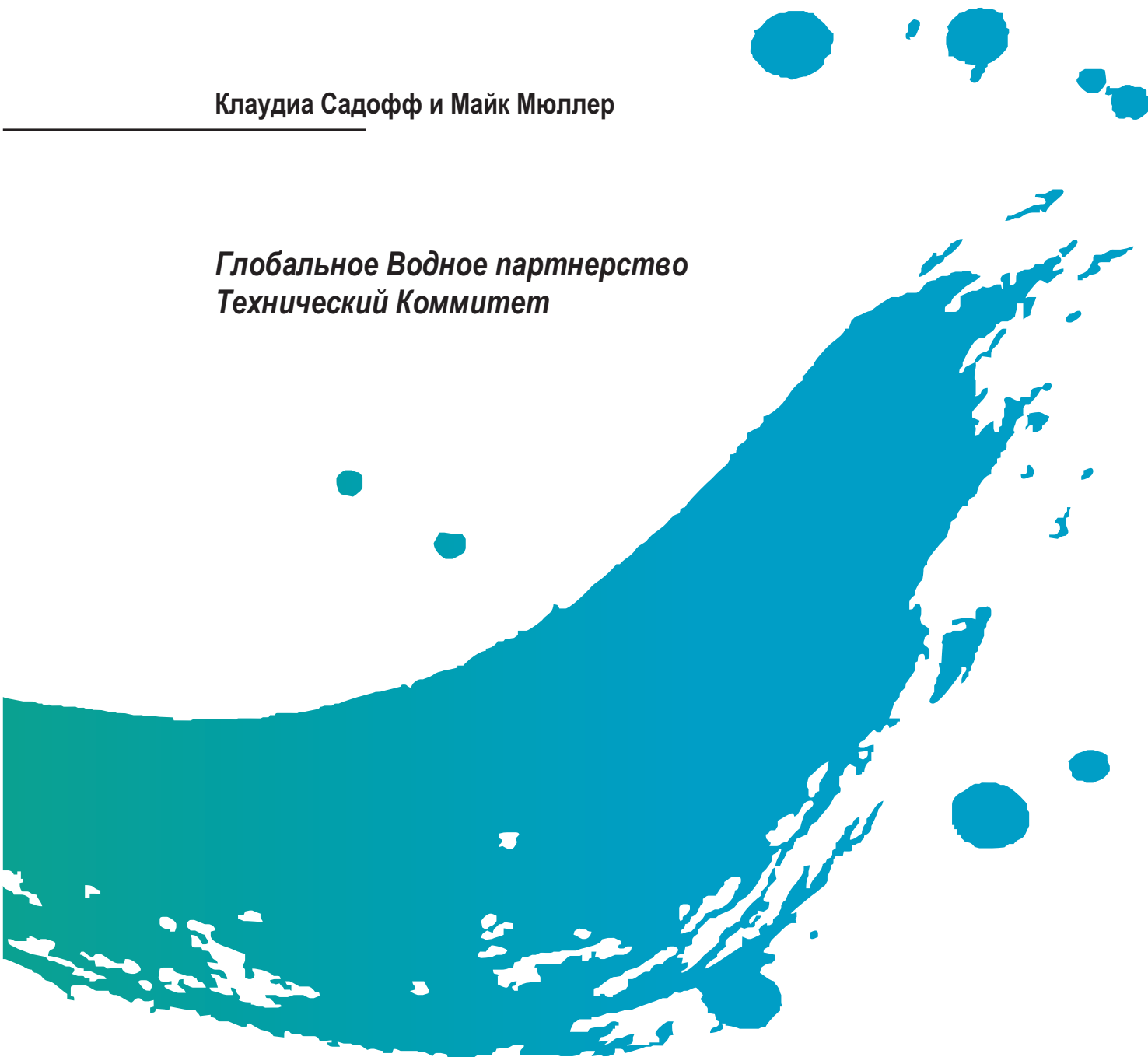


***Управление водными ресурсами,  
водохозяйственная безопасность  
и адаптация к изменению климата:***

*первые воздействия и необходимые  
ответные меры*

Клаудиа Садофф и Майк Мюллер

*Глобальное Водное партнерство  
Технический Коммитет*



**Глобальное Водное Партнерство (ГВП)**, созданное в 1996 году, является международной структурой, открытой для всех организаций, занимающихся управлением водными ресурсами, среди которых: правительственные ведомства развитых и развивающихся стран, агентства ООН, двухсторонние и многосторонние банки развития, профессиональные общества, научно-исследовательские институты, неправительственные организации и частный сектор. ГВП было образовано с целью создания благоприятных условий для внедрения интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР), обеспечивающего скоординированное развитие и управление водными, земельными и связанными с ними ресурсами, при обеспечении максимальных экономических и социальных выгод без ущерба для устойчивости жизненно важных экосистем.

ГВП способствует внедрению ИУВР, создавая условия для свободного обсуждения на глобальном, региональном и национальном уровнях и обеспечивая поддержку заинтересованным организациям в практической реализации принципов ИУВР. Руководство ГВП осуществляется Техническим комитетом, состоящим из 12 ведущих профессионалов, специализирующихся в различных областях управления водными ресурсами. Данный комитет, члены которого представляют различные регионы мира, обеспечивает техническую помощь и рекомендации другим управляющим структурам и ГВП в целом. Технический комитет занимается разработкой аналитической структуры водохозяйственного сектора и предлагает мероприятия, которые будут способствовать устойчивому управлению водными ресурсами. Технический комитет осуществляет связи с региональными отделениями ГВП (РВП) по всему миру, способствуя внедрению принципов ИУВР в различных регионах и странах. Руководители РВП участвуют в работе Технического комитета.

Адаптация и применение принципов ИУВР, изменяющих характер производственных отношений, осуществляются международным водохозяйственным сообществом, особенно в отношении инвестиций. Чтобы осуществить изменения такого характера и масштаба, требуются инновационные подходы для решения глобальных, региональных и концептуальных задач и выполнения необходимых программ.

Данная серия, публикуемая секретариатом ГВП в Стокгольме, подготовлена для распространения статей, написанных по поручению Технического комитета и освещающих концептуальные аспекты. Такие вопросы, как концепция и формулировки ИУВР, использование водных ресурсов для обеспечения продовольственной безопасности, партнерство государственного и частного секторов экономики, вода как экономический товар и ряд других проблем освещаются в этих публикациях.

**Управление водными ресурсами,  
водохозяйственная безопасность  
и адаптация к изменению климата:  
первые воздействия и необходимые  
ответные меры**

Перевод на русский язык осуществлен при поддержке GWP SACENA кандидатом технических наук ГОРОШКОВЫМ Н.И. под редакцией В.И. Соколова



Русская версия книги издана при финансовой поддержке  
Правительства Финляндии

©Global Water Partnership

All rights reserved.

***Управление водными ресурсами,  
водохозяйственная безопасность  
и адаптация к изменению климата:  
первые воздействия и необходимые  
ответные меры***

---

Клаудиа Садофф и Майк Мюллер

Август 2009 г.



## **РЕЗЮМЕ**

Вода является первичной средой, посредством которой изменение климата воздействует на людей, экосистемы и экономику. Поэтому управление водными ресурсами необходимо сфокусировать на адаптации к изменению климата. Однако и это не решает всех проблем адаптации, так как требуется выполнение более широкого набора мер.

Вода одновременно является и частью проблемы и важным компонентом её решения. Управление водными ресурсами является хорошей стартовой площадкой.

В глобальном масштабе, общие воздействия изменения климата на пресноводные ресурсы, как ожидается, будут негативными. Однако существует много явлений, которые все еще не изучены в достаточной степени. В то время как связь между повышенными температурами и изменениями в величине осадков была детально смоделирована, воздействия на речной сток и пополнение запасов подземных вод не выявлены. Специфические проблемы, связанные с таянием снежного покрова и ледников, должны быть лучше поняты, также как и воздействия на качество воды. В принципе, меры, обеспечивающие устойчивое управление водными ресурсами, являются адаптационными мерами. Понимание динамики текущей изменчивости и будущего изменения климата, поскольку они влияют на водоснабжение и спрос во всех использующих воду секторах, и повышенная способность реагировать на эти динамичные процессы позволяют лучше управлять водными ресурсами. Это повышает устойчивость систем при текущей изменчивости климата, и позволяет нарастить потенциал адаптации к будущему изменению климата.

Достижение и сохранение водной безопасности, в более широком смысле, определяемой как использование продуктивного потенциала воды и ограничение её разрушительного потенциала, являются сущностью стратегий адаптации и планов действий. Для стран, которые не обеспечили водную безопасность, изменение климата будет иметь более тяжелые последствия. Для тех, кто обеспечил водную безопасность, может оказаться трудным сохранить её. Всем, вероятно, потребуется выделить дополнительные ресурсы для управления водными ресурсами.

Акцентирование на водной безопасности представляет собой продуманную стратегию превентивной адаптации, позволяющей обеспечить текущие выгоды для уязвимого и плохо обслуживаемого населения, приближая достижение Целей Развития Тысячелетия, при укреплении систем и потенциала долговременного управления климатическими рисками. Многие государства могут увеличить размеры инвестиций в управление водными ресурсами для обеспечения водной безопасности и больших экономических, социальных и экологических выгод, получаемых в результате более мудрого водопользования.

Для обеспечения безопасного мира, основанного на рациональном водопользовании, потребуются инвестиции в трех направлениях (три «и»): более доступная и надежная **Информация**, более сильные и гибкие **Институты**, и природная и антропогенная **Инфраструктура**, для создания запасов, транспортирования или очистки воды. Эти требования проявятся на всех уровнях - проектном, местном, национальном, бассейновом и глобальном. Сложно будет сбалансировать и обеспечить необходимую последовательность инвестиций для выполнения «мягких» (институциональные меры и укрепление потенциала) и «твердых» (инфраструктура) мер реагирования. Сбор и распространение информации, консультационная деятельность и адаптивное управление станут особо важными направлениями деятельности.

Кроме того, трудные компромиссы, вероятно, станут неизбежными при обеспечении баланса между экологическими и экономическими приоритетами. Поиск правильного сочетания трех «и» (информация, институты и инфраструктура) для достижения желаемого баланса при обеспечении социальной справедливости, защите окружающей среды и развитии экономики будет зависеть от «искусства адаптации» при управлении водными ресурсами.

Интегрированное управление водными ресурсами (ИУВР) предлагает методы управления этими движущими силами и «нитью», которая связывает эти сферы Деятельности. ИУВР является универсальным подходом к управлению водными ресурсами, основанным на успешной практике, подтвержденной в глобальном масштабе, при котором признается целостная природа водного цикла и важность компромиссов при управлении; этот метод акцентирует внимание на необходимости обеспечения эффективных институтов управления и является, по своей сути, адаптивным.

Финансовые ресурсы потребуются для построения этого мира, основанного на водной безопасности. Системы интегрированного управления водными ресурсами, которое является ключом к адаптации, наиболее слабое звено в самых бедных странах, которые сталкиваются с наибольшей изменчивостью климата сегодня и в будущем могут подвергнуться самым негативным воздействиям изменения климата. Существенные инвестиции потребуются для многих наиболее бедных стран.

Поэтому инвестиции в создание национального потенциала управления водными ресурсами, институты и инфраструктуру должны стать приоритетом при выделении финансов для адаптации. Фактически, это финансирование устойчивого развития, которое обеспечивает выгоды адаптации.

Целевое финансирование поможет гарантировать, что надежный потенциал создается и поддерживается в организациях, которые сталкиваются с необходимостью противостоять этим нарастающим изменениям, понижая темпы распространения серьезных изменений климата, финансируя отдельные и комплексные специализированные проектные инициативы.

В некоторых трансграничных бассейнах, наилучшие адаптационные инвестиции отдельных стран могут производиться вне их границ, например, в системы мониторинга всего бассейна или инвестиции в совместную инфраструктуру и/или системы управления в соседней стране. В объемах, при которых целенаправленные адаптационные средства могут быть обеспечены, они должны направляться независимо от решений отдельно взятой страны и создавать общественный продукт или продвигать совместные трансграничные бассейновые решения там, где они наиболее эффективны и отвечают интересам всех стран бассейна.

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Видение ГВП представляет безопасный мир, в котором имеющиеся водные ресурсы позволяют удовлетворить потребности общества в социально-экономическом развитии при защищенности от наводнений, засух и распространяемых с водой болезней и эффективном решении вопросов охраны окружающей среды. Его миссия состоит в поддержке устойчивого развития и управления водными ресурсами на всех уровнях.

В качестве одного из компонентов своей стратегии (на период 2009-2013 годов), которая определяет направления деятельности ГВП при реализации своего видения и миссии на годы вперед, партнерство активно ищет решения ключевых проблем водной безопасности. Одной из них, несомненно, является изменение климата, которое угрожает существенно изменить водообеспеченность и параметры водного цикла во многих регионах мира.

В данном случае, статья «Управление водными ресурсами, водохозяйственная безопасность и адаптация к изменению климата: первые воздействия и необходимые ответные меры» фокусируется на особенностях воздействий изменения климата на водные ресурсы. Что еще более важно, она концентрируется на совершенствовании управления водными ресурсами, что может внести свой вклад в смягчение воздействий изменения климата и в адаптацию к их необратимым последствиям.

Рассматривая результаты важной конференции ООН по изменению климата, которая была проведена в Копенгагене в 2009 году (COP-15), а также мероприятия, которые планируются провести после неё, мы пришли к важному выводу: вода является первичной средой, посредством которой изменение климата будет влиять на людей, экосистемы и экономику.

Широкий набор ответных мер потребуется для обеспечения общего потенциала управления водными ресурсами. Поэтому второй ключевой вывод заключается в необходимости разработки новых инструментов для адаптации, с целью реализации этого подхода на современном этапе. В этой связи, статья «Управление водными ресурсами, водохозяйственная безопасность и адаптация к изменению климата: первые воздействия и необходимые ответные меры» является важным вкладом в текущие дебаты о способах противодействия изменению климата и его последствиям. Хотя управление водными ресурсами не может обеспечить ответы на все вопросы, тем не менее, оно должно стать стартовой площадкой для адаптации к изменению климата.

Я благодарен Клаудии Садофф за ее ведущую роль в подготовке статьи в соавторстве с Майком Мюллером и Сарой Карриджер, а также членам расширенной рабочей группы ГВП по вопросам ИУВР и изменению климата и, в особенности, Майклу Скоулосу, Вадиму Соколову и Умберто Пене, которые предоставили примеры конкретных исследований в регионах. Притом, что качество статьи существенно выиграло от её обсуждения в рамках Технического Комитета ГВП, она отражает лишь мнение авторов, а не Технического Комитета или ГВП в целом.

Данная статья не может охватить все возникшие проблемы, но она освещает некоторые из них, дополняя предшествующие публикации соавторов и других специалистов в данной области.

Я уверен, что статья станет ценным инструментом при усилиях ГВП внести свой вклад в решение серьезных проблем водной безопасности, возникающих при изменении климата.

**Хартмут Бруэхль,**

**Временный председатель Технического комитета ГВП**



## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>1. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И АДАПТАЦИЯ: СТРУКТУРИРОВАНИЕ ПРОБЛЕМ</b> .....	9
1.1. Водные ресурсы первыми испытывают воздействия изменения климата .....	9
1.2. Водная безопасность - приоритет адаптации .....	11
1.3. Инвестиции в водную безопасность - инвестиции в адаптацию .....	15
<b>2. ВЫЗОВЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА УПРАВЛЕНИЮ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ</b> .....	18
2.1. Естественные науки .....	18
2.2. Социально-экономическое развитие .....	27
2.3. Дополнительные факторы .....	44
<b>3. АДАПТАЦИЯ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА ЧЕРЕЗ ЛУЧШЕЕ УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ</b> .....	50
3.1. Водная безопасность, основная цель и основа для адаптации .....	51
3.2. Обеспечение водной безопасности с помощью интегрированного управления водными ресурсами .....	52
3.3. Корректировка ИУВР для адаптации .....	64
<b>4. ФИНАНСИРОВАНИЕ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ</b> .....	69
4.1. Финансирование водохозяйственной деятельности является ключевым финансированием адаптации .....	72
4.2. Трансграничное финансирование – создание стимулов для совместных мер реагирования .....	73
<b>5. ВЫВОДЫ</b> .....	74

## ***1. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И АДАПТАЦИЯ: СТРУКТУРИРОВАНИЕ ПРОБЛЕМ***

**М**ногие из ожидаемых воздействий изменения климата будут проявляться через изменения в состоянии водных ресурсов. Изменения в количестве осадков и параметрах речного стока повлияют на всех водопользователей; повышенная неопределенность и изменение в потреблении воды культурами будут угрожать, в особенности, бедным фермерам, засевающим богарные земли; интенсификация засух, наводнений, тайфунов и муссонов еще больше повысит уязвимость многих людей; быстро возрастут риски и неопределенности, связанные с эпидемиями болезней, передаваемых с водой, а также таянием ледников, наводнениями, в результате прорывов озер ледникового происхождения или повышения уровня мирового океана.

Особое беспокойство вызывает то, что эти воздействия изменения климата, вероятно, затронут наиболее бедные слои населения, которые в меньшей степени способны противостоять им и сейчас, и в будущем. Хотя природа и степень воздействий не могут быть предсказаны с абсолютной уверенностью, долгосрочный характер управления водными ресурсами диктует необходимость подготовки ответных мер уже сейчас. Хорошо, что более совершенное управление водными ресурсами также способствует контролю текущей изменчивости климата и потрясений, которые являются фундаментальными проблемами, уже сегодня тормозящими развитие самых бедных стран мира.

### ***1.1. Водные ресурсы первыми испытают воздействия изменения климата***

Становятся все более понятными проблемы, связанные с глобальным потеплением и последующими изменениями климата; и повышается степень согласия относительно их возможного масштаба. Согласно последнему всестороннему отчету МГЭИК,<sup>1</sup> они стали рассматриваться не просто как потенциальные угрозы, а как неизбежная реальность.

Поэтому важно в равной степени уделить внимание и воздействиям быстро изменяющегося климата (адаптация), и движущим силам этих изменений (смягчение). Как сказано в докладе МГЭИК, «независимо от масштаба смягчающих мер, меры адаптации необходимы»<sup>2</sup>. Необходимо сместить акцент от мероприятий, которые, прежде всего, направлены на смягчение последствий изменения климата, к более интегрированному подходу, который одновременно охватывает и смягчение, и адаптацию.

В этом же докладе отмечено, что как только климат начнет изменяться, водохозяйственный сектор окажется первым среди секторов, подверженных наибольшему воздействию. Это не новое открытие. Об этом говорилось ещё в заключительных документах научных сессий второй всемирной конференции по изменению климата, проведенной в 1990 году:

<sup>1</sup> IPCC, *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007)

<sup>2</sup> IPCC, *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Cambridge, UK and New York, USA: Cambridge University Press, 2007).

«Среди самых важных воздействий изменения климата - воздействия на гидрологический цикл и водное хозяйство, а через них на социально-экономические системы»<sup>3</sup>.

