

О. В. ШЕРШНЁВ

## АНАЛИЗ СЦЕНАРИЕВ ПЕРСПЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В МИРЕ

УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины» г. Гомель, Республика Беларусь

[gomelgeo@yandex.ru](mailto:gomelgeo@yandex.ru)

*Приведен обзор возможных будущих сценариев использования и состояния водных ресурсов в мире. Рассмотрены основные движущие силы, оказывающие влияние на развитие водопотребления и обеспеченность водными ресурсами на глобальном и региональном уровне. Показаны возможные проблемы и позитивные стороны перспективного использования и состояния водных ресурсов в рамках тех или иных сценариев.*

Оценке перспектив и сценариев развития водопотребления в мире посвящено множество публикаций [2–7, 9]. Прогнозирование тенденций развития водопотребления является сложной задачей, прежде всего в силу отсутствия по большинству стран фактических данных по водопотреблению, сложности сбора и обобщения информации, единых методических приемов оценки. Поэтому в основном используются косвенные приемы оценки: по росту численности городского и сельского населения, по динамике общего промышленного производства и отдельных отраслей промышленности, по развитию сельскохозяйственного производства и росту площадей орошаемых земель.

Прогнозы водопотребления на отдаленную перспективу опираются на то, что численность населения мира к 2030 г. возрастет до 8,3 млрд. чел., а в 2050 г. она составит 9,1 млрд. чел. К 2030 г. прогнозируется возрастание спроса на продовольствие на 50%, а к 2050 г. на 70%, тогда как спрос на гидроэнергетику и другие возобновляемые энергетические ресурсы увеличится на 60%. Эти проблемы тесно связаны, например, с увеличением сельскохозяйственной продукции, что в значительной степени увеличит потребление воды и энергии, а, следовательно, приведет к возрастанию конкуренции между различными секторами водопотребления [10].

Прогнозировать будущие объемы водопотребления в сельском хозяйстве достаточно сложно. Все будет определяться спросом на продовольствие, что в свою очередь зависит от численности населения и от того как много ему потребуется продовольствия. Эта задача также осложняется в силу наличия других факторов: неопределенности глобальных и региональных климатических изменений, степени эффективности развития сельского хозяйства, вида и объемов возделываемых культур.

По оценкам Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) за период с 2008 по 2050 гг. величина использованной для орошения воды возрастет на 11%. Это предполагает увеличение существующего забора воды на орошение (2740 км<sup>3</sup>) на 5%. Однако для регионов с недостатком водных ресурсов эта величина может оказаться существенно больше.

Рассмотрим перспективу использования водных ресурсов до 2050 г., в основе которой заложено четыре сценария, каждый из которых различается по выбору приоритетного направления в качестве доминанты будущего развития общества [1]:

- приоритет рынка;
- приоритет стратегии;

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

- приоритет безопасности;
- приоритет устойчивости.

В данных сценариях в качестве ключевых движущих сил выступают: общественная и социально-политическая основа, демографическая ситуация, экономический спрос, рынки и торговля, научно-технические инновации, система ценностей.

