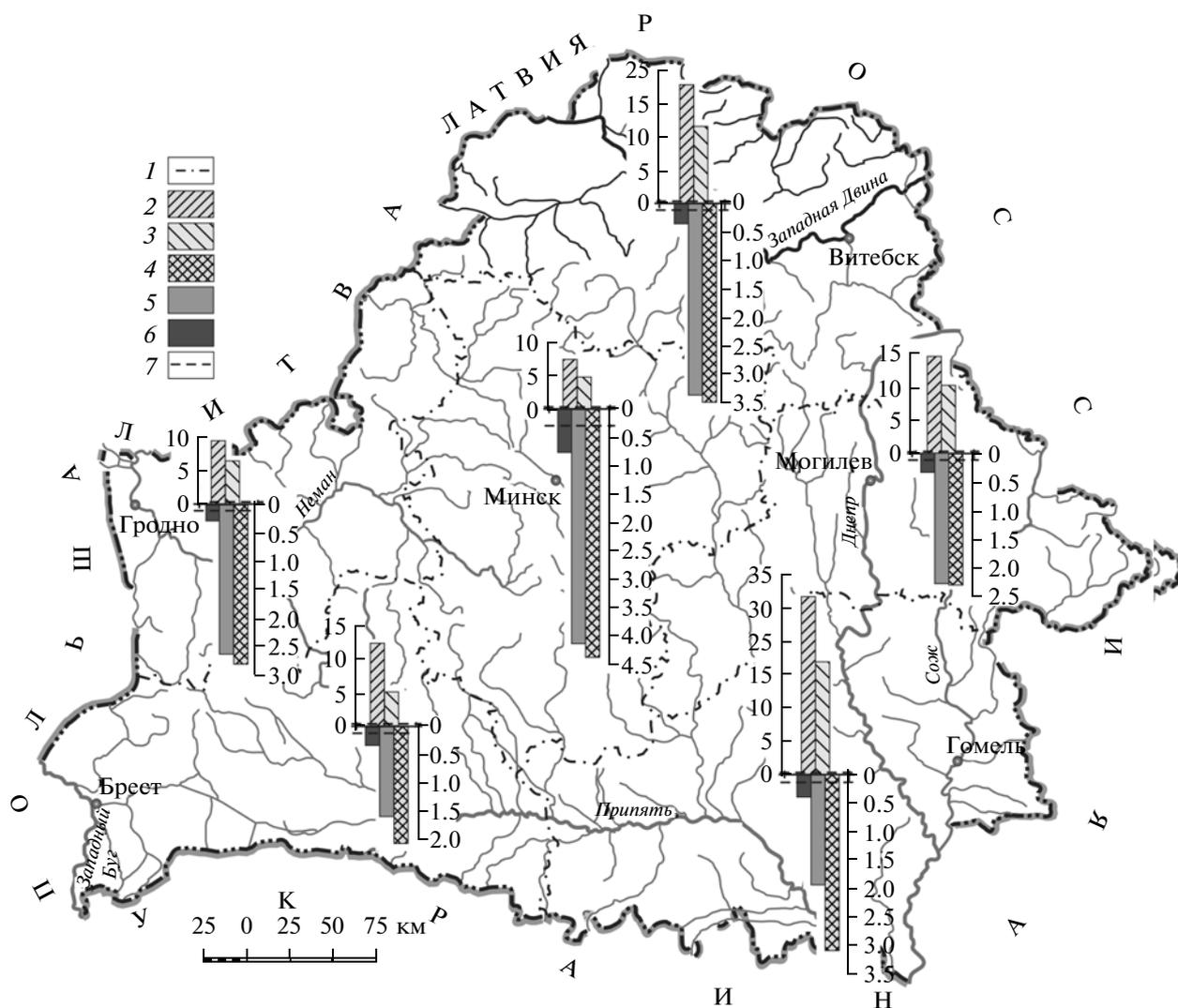


Рис. 1. Ресурсы, запасы и водозабор пресных вод в границах административных областей Беларуси, км³/год. 1 – административные границы областей, 2 – средний многолетний речной сток, 3 – речной сток обеспеченностью 95%, 4 – прогнозные эксплуатационные ресурсы, 5 – естественные ресурсы подземных вод, 6 – разведанные эксплуатационные запасы, 7 – водозабор пресных вод.