Некоторые из воздействий изменения климата просто отразят роль воды во всей нашей жизни. Например, потребуются адаптация богарного земледелия к новой ситуации, возникающей в результате изменения величины и времени выпадения осадков. Системам здравоохранения необходимо будет справиться с изменениями в структуре распространения болезней, таких как холера и малярия, вследствие изменения экологии. Потребуется изменения и в инфраструктуре, включая дороги и здания, и конечно планировке самих поселков, чтобы приспособиться к изменениям в осадках и режиме стока рек.

Изменения климата, в большей мере, проявятся в состоянии водных ресурсов. Многие предсказывают, что изменение температуры лишь на несколько градусов, а также соответствующие изменения в структуре распределения осадков могут привести к увеличению среднемноголетнего речного стока и водообеспеченности на 10-40 % в одних регионах и их уменьшению на 10-30% в других. Этот эффект «рычага» приводит к тому, что незначительные изменения в температурах трансформируются в серьезные изменения речного стока, которые в значительной степени могут воздействовать на водоснабжение растущего городского населения, а также инфраструктуру, построенную для удовлетворения потребностей людей в жилье и транспортных услугах. Это также может затронуть многие отрасли промышленности и большую часть сельского хозяйства, которые становятся весьма уязвимыми, если их водоснабжение неустойчиво.

Кроме того, прогнозируется, что глобальный климат будет отличаться большей интенсивностью наводнений и засух. Общественность легче воспринимает опасности полного со-бытиями мира, чем риски, связанные с изменением температуры и осадков, потому что они отражены на опубликованных в СМИ фотографиях гибели людей и разрушений после катастроф, таких как разрушение Нового Орлеана ураганом «Катрина» в 2005 году или наводнению в Бангладеш в 2007 году, вызванного циклоном «Сидр», которые привели к гибели 3400 человек и сделали бездомными почти миллион человек.

Поскольку воздействия изменения климата усиленно проявляются в водной среде, существует также опасность, что они могут распространиться за пределы водного сектора. Если взаимосвязи между изменением климата и состоянием водных ресурсов не изучены, стратегии адаптации к изменению климата, разрабатываемые в других секторах, могут лишь усугубить проблемы и повысить уязвимость населения и их среды обитания от природных и антропогенных бедствий.

Это уже проявилось при стремлении увеличить производство биологического топлива, что привело к водному стрессу и голоду во многих регионах. Другим примером являются кампании против экспорта овощей и цветов, выращиваемых на орошаемых землях в Кении, из-за экологического ущерба, причиняемого авиаперевозчиками. Эти кампании, на территориях, где коммерческая ирригация эффективно использовала воду для создания рабочих мест, угрожают широко распространенной безработицей, которая может усугубить существующие конфликты в этих бедных ресурсами сельских общинах.

С другой стороны, попытки решения водных проблем, которые не принимают во внимание изменение климата, могут усилить его негативные воздействия. Инженерные подходы к защите от наводнений могут защитить население от «нормальных» наводнений, но в то же время могут сделать его весьма уязвимым при катастрофических разрушениях инфраструктуры, таким как имели место в 2008 году при Кошинском наводнении в Непале и Индии, которое затронуло более трех миллионов человек. Они могут также потенциально усугубить наводнения при чрезвычайных погодных явлениях, которые вполне вероятны при большинстве сценариев изменения климата, что было продемонстрировано в случае Новорлеанского бедствия (2005 г.), где меры по контролю паводков Миссисипи постепенно уменьшили площадь водно-болотных угодий, которые создавали защитный буфер от урагана

<sup>3</sup> In UN General Assembly, 45 Session, Addendum to Report of the Secretary General, *Progress achieved in the implementation of resolution 44/207 on protection of the global climate for present and future generations of mankind*, 8, November 1990, p. 9.

«Катрина». Также и подходы по смягчению водного дефицита, типа энергоемких технологий опреснения воды, могут, в свою очередь, усугубить воздействия изменения климата, если они применяются в крупных масштабах.

Поэтому водные ресурсы станут ключевым аспектом рисков и ответных мер адаптации к изменению климата. Нельзя сказать, что управление водными ресурсами обеспечивает ответы на все вопросы, так как необходимо найти решения во многих секторах. При этом водные ресурсы являются одновременно и частью проблемы, и частично её решением.

## ***1.2. Водная безопасность – приоритет адаптации***

Фокусирование на водной безопасности является обычной стратегией превентивной адаптации - обеспечение непосредственных выгод уязвимому и плохо обслуживаемому населению, таким образом, продвигая достижение Целей Развития Тысячелетия, при укреплении систем и потенциала для долговременного управления климатическими рисками.

Но что подразумевается под «водной безопасностью»? Очень часто проводится аналогия с «продовольственной безопасностью» и «энергетической безопасностью», которые, как правило, определяются как надежный доступ к достаточным ресурсам<sup>4</sup>, но в данном случае мы сфокусируемся на безопасности водных ресурсов, и поэтому будем использовать более широкое определение, которое также охватывает деструктивные силы водных ресурсов - многие из которых будут, вероятно, усилены изменением климата.

Следуя Грею и Садофф (2007 г.), мы определяем водную безопасность, как: «надежную обеспеченность необходимыми объемами и качеством воды для поддержания здоровья, средств существования и производства, в сочетании с приемлемым уровнем связанных с водой рисков».<sup>5</sup>

Для обеспечения водной безопасности, необходимы инвестиции в инфраструктуру для создания запасов и транспортирования воды, очистки и повторного использования сточных вод, а также в соответствующие организации<sup>6</sup>, обеспечивающие сбор и обмен информацией и прогнозирование, планирование и решение проблем изменчивости климата. Такие инвестиции помогут обществу адаптироваться к долгосрочному изменению климата и управлять текущей климатической изменчивостью и потрясениями - таким образом, обеспечивая водную безопасность беднейшего населения и стран на нашей планете.

Многие страны могут повысить уровень водной безопасности, чтобы более полно использовать преимущества экономических, социальных и экологических выгод, которые могут быть получены в результате мудрого водопользования. Достижение и сохранение водной безопасности перед лицом изменения климата и дальнейшее совершенствование деятельности водного хозяйства, с целью повышения вклада водных ресурсов в экономическое и социальное благополучие, являются ключевыми задачами адаптации.

Там где водная безопасность не обеспечена, изменение климата создаст много проблем при достижении этой цели. Однако существует много стран, где водная безопасность еще не обеспечена. Засухи и недостаток водных ресурсов часто усугубляют бедность и приводят к конфликтам в бедных общинах. Обратная сторона медали, избыток воды, в виде на-

---

<sup>4</sup> *The World Food Summit Plan of Action* (1996) defines food security in the following way, 'Food security exists when all people, at all times, have physical and economic access to sufficient, safe and nutritious food to meet their dietary needs and food preferences for an active and healthy life.' Rome: FAO  
<http://www.fao.org/docrep/003/w3613e/w3613e00.htm>. It should also be noted that food security is to a large extent related to water security, although this link can be bypassed through food imports.

<sup>5</sup> David Grey and Claudia W. Sadoff, 'Sink or Swim? Water Security for Growth and Development,' *Water Policy* 9, No. 6 (2007): 545- 571.

<sup>6</sup> Institutions are here broadly defined to include not only formal organizations, but also governance systems, policies, regulations and incentives that influence water allocation, quality, rights and pricing, asset management and service delivery.

воднений, подвергающих бедных рискам потенциальных ущербов для их экономики и здоровья.

В таких странах как Эфиопия (см. сноску 1), средства к существованию и фактически жизни многих сельских жителей зависят от «капризов» осадков. Процветание и социальный прогресс, достигнутые за многие годы, могут быть утрачены в течение нескольких засушливых сезонов. Аналогичная картина наблюдается во многих других африканских странах, например, в Кении и Зимбабве, где судьба всей национальной экономики зависит от обильных или недостаточных осадков. Та же ситуация в Сахельском регионе, где дефицит воды, в результате длительных засух, приводит к социальным конфликтам.

Связь между осадками, процветанием и социальной гармонией признается в большинстве стран, хотя редко выражена так четко, как в маленькой южно-африканской стране Лесото, где «Khotso! Pula! Nala!» (мира, дождя и процветания) является традиционным приветствием и национальным девизом. В близлежащей Ботсване, «Пула!» означает не только дождь, но и подразумевает «удачу, жизнь и процветание», поэтому дождь при бракосочетании или другом событии считают чрезвычайно благоприятным знаком.

В Азии, Центральной Америке и Карибском регионе наводнения, которые происходят чаще засух, оказывают самое разрушительное воздействие на бедные общины. От Вьетнама и Филиппин до Гондураса, Никарагуа и Кубы, ущерб и наводнения, причиняемые ураганами и тайфунами, которые несут слишком много осадков, обрекают людей на бедность, уничтожая их имущество и повышая их экономическую уязвимость. В странах, привыкших к экстремальным климатическим явлениям, был ряд событий, которые означают изменение условий. Например, наводнение, которое парализовало индийский город Мумбай в 2005 году, было вызвано ливнем интенсивностью почти 1000 мм за сутки - больше, чем большинство стран получает за год. Угроза заключается в том, что инциденты подобные этому (определяемые как «наводнения с вероятностью события один раз в две тысячи лет»), происходят намного более часто здесь, чем в большинстве других мест, приводя к значительным непредвиденным затратам, которые делают бедных людей еще более бедными.

Степень, при которой наводнения и засухи становятся экстремальными, трудно предсказуема (практически неконтролируемый фактор), поэтому изменение климата значительно затруднит процесс обеспечения водной безопасности.

***Там где водная безопасность обеспечена, изменение климата может подорвать её, повышая или изменяя риски.***

В последние десятилетия программы достижения безопасного и надежного водоснабжения фокусировались на институциональных мерах и финансировании, так как техническая инфраструктура, при её дороговизне, была чрезмерно сложна. Аналогично, во многих странах, общины, занимающиеся сельским хозяйством, нашли баланс между обеспеченностью и ограничениями природных ресурсов и, используя возможности доступа к мировому рынку, достигли разумных уровней доходов. Отрасли промышленности в развивающихся странах полагались, в основном, на гидроэнергетику, которая остается, безусловно, крупнейшим источником возобновляемой энергии в современном мире.

Однако водная безопасность может оказаться иллюзорной, если водные ресурсы, на которых она базируется, будут истощены.

В этом контексте, изменение климата представляет серьезную угрозу. Водоснабжение во многих странах основывается на предпосылке, что водохранилища, которые накапливают определенные запасы воды, обеспечат необходимый расход для получения урожая. Если средняя величина осадков уменьшается или наступает засушливый период, более длительный, чем ожидалось, то эти предпосылки не могут быть реализованы и необходимые поставки воды подвергаются риску. Фермеры и другие крупные водопользователи сталкиваются с подобными угрозами. В странах от Индии и Непала до Кении и Уганды и до Чили и

Бразилии, одним из наиболее серьезных воздействий засух является воздействие на обеспеченность электроэнергией, так как уменьшение величины осадков означает сокращение расходов воды, приводящей в движение турбины, которые её вырабатывают (см. вставку 4).

Однако картина явно неоднородна. Есть регионы мира, для которых прогнозируется увеличение осадков, что повышает их водообеспеченность, хотя возникают другие проблемы, такие как наводнения и распространение болезней, передаваемых с водой, которые могут сократить эти преимущества.

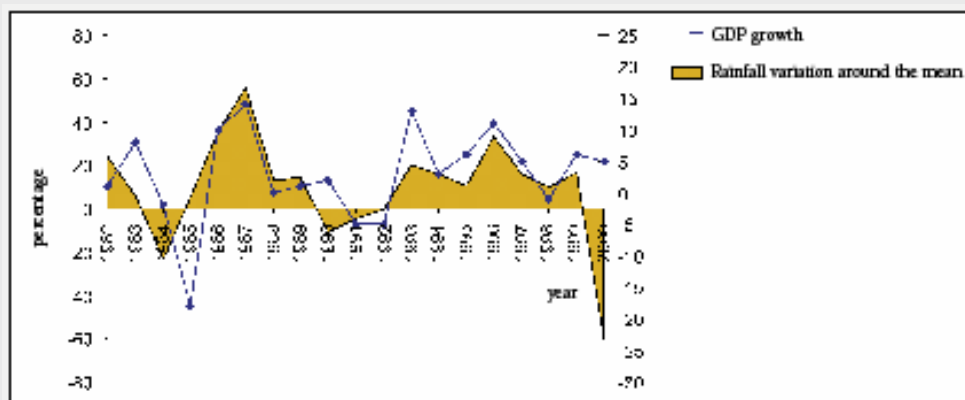
***Достижение и сохранение водной безопасности на фоне изменения климата является прямым вызовом адаптации.***

Достижение водной безопасности само по себе является фундаментальной проблемой развития. Помимо естественной изменчивости погоды, которая влияет на водный цикл, имеется много конкурирующих требований в отношении, по существу, фиксированных объемов этого ресурса. Они включают повышение спроса на воду, вследствие роста потребления промышленностью, повышения уровня жизни и изменений в питании людей и в структуре производства (например, при расширении производства биологического топлива).

Во многих странах, загрязнение при сбросах коммунальных и промышленных сточных вод также сокращает объемы пригодной для употребления воды. Наряду с изменением климата, это повышает сложность проблем, с которыми сталкиваются специалисты водного хозяйства и их организации, так как они изо всех сил пытаются удовлетворить новые требования. Поэтому проблема заключается не только в достижении водной безопасности перед лицом изменения климата и нарастания всех других факторов давления на водные ресурсы, но также в её сохранении.

**Вставка 1:****Связь между изменчивостью осадков и экономическим ростом, пример Эфиопии**

Гидрологическая изменчивость существенно подрывает экономический рост и увековечивает бедность в Эфиопии. Экономическая стоимость гидрологической изменчивости оценивается в более чем одну треть роста годового национального потенциала, а пониженные темпы роста проявляются со временем. Экономические модели, учитывающие гидрологическую изменчивость, показывают, что средние годовые темпы роста валового внутреннего продукта в Эфиопии падают на целых 38 %, как следствие этой изменчивости<sup>7</sup>. Для управления значительно большей гидрологической изменчивостью, Эфиопия имеет менее 1% от объемов воды в водохранилищах на душу населения, чем в Северной Америке.

**Рис. 1: Эфиопия: осадки, ВВП и вклад сельского хозяйства в ВВП**

В Эфиопии экономический рост настолько чувствителен к гидрологической изменчивости, что даже одна единственная засуха в течение 12-летнего периода (по данным наблюдений засухи происходят, в среднем, каждые 3-5 лет) понизит темпы роста для 12-летнего периода на 10 %. Последствия гидрологической изменчивости являются результатом прямых воздействий осадков на ландшафт, сельскохозяйственную продукцию, водоемкую промышленность и производство электроэнергии. Эфиопии не хватает водохозяйственной инфраструктуры и организаций, позволяющей смягчить последствия гидрологической изменчивости, и при этом страна испытывает недостаток в рыночной инфраструктуре, которая могла бы смягчить экономические воздействия гидрологической изменчивости, облегчая торговлю сельскохозяйственной продукцией между регионами страны, затронутыми (дефицит воды) и незатронутыми (избыток воды) изменениями в осадках. Эти воздействия усиливаются через ресурсы, влияние цен и доходности национальной экономики. Общим результатом является то, что экономический рост в Эфиопии в значительной степени привязан к количеству выпадающих осадков (см. рисунок 1).<sup>8</sup>

*Источник: Мировой Банк, Управление водными ресурсами с целью повышения темпов устойчивого роста: стратегия помощи в управлении водными ресурсами Эфиопии (Вашингтон, Федеральный округ Колумбия: Мировой Банк, 2006 г.)*

<sup>7</sup> Оценка основывается на результатах моделирования с использованием стохастической модели мировых рынков, которая учитывает воздействия, как дефицита, так и избытка осадков на сельскохозяйственные и другие сектора экономики.

<sup>8</sup> Данный график представляет корреляцию, которая не доказывает причинные связи. Интересный вопрос возникает в связи с этим графиком, почему избыточные осадки не ассоциируются с более низкими темпами роста ВВП. Одним из возможных объяснений является пример, приведенный для Кении (см. Мировой Банк, 2005 г.) Здесь, большая часть экономических затрат при засухах приводит к потерям в сельскохозяйственных доходах, в то время как экономические затраты при наводнениях проявляются в повреждении инфраструктуры (например, дорог и мостов). При расчетах ВВП, сельскохозяйственные потери непосредственно уменьшают ВВП. В то же время, повреждение инфраструктуры, если она была сразу отремонтирована, может относиться к инвестициям в национальной статистике, что повышает ВВП и объясняет, почему избыточные осадки ассоциируются с большим экономическим ростом.

### ***1.3. Инвестиции в водную безопасность - инвестиции в адаптацию***

Подобно тому, как смягчение последствий изменения климата реализуется через ряд фундаментальных изменений в методах, с помощью которых сообщества производят и используют энергию, адаптация будет происходить, частично, через ряд существенных изменений в методах управления и использования водных (и земельных) ресурсов.

Мероприятия по реализации более совершенного управления водными ресурсами являются, по своей природе, мероприятиями по адаптации. Более совершенное управление водными ресурсами означает большую устойчивость сегодня и более эффективную адаптацию в будущем. Мероприятия должны основываться на надежной информации, научных проработках и передовых методах работ в области управления водными ресурсами и изучения климата.

Учитывая сложность водного цикла и характера решений, которые должны приниматься для управления этими процессами, особая роль отводится информации и даже, в большей степени, способности осмыслить и использовать её. Во многих странах возможности ключевых водохозяйственных организаций в целом и их потенциал по сбору более точной информации недостаточны. Их способность решать текущие проблемы, уже не говоря о будущем, ограничена и срочно необходимо их усиление. Сокращения бюджетов, чаще всего, проводимые при краткосрочных финансовых проблемах, делают общины и страны более уязвимыми в долгосрочной перспективе.

В то время как многие решения водохозяйственных проблем стары как мир, новые обстоятельства диктуют большой спрос - и больше возможностей - на инновации и новые подходы. Практики и общественность должны иметь доступ к более полной информации, включая информацию относительно решений, принимаемых общинами во всем мире, чтобы гарантировать, что они выбирают наиболее подходящие варианты и не попадутся в ловушки прошлого, создавая тупиковую ситуацию для будущего. Больше инвестиций необходимо для сбора и распространения информации, чтобы обеспечить разработку лучших решений специалистами и более широким сообществом водопользователей.

#### ***Обладающие высоким потенциалом организации необходимы для сбора, анализа и реализации информации***

Водохозяйственные стратегии и практика должны быть ориентированы на создание организаций, баз данных и потенциала, позволяющих делать прогнозы, планировать мероприятия и решать проблемы, связанные с сезонной и многолетней изменчивостью климата, превращая их в инструменты адаптации к долгосрочному изменению климата. Для достижения целей водной безопасности и развития, необходимы организации, которые смогут объединить усилия водопользователей и ресурсных менеджеров на интерактивной основе, что повысит их способность понимания неопределенностей, поможет справиться с ними и ответить на новые вызовы, по мере их возникновения.