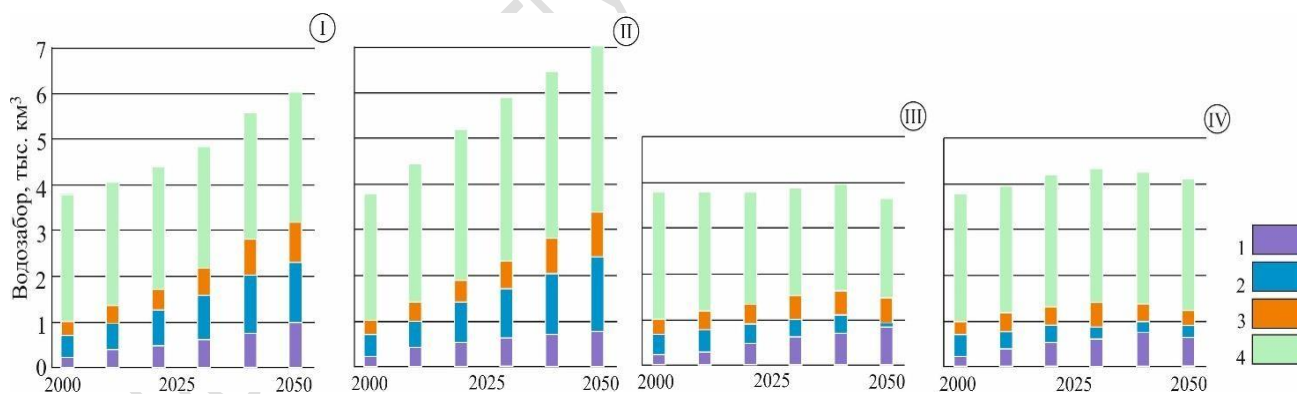
Доминантой сценария «Приоритет рынка» является положение, что рыночный механизм управления экономикой способен обеспечить не только экономический прогресс, но также социальные и экологические улучшения. Это подразумевает увеличение роли частного сектора в тех сферах, где ранее доминировал государственный, движение к более свободной торговле, а также превращение природы в предмет потребления.

Сценарий «Приоритет стратегии» предполагает централизованный подход к сбалансированию серьезного экономического роста с минимизацией потенциальных влияний на окружающую среду и общество.

Сценарий «Приоритет безопасности» подразумевает будущее как мир господствующего неравенства, в котором процветают несправедливость и конфликты, вызванные социально-экономическими и экологическими кризисами.

Доминантой сценария «Приоритет устойчивости» является предположение о том, что действующие лица на всех уровнях – местном, государственном, региональном и международном, а также из всех секторов, включая правительственный, частный и гражданский – выполняют обязательства, принятые на сегодняшний день относительно решения экологических и социальных вопросов.

Акцентируем внимание в рамках данных сценариев на возможных перспективах использования водных ресурсов.



Сценарий: I – приоритет рынка, II – приоритет безопасности, III – приоритет стратегии, IV – приоритет устойчивости; сектор водопотребления: 1 – промышленное производство, 2 – электроэнергетика, 3 – коммунальное хозяйство, 4 – сельское хозяйство.

**Рисунок 1 – Изменение глобального водозабора по секторам в зависимости от перспективных сценариев развития до 2050 г. [1]**

Одним из последствий перехода к улучшенным материальным стандартам жизни в сценарии «Приоритет рынка» является стремительный рост объемов водопользования во всех общественно-экономических секторах, что приводит к значительному увеличению объема водозабора из поверхностных и подземных

источников ([рисунок 1](#)). Тенденции водопользования будут серьезно отличаться в зависимости от региона. Во многих индустриальных странах водопользование может достигнуть максимума в течение периода сценария, в то время как рост доходов в развивающихся странах может привести к увеличению спроса на современные услуги водоснабжения.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

В сценарии «Приоритет рынка» приватизация услуг водоснабжения и улучшения в технологиях приведут к повышению эффективности водопользования в большинстве регионов. Тем не менее, водный сектор делает упор скорее на расширение водоснабжения, чем на сохранение водных ресурсов.

Последствием увеличения объема водозабора может стать прирост образования сточных вод. Несмотря на возрастание мощности обрабатывающих установок этого может быть недостаточно для очистки увеличивающихся объемов сточных вод. Таким образом, общий мировой объем необработанных вод в бытовом и производственном секторах с 2000 по 2050 г. может удвоиться. Так как большая часть сточных вод сбрасывается в материковые поверхностные воды, многие регионы мира еще в большей степени ощутят проблемы загрязнения водных ресурсов и рисков для здоровья в результате заболеваний передающихся водным путем.

Ориентировочно число людей, проживающих в районах с острым дефицитом воды может увеличиваться с 2,5 млрд. чел. в 2000 г. до 4,3 млрд. чел. в 2050 г.