этому питьевое водоснабжение в стране базируется на эксплуатации подземных вод зоны активного водообмена, приоритетное использование которых определено в ст. 5 Закона Республики Беларусь “О питьевом водоснабжении” [4]. Пресные воды, которые можно использовать для питья, распространены повсеместно до глубин 150–400 м и редко более. Однако в связи с отсутствием в водовмещающих горных породах регионально выдержанных глинистых водоупоров, в местах нерационального хозяйственного использования территорий они легко подвержены процессам загрязнения с поверхности земли [16].

В ионном составе пресных подземных вод доминируют гидрокарбонат и кальций, с увеличением минерализации возрастают концентрации сульфатов, хлора и натрия.

Количество подземных вод и возможности их использования в хозяйственных целях определяются понятиями “ресурсы” и “запасы” (рис. 1). Естественные ресурсы пресных подземных вод, характеризующие величину питания подземных вод за счет инфильтрации атмосферных осадков, поглощения речного стока и перетекания из других водоносных горизонтов, в пределах Беларуси изменяются в разные годы от 15.9 до 20.5 км³/год. С учетом неравномерности выпадения атмосфер-

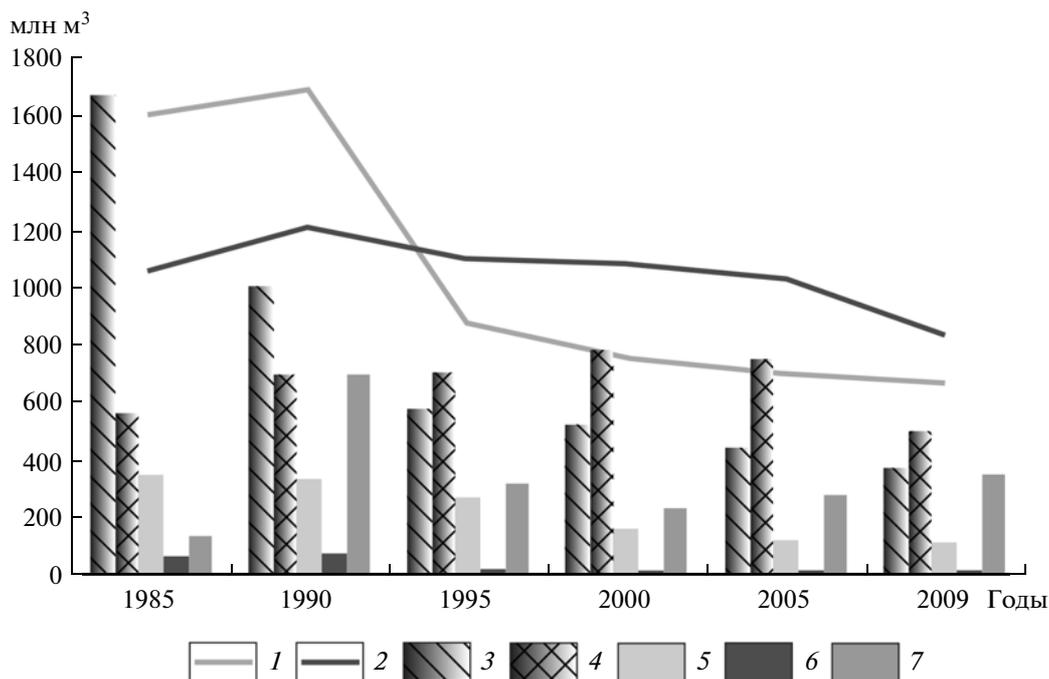


Рис. 2. Водозабор: 1 – из поверхностных водных объектов, 2 – из подземных горизонтов; использование водных ресурсов на нужды: 3 – производственные, 4 – хозяйственно-питьевые, 5 – сельскохозяйственные, 6 – орошения, 7 – рыбного прудового хозяйства.

ных осадков по годам, значительных погрешностей в оценке потерь на испарение, трансграничного подземного стока гидрогеологи Беларуси оценивают средние многолетние естественные ресурсы пресных подземных вод в 15.9 км³/год (43.56 млн м³/сут) [6, 7].