Проблемы воздействий изменчивости, усугубляемые изменением климата, будут проявляться на различных уровнях и должны решаться на различных уровнях. Отдельные фермеры, коммерческие организации, городские жители и национальные правительства все должны участвовать в решении проблем и принятии трудных решений. Поскольку решения на всех уровнях воздействуют на один и тот же ресурс, они должны быть согласованы между собой, если мы хотим, чтобы они были эффективны.

В этом отношении, важно создать эффективные специализированные организации для управления водными ресурсами, со структурами управления, которые обеспечат участие различных бенефициариев в процессах принятия решений. Эти организации должны иметь



связи с различными уровнями администрации и, так как воздействия управления водными ресурсами распространяются на многие другие виды деятельности, они должны стать частью более масштабных мер правительства.

### ***Инвестиции потребуются для всех трех «И» (информация, институты и инфраструктура)***

Сейчас всеми признается, что технические решения, несмотря на то, что они жизненно важны и являются неотъемлемой частью любого будущего подхода к управлению водными ресурсами, не являются достаточными, для решения глобальных водных проблем. Существует целый комплекс социальных, экономических и политических проблем, которые нужно решить, и в то же время широкий диапазон инструментов, с помощью которых можно найти необходимое решение.

Водная безопасность потребует инвестиций для реализации трех «И»: обеспечение более надежной и доступной информации (Информация), создание более профессиональных и лучше адаптируемых организаций (Институты) и строительство и эксплуатация инфраструктуры (Инфраструктура), чтобы делать запасы, транспортировать и обрабатывать воду. Эти потребности проявятся на всех уровнях - в проектах, общинах, странах, бассейнах рек и глобально. Для обеспечения баланса и последовательности выполнения «мягких» (институциональных) и «твердых» (инфраструктура) мер реагирования потребуются значительные инвестиции.

Важными станут обеспечение информацией, консультационные услуги и адаптивное управление. В то же самое время, трудные компромиссы, вероятно, станут неизбежными для обеспечения баланса других трех составляющих: социальная справедливость, экологическая устойчивость и экономическое развитие. Эта тройственная суть подхода является основой для устойчивого развития и управления водными ресурсами.

«Искусство адаптации» при управлении водными ресурсами заключается в поиске сбалансированного сочетания трех «И» (информация, институты и инфраструктура) для достижения желаемого баланса трех других аспектов (справедливость, экология и экономика).

#### **Вставка 2:**

#### **Инвестиционные решения при изменении климата – проект нагорья Лесото**

Практическим примером проблемы, вызванной изменением климата, является решение, которое должно было быть найдено в Южной Африке при поиске источника воды для наращивания водоснабжения метрополии Йоханнесбурга и окружающего его индустриального комплекса. Рассматривались два основных варианта: 1) расширить существующую схему водоснабжения в нагорье Лесото, что означало увеличение водозабора из Оранжевой реки, которая формируется в горах Лесото и впадает в Атлантический океан на границе с Намибией, являясь частью Ваальской системы; 2) водозабор на другой стороне водораздела из реки Тхукела и других небольших рек, которые впадают в Индийский океан на восточном побережье с переброской стока в бассейн Вааль.

Оба варианта довольно дороги (оцениваются более чем в миллиард долларов) и требуют более десяти лет для проектирования и строительства, так что эти решения не так легко осуществить. Затраты по обоим вариантам не отличались. Факторы, влияющие на решение, включают различия в эксплуатационных расходах, так как одно из решений требовало меньшей перекачки воды, чем другое, а также политические соображения, связанные с существующим соглашением между Лесото и Южной Африкой, которое предусматривает различные этапы переброски водных ресурсов, при этом последующий этап потребовал бы более существенных инъекций средств в Лесото. Капитальные затраты, однако, всегда являлись определяющим фактором стоимости водоподачи на протяжении срока службы сооружений, поэтому сравнительные издержки при различных вариантах были важным фактором. Но оценка очевидных различий согласно единичной стоимости воды, рассчитанной для каждой схемы, бессмысленна, если гидрологические прогнозы, на которых они базируются, не надежны или несопоставимы.

**Вставка 2:****Инвестиционные решения при изменении климата – проект нагорья Лесото**

Наука о климате обеспечивает лишь ограниченную помощь в подготовке этого решения. В настоящее время предполагается, что в Южной Африке, в отношении осадков, западные и юго-западные регионы станут более засушливыми, и восток страны останется таким же и может даже стать более влажным. В данном случае, прогнозы изменения климата говорят о том, что будет менее рискованно сделать выбор в пользу восточного источника воды, который согласно прогнозам, будет, в меньшей степени, затронут воздействиями изменения климата, или использовать преимущества поддержания баланса между различными источниками - более устойчивая система. Но эти прогнозы не имеют большого значения, так как они не согласуются с различными моделями, и расчеты проектных затрат базируются на существующих данных, которые намного менее точны в отношении климатической информации. Однако, в конце концов, решение по реализации схемы в Лесото было принято на основе других связанных с климатом причин: потребность в энергии для перекачки воды из восточной системы, как полагали, станет главной проблемой, с точки зрения перспектив смягчающих мер.

По данным Департамента водных ресурсов и лесоводства, следующие причины были учтены при выборе варианта нагорья Лесото: проект не требует больших затрат энергии, так как вода транспортируется самотеком в Южную Африку, без перекачки, в отличие от варианта с водозабором из реки Тхукела, который является энергоемким, поскольку вода должна перекачиваться из реки Тхукела через водораздел. Кроме того, существующие производственные мощности для выработки гидроэлектроэнергии в проекте нагорья Лесото (Фаза 1), можно также нарастить. Проект принес бы существенные выгоды Лесото, а также региональные выгоды, поскольку он предотвратит увеличение выбросов углеродистых смесей (результаты обсуждения в Кабинете Министров, 4 декабря 2008 года).

Этот пример иллюстрирует, почему многие специалисты утверждают, что пока невозможно для руководителей водного сектора, в частности, в странах с низкими доходами, принимать во внимание адаптацию к воздействиям изменения климата при разработке проектов. И все же логика заключается в том, что инвестиции в водный сектор должны планироваться с учетом будущих климатических режимов. Таким образом, проблемой на данном этапе является совершенствование описания возможных режимов, понижая уровень неопределенности, которая умножается с каждым шагом по цепочке гидрологического цикла - от прогнозов температур до оценок величины осадков, испарения, инфильтрации и поверхностного стока - чтобы получить разумно надежные прогнозы стока рек и запасов подземных вод. При более совершенных прогнозах стока, можно обеспечить лучшее управление им.

*Источники: Департамент водных ресурсов и лесоводства, Результаты обсуждения в Кабинете Министров по проблемам водных ресурсов и развитию Ваальской системы, Выпуск СМИ, 4 декабря 2008 г.; Майк Маллер, «Адаптация к изменению климата: Управление водными ресурсами для повышения водообеспеченности городов» Окружающая среда и урбанизация 19, Номер 1 (2007 г.): стр. 99-113.*

## **2. ВЫЗОВЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА УПРАВЛЕНИЮ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ**

---

**Ч**тобы понять проблемы, с которыми мы сталкиваемся, необходимо рассмотреть изменение климата и его воздействия с различных позиций - технической, социальной и экономической. Также полезно рассмотреть ряд других воздействий на ресурс, которые уже подводят многие сообщества к той черте, за которой их развитие может прекратиться.

### **2.1. Естественные науки**

Существует общее мнение по поводу того, что изменение климата окажет существенные негативные воздействия на глобальный цикл пресных вод. МГЭИК заявляет: «В глобальном масштабе, негативные воздействия будущего изменения климата на пресноводные системы, как ожидается, перевесят их выгоды (высокая степень достоверности). К 2050 году, площадь регионов, где проецируется повышение уровня водного стресса, вследствие изменения климата, более чем в два раза превысит площади с уменьшением водного стресса. На территориях с прогнозируемым уменьшением поверхностного стока, произойдет сокращение услуг, обеспечиваемых водными ресурсами. Также прогнозируется, что увеличение поверхностного стока в некоторых регионах приведет к повышению общей водообеспеченности. Однако, во многих регионах эти выгоды, вероятно, будут уравновешены отрицательными воздействиями повышенной изменчивости осадков и сезонных изменений поверхностного стока на водообеспеченность, качество воды и вероятность наводнений (высокая степень достоверности)<sup>9</sup>, но ученые не выявили полностью влияние изменения климата на гидрологию. Большие усилия потребуются для моделирования и прогнозирования изменений гидрологического цикла, которые могут произойти вследствие изменения климата не только в глобальном масштабе, но также и в масштабах, необходимых для проектных проработок и принятия решений». В данном разделе рассматриваются некоторые из ключевых технических проблем, с учетом самых последних результатов проработок технической группы МГЭИК по проблемам водных ресурсов и климата.

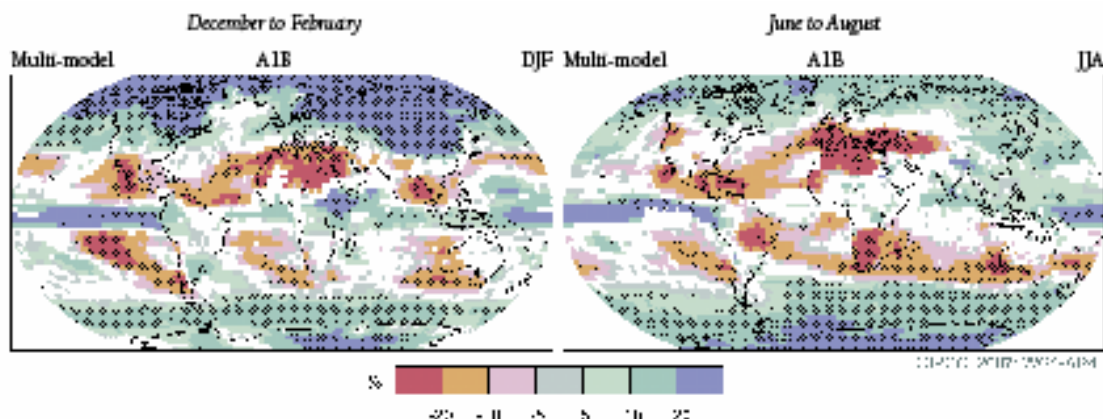
#### **Изменения в осадках**

В настоящее время, прогнозы изменения осадков носят все еще общий характер, указывая лишь тенденции (см. рисунок 2). Хотя региональные прогнозы делаются с повышающейся степенью точности, они, в основном, не тестируются и могут использоваться лишь для описания характера проблем, которые могут возникнуть. Подобные оговорки можно сделать и в отношении других ключевых параметров изменчивости климата.

---

<sup>9</sup> Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu and J.P. Palutikof, Eds., *Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Geneva: IPCC Secretariat, p. 3.

Рис. 2. Мультимодельные проекции изменения режима осадков



Относительные изменения количества осадков (в процентах) за период 2090-2099 годов по сравнению с 1980-1999 годами. Значения представляют собой мультимодельные средние величины, основанные на сценарии А1В СДСВ. Белые участки – это места, где менее 66% моделей дают одинаковый знак изменений, а пунктирные части - это места, где менее 90% моделей дают одинаковый знак изменений.

*Источник: IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, p. 16, Fig. SPM 7.*

В апреле 2008 года, техническая группа МГЭИК, работающая по этой проблеме, могла только сказать: «Результаты модельных исследований климата в 21-ом веке совпадают в проецировании увеличения осадков в высоких широтах (весьма вероятно) и части тропиков и уменьшения осадков в ряде субтропических регионов и регионах, расположенных ниже средних широт (вероятно)».

Вне этих областей, знак и величина проецируемых изменений разнятся между моделями, приводя к существенной неопределенности в проецировании режима осадков. Таким образом, проецирования будущих изменений режима осадков являются более точными для одних регионов и менее точными для других. Результаты проецирования с использованием различных моделей совпадают в меньшей степени при уменьшении пространственного масштаба<sup>10</sup>.

Такая же ситуация с проецированием вероятности чрезвычайных погодных событий; их заключение по этому вопросу следующее: «Прогнозируется, что повышенная интенсивность и изменчивость осадков увеличат риски наводнений и засух во многих регионах мира. Частота сильных ливней (или соотношение обычных осадков и сильных ливней), весьма вероятно, возрастет в большинстве регионов в течение 21-ого столетия, с повышенным риском наводнений, вызванных дождями. В то же самое время, проецируется увеличение доли поверхности земли, где будут происходить сильные засухи (вероятно), в дополнение к тенденции повышения засушливости внутренних частей материков в течение лета, особенно в субтропиках, низких и средних широтах»<sup>11</sup>.

<sup>10</sup> В том же источнике

<sup>11</sup> В том же источнике

Если трудно сделать достоверные прогнозы относительно будущих осадков и штормов, еще труднее предсказать воздействия изменений температуры и осадков на водообеспеченность рек, озер и подземных источников. В то время как количество и время выпадения осадков особенно важны для некоторых водопользователей, особенно фермеров, большинство водопользователей берут воду из поверхностных источников воды, таких как реки и озера, или из подземных источников. Они подпитываются осадками, но связь между величиной осадков и количеством воды в реках, озерах или водоносных слоях довольно сложна.

### **Поверхностный сток и расходы воды в реках**

Сокращение поверхностного стока, возможно, станет самым серьезным воздействием глобального потепления на водную среду. Сток рек увеличивается, когда осадки «стекают» по земной поверхности или просачиваются в водоносные слои, чтобы затем превратиться в родники. При прочих равных условиях, при более сухой поверхности земли и повышенном испарении в условиях более жаркого климата, меньше воды поступает в реки или просачивается в более глубокие водоносные слои. Вот почему изменение климата «усилено» проявляется в водном цикле.

Однако «другие вещи», такие как тип растительного покрова, а также время выпадения и интенсивность осадков, вряд ли, останутся постоянными. Растительность изменится в результате изменений температуры, величины осадков и концентраций CO<sub>2</sub>.

Интенсивность и время выпадения осадков изменятся вследствие изменяющегося режима приземной циркуляции, свойственному общему атмосферному потеплению. В некоторых наиболее засушливых регионах мира, особенно в Африке на границе с Сахарой и средиземноморском регионе, а также в Южной Азии и Австралии, сокращение расходов рек больше чем на 50 % предсказаны с достаточной степенью достоверности, что приведет к сезонному или постоянному осушению многих водотоков<sup>12</sup>. Это изменение может оказать разрушительные воздействия на экономическую деятельность людей, а также вызвать необратимые изменения в экосистемах, включая исчезновение многих видов.

**Рис. 3. Проецируемые изменения в стоке к 2080 году в Мексике и Центральной Америке**



<sup>12</sup> Maarten de Wit and Jacek Stankiewicz, 'Changes in Surface Water Supply Across Africa with Predicted Climate Change,' Science 311, No. 5769 (2006): 1917-1921; published online 1 March 2006 [DOI: 10.1126/science.1119929].

Прогнозируется значительное сокращение объемов поверхностного стока в Мексике и Центральной Америке, что приведет к уменьшению водообеспеченности и серьезно повлияет на сельское хозяйство этого региона, с непропорциональными воздействиями на бедных фермеров, засевающих богарные земли. Даже крупномасштабные орошаемые площади такие, как хлебная житница Мексики, подвергнутся этому влиянию.

*Источник: 'In search of shelter: mapping the effects of climate change on human migration' p. 7.*

*© by 2008 Cooperative for Assistance and Relief Everywhere, Inc. (CARE). Used by permission.*

При другой крайности, более интенсивные осадки будут насыщать поверхностный слой земли быстрее, чем обычно. Если это продолжится в течение длительного времени, больше воды поступит в водооток и реки, и наводнения будут более интенсивными и разрушительными.

МГЭИК следующим образом обобщила результаты моделирования: К середине 21-ого столетия, проецируется увеличение среднегодового речного стока и водообеспеченности в результате изменения климата в высоких широтах и в некоторых влажных тропических областях, и его уменьшение в некоторых засушливых регионах в средних широтах и в сухих тропиках. Многие полуаридные и аридные области (например, средиземноморский бассейн, запад США, южная Африка и северо-восточная Бразилия) особенно подвергнутся воздействиям климата, изменяются; и здесь проецируется уменьшение водных ресурсов, вследствие изменения климата (высокая степень достоверности)<sup>13</sup>.

### **Температура, испарение и аридизация**

Как уже было отмечено, влияние повышения температур должно привести к увеличению нормы испарения. Так как соотношение величин испарения и осадков определяет, влажен ли климат или ариден, аридизация усилится там, где повышение температур не соответствуют увеличению количества осадков. Изменение времени выпадения и интенсивности осадков может также привести к переходу от гумидных к аридным условиям.

Аридизация окажет существенные воздействия и на поверхностный сток, и на пополнение запасов подземных вод. В технической литературе аридность определяется, как соотношение между величиной осадков и потенциальным испарением. Это соотношение лучше всего иллюстрируется «кривой Будыко», которая описывает, как сток водосборной площади зависит от соотношения потенциального испарения и осадков. Потенциальное испарение определяется количеством энергии, поступающей на водосборную площадь, обычно, это солнечная радиация. При гумидном климате величина испарения меньше величины осадков, гарантируя, что избыточная вода 'стекает' в реки и озера или инфильтруется в подземные слои. При аридном климате, величина потенциального испарения превышает величину осадков, и фактическое испарение зависит от количества воды, доступной для испарения. Только в периоды, когда выпадает достаточное количество осадков, чтобы "затопить" испарение, появляется сток или происходит инфильтрация в подземные воды.

Понимание этого соотношения уже обеспечивает мощный инструмент, для прогнозирования будущих изменений, но при этом имеются и определенные ограничения. При критическом подходе можно отметить, что исследования редко принимали во внимание изменения в растительности.

<sup>13</sup> *Climate Change and Water*, p 3.

### ***Изменения в пополнении и запасах подземных вод***

Одной из самых трудных проблем управления водными ресурсами является Мониторинг и управление запасами подземных вод, от которых зависит водоснабжение многих общин. Поскольку они «невидимы», их иррациональное использование часто признается только тогда, когда насосы перестают качать воду. Когда на поверхностный сток, формируемый осадками и поступающий в реки и другие водотоки, влияют изменения температуры и характера землепользования, они в равной степени влияют на инфильтрацию воды в водоносные горизонты.

В умеренных зонах и влажных тропиках, вода часто находится на поверхности земли в течение многих дней и недель в дождливые периоды, и при этом происходит медленное просачивание воды вниз в водоносные слои. Ситуация при более сухом климате менее предсказуема.

При более теплом, более аридном климате, когда почвы часто сухи, влага первого выпадающего дождя поглощается верхними слоями почвы; если за дождем последует сухой период, большая часть этой влаги будет использоваться растительностью или испаряться в атмосферу. И только тогда, когда относительно большое количество осадков выпадает в течение нескольких дней, приводя к накоплению достаточных количеств воды в понижениях на поверхности земли и в верхних слоях почвы, излишек воды может профильтроваться в подстилающие водоносные слои.