В рамках сценария «Приоритет стратегии» изменения в характере водопользования в домашних хозяйствах и промышленности, наряду со стремительными улучшениями в эффективности водопользования во всех секторах ведут к увеличению объема водозабора в индустриальных странах и замедлению роста в других регионах.

Объем обработки сточных вод с 2000 по 2050 г. может возрасти примерно на 50–80%, однако в связи с ростом населения общий объем необработанных сточных вод все же увеличивается за это время примерно на 25%. В то же время, существуют региональные различия. Так, если в странах Европы общий объем необработанных сточных вод может снизиться более чем вдвое, то в Латинской Америке и Карибском бассейне он почти удвоится.

Рост населения и экономическая деятельность продолжают негативно влиять на ресурсы, особенно в развивающихся регионах. Мировое население, проживающее в условиях серьезного дефицита воды, может увеличиться на 40 % и составить около 3,9 млрд. человек.

В рамках сценария «Приоритет безопасности» рост населения и пренебрежение вопросом сохранения водных ресурсов ведут к увеличению объемов водозабора. Однако замедление экономического роста способствует снижению темпов увеличения объемов водозабора.

Недостаток установок по переработке сточных вод может привести к увеличению объема необработанных вод более чем в три раза с 2000 г. по 2050 г. Увеличение объемов сброса необработанных сточных вод в поверхностные воды может привести к возрастанию загрязнения воды, которое усугубит риски для здоровья и деградацию водных экосистем [1].

Число людей, проживающих в бассейнах рек с серьезным недостатком воды, к 2050 г. превысит 5,1 млрд. человек. Количество людей, живущих в условиях нехватки воды, в Африке приблизится к 800 млн. чел. и сравняется с числом жителей проживавших во всем регионе в начале XXI века.

Сценарий «Приоритет устойчивости» предлагает широкое принятие стратегий комплексного управления водными ресурсами с акцентом на управление спросом и охрану природы. Эти разработки, наряду с сокращением темпов роста населения, могут привести к замедлению общего увеличения объемов водопользования.

Производительность очистного оборудования соответствует темпам роста сточных вод, в результате общий объем необработанных сточных вод с начала XXI в. изменится незначительно. Тем не менее, могут наблюдаться определенные различия между регионами. Так, в Северной Америке объем сточных вод может значительно сократиться, в то время как в Латинской Америке и Карибском бассейне может произойти некоторое увеличение объемов.

Наряду с замедлением темпов роста населения может произойти серьезное снижение дефицита воды во многих речных бассейнах. Тем не менее, частично в связи с различными

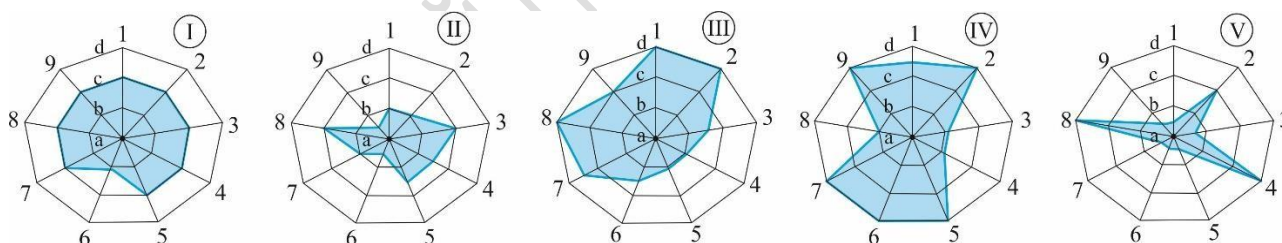
РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

тенденциями роста населения и изменением характера осадков в рамках климатических изменений, увеличения дефицита воды может по-прежнему наблюдаться в некоторых регионах, особенно в Африке, Азии и Тихоокеанском регионе, а также в Западной Азии. Численность людей, проживающих в бассейнах рек с серьезной нехваткой воды, может увеличиться более чем на 1,1 млрд. чел. по всему миру [1].