По состоянию на 01.01.2010 г. прогнозные эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод Республики Беларусь составили 18.1 км³/год, или около 50 млн м³/сут, а величина эксплуатационных запасов пресных подземных вод для разведанных 273 месторождений оценивалась в 6.7 млн м³/сут [14]. Большинство месторождений (более 60%) относится к малым с эксплуатационными запасами 1–30 тыс. м³/сут. Эксплуатация пресных подземных вод осуществляется одиночными скважинами (более 30 тыс.) и групповыми водозаборами.

ДИНАМИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕСНЫХ ВОД И ПЕРСПЕКТИВЫ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ

Динамика водозабора из природных источников за период 1985–2009 гг. показывает, что начиная с 1992 г. в стране происходит снижение объемов забора воды как из поверхностных, так и из подземных источников (рис. 2). Сокращение водозабора к 2009 г. составило 45%, при этом наиболее существенное снижение (58%) по сравнению

с 1985 г. характерно для забора поверхностных вод и меньше – для подземных (21%). К началу 1990-х гг. в структуре общего водозабора доминировали поверхностные воды (60%), со второй половины 1990-х гг. от 55 до 60% водозабора приходится на подземные воды.

Наибольшая часть потребляемой пресной воды использовалась для удовлетворения производственных и хозяйственно-питьевых нужд – 80–70%, 13–28% – использовалось в рыбном прудовом хозяйстве, последние годы эта величина имеет тенденцию к увеличению; наименьшее расходование – в сельском хозяйстве (8–13%) и орошении (0.3–2.4%).

Сложившаяся структура водопотребления и динамика водозабора обусловлены комплексом факторов, в первую очередь – экономическими изменениями в Республике Беларусь как самостоятельном государстве. Нестабильность национальной экономики в новых геополитических условиях – осложняющий фактор при прогнозировании водопотребления.

Анализ прогнозных показателей отбора и использования водных ресурсов, представленных в Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь (НСУР), показывает, что в стране был запланирован постоянный рост забора и использования воды (рис. 3) [10]. Однако

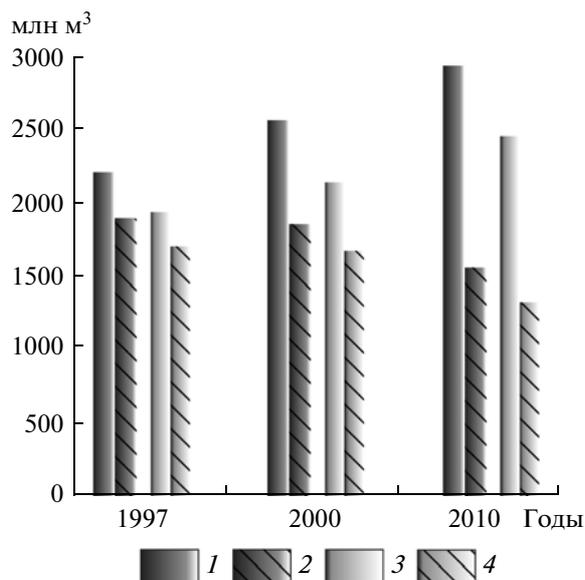


Рис. 3. Запланированные в НСУР и фактические показатели по забору (1 – запланированный, 2 – фактический) и использованию (3 – запланированному, 4 – фактическому) воды.

фактические показатели отбора и использования водных ресурсов, наоборот, постепенно снижались и оказались значительно ниже запланированных – в 1.5–3 раза (по состоянию на 2010 г.).

Проанализируем выявленные различия прогнозных и фактических показателей на основе исследования многолетней динамики использования воды в различных секторах водопотребления. Представим фактические объемы водопотребления в виде относительного показателя – индекса водопотребления, который характеризует изменение объемов использования воды, и рассмотрим его величину на фоне динамики индексов объема продукции промышленности и сельского хозяйства по отношению к базовому году, за который примем 1990 г. – по оценкам экспертов, наиболее благоприятный в экономическом отношении по сравнению с последующим периодом существования Республики Беларусь как самостоятельного государства.