Интенсивность и продолжительность осадков являются, таким образом, важными факторами в определении того, какая часть осадков, в конечном счете, пополнит запасы водоносных слоев; начальное содержание влаги в верхнем почвенном горизонте и характер растительного покрова также взаимосвязаны. Все эти параметры, как ожидается, будут изменяться при большинстве сценариев изменения климата

### ***Качество воды***

Способность поверхностных водотоков принимать, разбавлять и восстанавливать качество сточных вод зависит от объемов их стока. Любое сокращение расхода рек уменьшит их способность разбавлять сточные воды; и дополнительные инвестиции потребуются для обеспечения тех же самых стандартов защиты окружающей среды или очистки сточных вод для повторного использования.

Изменение режима стока и температур может привести к негативным воздействиям на качество воды, делая воду непригодной для использования (как например в сельском хозяйстве, где минерализация воды является главным детерминантом её пригодности), или требуя дополнительных затрат на очистку воды от пользователей (как в случае эвтрофикации вод, используемых для коммунального водоснабжения). Интрузия морской воды в прибрежные пресноводные системы - другое возможное последствие изменения климата. И это будет происходить не только в регионах, на которые влияет повышение уровня моря, но также и там, где пониженный речной сток не достаточен, чтобы препятствовать проникновению морской воды вверх по течению. Поскольку вода в устьях рек и подземные воды становятся все более и более солоноватыми, меньшие объемы пресных вод будут доступны для людей и экосистем в прибрежных областях.

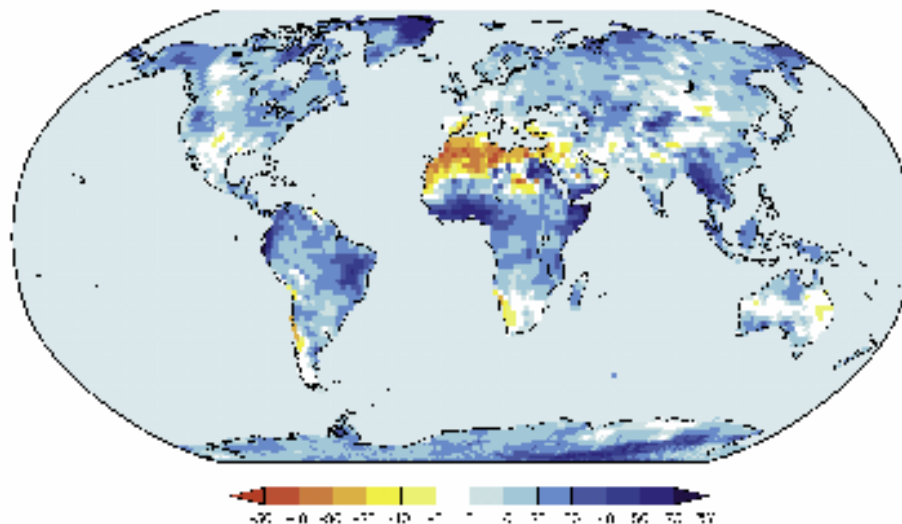
### ***Наводнения, засухи и более интенсивные и частые штормы***

Одним из прямых и очевидных воздействий изменяющегося режимом осадков будет изменение характера наводнений и засух. Повышенные температуры воздуха приведут к большему испарению с поверхности океана и других водных поверхностей, что, в свою очередь, создаст потенциал для выпадения более частых и интенсивных осадков. Последстви-

ем этого будет то, что наводнения и засухи, которые были редкими событиями, станут более обычными, в то время как проявятся новые крайности.

Подобно многим воздействиям изменения климата, связанные с ними бедствия непропорционально воздействуют на бедных. В 2008 году в отчете ООН по развитию человеческого потенциала было отмечено, что с 2000 до 2004 год около 262 миллионов человек ежегодно подвергались воздействиям природных бедствий, связанных с климатом. Более 98 процентов из них живут в развивающемся мире.

**Рис. 4. Процентное изменение в ежегодных осадках при сценарии A1B.**



Ежегодные экстремальные осадки определяются здесь как максимальное количество осадков за 5-дневный период в рассматриваемом году. Рисунок показывает изменение в процентах в 30-летних средних значениях в течение периода 2071-2100 гг. при сравнении со средними значениями для периода 1961-1990 гг.

*Источник: Andrew Thow and Mark de Blois, 'Climate change and human vulnerability: Mapping emerging trends and risk hotspots for humanitarian actors: Volume 2: Technical annex and additional maps.' p. 13.*

*Copyright © 2008 Cooperative for Assistance and Relief Everywhere, Inc. (CARE). Used by Permission.*

### **Таяние и уменьшение запасов ледников и снежного покрова**

Сокращение площади ледников и сокращение объемов воды «запасенной» на заснеженных равнинах - одно из первых воздействий на водные ресурсы, ожидаемых в результате изменения климата. До недавнего времени, роль заснеженных равнин и ледников в «сглаживании» изменчивости осадков не была признана широкими кругами специалистов. Угроза изменения климата, однако, изменила это положение.

В настоящее время, эти области действуют как огромные естественные водохранилища, собирающие и хранящие воду в виде снега зимой и отдавая её постепенно по мере таяния летом. В большинстве сценариев глобального потепления, таяние снега и ледников сначала увеличит, а затем уменьшит сток рек в течение нескольких десятилетий, вызывая сначала наводнения, а затем засухи. Также вероятно, произойдет существенная эрозия вновь обнаженных поверхностей земли, которые будут воздействовать на качество воды. Водоснабжение одной шестой части населения Земли зависит от таяния ледников и снега.<sup>14</sup> Ещё большее количество людей зависит от рек со снежно-ледниковым питанием при использовании их водных ресурсов для водоснабжения, орошения, навигации и произ-

<sup>14</sup> T. P. Barnett<sup>1</sup>, J. C. Adam & D. P. Lettenmaier, 'Potential impacts of a warming climate on water availability in snow-dominated regions,' *Nature* 438 (2005): 303-309.



водства гидроэлектроэнергии. Потеря ледников особенно важна в регионе Анд в Южной Америки (см. сноску 3) и регионе Гималаев в Южной Азии. В Андах водообеспеченность обычно напрямую зависит от таяния ледников и снега. Эквадорская столица, Кито, например, получает 50% воды для её водоснабжения в результате таяния ледников Антизана и Котопахи.<sup>15</sup> В богатом сельскохозяйственном бассейне реки Инд, где живет приблизительно 180 миллионов человек, до 50% речного стока формируется за счет таяния ледников.<sup>16</sup>

Сопутствующим риском является неопределенность в отношении возможных наводнений при прорыве озер, созданных ледниками. Поскольку ледники тают, они часто формируют озера, уровень воды в которых подпирается мореными отложениями - плотинами, сформированными валунами и грунтом, отлагаемымидвигающимся ледником. При отступлении ледников эти озера увеличиваются, и на их естественно сформированные плотины оказывается возрастающее давление, в результате повышения уровня воды. Результатом прорыва этих озер могут стать непредсказуемые и катастрофические наводнения. Международный центр интегрированному развитию горных регионов (ICIMOD) идентифицировал более двухсот ледниковых озер Гиндукуш-Гималайского горного хребта, которые представляют опасность.<sup>17</sup>

### **Мониторинг изменений - данные и гидрология**

Специалисты водного хозяйства должны иметь возможность отслеживать изменения, а также разрабатывать и консультировать выполнение соответствующих ответных мер. При этом требуется инструментарий для сбора значительного количества данных, их анализа и интерпретации, обеспечивающих планирование мероприятий и информирование общественности об их воздействиях.

Несмотря на то, что важность гидрологического мониторинга отмечалась на всех конференциях Организации Объединенных Наций по водному и устойчивому развитию, начиная с конференции в городе Мар дель Плато в 1977 году, отмечается ухудшение ситуации, связанной со сбором данных по водным ресурсам во всем мире в течение последних нескольких десятилетий. Действительно, есть сведения, что во многих странах, качество гидрологических данных резко ухудшилось, в период после саммита в Рио-де-Жанейро в 1992 году. Большая часть глобальных данных по речному стоку, имеющихся во Всемирном центре данных по поверхностному стоку в Германии, собраны более 30 лет назад. В 2008 году, прекратилась международная поддержка программы системы глобального экологического мониторинга (СГЭМ), которая была всемирным «хранилищем» качественных данных по водным ресурсам. Часть финансирования теперь восстановлена, но этого явно недостаточно.

<sup>15</sup> W. Vergara, A. M. Deeb, A. M. Valencia, R. S. Bradley, B. Francou, A. Zarzar, A. Grünwaldt, and S. M. Haeussling, 'Economic Impacts of Rapid Glacier Retreat in the Andes,' *Eos Trans. AGU* 88, No. 25 (2007): doi:10.1029/2007EO250001.

<sup>16</sup> Mats Eriksson, Xu Jianchu, Arun Bhakta Shrestha, Ramesh Ananda Vaidya, Santosh Nepal, and Klas Sandström, 'The changing Himalayas – Impact of climate change on water resources and livelihoods in the Greater Himalayas.' Perspective Document for the 5th World Water Forum, Istanbul. Katmandu: ICIMOD (2009).

<sup>17</sup> ICIMOD, *Inventory of Glaciers, Glacial Lakes and Identification of Potential Glacial Lake Outburst Flood (GLOFs) Affected by Global Warming in the Mountains of Himalayan Region* (Kathmandu: ICIMOD, 2007). DVD/CD-ROM

**Вставка 3: Воздействия изменения климата на Анды в Чили и Аргентине**

Горная цепь Анд имеет огромное значение для формирования водных ресурсов Аргентины и Чили, так как осадки в горах обеспечивают до 80% водообеспеченности центрального региона Чили и внутренних областей Аргентины.

Эти ресурсы представляют особый интерес для центрального региона Чили и оазисов запада Аргентины, в провинции Куйо и к северу от Патагонии. Эти территории, отличающиеся аридным или полуаридным климатом, а также с режимом осадков похожим на средиземноморский, являются регионами с очень продуктивным орошаемым земледелием (1.300.000 гектаров в Чили и приблизительно 400.000 гектаров в Аргентине зависят от весеннего и летнего стока рек, которые подпитываются за счет таяния снегов на высоких пиках горной цепи). Ландшафт также благоприятен для производства гидроэнергии, и 4000 мегаватт гидроэлектроэнергии уже освоены в Чили и 750 мегаватт в Аргентине. Глобальные климатические модели согласованно предсказывают повышение температур воздуха и аридизацию этих территорий.<sup>18</sup> Из-за важности водных ресурсов для экономического благополучия этих областей, обе страны постарались разработать более точно адаптированные модели для прогноза изменения климата, которые более реалистично учитывают влияние Анд на речные бассейны. Результаты этих исследований показывают, что к концу 21-ого столетия, в регионе горной цепи средние температуры воздуха могут увеличиться на 4°C и повысится изменчивость осадков при среднем сокращении их величины на 15% на восточном склоне (Чили) и в горной зоне, и увеличении в предгорьях западного склона (Аргентина)<sup>19</sup>.

Вследствие гидрологических особенностей региона, предсказанные увеличения в температуре воздуха могут значительно воздействовать на водотоки. Более высокие температуры поднимают отметки кромки постоянного снежного покрова, уменьшая площадь аккумуляции снега зимой, и приводя к большему количеству осадков в виде дождя, а не снега. Они также ускоряют таяние снега. Таким образом, зимние и весенние расходы рек увеличатся, а летние и осенние уменьшатся. Увеличение температуры на 3°C, даже без изменения режима осадков, приведет к предсказанному увеличению до 100% зимой среднемесячных расходов в некоторых бассейнах центрального региона Чили, и уменьшению приблизительно на 30% в летние месяцы.<sup>20</sup> Моделирование для конца 21-ого столетия, в основном, также указывает на уменьшение осадков и летних расходов более чем на 50%.<sup>21</sup> Дополняет эти страшные предсказания наблюдаемое отступление кромки ледников.

Большие температуры подразумевают увеличение суммарной эвапотранспирации, которая составляет около 80% общего водопотребления, так что этот эффект в сочетании с изменениями в водообеспеченности оказывает серьезные воздействия на водную безопасность региона, особенно, в сельском хозяйстве. Это не повлияет на производство гидроэлектроэнергии, так как текущий спрос на электричество больше в зимние месяцы, для которых прогнозируется увеличение стока.

В дополнение к воздействиям на водообеспеченность различных секторов, более высокие температуры также повысят риски наводнений. В случае Чили, это может поставить под угрозу безопасность главных городов, расположенных в предгорьях Анд. Например, столица страны, Сантьяго: если повышение температуры приведет к повышению отметок кромки снежного покрова на 500 метров, как предсказано в сценариях изменения климата на конец 21-ого века, площадь водосбора увеличится в три раза. Сформированные расходы в паводки превысят пропускную способность

<sup>18</sup> Secretaría de Medio Ambiente de la Nación (2009), Cambio Climático en Argentina; CONAMACHile, Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008-2012.

<sup>19</sup> PNUD-SECYT (1997). *Vulnerabilidad de los Oasis comprendidos entre 29°S y 38°S ante condiciones más secas en los Andes altos*. Proyecto ARG/95/G/31; Dpto. Geofísica (Universidad de Chile) – CONAMA (2006). *Estudio de las Variabilidad Climática en Chile, para el Siglo XXI*.

<sup>20</sup> Humberto Peña (1987). *Sensibilidad del Régimen Hidrológico de la Cuenca del río Maipo frente a un cambio Climático*, 20th Congress of the Chilean Society of Hydraulic Engineering.

<sup>21</sup> X.Vargas; E. Rubio, G. Mardones and D. Mena (2008). *Análisis del Stress Hídrico en Cuencas Chilenas por Efecto del Cambio Climático*, 10th Francisco Javier Dominguez Sessions, Chilean Society of Hydraulic Engineering.

<sup>21</sup> X.Vargas; E. Rubio, G. Mardones and D. Mena (2008). *Análisis del Stress Hídrico en Cuencas Chilenas por Efecto del Cambio Climático*, 10th Francisco Javier Dominguez Sessions, Chilean Society of Hydraulic Engineering.

имеющихся систем дренажа во много раз.<sup>22</sup> Точно так же будет оказано воздействие на разнообразные виды деятельности и инфраструктуру в предгорье, типа дамб, шахт, дорог, гидроэлектростанций, туристские отели и т.д.

Кроме того, переход от формирования стока, с преобладанием снежного питания, к формированию стока с доминированием дождевого питания, значительно изменяет режим транспортирования наносов и всей геоморфологической динамики бассейнов, что, в свою очередь, может серьезно затронуть системы дренажа и управление водными ресурсами при использовании водохранилищ.<sup>23</sup>

Эти и другие вызовы, связанные с изменением климата, в последние годы мотивировали правительства Чили и Аргентины создать межведомственные совместные группы для облегчения процесса изучения изменений климата и разработки государственной стратегии адаптации. В этом контексте, были предложены различные направления деятельности, такие как разработка программ мониторинга и исследований, строительство плотин и для лучшего управления возможными сезонными изменениями расходов, создание структуры для адаптации состава выращиваемых культур к изменившимся климатическим условиям и водообеспеченности, укрепление потенциала организаций управления водными ресурсами в сценариях их дефицита, и адаптация инфраструктуры предотвращения наводнений. Эти возможные направления деятельности все еще оцениваются, но должны дать результат в течение последующих нескольких лет.

*Автор: Humberto Peña*

На национальном уровне, особенно во многих бедных странах, системам гидрологической информации позволили распасться под давлением необходимости перераспределения недостаточных ресурсов для решения большего количества неотложных проблем. Когда сталкиваются с бюджетными ограничениями, гидрология, часто, является одним из направлений деятельности, которыми жертвуют в первую очередь. К сожалению, как только учет утрачен или выполняется не в полном объеме, затем очень трудно восстановить его. Это проблема не только развивающихся стран. Даже в богатых странах, цели мониторинга не были достигнуты, как показали недавние сообщения из Соединенных Штатов.<sup>24</sup>

Есть ряд причин для деградации систем сбора и обработки данных. Кроме внутренних конфликтов и бюджетных ограничений, есть случаи, когда данные имеются, но, поскольку растет конкуренция в области использования водных ресурсов, присутствует нежелание делиться имеющейся информацией с другими бенефициариями.

Существует также понятное убеждение, что технологии спутникового наблюдения, которые трансформировали знания об атмосфере, сделали то же самое для гидрологической системы, что, к сожалению, не отвечает действительности.

Хотя ведутся работы по поиску методов использования дистанционных измерений для получения информации по расходам и качеству воды в реках, еще предстоит многое сделать, чтобы модели могли быть широко и эффективно применены. Даже при использовании новых методик, наземные наблюдения останутся важным элементом для корректировки данных, полученных дистанционными методами.

В техническом резюме МГЭИК еще раз делается акцент на этих проблемах: существуют несколько пробелов в знаниях, требующих организации наблюдений и исследований, связанных с изменением климата и водными ресурсами. Данные наблюдений и доступ к данным являются необходимыми условиями для адаптивного управления, в то время как

<sup>22</sup> Humberto Peña (1989). 'Aspectos Hidrológicos del Control de Crecidas,' *Journal of Chilean Society of Hydraulic Engineering* 4, N°2.

<sup>23</sup> Andrade B. and H. Peña, 'Chilean Geomorphology and Hydrology: Response to Global Change, In *Earth System Responses to Global Change: Contrasts between North and South America*. Harold Mooney, Eduardo Fuentes, Barbara Kronberg (eds.), London: Academic Press, 1993.

<sup>24</sup> Support for USGS Streamgaging Programs, letter of petition to Chairman of US Congress committee, House Appropriations Subcommittee on Interior, Environment and Related Agencies, Feb 2008: at <http://www.asiwpc.org/home/docs/Streamgageltr2House.pdf> 25 *Climate Change and Water*, p. 4.

многие из сетей, предназначенных для наблюдений, сокращаются. Необходимо улучшить понимание и моделирование изменений климата, связанных с гидрологическим циклом, в масштабе соответствующим решаемым задачам. Информация о связанных с водой воздействиях изменения климата неполна, особенно относительно качеств воды, водных экосистем и подземных вод, включая их социально-экономические аспекты. Наконец, имеющиеся инструменты, для комплексной оценки вариантов адаптации и смягчения последствий во всех секторах-водопользователях неадекватны.<sup>25</sup>

## 2.2. Социально-экономическое развитие

Изменения в количестве, времени и надежности выпадения осадков, а также формировании поверхностного стока, будут воздействовать на все сектора экономики, которые используют водные ресурсы. Эти воздействия, в свою очередь, повлияют на всю динамику развития национальных экономик, а также экологические и социальные нужды, особенно, более бедных общин. Определенно, так как эффективное управление водными ресурсами важно для достижения многих Целей Развития Тысячелетия, эти воздействия могут также угрожать устойчивости продвижения к ЦРТ. Однако воздействия изменения климата на водные ресурсы выходят далеко за рамки ЦРТ.