Существуют и другие прогнозы, включающие, как большее, так и меньшее число сценариев и ключевых движущих сил, но которые в целом перекликаются с рассмотренными выше. Среди подобного рода прогнозов, охватывающих период 2030–2050 гг., кратко рассмотрим прогноз, включающий группу из пяти сценариев:

- традиционный (обычный) мир;
- конфликтующий мир (мир противоречий);
- технологический мир;
- всеобщее осознание проблем;
- традиционный мир исчез.

Основу сценариев составляют 10 кластеров движущих сил, которые окажут влияние на будущее развитие мирового водного хозяйства [8]: демография; экономика; технологические инновации; водные ресурсы; инфраструктура обеспечения водой; глобальные изменения климата; состояние окружающей среды; социальные, культурные и нравственные традиции; управление; стратегия. С учетом движущих сил выбраны 9 ключевых направлений, которые определяют качество и устойчивость развития общества и окружающей среды в рамках сценария. Диаграммы на рисунке 2 показывают степень изменения (от а до d) таких направлений на конечном этапе каждого из сценариев. Максимальная или минимальная величина степени изменения может означать как положительную, так и отрицательную динамику развития в зависимости от роли направления в обеспечении устойчивого развития.



Сценарий: I – традиционный мир, II – конфликтующий мир, III – технологический мир, IV – всеобщее осознание проблем, V – традиционный мир исчез; ключевое направление развития сценария: 1 – экономика, 2 – технологические инновации, 3 – население, 4 – изменение климата, 5 – состояние экосистем, 6 – система ценностей, 7 – всемирное сотрудничество, 8 – водный стресс, 9 – благосостояние.

**Рисунок 2 – Состояние ключевых направлений на конечном этапе сценариев [8]**

Рассматривая состояние водных ресурсов, отметим их основные особенности в рамках сценариев.

В рамках сценария «Традиционный мир» ресурсы подземных вод в результате интенсивного водозабора будут исчерпаны в большинстве негумидных регионов. Поверхностный сток также претерпит изменения, как

под влиянием возрастающего водозабора, так и в результате возросшего испарения и эвапотранспирации, а также изменений в распределении осадков, что обусловлено глобальным потеплением. Частота и суровость экстремальных погодных явлений будет возрастать. Водный стресс станет критическим для аридных регионов, особенно в развивающихся странах, и возрастание уязвимости водных объектов будет оказывать влияние на развитие общества, экономики и экосистем.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ



В сценарии «Конфликтующий мир» водный стресс нарастает в результате неконтролируемого расширения орошаемых площадей и износа объектов водоснабжения. Смещение климатических зон и возрастание частоты неблагоприятных погодных явлений в результате изменения климата в сочетании с износом и сокращением водопроводных сооружений приведут к возникновению новых очагов высокого водного стресса, но также снизят засушливые условия некоторых районов благодаря возросшему количеству осадков [8]. Сценарий «Технологический мир» предполагает, что водные ресурсы все больше становятся наиболее непреодолимым лимитирующим фактором для будущего экономического роста. Объем водозабора достигает своего максимума. Все доступные водные ресурсы используются, а подземные воды изъят до предела устойчивого состояния. Осознание того, что уровень водного стресса достигает предела устойчивости, выдвигает проблему эффективного использования водных ресурсов в число первоочередных. После попыток внедрения дорогостоящих решений, таких как опреснение воды, получение пресной воды из айсбергов, устанавливаются квоты на использование воды.

В сценарии «Всеобщее осознание проблем» снижение воздействия на водные ресурсы обусловлено экологическими и технологическими усовершенствованиями, сокращением воды посредством экономии, постоянством численности населения. Это приводит к восполнению водоносных горизонтов и постепенному восстановлению поверхностных источников. Главную роль играет экологический менеджмент оборота воды в сочетании с существующей инфраструктурой водопользования. Водный стресс все еще остается проблемой в некоторых аридных регионах мира в самом начале оцениваемого периода, постепенно снижаясь по мере происходящих экономических, технологических и общественных перемен.