Очевидна взаимосвязь между сокращением водопотребления в первой половине 1990-х гг. и экономической нестабильностью в Беларуси. В промышленном производстве резкое сокращение водопотребления (42%) относится к 1991–1995 гг., в сельском хозяйстве – к 1996–1997 гг. (уменьшение на 47 и 76% на сельскохозяйственные нужды и орошение соответственно). При этом темпы ежегодного снижения использования воды изменялись от 1.5 до 17% и более (рис. 4). Последующее увеличение экономических показателей не привело к возрастанию водопотребления, но темпы его ежегодного сокращения суще-

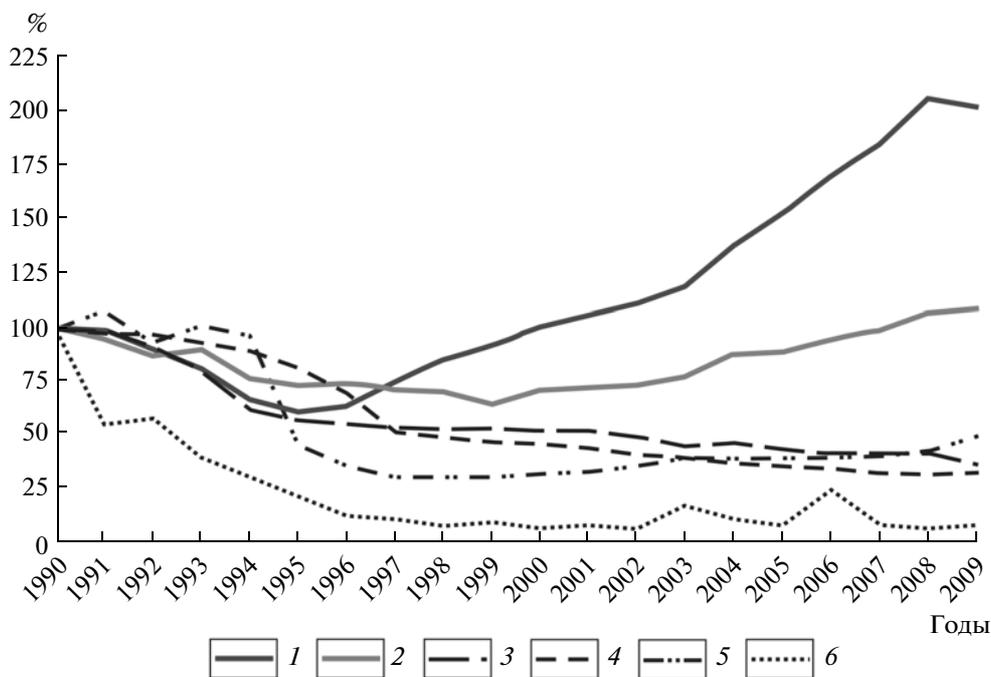


Рис. 4. Динамика индексов объема продукции (1 – промышленности, 2 – сельского хозяйства) и водопотребления (3 – промышленностью, 4 – сельским хозяйством, 5 – рыбным прудовым хозяйством, 6 – орошением) в долях, %, к 1990 г.

ственно замедлились (до 1–2%). Причины снижения водопотребления следующие: нестабильность экономики, изменение водоемкости производств в ряде отраслей, в том числе за счет водосберегающих технологий, внедрение приборов учета расхода воды, снижение доли водоемких производств в промышленности, сокращение посевных площадей, технический износ оросительных систем, новые технологии использования мелиорированных земель, изменчивость метеорологических условий.

В секторе рыбного прудового хозяйства в последние 10 лет отмечается тенденция постепенного возрастания использования воды, что связано с увеличением объемов производства рыбы.

За анализируемый период использование воды на хозяйственно-питьевое водоснабжение постоянно возрастало – вплоть до 2002 г., по-видимому, по причине необоснованно низкой ставки единого тарифа за использование воды. Несмотря на то, что с 1994 г. из страны происходит постоянная убыль населения, сокращение водопотребления наблюдается лишь после 2002 г., что обусловлено ростом приборного учета использования воды в жилищном фонде. Водопотребление в 2009 г. по отношению к 1990 г. снизилось на 27% и составило 501 млн м³/год.