Изменения в распределении и времени выпадения осадков изменят режим доступа к воде, приводя к излишкам воды в одних областях и усиленной конкуренции в других. Эти изменяющимися гидрологическими процессами предъявляют существенные требования к управлению водными ресурсами. Повышенная изменчивость осадков повлияет на потенциал экономического роста и затраты для достижения водной безопасности. Свидетельством этого является изменчивость, которая проявляется в двух направлениях, создавая дополнительные проблемы для управления (слишком мало воды или слишком много воды) при условиях большей неопределенности. Исследования показали, что при наличии слабо проявляемой корреляции между водным дефицитом и экономическим развитием, существует четкая связь с изменчивостью (см. сноску 1).<sup>26</sup>

Усиление изменчивости климата приводит к увеличению затрат на инфраструктуру, информационные и другие системы, которые должны помочь справиться с её последствиями. Посмотрим на это с другой стороны, так как повышенная изменчивость увеличивает затраты общества, при несовершенном управлении большие средства должны быть потрачены на улучшение управления, чтобы избежать возможных неудач.

Главным воздействием изменения климата во многих регионах может стать повышение стоимости водохозяйственных услуг и, в особенности, стоимости достижения надежности оказания услуг. Это произойдет не только в секторе питьевого водоснабжения, но и в сельском хозяйстве, секторе производства электроэнергии, а также в промышленности.

Водопользование экосистем будет находиться под особым давлением из-за повышения водохозяйственных затрат. Немногие страны обладают эффективными механизмами для обеспечения адекватного водоснабжения экосистем, поэтому водопользованием экосистем обычно жертвуют в первую очередь.

Учащение случаев катастрофических событий, таких как наводнения и засухи будет влиять на жизнь людей, их средства к существованию, ценность земельных ресурсов и стимулы для инвестиций на уязвимых территориях. В то время как схемы подготовленности и страхования, а также водохозяйственные мероприятия станут средствами нейтрализации этих рисков, перспективы уязвимых территорий изменятся. Вообще, уязвимые территории заселяются бедными людьми, которые имеют меньше шансов перебраться подальше от опасных мест, чем более зажиточные люди. Поскольку уязвимые территории все в большей

<sup>25</sup> *Climate Change and Water*, p. 4.

<sup>26</sup> Casey Brown and Upmanu Lall, 'Water and Economic Development: The Role of Variability and a Framework for Resilience,' *Natural Resources Forum* 30, No. 4 (2006): 306-317.

степени подвергаются рискам наводнений, повышения уровня моря, интрузии солоноватых вод, потери пахотной земли - бедные, вероятно, понесут непропорциональные потери.

Изменение условий водной безопасности приведут к передислокации различных видов экономической деятельности. Экономическая деятельность будет перемещаться в места с более высокой водной безопасностью, подальше от опасных территорий. Через какое-то время, изменяющиеся условия водной безопасности могут также затронуть структуру экономики – отраслевые связи и правила, по которым она действует - поскольку водные ресурсы влияют на окупаемость экономических проектов.

В глобальном масштабе, объемы торговли водоемкой продукцией («виртуальная вода») могут возрасти, так как изменяется система водной безопасности. В отсутствие других стимулов, торговля должна способствовать развитию водоемких экспортных производств на территориях с обильными водными ресурсами при больших объемах импорта водоемкой продукции туда, где имеется дефицит воды. В данном разделе более подробно рассматривается вопрос, как, посредством воздействий на водные ресурсы, изменение климата будет влиять на различные аспекты социально-экономической жизни.

### ***Динамика изменений на городских территориях***

Во многих случаях основное воздействие изменения климата будет проявляться в увеличении затрат на обеспечение даже наиболее необходимых услуг, таким образом, сокращение возможности предоставления услуг в бедных странах и общинах. Городские территории испытают огромную нагрузку в результате роста населения в ближайшие годы, что приведет к недостаточности существующего уровня услуг и трудностям в их наращивания - особенно для бедных. В Африке и Азии городское население, как ожидается, удвоится в период между 2000 и 2030 годами. В 2030 году более 80% городского населения будет жить в городах развивающихся стран.<sup>27</sup> Изменения в режиме осадков и расходах рек окажет прямое воздействие на жизнь людей в городах, так как многие из них уже неспособны обеспечить предоставление надежных услуг. Воздействия изменения климата не ограничатся такой сферой, как снабжение пригодной для питья воды, они также отразятся на способности избавляться от сточных вод в крупных городах и затратах на строительство и эксплуатацию других типов инфраструктуры. Некоторые из последствий очевидны:

- Водоснабжение - дорогостоящая услуга при обеспечении водой крупных поселений и, если уровень водообеспеченности понижается в результате изменения климата, большие города вынуждены будут изменить структуру их потребления или доставлять воду из более отдаленных источников.
- Любое увеличение интенсивности осадков в результате изменения климата, и как следствие паводков/наводнений, увеличит затраты при строительстве дорог и ливнеотводов, а также противопаводковых сооружений.
  - Также будут иметь место не столь очевидные последствия:
- если расходы рек уменьшаться и, таким образом, понизятся, их способность разбавления, потребуются наращивать потенциал очистки сточных вод, чтобы обеспечить необходимое качество воды в водоприемниках или сделать воду пригодной для повторного использования. Сооружения для сбора и очистки муниципальных сточных вод<sup>28</sup> уже являются самыми дорогими элементами инфраструктуры, необходимой для достижения ЦРТ в сфере охраны здоровья

<sup>27</sup> UNFPA, *State of World Population 2007: Unleashing the Potential of Urban Growth*. New York: United Nations Population Fund, 2007

<sup>28</sup> A. Bahri, 'Managing the other side of the water cycle: Making wastewater an asset,' GWP-TEC Background Paper 13. Stockholm: Global Water Partnership, 2009

населения, водных ресурсов и окружающей среды,<sup>29</sup> и, так как затраты на очистку растут в геометрической прогрессии при росте объемов требуемой очистки сточных вод, изменение климата может создать дополнительные трудности для достижения ЦРТ.

- Вероятность наводнений влияет на размер площадей, пригодных для заселения, а также на стоимость защиты земельных участков, подверженных затоплению (связанная, но отдельная проблема повышения уровня моря, которая затрагивает многие прибрежные города, но не рассматривается в данном случае).
- Снабжение водой из отдаленных источников не только повышает стоимость воды, но также и расширяет территории, где нарастает конкуренция с городами из-за воды. Это окажет экономические воздействия, либо в виде более высоких цен на сельскохозяйственную продукцию, либо в виде ухудшения ситуации с сельской безработицей, потенциально приводящей к миграции в города.

### ***Изменение роли крупной промышленности, главного водопользователя и загрязнителя***

Водоемкие отрасли промышленности также ощутят воздействия изменения климата. Водная безопасность все более и более видится как проблема «цепочки поставок» в частном секторе.<sup>30</sup> Рост спроса на воду и неопределенности относительно объемов и качества водных ресурсов, доступных для промышленных пользователей могут угрожать производству. Для сектора промышленного сельского хозяйства и переработки сельскохозяйственной продукции, ситуация отягощается изменением в режиме водоподачи и оросительных нормах культур. В качестве мер реагирования, многие отрасли промышленности фокусируются на обеспечении своих водных прав и минимизации объемов сточных вод, а союзы промышленников по производству напитков и продуктов питания, такие как «Устойчивая сельскохозяйственная инициатива», начали вкладывать средства в обучение управлению водными ресурсами своих фермеров – поставщиков.

Традиционно, многие крупные отрасли промышленности - от текстильного и кожевенного до целлюлозного, бумажного и сталеплавильного производств - не только используют большие объемы воды в своих технологических циклах, но также сбрасывают большие объемы стоков, которые загрязняют реки и водотоки, в которые они попадают, а в исключительных случаях делают водоприемники непригодными для других целей. Возрастающее беспокойство в отношении экологических воздействий, связанных также с изменением климата, отражается в инициировании более ответственного подхода, при котором часто действуют более жесткие национальные нормы и правила, особенно в более богатых странах Европы и Северной Америки.

Реагируя на возникающую ситуацию, руководители промышленных секторов начали поиск способов адаптации своих технологий, которые позволят сократить водопотребление и сбросы использованных вод - в некоторых случаях, внедряя даже технологии с замкнутым циклом или нулевым уровнем загрязнения в водоспусках. Хотя технические возможности для организации инновационных производств с нулевым уровнем загрязнения в водоспусках существуют, их внедрение обычно требует значительных инвестиций. Принятие более жестких национальных стандартов уже привело к активным попыткам установить эталонные показатели, в соответствии с которыми могут оцениваться отрасли промышленности, и на них будет оказываться давление с требованием улучшить показатели их производств, в плане защиты окружающей среды и рационального использования ресурсов.

<sup>29</sup> J. Winpenny, 'Financing water for all,' Report of the World Panel on Financing Water Infrastructure, presented at the Third World Water Forum, 16–23 March, 2003, Kyoto

<sup>30</sup> The World Economic Forum, 'Managing Our Future Water Needs for Agriculture, Industry, Human Health and the Environment,' Discussion Document for the World Economic Forum Annual Meeting 2008 (Geneva: The World Economic Forum, 2008).

### **Динамика изменений в сельском хозяйстве**

Орошаемое земледелие - сектор экономики, который в большинстве стран потребляет большую часть водозабора из рек и подземных источников.

Оно является дополнением к богарному земледелию, которое основывается исключительно на осадках. В самых бедных странах, оно также обеспечивает наибольший процент занятости. Изменение климата может различным образом влиять на сельское хозяйство. Хорошее обобщение по этому вопросу выполнено в рамках последнего отчета по развитию глобального водного хозяйства (см. таблицу 1).

В то время как одни и те же причины определяют проблемы, с которыми сталкиваются фермеры на неорошаемых землях и те, кто используют орошение, их воздействия часто значительно отличаются. На фермеров, не использующих орошение, оказывают воздействия как краткосрочная, так и долгосрочная изменчивость осадков. Фермеры, использующие орошение, имеют ряд механизмов, защищающих их от краткосрочных изменений, но они могут стать более уязвимыми при чрезвычайных событиях, когда их системы водонабжения разрушаются. И все фермеры страдают от ущерба, наносимого чрезвычайно сильным ветром, штормами или наводнениями.

**Таблица 1. Типология воздействий изменения климата на основные сельскохозяйственные системы**

Система	Текущее состояние	Движущие силы изменения климата	Уязвимость	Адаптируемость
<b>Системы таяния снега</b>				
Бассейн реки Инд	Быстрое развитие, возникновение водного дефицита. Ограничения из-за наносов и минерализации.	После 20-летнего увеличения стока, последовало существенное снижение поверхностного стока и пополнения подземных вод. Измененная сезонность стока и пика расходов. Больше дождей вместо снега. Уменьшенный пик расходов и паводков. Повышенная минерализация. Местами снижение продуктивности.	очень высокая (стока рек), средняя, высокая (плотины).	Ограниченная возможность для адаптации (вся инфраструктура уже построена).
Бассейн Ганга-Брахмапутры	Высокий потенциал развития подземных вод, проблемы качества воды. Низкая продуктивность.		высокая (падение уровня подземных вод)	средняя (еще есть возможности для развития использования подземных вод).
Северный Китай	Чрезвычайный водный дефицит, высокая продуктивность.		высокая (глобальные воздействия, высокий спрос с большим воздействием на цены).	средняя (адаптируемость повышается вследствие повышения благосостояния).
Реки Красная и Меконг	Высокая продуктивность, большой риск наводнений, плохое качество воды.		средняя.	средняя
Река Колорадо	Дефицит воды, минерализация.		низкая	средняя, избыточная нагрузка на ресурсы.
<b>Дельты</b>				
Бассейн Ганга-Брахмапутры	Высокая плотность населения. Неглубокие	Подъем уровня мирового океана. Штормовые волны,	очень высокая (наводнения, циклоны).	плохая, исключая минерализацию.

Система	Текущее состояние	Движущие силы изменения климата	Уязвимость	Адаптируемость
	подземные воды, интенсивно используются. Возможность адаптации к паводкам, низкая продуктивность.	и повреждение инфраструктуры. Большая частота циклонов (Восточная и Юго-Восточная Азия). Интрузия солей в подземные воды и реки. Повышенная частота наводнений. Потенциальное увеличение пополнения подземных вод.		
Нил	Высокая зависимость от стока и Асуанского водохранилища – возможная чувствительность к развитию в верхнем течении.		высокая (давление растущего населения).	средняя
Река Желтая	Суровые погодные условия, дефицит.		высокая	низкая
Река Красная	Текущая адаптация, но дорогая перекачка оросительных и дренажных вод.		средняя	высокая, исключая минерализацию.
Река Меконг	Адаптированное использование подземных вод в дельте; чувствительность к развитию в верхнем течении.		высокая	средняя
<b>Полуаридные и аридные тропики: ограниченное таяние снега и ограниченные запасы подземных вод</b>				
Муссонный регион: Индийский субконтинент	Низкая продуктивность. Избыточное развитие бассейна (поверхностных и подземных вод).	Повышенные количества и изменчивость осадков. Более серьезные засухи и наводнения. Повышенная температура.	высокая	низкая (орошение поверхностными водами); средняя (орошение подземными водами).
Не муссонный регион: Африка южнее Сахары	Бедные почвы. Водные системы с изменчивым режимом. Избыточное давление населения на водные ресурсы местами.	Повышенная изменчивость осадков. Повышенная частота засух и наводнений. Меньше осадков, более высокие температуры.	очень высокая. Снижение урожайности на богарных землях.	низкая
Не муссонный регион: Южная и Западная Австралия	Водные системы с изменчивым режимом. Избыточная водоподача. Конкуренция с другими секторами.	Уменьшение стока.	высокая	низкая
<b>Влажные тропики</b>				
Рисовые системы: Юго-Восточная Азия	Поверхностное орошение. Высокая продуктивность, но застой	Повышенное количество осадков. Минимально повышенные	высокая	средняя



Система	Текущее состояние	Движущие силы изменения климата	Уязвимость	Адаптируемость
Рисовые системы: Южный Китай	Совместное использование поверхностных и подземных вод. Низкая продуктивность по сравнению с Северным Китаем.	температуры. Повышенная изменчивость осадков и частота засух и наводнений	высокая	средняя
<b>Средиземноморье</b>				
Южная Европа	Повышенные нагрузки на водные ресурсы	Значительно меньшая величина осадков и повышенные температуры. Повышенный водный стресс. Уменьшенный сток. Потеря запасов подземных вод.	средняя	низкая
Северная Африка	Большой дефицит воды.		высокая	низкая
Западная Азия	Тяжелая нагрузка на водные ресурсы		низкая	низкая
<b>Малые острова</b>				
Малые острова	Хрупкие экосистемы. Истощение подземных вод.	Подъем уровня моря. Интрузия морских вод. Повышенная частота циклонов и тропических ураганов.	высокая	переменная.

Источник: Программа оценки глобальных водных ресурсов, Третий отчет ООН по развитию глобальных водных ресурсов: вода в изменяющемся мире, (Париж: ЮНЕСКО, и Лондон: Earthscan, 2009 г.), стр. 114.

В этом контексте, все сельское хозяйство связано с управлением рисками. Каждый сезон фермеры, использующие неорошаемые земли, должны принимать решения в условиях неопределенности. При более раннем посеве, всходы, часто, не в состоянии развиваться, если недостаточно почвенной влаги или возникают засушливые периоды в начале сезона. Растениям, посеянным слишком поздно, может не хватить времени для созревания, или они могут стать более уязвимыми к вредителям и болезням.

В этих обстоятельствах, изменение климата может оказать бедственные воздействия. Региональные исследования показали, что на землях, расположенных к югу от Сахары, при наихудшем сценарии, падение чистого дохода от выращивания культур до 90% прогнозируется к 2100 году, при наибольшем воздействии на мелкие хозяйства. Это драматически скажется на обеспечении средств существования<sup>31</sup>, хотя есть надежда, что адаптация уменьшит эти негативные воздействия.

Крупные фермеры решают проблемы неопределенности на сезонном основании, используя страхование и другие финансовые инструменты, а также специальные технологии. Мелкие и более бедные фермеры часто не имеют таких возможностей. Однако, кратко- и среднесрочные прогнозы погоды обеспечивают фермеров полезной информацией о сезонных тенденциях, позволяя им проводить посев в соответствующие сроки. В некоторых регионах долгосрочные погодные тренды могут быть спрогнозированы с определенной сте-

<sup>31</sup> Смотрите, например: Peter G. Jones and Philip K. Thornton, 'Croppers to livestock keepers: livelihood transitions to 2050 in Africa due to climate change,' Environmental Science & Policy, Volume 12, Issue 4, June 2009, Pages 427-437.

пенью точности, помогая фермерам, работающим на богарных землях, принимать сезонные решения.

Однако ценность долгосрочных прогнозов ограничивается определенными территориями и сезонами, и даже в этом случае, они часто недостаточно надежны. Долгосрочные прогнозы являются часто настолько общими, что фактически бесполезны для планирования сельскохозяйственного производства на богарных землях (прогнозы в южной Африке, например, просто дают оценку вероятности нормальных, выше среднего или ниже среднего количества осадков; очень редко такой прогноз делается с более чем 50%-ой вероятностью).<sup>32</sup>

Другие меры реагирования на изменение климата включают выбор культур и сортов, более соответствующих новым условиям. И в этом случае, крупные коммерческие фермеры, в большей степени, приспособлены для выполнения адаптивных мероприятий. Возможности более бедных фермеров и стран весьма ограничены. Традиционные сорта семян, даже там, где они сохранены, могут больше не подходить для регионов их первоначального использования. Однако количество консультативных служб по распространению знаний и передового опыта, которые должны возглавить процесс выбора оптимальных вариантов и поддержать фермеров в процессе их адаптации, резко сократилось.

### ***Изменяющаяся экономика орошения, возрастающая ценность определенности***

Учитывая угрозу большей изменчивости осадков и речного стока, логическим ответом должны стать инвестиции в развитие потенциала управления водными ресурсами, по существу, оплачивая повышенную безопасность и надежность. Это не обязательно означает строительство крупных водохранилищ - есть много местных систем земледелия, которые основываются на строительстве небольших местных водохранилищ для обеспечения надежного водоснабжения в засушливые периоды. Несомненно, одним из преимуществ местных запасов воды (при допущении, что местные осадки являются адекватными) является то, что не требуется, чтобы вся оросительная сеть была задействована для подачи воды от реки до поля. Есть сложности при этом варианте, особенно, в аридных подверженных водному стрессу регионах, где большая часть имеющихся водных ресурсов уже используется. Большое число небольших водохранилищ приводит к большим потерям воды на испарение, чем при использовании крупных глубоких водохранилищ; негативный эффект, который будет возрастать при условиях усиления аридности. Создание запасов подземных вод - другой местный вариант. Но строительство сооружений, для пополнения водоносных слоев, приведет к уменьшению поверхностного стока при выпадении осадков, что может негативно воздействовать на водопользователей нижнего течения.