Сценарий «Традиционный мир исчез» в начальной стадии развивается аналогично сценарию «Традиционный мир». К середине оцениваемого периода объемы и распределение ресурсов поверхностных вод существенно и непредсказуемо изменяются в ответ на резкие изменения величины и пространственного характера осадков и испарения. С начала оцениваемого периода водный стресс становится критическим в аридных зонах, а затем получает более широкое распространение. Погодные условия становятся все больше непредсказуемыми и характеризуются возрастанием частоты беспрецедентных наводнений и засух. Такие перемены видоизменяют географию населения и производства продовольствия, обеспеченность водой становится только одной из множества других важных для выживания человека проблем [8].

Худшим из рассмотренных пяти сценариев является «Традиционный мир исчез», который отличается самым низким уровнем благосостояния, высоким водным стрессом и существенными климатическими изменениями. Затем следует сценарий «Конфликтующий мир». Сценарий «Традиционный мир» занимает промежуточное положение, несмотря на то, что в будущем возможно неустойчивое развитие. Сценарии «Технологический мир» и

«Всеобщее осознание проблем» наиболее приемлемые по сравнению со сценарием «Традиционный мир». Для них характерны самый высокий уровень благосостояния и возможно большая устойчивость развития.

Таким образом, очевидно, что динамика водопотребления в перспективе имеет существенные различия для регионов мира. Сценарии развития водопользования опираются на современные социальные, экономические и экологические тенденции, в основе которых лежат ключевые движущие силы (демография, экономика и т.д.) региональные различия которых влияют на темпы, характер и последствия водопользования.

Рассмотренные выше сценарии не являются предсказанием будущего развития водопользования и состояния водных ресурсов. Каждый из них может сбыться в зависимости от того какие ключевые движущие силы и как

будут развиваться и взаимодействовать между собой. Поэтому могут существовать и другие альтернативные сценарии.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

## Список литературы

- 1 Глобальная экологическая перспектива: ГЕО-4. – ЮНЕП, 2002. – 572 с.
- 2 Глобальные и региональные изменения климата и их природные и социально-экономические последствия. – М.: ГЕОС, 2000. – 420 с.
- 3 Данилов-Данильян, В.И. Потребление воды: экологический, экономический, социальный и политический аспекты / В.И. Данилов-Данильян, К.С. Лосев; Ин-т водных проблем РАН. – М.: Наука, 2006. – 221 с.
- 4 Львович, М.И. Мировые водные ресурсы и их будущее / М.И. Львович. – М.: Мысль, 1974. – 448 с.
- 5 Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 639 с. 6 Cosgrove, Catherine E. The Dynamics of global water futures: driving forces 2011–2050 / Catherine E. Cosgrove, William J. Cosgrove. – Paris, UNESCO, 2012. – 94 p.
- 7 Cosgrove, William J. Making Water Everybody's Business / William J. Cosgrove, Frank R. Rijsberman. – World Water Council, 2000. – Режим доступа: <http://www.worldwatercouncil.org/fileadmin/wwc/Library/WWVision/TableOfContents.pdf>.
- 8 Gallopin, G. C. Five stylized scenarios / G. C. Gallopin. – Paris, UNESCO, 2012. – 16 p.
- 9 Shiklomanov I.A. World Water Resources at the Beginning of the 21st Century / I.A. Shiklomanov, et al. – Cambridge University Press, Cambridge, UK. – 436 p.
- 10 The United Nations World Water Development Report 4. – Режим доступа: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/>.

O. V. SHERSHNYOV

### **ANALYSIS OF SCENARIOS OF PROSPECTIVE USE AND CONDITION OF WATER RESOURCES IN THE WORLD**

*An overview of possible future scenarios of water use and condition in the world is given. The main driving forces influencing the development of water consumption and water availability at the global and regional level are considered. Possible problems and positive aspects of prospective use and condition of water resources within the framework of different scenarios are shown.*