К важным показателям, определяющим расход отбираемой воды, следует отнести потери воды при транспортировке. В многолетнем разрезе доля потерь воды колебалась от 6 до 8% общего количества изъятной воды. До 99% потерь воды происходит в системе жилищно-коммунального хозяйства, что связано с высоким (до 60%) износом водопроводных сетей.

Отмеченные тенденции позволяют составить прогноз водопотребления с учетом перспектив социально-экономического развития страны.

Согласно положениям, представленным в НСУР Республики Беларусь на период до 2020 г., планируется увеличение продукции промышленности и сельского хозяйства в 1.6–1.7 раза по сравнению с 2005 г. Прогнозируется уменьшение доли производства товаров до 37–38% и увеличение доли сферы услуг, дальнейшее сокращение площадей сельскохозяйственных земель и уменьшение объемов мелиорации. Сохранится тенденция убыли населения, его численность сократится почти на 500 тыс. и не будет компенсирована за счет миграционного прироста. Одновременно предусматривается повсеместное внедрение прогрессивных энерго- и ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих уменьшение удельного во-

допотребления, переход на маловодные и безводные технологии производства [11].

С некоторой долей условности можно прогнозировать сокращение использования воды до 2020 г. по сравнению с 2009 г.: в промышленном производстве – на 20% (величина водопотребления составит 290–300 млн м³/год), в сельском хозяйстве – на 10–15% (90–100 млн м³/год), на орошение – 5–6 млн м³/год (близко к среднемуго-летней величине), в рыбном прудовом хозяйстве на ±10–15% (320–370 млн м³/год), на хозяйственно-питьевые нужды – на 10% (440–460 млн м³/год) (удельное потребление воды на хозяйственно-питьевые цели в 2009 г. составляло в среднем 145 л/сут чел. – оптимальная величина).

Таким образом, в перспективе суммарное использование воды по сравнению с 2009 г., по-видимому, снизится на 10–15% и составит 1100–1200 млн м³.

С учетом потерь при транспортировке отбор поверхностных вод может составить около 1% ресурсов речного стока или 1.4% при 95%-ной обеспеченности. Забор подземных вод потребует привлечения 31% разведанных эксплуатационных запасов (по категориям А+В по состоянию на 01.01.2010 г.) и не превысит 5% прогнозных эксплуатационных ресурсов.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОГНОЗ КАЧЕСТВА ПРЕСНЫХ ВОД

При водоснабжении должно поддерживаться качество воды, исключающее опасность для здоровья людей.

Физико-географические и геолого-гидрогеологические условия Беларуси обуславливают формирование здесь подземных вод с повышенным содержанием железа (>0.3 мг/дм³), марганца (>0.1 мг/дм³) и дефицитом (ниже физиологически оптимального уровня) фтора и йода. На ограниченных по площади участках разгрузки глубинных минерализованных вод, приуроченных к региональным тектоническим разломам и солянокупольным структурам в Припятском прогибе, происходит подток соленых вод. В результате возрастает минерализация вод до 4000–6000 мг/дм³, и они приобретают хлоридный натриевый состав.

Сточные воды относятся к одному из главных факторов загрязнения водных объектов Беларуси (более 90% сточных вод отводится в водотоки). За 1990–2009 гг. сброс сточных вод в поверхностные водоемы сократился на 51%. При этом поступление загрязненных сточных вод снизилось на 97%,

Пределы превышения ПДК некоторых ЗВ в речной воде

Река	Азот аммонийный, ПДК = 0.39 мг/дм ³			Азот нитритный, ПДК = 0.024 мг/дм ³			Фосфор фосфатный, ПДК = 0.066 мг/дм ³		
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
Западная Двина	0.05–2.3	0.1–2.5	0.2–2.2	0.0–3.3	0.0–1.8	0.0–2.9	0.0–1.0	0.06–1.1	0.1–1.2
Неман	0.2–1.6	0.2–1.6	0.05–6.3	0.2–2.8	0.0–2.1	0.2–2.3	0.1–2.1	0.1–1.6	0.1–1.3
Западный Буг	0.4–2.3	0.4–2.0	0.3–1.9	0.5–4.8	0.5–4.5	0.3–4.3	1.4–6.7	1.4–7.6	0.15–12.6
Днепр	0.1–3.2	0.15–4.2	0.05–5.0	0.0–3.8	0.0–2.5	0.0–3.3	0.2–6.3	0.3–9.3	0.2–6.2
Сож	0.2–2.9	0.05–2.9	0.2–5.1	0.1–3.5	0.0–2.8	0.1–1.5	0.2–2.6	0.1–5.1	0.1–2.3
Березина	0.1–14.6	0.4–6.5	0.6–5.0	0.3–5.5	0.2–3.5	0.3–5.0	0.8–11	0.8–5.2	0.1–5.0
Припять	0.2–6.4	0.3–6.2	0.2–2.5	0.1–3.0	0.2–5.0	0.2–3.0	0.1–3.5	0.2–3.8	0.1–2.3