В то время как орошение либо за счет водных ресурсов «управляемого» речного стока, либо за счет запасов воды естественно или искусственно пополняемых водоносных пластов, кажется более надежным подходом, чем использование осадков, его надежность может ввести в заблуждение. Если вода забирается непосредственно из рек, орошение будет уязвимым при сильных длительных засухах. Когда вода для орошения подается из водохранилищ, часто имеется возможность предупредить о возможном сезонном дефиците воды, но в системах, где управленческий контроль недостаточен, фермеры не могут рассчитывать на такие ранние системы оповещения.

Подобная ситуация может возникнуть и в случае использования подземных вод. Общинам, располагающим значительными запасами подземных вод повезло в том, что они не должны создавать запасы водных ресурсов или транспортировать воду на большие расстояния. По этой причине, многие такие общины развили процветающее сельское хозяйство, основанное на откачке местных подземных вод, чему способствовали современное насосное оборудование и (часто) субсидирование оплаты энергии, затрачиваемой на водоподъем.

<sup>32</sup> Смотрите, например: Statement from the 12th Southern Africa Regional Climate Outlook Forum (SARCOF-12) held in Pretoria, South Africa from 27 – 28 August 2008, [http://www.sadc.int/dmc/SARCOF/Sarcof12\\_Statement28\\_08\\_09.pdf](http://www.sadc.int/dmc/SARCOF/Sarcof12_Statement28_08_09.pdf).

Дополнительное преимущество состоит в том, что гидрологический цикл подземных вод медленнее, чем у поверхностных вод, в результате чего на запасах подземных вод сразу не сказываются периоды засух, как в случае с запасами поверхностных вод. Однако при использовании подземных водных ресурсов недостатком является то, что невозможно проводить визуальную оценку при управлении ими.

В результате, во многих регионах, где фермеры основывают свое производство на крупномасштабном использовании подземных вод, ресурсы часто подвергаются сверхэксплуатации, зачастую без знания пользователей о тех рисках, которым они подвергаются. В Северном Китае, на больших площадях в Индии, в большинстве ближневосточных стран и на значительной части западных штатов США систематически «добываются» их запасы подземных вод. Многие регионы рискуют подвергнуться бедствию, если они не приведут их текущее использование водных ресурсов в соответствие с темпами пополнения водоносных слоев. Изменение климата просто добавляет большую неопределенность в управление подземными водами. Многие фермеры и общины для обеспечения доходов, все в большей степени, полагаются на управляемые водные ресурсы, накапливаемые в водохранилищах или подземных источниках, а не на осадки.

Вообще, там, где цены на культуры обеспечивают быструю окупаемость затрат, а стоимость или дефицит воды создают достаточные стимулы, появляется желание пользователей вложить средства в повышение продуктивности воды. Инвестиции фермеров в управление водными ресурсами, индивидуальные или коллективные, позволили им увеличить производство и противостоять капризам и изменчивости климата. Там, где фермеры инвестируют свои собственные средства, они в большей мере ощущают стоимость своих водных ресурсов и, более вероятно, что они будут стремиться к более эффективному водопользованию.

Орошаемое земледелие является критически важным для мирового производства продовольствия, и ФАО прогнозирует, что степень его значимости повысится. Развивающиеся страны, как ожидается, расширят орошаемые площади приблизительно на 20% до 2030 года<sup>33</sup>. Сегодня, 40% сельскохозяйственной продукции выращивается на 16% сельскохозяйственных земель, которые орошаются,<sup>34</sup> и во всем мире орошаемая площадь постоянно увеличивается, приблизительно на 5% каждые десять лет. Такая схема инвестиций, приводящая к большей продуктивности и повышенной способности управления изменчивостью климата и рисками, потенциально, является важной движущей силой борьбы с бедностью, способствуя, существенно, росту мирового потенциала в обеспечении продовольствием растущего населения. Однако, в той степени, в которой повышается изменчивость климата, также необходимо наращивать затраты на инфраструктурные методы, чтобы справиться с этим.

Если не разрабатываются соответствующие механизмы для компенсации последствий повышения изменчивости климата, это может привести к росту бедности и сокращению возможностей удовлетворения мировых потребностей в продовольствии.<sup>35</sup>

С экономической точки зрения, картина не настолько безнадежна, учитывая тот факт, что сельскохозяйственное производство в некоторых регионах мира, вероятно, выиграет в результате изменения климата, и признаком этого является то, что поставки продовольствия обеспечиваются при изменяющейся структуре производства.<sup>36</sup> Однако социальные воздействия таких изменений могут быть разрушительными, так как они произойдут за счет средств

<sup>33</sup> ФАО, 'World Agriculture: Towards 2015/2030', Rome: FAO, 2002.

<sup>34</sup> David Tilman, Kenneth G. Cassman, Pamela A. Matson, Rosamond Naylor and Stephen Polasky, 'Agricultural sustainability and intensive production practices', *Nature* 418, (8 August 2002): 671-677.

<sup>35</sup> C. Brown and M. Carriquiry (2007), 'Managing hydroclimatological risk to water supply with option contracts and reservoir index insurance', *Water Resour. Res.*, 43, W11423.

<sup>36</sup> Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture, *Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*, (London: Earthscan, and Colombo: International Water Management Institute, 2007).

существования и продовольственной безопасности ряда беднейших стран и общин и, возможно, долгосрочной устойчивости также.

### ***Динамика изменений в гидроэнергетике, спрос на возобновляемую энергию***

Гидроэнергетика, безусловно, остается крупнейшим источником возобновляемой энергии (без выбросов CO<sub>2</sub>) во всем мире (см. таблицу 2). Благодаря использованию потенциальной энергии воды, на её пути от склонов гор к морю, надежное и гибкое снабжение электричеством может быть обеспечено, помогая заменить использование ископаемого топлива или ядерной энергии. Производство гидроэлектроэнергии также преодолевает один из самых серьезных барьеров на пути использования возобновляемых источников энергии, потому что данная энергия может быть «запасена» в водохранилищах с высоким уровнем воды, и когда энергия необходима, вода сбрасывается через турбины. Действительно, «водохранилища с насосным питанием», будучи неотъемлемой частью многих обычных энергосистем, являются одним из наиболее гибких и рентабельных способов накопления энергии по сравнению с новыми, более изменчивыми источниками возобновляемой энергии, типа солнечной энергии или энергии ветра.

Развитие гидроэнергетики, кажется, имеет большой потенциал, предлагая очевидную стратегию для содействия адаптации к изменению климата (там, где выгоды от контроля засух и наводнений могут быть получены при строительстве многоцелевых плотин), а также для смягчения последствий изменения климата посредством развития возобновляемых источников энергии. По данным Международного энергетического агентства, производство электричества на гидростанциях и используя другие возобновляемые источники энергии, планируется увеличивать на 1.7% в год (в период с 2004 по 2030 год), при общем наращивании производства на 60% до 2030 года.

Однако развитие гидроэнергетики также сопровождается многими проблемами. Для регулирования стока необходимо построить капитальные инженерные сооружения. Хотя расходы на эксплуатацию этих сооружений относительно низки, начальная финансовая стоимость строительства высока. А во многих случаях, социальные затраты могут быть еще выше. В Китае при строительстве гидроэнергетической системы «Три ущелья», которая производит больше энергии, чем большинство стран потребляет, затраты на переселение более миллиона человек из зоны строительства плотины, а также на экологические смягчающие меры превысили стоимость строительства плотины с гидроэлектростанцией.<sup>37</sup>

**Таблица 2. Сетевые мощности возобновляемой энергии в 2003 году**

<b>Тип генерирующих мощностей</b>	<b>Производительность во всех странах (ГВт)</b>	<b>Производительность в развивающихся странах (ГВт)</b>
Низконапорные ГЭС	56.0	33.0
Ветроэнергетические установки	40.0	3.0
Генераторы энергии из биомассы*	35.0	18.0
Геотермальная энергия	9.0	4.0
Гелиотехника (подключенная к сети)	1.1	<0.1
Солнечные тепловые электростанции	0.4	0
Всего по новым типам генераторов возобновляемой энергии	141.5	58.0
<i>Для сравнения:</i>		

<sup>37</sup> Yang Xiaoliu and Mike Muller, 'Taming the Yangtze River by enforcing infrastructure development under IWRM' in *Integrated Water Resources Management in Practice Better Water Management for Development*, Roberto Lenton and Mike Muller (eds.), London: Earthscan, 2009.

Тип генерирующих мощностей	Производительность во всех странах (ГВт)	Производительность в развивающихся странах (ГВт)
Высоконапорные ГЭС	674.0	303.0
Общее производство электроэнергии	3,700.0	1,300.0

\*Исключая сжигание муниципальных твердых отходов и энергию, вырабатываемую при сжигании газов захороненных отходов.

*Источник: Water a Shared Responsibility: World Water Development Report 2, (Paris: UNESCO and New York: Berghahn Books, 2006), p. 315.*

Неопределенность относительно будущих речных расходов становится все более важной проблемой для проектирования сооружений гидроэнергетики и их управления. Изменение климата означает, что расчеты объемов воды, которые возможно накопить и использовать для производства электроэнергии, должны быть пересмотрены. Уже многие страны, зависящие от гидроэнергетики, испытали дефицит электроснабжения, вследствие беспрецедентного понижения уровня водообеспеченности (см. сноску 4).

Дальнейшую обеспокоенность вызывает тот факт, что запас прочности плотин рассчитывается с учетом «вероятного максимального паводка», величина которого оценивается, используя гидрологические данные за прошлые годы. И в этом случае, оценки необходимо пересмотреть с учетом изменения климата, чтобы определить, адекватен ли все еще запас прочности и нужно ли изменить правила эксплуатации. Изменение режимов стока также изменит экономическую жизнеспособность ГЭС и может привести к сокращению или увеличению их производственного потенциала. Для новых ГЭС, это добавляет неопределенности при принятии решений.

#### **Сноска 4:**

#### **Дефицит воды приводит к дефициту электрической энергии в зависимых от гидроэнергетики странах**

Электроснабжение в Уганде, которое уже испытывает ограничения из-за задержек строительства ГЭС ниже по течению от существующей ГЭС «Водопад Оуэна», претерпело дальнейшее сокращение, когда уровень озера Виктория беспрецедентно упал (на два метра) в начале 21-го века. В Малави, где озеро Малави является главным источником электроэнергии в стране, столкнулись с теми же проблемами, а в Кении огромные тарифы на электричество утроились, когда поставки гидроэлектроэнергии сократились, и страна была вынуждена использовать работающие на нефти тепловые электростанции. Во всех трех случаях, главной причиной стали удлинившиеся периоды с незначительными осадками, что также привело к изменению структуры землепользования, особенно в мелких хозяйствах.

Кроме того, несмотря на достигнутый консенсус по вопросу необходимости производства «чистой» энергии, использование гидроэлектростанций остается под вопросом. Это, в значительной степени, связано с протестами экологов из-за воздействий плотин на речные экосистемы (фрагментация русла реки и изменение режима стока), а также, в некоторых случаях, воздействий на население, которое переселяется при их строительстве. Есть также предположение, что затопленная загнивающая растительность в чашах водохранилищ может генерировать метан, парниковый газ, хотя последние оценки эксплуатации таких гидроузлов говорят о том, что проекты гидроэнергетики вносят крайне незначительный вклад в общую эмиссию парниковых газов.<sup>38</sup>

<sup>38</sup> МГЭИК не считает метан, образуемый в водохранилищах, существенным источником парниковых газов, отмечая что, в то время как небольшая эмиссия ПГ происходит из новых водохранилищ ГЭС ожидается её уменьшение в будущем, особенно в тропических регионах, ... в отсутствии более всесторонних полевых данных, такие системы оцениваются как источник с минимальной эмиссии CH<sub>4</sub> по сравнению с таковой в других энергетических секторах или сельскохозяйственной деятельности. Поэтому гидроэнергетику не

Разногласия из-за крупных плотин привели к решению международного сообщества не признавать «большую» гидроэнергетику в качестве источника возобновляемой энергии, хотя «малая» гидроэнергетика рассматривается как источник возобновляемой энергии. Это не позволяет «большой» гидроэнергетике использовать некоторые источники субсидий и финансирования (см. сноску 6). Как ни странно, но одной из причин для отлучения «большой» гидроэнергетики от специального финансирования смягчения последствий изменения климата является то, что она «вытеснила бы» другие, более новые, но экономически менее эффективные технологии использования возобновляемой энергии. Производство гидроэнергии, в значительной степени, затормозилось в развитых странах Европы и Северной Америки, и сегодня составляет около 20% мирового производства электричества. Существенный неосвоенный потенциал остается в Азии, Африке и Латинской Америке. В то время как богатые страны и страны со средними доходами уже развили свои системы гидроэнергетики (см. рисунок 5), она остается нереализованной возможностью для более бедных стран, преимущественно в Южной Азии и Африке.

#### **Вставка 5: Споры о больших плотинах: «Мханда Нкува» в Мозамбике**

Одним из примеров проектов, выполнение которых было отложено, частично из-за споров вокруг больших плотин и можно ли рассматривать «большую гидроэнергетику» в качестве возобновляемого источника энергии, является проект «Мханда Нкува». Это крупный гидроэнергетический проект согласно международным стандартам с запланированной установленной мощностью 1300 МВт, то есть немного меньше чем проект «Кахора Басса», который был утвержден в середине 70-ых годов прошлого века и имеет установленную мощность 2075 МВт. ГЭС «Мханда Нкува», расположенная на реке Замбези между ГЭС «Кахора Басса» и ГЭС «Тете», рассматривается как один из самых привлекательных нереализованных проектов гидроэнергетики в мире. Гидрологические риски здесь ограничены, и имеется хорошо задокументированный длительный ряд наблюдений за расходами воды. Геологические риски также низки, и участок плотины может быть освоен при затратах 640 долларов США на киловатт установленной мощности, что выиграно при сравнении с показателями ТЭС на угле, особенно учитывая значительно более низкие эксплуатационные расходы. Так как существующие вверх по течению плотины, типа «Кахора Басса», «Кариба» и «Кафуэ Джорж», регулируют сток реки Замбези, ГЭС может быть запроектирована с наливным водохранилищем, небольшого размера с крайне ограниченным негативным экологическим воздействием при переселении незначительного числа людей. Все же его строительство задерживалось в течение многих лет, даже когда региональный дефицит электричества привел к крупным инвестициям в ТЭС на угле, с выбросами, вносящими свой вклад в изменение климата.

#### ***Динамика рисков и надежности в многоотраслевых системах***

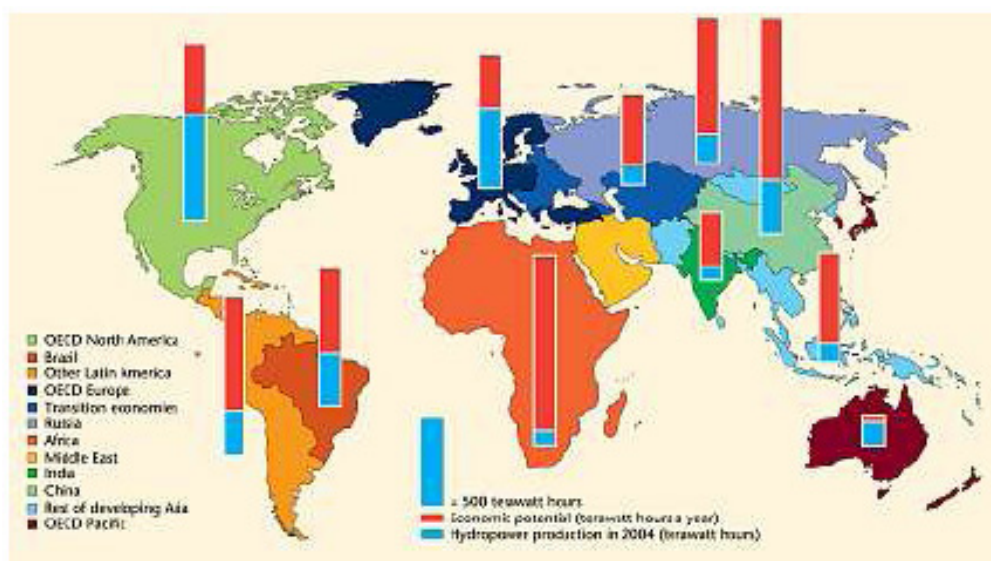
Проблемы, с которыми сталкиваются новые проекты гидроэнергетики, выдвигают на первый план важность встраивания их в рамки более широких водохозяйственных структур, так как их воздействия часто выходят за пределы производства гидроэнергии. Эти воздействия не только негативны. Многоцелевые мероприятия имеют потенциал генерирования целого диапазона выгод, включая регулирование стока и борьбу с наводнениями, а также более надежную поставку воды для сельского хозяйства, промышленности и городского потребления.

В качестве примера можно отметить, что в дополнение к его огромной роли в производстве энергии, проект «Три ущелья» в Китае помог защищать миллионы людей от наводнений и улучшить навигацию, способствуя региональному развитию внутренних райо-

нов, и обеспечить дополнительный источник воды для аридной северо-восточной части страны.<sup>39</sup> Его успех частично достигнут за счет того, что с самого начала проект задумывался, как часть программы регионального развития, а не как энергетический проект.

Этот многоотраслевой подход, все в большей степени, становится нормой, так как опасность воздействий изменения климата заставляет пересмотреть ранее принятые допущения во всех секторах. Во многих случаях, появляется лучшее понимание природы гидрологических рисков и их связи с более широким аспектом социальных рисков, а также ценность предсказуемости и надежности и необходимости в спланированных мерах для управления ими. Фактически, одним из показателей эффективного управления водными ресурсами является степень его полезности для различных секторов в их управлении своими рисками.

**Рис. 5.**  
**Мировое потенциальное и текущее производство гидроэнергии, 2004 год**



Источник: UN World Water and Development Report 3, p 119.

Результатом лучшего понимания является готовность пользователей платить за управление водными ресурсами, которое смягчает риски, отражая их предпочтения в отношении повышения надежности услуг и уменьшения негативных последствий и затрат в результате ненадежной водоподачи. Для сельскохозяйственных предприятий, надежность водоподачи более важна при выращивании многолетних насаждений, а не однолетних культур. Многолетние насаждения часто требуют многолетних вложений средств до достижения максимального плодоношения, и их потеря, таким образом, имеет более серьезные последствия, чем при выращивании однолетних культур. Поэтому, ожидается, что фермеры, получающие продукцию с многолетних плантаций, будут готовы платить больше за водоподачу с повышенной надежностью.

В промышленности вода, часто, имеет намного большее значение для производства, чем в сельском хозяйстве. Поэтому, отрасли промышленности должны быть готовы заплатить больше за более высокие уровни безопасности водоснабжения, и во многих странах они уже делают это.

При определении, каким видам водопользования следует отдавать предпочтение в случае дефицита воды, это не только вопрос того, кто может больше заплатить; учитываются также социальные соображения. Например, базовое коммунальное водопользование, в то

<sup>39</sup> Xiaoliu and Muller, 2009.