и их доля среди всех категорий сточных вод, отводимых в водные объекты в последние годы (2005–2009 гг.), составляла от 0.8 до 0.3%.

В составе сточных вод в 2009 г. присутствовали следующие загрязняющие вещества (**ЗВ**), тыс. т: хлориды (73) и сульфаты (63) – преобладающие, взвешенные (12) и органические (8) вещества, азот аммонийный (6), нитратный (3.7) и нитритный (0.2), фосфор фосфатный (1.1). В сточных водах в большом количестве содержались нефтепродукты (130 т), металлы (медь, железо, цинк, никель, хром – до 420 т) и СПАВ (150 т) [14]. При этом некоторое уменьшение ЗВ в сточных водах приходится на 1992–1995 гг., а в последующие годы происходит как увеличение, так и уменьшение содержания ЗВ в сточных водах.

В отраслевой структуре водоотведения более 60% сточных вод приходится на жилищно-коммунальное хозяйство и бытовое обслуживание, где формируется 70% и более сточных вод, содержащих ЗВ. Наибольшие объемы сельскохозяйственных сточных вод – в прудовом рыбном хозяйстве, их доля в отраслевой структуре водоотведения за 2000–2009 гг. возросла с 12 до 25%. В промышленном производстве наибольшее количество ЗВ сбрасывается со сточными водами предприятий химической и нефтехимической промышленности (заводы “Полимир”, “Химволокно”, “Мозырский нефтеперерабатывающий завод” и др.). При этом в общей структуре водоотведения доля промышленных сточных вод снизилась с 27 (2000 г.) до 15% (2009 г.) [14].

Очевидно, что сокращение водоотведения сточных вод не привело к существенному снижению содержащихся в них ЗВ. Протекающие по территории Беларуси реки не имеют достаточного объема водных ресурсов для разбавления сточных вод до уровня загрязнения, допустимого для рыбного, бытового хозяйства. Динамика содер-

жания ЗВ (фосфора фосфатного, азота аммонийного, нитратного и нитритного, нефтепродуктов) в сточных водах указывает на отсутствие явно выраженного их уменьшения в речных водах. Напротив, для некоторых из них наблюдается многолетняя и сезонная вариативность не только в сторону уменьшения, но и, наоборот, в сторону существенного увеличения (таблица).

Для улучшения качества вод наряду с использованием технологий, направленных на снижение или прекращение сброса сточных вод, необходимы мероприятия по интенсификации очистки и доочистки сточных вод. В противном случае неудовлетворительное качество речных вод сохранится.

Интенсивное загрязнение подземных вод происходит за счет сельского хозяйства. Интенсификация сельскохозяйственного производства в условиях мирового экономического и продовольственного кризиса неизбежно потребует увеличения объемов применяемых минеральных и органических удобрений, а увеличение поголовья скота и птицы приведет к увеличению объемов животноводческих стоков и росту загрязнения подземных вод (нитратами, нитритами, азотом аммонийным, хлоридами, сульфатами). В настоящее время более 70% колодцев подвержено загрязнению нитратами. В отсутствие мероприятий по санитарному благоустройству сельских населенных пунктов качество воды в колодцах, используемых большей частью сельских жителей, останется неудовлетворительным.

До сих пор остается нерешенной проблема санитарно-технического состояния водозаборов и прилегающих к ним территорий, вследствие чего на ряде водозаборов наблюдается превышение ПДК по содержанию азота аммонийного, нитратов, величины рН, перманганатной окисляемости. Например, в г. Минске и Минской области

повышенные концентрации нитратов в подземных водах отдельных водозаборов изменяются от 43 до 80 мг/дм³. Концентрация азота аммонийного на водозаборах г. Гомеля изменяется от 3 до 6 мг/дм³, что в 1,5–3 раза выше ПДК [14].

Остается проблема качества подземных вод в районах разработки месторождений полезных ископаемых и в пределах территорий накопления отходов производства. Широкомасштабное загрязнение подземных вод более 30 лет происходит на площадях разработки нефтяных месторождений в Припятском прогибе. В качестве загрязнителей выступают поверхностно-активные вещества, нефть и высокоминерализованные рассолы. Глубина проникновения загрязняющих компонентов составляет десятки метров. Кроме того, происходит деградация земель под воздействием отработанных буровых растворов и бурового шлама, проседает земная поверхность, развиваются процессы заболачивания, подтопления и затопления [17].

Интенсивное воздействие на подземные воды происходит на площадях складирования отходов производств “Беларуськалий”, “Гомельский химический завод” и др. Образующиеся в результате производственных процессов твердые и жидкие отходы на участках складирования подвергаются воздействию внешних метеоусловий, что приводит к миграции химических соединений и поступлению их в подземные воды. Происходит засоление подземных вод, возрастание их минерализации и концентраций хлоридов, сульфатов, нитратов, азота аммонийного, тяжелых металлов, нефтепродуктов и др. Так, наибольшую опасность для подземных вод на территории Гомельского химического завода представляют отвалы фосфогипса, которые начали формироваться более 40 лет назад и к настоящему времени занимают площадь 90 га. В грунтовом и подморенном водоносных горизонтах увеличивается концентрация сульфатов, фосфора фосфатного, фторидов до 20000 мг/дм³ и более (в десятки и сотни раз относительно ПДК) [3].

Прогноз качества подземных вод по радионуклидному загрязнению на территории Гомельской области, наиболее пострадавшей в результате аварии на Чернобыльской АЭС, достаточно благоприятен. Загрязнение подземных вод радионуклидами выше допустимого для питьевой воды уровня практически невозможно. Вероятность загрязнения подземных вод по ⁹⁰Sr существует лишь в пределах территорий с высокой степенью загрязнения почвы этим радионуклидом. В то же время в речных водах, водосборы которых полностью или частично находятся в 30-километровой

зоне отчуждения Чернобыльской АЭС (реки Нижняя Брагинка, Несвич), в периоды весеннего половодья и осеннего паводка наблюдается возрастание содержания ⁹⁰Sr выше допустимого для питьевой воды уровня (0,37 Бк/дм³) в 2–6 раз [14].

В Беларуси приоритетные методы подготовки питьевой воды – обезжелезивание и хлорирование. Первый метод применяется почти на всей территории страны, что вызвано преобладанием подземных вод с повышенным содержанием железа. Несмотря на последовательный ввод в эксплуатацию соответствующих очистительных сооружений, дальнейшее их строительство останется актуальным. Наиболее востребованы станции обезжелезивания в сельской местности, там необходимо строительство более 770 таких объектов. Метод хлорирования питьевых вод применяется преимущественно в крупных городах с целью биологической очистки питьевых вод. В то же время в результате его применения в составе воды формируются хлорорганические соединения, что создает угрозу здоровью людей, и требуется поиск новых методов подготовки воды. Среди других методов очистки воды в Беларуси получили распространение озонирование, фторирование и йодирование, которые используются для бутилированной воды.

ВЫВОДЫ

Ресурсы пресных вод Беларуси удовлетворяют современным и перспективным потребностям экономики страны в воде.

Основные проблемы водоснабжения связаны с качеством пресных вод в настоящее время и в перспективе. В последние десятилетия нет тенденции существенного улучшения качества пресных вод.