время как оно не может быть условно оценено, ему обычно отдается приоритет над другими видами водопользования, отражая ценность человеческой жизни. Вода, используемая в промышленности, часто обеспечивает больше «рабочих мест на единицу затрачиваемой воды», чем вода, используемая в сельском хозяйстве, но во многих странах это не помогает самым бедным людям, доходы которых зависят от сельского хозяйства и которые не защищены никакими системами экономической безопасности. Эффективные водохозяйственные системы поддерживают баланс между экономическими и социальными приоритетами либо через ценообразование, либо через системы распределения, или используя оба метода сразу.

**Вставка 6:**  
**Гидроэнергетика и финансирование, связанное с изменением климата**

Хотя гидроэнергетика, по существу, является возобновляемым источником энергии, в настоящее время, инвестиции в гидроэнергетику могут обеспечить выгоды, только финансируя смягчение последствий изменения климата при очень ограниченном наборе условий. А именно:

- проекты гидроэнергетики, которые являются «крупными», часто исключаются из финансирования программ экологически чистого развития (ПЭЧР), если они не отвечают установленным «критериям удельной мощности», выражаемой в терминах используемой водной поверхности при производстве единицы энергии;
- Система торговли выбросами Европейского Союза (СТВ) (крупнейшая многонациональная система торговли квотами на выбросы в мире) налагает другое ограничение на проекты гидроэнергетики мощностью свыше 20 МВт в рамках программ экологически чистого развития, требуя удовлетворения соответствующих международных критериев и инструкций, включая те, которые описаны в отчете Всемирной комиссии по плотинам (ВКП) за 2000 год;
- Подобные ограничения применяются и в США, где действующий законопроект по воздействиям изменения климата определяет только «позапно возрастающую» гидроэнергетику, как источник возобновляемой энергии.

При финансировании проектов гидроэнергетики за счет ПЭЧР, обычно, стремятся увеличить их норму рентабельности на 2 или 3 процента, по данным Международной ассоциации гидроэнергетики (МАГ) - достаточно, чтобы превратить их в финансово прибыльные проекты. Таким образом, прямые ограничения и операционные издержки, налагаемые расширенной обусловленностью, ограничивают выгоды гидроэнергетики:

- Они блокируют потенциально выгодные мероприятия по смягчению, которые уменьшили бы выбросы парниковых газов;
- Они увеличивают стоимость энергии для общин, которые не имеют других альтернатив ТЭС; и
- Они ограничивают возможность финансирования многоцелевых водохозяйственных проектов, приносящих адаптационные выгоды бедным общинам.

Ситуация изменяется на ряде направлений:

- В то время как отчет ВКП не стал особо практичным инструментом управления, один из выводов проработок ВКП вынудил сектор гидроэнергетики обратить внимание на устойчивость его работы в более открытой манере.
- Появление развивающихся стран-лидеров, например, Китая и стран Ближнего Востока, изменяет ландшафт двустороннего финансирования/помощи для развития инфраструктуры, включая гидроэнергетику.
- Возможно, в результате этого, в настоящее время отмечается готовность европейских и североамериканских стран проанализировать вновь их подход.



Инструкции МАГ по устойчивости гидроэнергетики (2004 год) (HSG) и Протокол оценки устойчивости гидроэнергетики (2006 год) (HSAP) теперь рассматриваются Форумом развитых и развивающихся стран; сектора гидроэнергетики; социальных и экологических неправительственных организаций, включая Всемирный фонд дикой природы и фонд охраны природы; а также коммерческих банков и банков развития. Проект намеревается создать широко одобренный инструмент оценки устойчивости для оценки и руководства работы сектора гидроэнергетики.

Кроме того, выполняются научно-исследовательские работы под совместным руководством Международной гидрологической программой ЮНЕСКО и МАГ, с целью оценки выбросов парниковых газов с поверхности водохранилищ, ссылка на которые была одной из причин ограничения развития большой гидроэнергетики.

Вопрос выброса парниковых газов пресноводными водохранилищами играет важную роль в этих дискуссиях; однако, в настоящее время возникла серьезная проблема, так как специалисты не могут прийти к согласию, как измерять выбросы парниковых газов пресноводными водохранилищами. Это вызывает трудности в реализации как глобальных, так и местных мероприятий. Например, МГЭИК ожидает дальнейшего научного прогресса для разработки указаний по инвентаризации национальных выбросов парниковых газов, а РКИК ООН подбирает методологии (для измерений и прогнозирующего моделирования), чтобы количественно оценить компенсации за сокращение выбросов в атмосферу двуокси углерода для торговли выбросами.<sup>40</sup> В целом, выработка целевой политики по вопросам энергетики, управления водными ресурсами и адаптации к изменению климата подрывается текущим отсутствием понимания. Это имеет глобальное воздействие и, особенно, на развивающиеся страны.<sup>41</sup>

Так как ПЭЧР и СТВ будут рассмотрены после Копенгагенской конференции в декабре 2009 года, появится возможность привести в порядок регулирующий режим, который рассматривает выгоды адаптации от больших многоцелевых дамб, а также обеспечивает их оптимальное использование при выработке возобновляемой энергии, уменьшая выбросы CO<sub>2</sub>.

Последняя сильная засуха в бассейне Мюррей-Дарлинг в Австралии дала очередной пример такого подхода, поскольку водные ограничения были наложены административно, чтобы поддерживать водоснабжение тех секторов, которые подверглись наибольшему риску. Приведем следующие пояснения бывшего руководителя Мюррей-Дарлингской комиссии:

«Использование воды в бассейне управляется с помощью системы водных прав, определяемых показателями объемов и надежности поставки воды. В течение текущей длительной засухи, многие водопользователи реализуют лишь небольшую часть своего «обычного» права. Это реализуется полностью через систему водных прав – а не через механизмы ценообразования - позволяя перераспределять воду от низкоэффективных использований к использованиям с высокой эффективностью; несмотря на серьезное сокращение величины осадков и расходов рек, лишь незначительное воздействие было оказано на экономику сельскохозяйственного производства в бассейне».<sup>42</sup>

Создание запасов воды часто рассматривается, как очевидная стратегия повышения надежности водоснабжения, однако есть альтернативы. В некоторых случаях, системы нормирования воды создают относительно сложную систему «организованной надежности» водоснабжения, через запрещение использовать шланги для полива в городах или ограничивая водоподачу сельскохозяйственным предприятиям. Применение такого нормирования - часто свидетельство эффективной и подходящей стратегии управления, хотя это не

<sup>40</sup> **Примечание переводчика:** Торговля выбросами, в соответствии со статьей 17 Киотского протокола, представляет собой систему квот, переуступаемых на коммерческих началах и построенную на системе устанавливаемых количеств, рассчитанных на основе обязательств, принятых странами по сокращению и ограничению выбросов.

<sup>41</sup> UNESCO/IHA Project (2008/2011), 'GHG Status of Freshwater Reservoirs,' Project Summary, (London: IHA, 2008).

<sup>42</sup> Don Blackmore and John Briscoe, Letter to the Editor, *The Economist*, 2 October 2008.

обязательно применимо для более широкого сообщества пользователей. Есть и другие подходы, которые могут использоваться. Запасы продовольствия могут быть созданы на случай возможной засухи, которая уменьшит урожай, или финансовое «запасы» в форме страхования могут также защитить против срывов поставок воды и помочь смягчить воздействия изменчивости климата.

Во многих случаях, физические запасы воды обеспечивают наибольшие выгоды при наименьших затратах, но это не может само по себе повысить надежность. Создание водохранилищ - лишь один из элементов необходимой технической инфраструктуры.

Многие страны, особенно наиболее бедные страны в аридных регионах Африки, не имеют адекватных емкостей водохранилищ. Даже там, где обеспечены существенные запасы водных ресурсов, как в Южной Африке, где два крупнейших в Африке водохранилища были построены на реке Замбези, нет необходимой водной безопасности для всех водопользователей, если также не построена развитая инфраструктура для транспортировки и распределения воды. Подобная ситуация отмечается и там, где есть природные водохранилища. Например, озера Восточной Африки хранят большие запасы воды, но общины, расположенные на отдаленном расстоянии от озер не могут получить доступ к этой воде.

Однако и запасы воды в водоемах могут иногда оказаться миражом. Наличие больших запасов воды в водоемах может создать впечатление обильной водообеспеченности. Но при этом необходима также способность водоемов обеспечивать и регулировать сток, потому что даже такие крупные водоемы как Великие озёра Северной Америки могут устойчиво обеспечить лишь удивительно небольшие водозаборы. Одна из проблем (и возможностей) управления многосекторными системами состоит в идеентификации подходов, которые обеспечивают выполнение разных задач. При этом водные ресурсы могут накапливаться, чтобы гарантировать водоснабжение для Пользователей, расположенных ниже по течению, для производства электричества и понижения интенсивности наводнений. Однако для обеспечения всех этих выгод необходимо установить соответствующие приоритеты использования водных ресурсов.

Классический случай, высветивший опасность нарушения планирования и использования систем, обслуживающих многие цели, произошел при эксплуатации ГЭС «Кахора Басса» на реке Замбези, вскоре после того, как Мозамбик получил независимость от Португалии в 1974 году. Новое водохранилище все еще эксплуатировалось португальской компанией, цель которой состояла в то время в том, чтобы максимизировать доходы для покрытия огромных затрат на строительство. Поэтому компания поддерживала уровни воды в водохранилище настолько высокими, насколько это было возможно, чтобы обеспечить наибольший напор воды, проходящей через турбины ГЭС. Это подразумевало, что, когда интенсивные дожди выпадали на водосборе вверх по течению, водохранилище совсем не могло аккумулировать поступающий приток, и вода сбрасывалась вниз по течению реки, вызывая наводнения и опустошение общин в нижнем течении.

Нужны четкие критерии, чтобы осуществлять выбор между многоцелевыми использованиями при проектировании и управлении крупных плотин. Так, правила эксплуатации водохранилища «Три ущелья» в Китае учитывают интересы и контроля паводков, и гидроэнергетики. Они требуют, чтобы уровни воды в водохранилище были существенно понижены перед началом сезона паводков, чтобы создать «емкость» для аккумуляции паводковых вод, сокращая воздействия паводков, которые иначе угрожали бы многим миллионам жителям ниже по течению. При понижении уровня воды в водохранилище существенно уменьшается потенциал генерирования электроэнергии, но это считают необходимым для обеспечения оптимальных выгод от строительства плотины для сообщества бассейна реки Янцзы. Другие функции, типа транспортных услуг и водоснабжения, также учтены в эксплуатационных правилах.

В той степени, насколько доступна информация о сезонном режиме осадков, правила эксплуатации могут быть откорректированы, чтобы максимизировать выгоды всех Пользователей. Финансовые инструменты могут также быть разработаны для смягчения воздей-

ствий изменчивости на различные группы пользователей.<sup>43</sup> Однако это может быть сделано, только если есть доступные емкости для накопления водных ресурсов в системе. В этом контексте, важность развития гидроэнергетики состоит в том, что она может финансировать создание емкостей хранения водных ресурсов, что способствует адаптации и вносит свой вклад в смягчение последствий изменения климата, производя экологически чистую возобновляемую энергию.

### ***Динамика изменений в окружающей среде***

Если сектора-водопользователи сталкиваются с существенными проблемами в результате изменения климата, что говорить об окружающей среде, часть которой формируют водные ресурсы. Действительно, изменение климата ставит под сомнение некоторые из основных допущений, на которых базируются текущие подходы к управлению и защите окружающей среды, и которые стремятся обеспечить устойчивость существующих экосистем при минимальном вмешательстве людей, так как без антропогенного вмешательства, экосистемы неизбежно будут затронуты последствиями изменения климата. Таким образом, нормальное состояние окружающей среды становится, все в более явной форме, вопросом планирования, чем результатом природных процессов.

Разнообразные изменения в состоянии окружающей среды произойдут под влиянием изменения климата и ответных мер, предпринимаемых сообществами. Изменение температур и гидрологии повлияет на растительный покров, а также на экосистемы рек и водно-болотных угодий, в целом, на биоразнообразие. Мероприятия по смягчению воздействий изменения климата, такие как лесостроительство и методы землепользования, а также потенциальный рост гидроэнергетики и производства биологического топлива также повлияют на экосистемы.

Там, где проявляется дефицит воды, природная окружающая среда, вероятно, пострадает в первую очередь. Немногие страны имеют эффективные механизмы, позволяющие гарантировать, что адекватные объемы воды останутся в реках и водоносных слоях для поддержания существования водных экосистем и их биоразнообразия. В большинстве случаев, экосистемы первыми проигрывают в конкуренции за воду, поскольку другие Пользователи (домохозяйства, сельское хозяйство и промышленность) продолжают забирать воду для производства. При изменяющемся климате, обеспечение соответствующего баланса станет еще более трудной задачей, чем сегодня.

### ***Гидрологическая изменчивость, изменение климата и экономический рост***

Так как изменчивость осадков и речных расходов повысится при изменении климата, её воздействие на экономический рост будет значительным, особенно, в бедных странах. Действительно, исследования воздействий на экономику дефицита водных ресурсов и изменчивости климата показывают, что лишь те страны и регионы, которые обладали финансовыми и интеллектуальными ресурсами, чтобы справиться с этим, избежали отягощения их развития бременем изменчивости климата.

Как действия, так и, особенно, бездействие в отношении гидрологической изменчивости повлечет за собой существенные экономические, социальные и экологические затраты. Затраты на противодействие повышенной гидрологической изменчивости будут существенными. И эти затраты будут осуществляться независимо от того, предприняты ли какие-либо меры или нет. Например, в районах, уязвимость которых повысится из-за интенсификации наводнений, социальные, политические и финансовые затраты на такие мероприятия как переселение уязвимых домохозяйств, укрепление противопаводковых сооружений и создание систем раннего оповещения должны будут быть установлены при сопоставлении с затратами при бездействии, которые будут оцениваться в показателях смертных случаев и ущерба собственности.

<sup>43</sup>Philippines Brown, C., and M. Carriquiry (2007), Managing hydroclimatological risk to water supply with option contracts and reservoir index insurance, *Water Resources Research*, 43, W11423, doi:10.1029/2007WR006093

Эти затраты и обстоятельства, с которыми они связаны, необходимо понять и тщательно структурировать, с учетом конкретных условий их возникновения. Не разработаны общие инструкции по учету несметного числа местных условий. Поэтому важно использовать структурированный подход, который рассматривает соответствующие проблемы, возможные ответные меры и обеспечивает систематизированный метод принятия решений.

### ***Пространственные структуры развития***

Экономическая деятельность, вероятно, будет перемещаться на территории с повышенной водной безопасностью, подальше от регионов с непредсказуемыми условиями водоснабжения или повышенным уровнем рисков, связанных с водной стихией. Это, в свою очередь, повысит конкуренцию на территориях с повышенной водной безопасностью, потенциально подрывая их водную безопасность, которая, первоначально, привлекала к себе водопользователей.

Вообще, менее безопасные территории заселяются более бедными людьми. Поскольку уязвимые площади становятся ещё уязвимее в отношении наводнений, повышения уровня мирового океана, интрузии солоноватых вод в подземные воды, потерь пахотной земли - бедные, вероятно, понесут непропорциональный урон.

Торговля водоемкой продукцией («виртуальная вода») может возрасти при смещении границ водной безопасности. Торговля может смягчить некоторые негативные воздействия изменения климата, в случае если страны с низкой водообеспеченностью способны импортировать продовольствие из стран с избыточными водными ресурсами. Однако последний рост цен на продовольствие усилил давнишние опасения в отношении зависимости от торговли при необходимости закупки значительных количеств важнейших видов продовольствия.

Богатые страны, реализуя новую стратегию противодействия изменчивости климата, покупают земельные участки за границей. Например, Саудовская Аравия недавно купила значительные по площади сельскохозяйственные угодья в Южной/Центральной Азии, а Китай вложил средства в Судан и Мозамбик, в то время как Южная Корея, согласно имеющейся информации, предлагает организовать фермы на Мадагаскаре. Как отметил председатель совета директоров крупнейшей компании по производству продовольствия «Нестле», этот процесс связан, в большей степени, с получением доступа к водным ресурсам, чем к земле.<sup>44</sup>

Изменение условий водной безопасности приведет также к передислокации поселений. Недавний отчет Кооперативного общества по повсеместному оказанию американской помощи (CARE) содержит положение о том, что засухи, наводнения, таяние ледников, повышение уровня мирового океана и изменение схем сельскохозяйственного производства являются ключевыми «движущими силами» потенциальных массовых социальных потрясений, связанных с воздействиями изменения климата. Воздействия изменения климата уже вызывают миграцию и переселение. Хотя точное число людей, которые придут в движение к середине столетия, трудно спрогнозировать, масштабы этого процесса могут значительно превысить то, что происходило прежде. Население наименее развитых стран и островных государств подвергнется этим воздействиям в первую очередь и наихудшим образом. Последствия для почти всех аспектов развития и безопасности людей могут стать разрушительными. Возможно, политическая стабильность также подвергнется значительным испытаниям.<sup>45</sup>

<sup>44</sup> Peter Brabeck-Letmathe, 'The Next Big Thing: H2O', *Foreign Policy*, May/June 2009.

<sup>45</sup> CARE, 'In search of shelter: mapping the effects of climate change on human migration', CARE and CEISIN, 2009, p. iv.

### **Структурные изменения в экономике**

При изменении условий водной безопасности на конкретной территории, рентабельность отдельных видов экономической деятельности, вероятно, изменится. Виды Деятельности, зависящие от устойчивого водообеспечения, вероятно, сократят свою долю в выпуске экономической продукции, в то время как виды деятельности, не настолько зависящие от водных ресурсов, нарастят свое производство. Меры реагирования, ориентированные на адаптацию, будут способствовать развитию технологий, инфраструктуры и водохозяйственных методов, которые повышают устойчивость в отношении гидрологической изменчивости, и будут стимулировать увеличение инвестиций в сектора экономики, более устойчивые к водному стрессу.<sup>46</sup>

При этих условиях, совершенствование управления водными ресурсами в сельском хозяйстве может, в значительной степени, зависеть от условий торговли сельскохозяйственной продукцией. Если фермеры не получают адекватные доходы от выращиваемых ими культур, они не смогут вкладывать средства в повышение продуктивности воды, которая позволит им справиться со снижением водообеспеченности. Это также ограничит их возможности для сокращения своего водопотребления и высвобождения водных ресурсов для других целей на территориях, где водообеспеченность еще не стабильна.

В то время как торговля «виртуальной водой» может способствовать развитию производства продовольствия, при его перемещении в регионы с большим потенциалом, этот процесс, вероятно, произойдет за счет бедных в регионах с понижающимся потенциалом. Поэтому, при наличии достаточного количества продовольствия в мире, одним из воздействий изменения климата может стать ситуация, когда бедные во многих странах могут остаться без доходов, необходимых для покупки продуктов питания.

### **2.3 Дополнительные факторы**

Воздействия изменения климата на различные сектора общественной жизни создают серьезные проблемы для управления водными ресурсами. Все же они не являются единственной угрозой, возникающей на горизонте. Несомненно, другие «движущие силы» изменений проявятся, по крайней мере, в кратко- и среднесрочной перспективе. Эти другие факторы формируют важную часть среды, в рамках которой специалисты водного хозяйства должны реагировать на воздействия изменения климата. Данные факторы включают: прирост населения, экономическое развитие и связанные изменения в структуре потребления, технологические достижения, стратегии смягчения климата, а также урбанизацию и изменения в землепользовании.