Перспективное устойчивое использование ресурсов подземных и поверхностных вод требует совершенствования технологий водопользования. Решение проблемы обеспечения экономики страны водой, соответствующей нормативным требованиям, может включать следующие мероприятия:

– при извлечении вод через водозаборные скважины необходимо использовать вместо металлических обсадных и фильтровых колонн пластиковые (как это практикуется в Германии, Нидерландах и других европейских странах);

– в пределах зон санитарной охраны групповых водозаборов необходимо упорядочить стоки с ферм и полей, ликвидировать стихийные свалки;

– в пределах пояса строгого режима охраны действующих водозаборов необходимо прекратить использование сельскохозяйственных земель;

– на сельскохозяйственных полях орошения животноводческими стоками целесообразно сократить объемы внесения их в почву, а также ограничить распашку земель;

– на водозаборах предприятий необходимы регулярные геоэкологические обследования площадок, поскольку на таких водозаборах наиболее часты случаи загрязнения подземных вод;

– для населенных пунктов с высокой антропогенной нагрузкой на водные объекты и низким качеством используемой воды необходимо строительство систем централизованного водоснабжения с использованием подземных вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глобальная экологическая перспектива 3 // ЮНЕП. 2002. 416 с. <http://www.grida.no/geo/geo3/russian/pdf>
2. Данилов-Данильян В.И. Водные ресурсы России и мира // Экология и жизнь. 2009. № 6 (91). С. 48–53.
3. Жогло В.Г., Галкин А.Н. Мониторинг подземных вод на водозаборах и экологически опасных объектах юго-востока Беларуси. Витебск: ВГУ, 2008. 161 с.
4. Закон Республики Беларусь “О питьевом водоснабжении” // Сборник нормативных документов по вопросам охраны окружающей среды. Вып. 27 / Сост. Войтов И.В., Кожевникова Р.К. Минск: Лоранж-2, 2001. 160 с.
5. Зонн И.С. Мировые ресурсы пресной воды // Земля и Вселенная. 2003. № 6. С. 44–52.
6. Кудельский А.В., Пашкевич В.И., Ясовеев М.Г. Подземные воды Беларуси. Минск: ИГН НАН Беларуси, 1998. 160 с.
7. Кудельский А.В., Шпаков О.Н., Лебедева Л.Д. Пространственная структура слоя пресных подземных вод на территории Беларуси // Докл. НАН Беларуси. 1995. Т. 39. № 1. С. 105–108.
8. Львович М.И. Мировые водные ресурсы и их будущее. М.: Мысль, 1974. 448 с.
9. Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли. Л.: Гидрометеоиздат, 1974. 638 с.
10. Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь. Минск, 1997. 216 с.
11. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г. Национальная комиссия по устойчивому развитию Республики Беларусь. Минск: Юнипак, 2004. 200 с.
12. Зекцер И.С., Джамалов Р.Г. Подземные воды в водном балансе крупных регионов. М.: Наука, 1989. 124 с.
13. Подземные воды Мира: ресурсы, использование, прогнозы / Под ред. Зекцера И.С. М.: Наука, 2007. 438 с.
14. Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень 2009 г. / Под ред. Логинова В.Ф. Минск: Минсктиппроект, 2010. 397 с.
15. Шикломанов И.А. Исследования водных ресурсов суши: итоги, проблемы, перспективы. Л.: Гидрометеоиздат, 1988. 152 с.
16. Ясовеев М.Г., Шершнев О.В., Кирвель И.И. Водные ресурсы Республики Беларусь (распространение, формирование, проблемы использования и охраны). Минск: БГПУ, 2005. 296 с.
17. Ясовеев М.Г., Гледко Ю.А., Антипин Е.Б. и др. Экология рационального природопользования. Минск: Право и экономика, 2005. 373 с.
18. Ясовеев М.Г., Ястребова Н.И., Ясовеева Н.И., Шершнев О.В. Пресные питьевые воды Беларуси: ресурсы и качество // Весці БДПУ. Сер. 3, Фізіка. Матэматыка. Інфарматыка. Біялогія. Геаграфія. 2007. № 2. С. 67–71.
19. Global water supply and sanitation assessment 2000 report. Geneva: WHO; N.Y.: United Nations Children's Fund, 2000. http://www.who.int/entity/water_sanitation_health/monitoring/jmp2000.pdf
20. The 3rd United Nations World Water Development Report: Water in a Changing World. UNESCO. 2009. http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr3/pdf/WWDR3_Water_in_a_Changing_World.pdf