#### **Прирост населения**

Большинство определений «водного дефицита» или «водного стресса» базируется на оценке имеющихся объемов водных ресурсов в расчете на одного человека. Пока изменчивость, а не абсолютные объемы имеющихся водных ресурсов тесно увязывается с ходом развития, воздействия водного дефицита все еще важны. Особенно в Африке, но также и в Азии, и Латинской Америке нарастающий дефицит водных ресурсов, прежде всего, результат роста населения, конкурирующего за те же самые объемы воды, а не какие-либо изменения в самой водообеспеченности.

---

<sup>46</sup> 'Water in a Sustainable Economy' by Ger Bergkamp and Claudia W Sadoff in *State of the World 2008: Innovations for a Sustainable Economy*, (Washington, DC: Earthscan, 2008).

### ***Экономическое развитие и связанные изменения в структуре потребления***

Экономическое развитие приводит к повышению персональных доходов и изменению структуры потребления населения. В частности, изменения в питании влияют на потребность в воде. А именно, переход от потребления круп к потреблению мяса связан с существенным ростом водопотребления на душу населения. Большинство изменений в потреблении, в результате повышения уровня жизни, будет влиять на повышение воздействий каждого индивидуума на водные ресурсы.

### ***Технологические достижения***

Есть много областей, в которых технологические изменения влияют на водные ресурсы и управление ими. Они могут быть полезными, например, разработка водосберегающих технологий, которые уменьшают давление на ресурс. Однако есть много примеров, когда развитие технологий оказывает негативные воздействия на водные ресурсы. Особенно, это касается качества воды; отходы многих новых внедряемых химических продуктов и фармацевтических препаратов утилизируются, используя водный цикл, с непредсказуемыми последствиями для здоровья людей.<sup>47</sup> Развитие новых источников энергии, типа нефтяных сланцев, создает существенные угрозы качеству водных ресурсов во многих регионах.

### ***Урбанизация и изменения в землепользовании***

Наводнения представляет собой одну из главных проблем управления водными ресурсами, даже в отсутствии воздействий изменения климата. Рост экономических потерь в результате наводнений происходит не только из-за изменения их интенсивности и частоты, но также из-за прироста населения, урбанизации и изменений землепользования, при которых поселения и основные фонды перемещаются на уязвимые территории. Так что урбанизация и планирование использования земельных ресурсов могут также быть «движущими силами», которые влияют на характер воздействий водных ресурсов на общество и общества на водные ресурсы.

### ***Стратегии смягчения последствий изменения климата***

Мысль о том, что сами стратегии смягчения последствий изменения климата могут усугубить воздействия изменения климата в водном секторе, парадоксальна, но верна. Расширение производства гидроэнергии или разработка новых источников биологического топлива повлияют на водные ресурсы. Решение энергетической проблемы может, таким образом, усилить давление на водные ресурсы, а также производство продовольствия. Это хороший пример необходимости анализа воздействий на водные ресурсы, как неотъемлемого компонента стратегий, разрабатываемых для смягчения последствий изменения климата.

### ***Неопределенность и временные горизонты***

Неопределенность присутствует в каждом аспекте планирования адаптации к воздействиям изменения климата. Такая ситуация рассматривается многими, как серьезное основание для того, чтобы отложить выполнение необходимых действий. Ожидается, что большинство воздействий будет происходить на протяжении десятилетий в будущем и масштаб воздействий может изменяться в больших пределах при значительном диапазоне Дей-

<sup>47</sup> См. «Время учиться у лягушек» статья, опубликованная Николосом Кристофом в газете «*New York Times*», 28 июня 2009 г, об обеспокоенности в связи с содержанием в питьевой воде компонентов, приводящих к эндокринным заболеваниям.

ствующих факторов - успешность и масштаб смягчающих мероприятий, точность сегодняшних моделей, возможность появления нелинейных переломных точек, которые не могут быть смоделированы, и так далее.

Но временные рамки для синхронизации ответных мер при управлении водными ресурсами соответствуют той же временной шкале. Проектирование и строительство основной инфраструктуры для управления водными ресурсами, такой как крупные водохранилища или трубопроводы, обычно занимают десятилетия. Кроме того, это долгосрочные основные фонды. Сооружения, построенные сегодня, будут существовать – и, будем надеяться, работать – еще сто лет. Точно так же гидрологические данные и информация, собранные сегодня, создадут бесценную базу для мониторинга, понимания процессов и управления глобальной изменяющейся гидрологией на десятилетия вперед.

Хотя выстраивание последовательности и ранжирование определенных среднесрочных приоритетов являются сложной задачей, своевременно и разумно уже сейчас сосредоточиться на развитии нашего понимания проблем и создании потенциала для их решения. Одинаково важно использовать существующие возможности для вмешательства в этот процесс, либо усиливая регулирование речного стока, путем строительства водохранилищ; либо совершенствуя гидрологические информационные системы, особенно для тех стратегических водных ресурсов, о которых мы знаем немного, типа подземных вод или таяния ледников; а также внедряя трудные «мягкие» меры, типа программ водосбережения и стимулов для сокращения загрязнения водных ресурсов, которые изменят наше поведение и сделают нас менее уязвимыми в будущем

**Вставка 7:  
Изменение климата в средиземноморском регионе: возможные угрозы и ответные меры**

Все сценарии изменения климата предсказывают, что Средиземноморье будет одним из регионов, на которые будет оказано наибольшее воздействие, при повышении интенсивности и частоты наводнений и особенно засух и с изменением качественного и количественного состояния водных ресурсов. Эти изменения усилят уже существующий водный стресс в большинстве областей региона, включая Северную Африку, Ближний Восток, и Юго-Восточную и Южную Европу. Однако воздействия и их параметры не будут однородны по всему региону, как показано в следующем кратком обзоре:

*Северная Африка*

Изменение климата усилит проблемы преодоления бедности и обеспечения средств к существованию. Ожидается усиление конкуренции из-за водных ресурсов для сельского хозяйства, коммунального использования, туризма, и т.д., при годовом водопотреблении, которое превышает 50 км<sup>3</sup>. Проблемы с охраной здоровья (потенциальное загрязнение систем водоснабжения за счет попадания в них сточных вод во время наводнений) возрастут, что, вероятно, увеличит миграцию и риски конфликтов между странами, разделяющими водные ресурсы. Последствия изменения климата, вероятно, будут включать следующее: сильные засухи, существенное сокращение (до 50%) поверхностного стока и расходов рек и уменьшение влажности почв, вследствие уменьшения количества осадков и более высоких температур, которые, в свою очередь, приведут к повышенной испаряемости и аридности, увеличивая риски лесных пожаров и опустынивания. В Магрибе, в сельском хозяйстве доминируют небольшие хозяйства, не использующие орошение, которые не модернизируют достаточно быстро, чтобы накормить растущее население. Прогнозируются более частые засухи, которые приведут к сокращению сельскохозяйственной продукции более чем на 20% (к 2080 году), с пиками почти в 40% в Марокко и Алжире. Это может отяготить их экономики из-за увеличения импорта продовольствия, а также окажет серьезные социальные воздействия, поскольку сельское хозяйство обеспечивает занятость для 40% населения. Существующий интенсивный отбор воды из Нубийского и Северо-Сахарского водоносных пластов, как

ождается, еще увеличится, приводя к широкому набору вторичных проблем. Кроме того, моделирование говорит о том, что пополнение подземных вод значительно сократится вдоль южного побережья Средиземноморья - более чем на 70% к 2050 году. Алжир и Тунис также уязвимы при таких природных катаклизмах как наводнения и, наряду с Марокко, могут быть также частично затронуты повышением уровня мирового океана

#### *Ближний Восток*

Большинство климатических сценариев для Египта и Ближнего Востока, в целом, совпадают в том, что в этом субрегионе произойдет существенное сокращение водообеспеченности с изменениями в режиме осадков и повышением эвапотранспирации. Это повлияет на производство жизненно важных культур региона, таких как рис, цитрусовые и сахарная свекла, которые до 80% выращиваются на орошаемых землях (например, в Египте, Ливане и Иордании). Согласно данным ФАО, повышение температуры на 3-4°C может привести к 25-35% снижению урожайности. Количество выпадающего снега и, в особенности, снежный покров высоко в горах региона (например, в Ливане и Турции), как ожидается, уменьшится значительно с негативными гидрогеологическими, экологическими и экономическими последствиями (например, для зимнего туризма и производства гидроэлектроэнергии). Конкуренция из-за водных ресурсов внутри региона и за его границами может возрасти, повышая риск наращивания уже серьезных конфликтов, насилия и политических потрясений. Дельта Нила особенно уязвима к затоплению при повышении уровня моря.

#### *Юго-Восточная Европа*

В Юго-Восточной Европе, на экономическую деятельность, которая зависит от водообеспеченности, например, сельское хозяйство, туризм, промышленность и энергетика, будут оказаны негативные воздействия. На Западных Балканах, где такие страны, как Албания, Босния и Герцеговина, а также Сербия зависят от гидроэнергетики при снабжении населения электричеством, сокращение величины осадков и более короткие периоды залегания снежного покрова в горах еще более высветят проблему энергобезопасности. По Адриатическому побережью, повышение рисков наводнений, эрозии и потери земли (вследствие штормов и повышения уровня моря) будет угрожать поселкам и прибрежным естественным местам обитания, включая основные вэтланды, жизненно важные для биоразнообразия.

#### *Средиземноморские страны Европейского Союза*

Для южных стран ЕС прогнозируется, что серьезные засухи станут более частыми, а летние засухи особо интенсивными. Они могут усугубляться увеличивающимся спросом на воду из-за повышенных температур. В худшем положении окажутся Кипр, Мальта, Греция (главным образом, остров Крит, Пелопоннес, Аттика и Эгейские острова), южная Италия и принадлежащие ей острова и юго-восточная Испания при увеличении частоты и продолжительности периодов засух и водного дефицита. Периоды сильной жары могут негативно повлиять на туризм, а также здоровье людей и повысить уровень потребления энергии для создания более комфортных прохладных условий в домах. Островные государства региона (Кипр и Мальта), в дополнение к уже существующему серьезному водному дефициту, подвергнутся также рискам повышения уровня мирового океана, поэтому ряду участков, включая ценные биотопы, присвоен индекс повышенной уязвимости.

#### *Экосистемы*

Многие ученые и эксперты-экологи ожидают, что изменение климата окажет серьезные, негативные воздействия на прибрежные биотопы региона. Особенно вэтланды, которые составляют важные буферные зоны для сохранения качества воды и предотвращения наводнений, находятся под непосредственной угрозой, вследствие сокращения водообеспеченности, дальнейшего изъятия воды и повышения испарения из-за более высоких температур. Воздействие сокращения экологических услуг вэтландов выходит далеко за рамки регулирования местных водных балансов и защиты водоносных слоев от морской интрузии. Например, значительное сокращение



размеров Нильского пера вне его дельты не только изменило продовольственный баланс в регионе и запасы преобладающих видов рыбы, но также и драматично понизило «барьер» низкой минерализации воды при входе в Средиземное море из Суэцкого канала. Данный «барьер» обычно не позволял чужеродным видам проникать сюда из Красного моря и Индийского океана, но теперь его эффективность серьезно понизилась.

На различных участках, средиземноморские леса и заросли вечнозелёных кустарников маккии, вследствие понижения влажности, в большей степени подвержены диким пожарам, при которых сокращается растительный покров. Такая ситуация, в свою очередь, ускоряет деградацию земель и эрозию почв в аридных и полуаридных областях и приводит к увеличению выбросов парниковых газов. Всюду по Средиземноморью имеются сотни тысяч небольших и крупных участков мусорных свалок. Более мощные наводнения повысят загрязнение поверхностных и подземных вод, смывая отходы, в то время как более сильные лесные пожары леса приведут к повышению уровня загрязнения атмосферы веществами, выброшенными и сожженными, принимая во внимание то, что многие из незаконных свалок мусора расположены около лесов.

#### *Адаптационные меры реагирования для Средиземноморья, связанные с водными ресурсами*

В определенной степени, устойчивость в отношении воздействий изменения климата на водные ресурсы будет зависеть от состояния водохозяйственной инфраструктуры. Но также важны и институциональные механизмы, которые обеспечивают создание условий для сохранения услуг экосистем и управления спросом на водные ресурсы и которые часто дешевле и эффективнее инфраструктурных мер.

Действительно, для Средиземноморья, все исследования приводят к общему выводу, что при решении проблем дефицита воды, приоритет следует отдать управлению спросом, а не наращиванию поставок, особенно, внедряя новые и более эффективные технологии, регулируя цены, а также систематически информируя общественность, обучая и пропагандируя культуру водосбережения, учитывая сокращающуюся водообеспеченность в регионе.

#### *Политика, стратегическое планирование и институциональные подходы*

Адаптация к изменению климата все в большей степени предполагает принятие политических решений, стратегий и мер на всех уровнях, включая национальный, бассейновый и региональный. Такой подход включает широкий диапазон действий, от реагирования на ущерб и бедствия в результате воздействий изменения климата до превентивной политики, нацеленной на понижение уровня уязвимости.

Использование больших «запасов прочности» во всех водохозяйственных расчетах и прогнозах может оказаться целесообразным при планировании развития водных ресурсов и устойчивого экономического развития. Некоторые страны уже предприняли важные усилия в этом направлении, такие как Марокко с его успешной *Национальной инициативой развития человеческого потенциала*. Водный сектор, устойчивый к воздействиям изменения климата, инструменты адаптации, такие как климатические сценарии, оценки уязвимости, приоритетные варианты адаптации и схемы управления климатическими рисками могут быть использованы, чтобы облегчить принятие решений на всех уровнях. Развитие межинституционального сотрудничества также весьма полезный шаг. Планирование землепользования, среди прочих мер по защите населения (а именно, переселение с опасных, часто затопляемых прибрежных участков или речных пойм) и, в частности, тщательное проектирование водохозяйственной инфраструктуры - все это исключительно полезные инструменты.

Адекватные регулирующие структуры необходимо создать или усилить; институциональная структура также может быть реформирована, чтобы реагировать на возникающие климатические риски при целостном подходе. Адаптивная способность отдельных граждан, а также организаций и органов власти должна быть повышена.

### *Технические решения*

В частности, меры по водосбережению и повышению эффективности водопользования имеют исключительную важность для охраны ресурсов подземных вод. Соответствующие меры в этом случае должны быть тесно увязаны с законодательными и социально-экономическими мерами. Они ранжируются от водосбережения в домохозяйствах, установки водомерных приборов и экономических стимулов - например, ступенчатые тарифы коммунального водопотребления, основанные на объемах потребления - до разработки водосберегающих устройств, сокращения потерь в распределяющих сетях, капельного орошения в сельском хозяйстве и более чистых технологий производства и рециркуляции в секторах промышленности и энергетики. Уже несколько стран создают стимулы для внедрения капельного орошения и других водосберегающих систем.

Меры со стороны поставки воды также необходимы, чтобы удовлетворить повышающийся спрос населения и различных экономических секторов. Многие из этих мер уже широко применяются и включают: развитие нетрадиционных источников водных ресурсов, например, сбор дождевых вод, который применяется в регионе в различных формах, повторное использование очищенных сточных вод (которые используются для культурных целей в регионе – орошение ландшафтов, фонтанов и т.д., в качестве «регенерированной» воды), методы опреснения воды, а также мелко- и среднемасштабные системы накопления и хранения воды, крупные плотины, устойчивые дренажные системы, межбассейновые переброски водных ресурсов и искусственное пополнение водоносных пластов.

Чтобы гарантировать защиту населения от связанных с климатом бедствий, инструменты планирования непредвиденных обстоятельств должны быть разработаны для всего региона, а также на уровне страны или территории. Это подразумевает укрепление потенциала гидрологического мониторинга, развитие систем раннего оповещения, механизмов гражданской обороны (например, противопожарное оборудование), планы борьбы с засухами и схемы уменьшения рисков наводнений (то есть, стратегии, объединяющие управление водоразделом и землеустройство). Водохозяйственная инфраструктура (то есть, плотины, водосборные сооружения) - другой аспект управления климатическими рисками.

*Автор: Михаэль Скоулс, председатель, Глобальное Водное Партнерство – Средиземноморский регион (GWP-Med)*

### **3. АДАПТАЦИЯ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА ЧЕРЕЗ ЛУЧШЕЕ УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ**

---

**П**олитики должны оценить роль воды в качестве первичной среды, посредством которой изменение климата будет воздействовать на социально-экономическое развитие, и учитывать эту оценку при общем планировании развития и управления. Важно, чтобы специалисты водного хозяйства и водопользователи также адаптировались к грядущему будущему. Необходимы такие подходы к управлению водными ресурсами, которые позволяют идентифицировать и решать проблемы при наличии фактора неопределенности.

Проблема смягчения последствий изменения климата решается с помощью ряда фундаментальных изменений в методах, посредством которых общество производит и использует энергию. Изменения начинаются с использования энергетических ресурсов для экономической деятельности, способов производства и использования электроэнергии, планирования градостроительства и систем общественного транспорта. Далее осуществляются изменения в технологиях производства, потребления и торговли, все с целью сокращения производства углекислого газа и других парниковых газов.

Подобный подход требуется и при использовании воды. Решение проблемы адаптации к изменению климата может начаться с проведения ряда фундаментальных изменений в тех способах, которыми общество управляет и развивает свои водные ресурсы. В отличие от энергии, воду трудно транспортировать на большие расстояния, и схемы ее использования, в большой степени, привязаны к определенной местности и условиям, которые значительно изменяются от страны к стране, а также внутри стран.<sup>48</sup>

Очевидно, что различные источники воды часто связаны друг с другом через водный цикл. Лесопосадки на склонах могут истощить запасы подземных вод в долинах; чрезмерная откачка подземных вод на отдельной территории может привести к осушению водотоков в её окрестностях; использование рек для производства гидроэлектроэнергии может негативно повлиять на популяции рыб и доходы рыбаков в низовьях рек.

Поэтому водные ресурсы должны управляться, а вода использоваться и повторно использоваться с учетом изменчивости водного цикла, существующих неопределенностей, дефицита или избытка, а также взаимосвязи различных пользователей в местном, региональном и глобальном масштабе.

Ключевой задачей является ознакомление всех водопользователей и других Бенефициариев страны с информацией о водных проблемах, влияющих на них, с различными подходами, которые могут помочь им адаптироваться, а также проведение институциональных и управленческих мероприятий, которые позволят им сделать это. Это также гарантирует решение водных проблем в рамках более широких стратегий развития с учетом изменения климата.

Более важно, однако, иметь четкое представление о целях управления водными ресурсами - начиная с концентрирования на достижении базовой водной безопасности. Кроме того, необходимо найти способы использования и управления водными ресурсами, с помощью которых можно внести большой вклад в программы социально-экономического развития в устойчивой манере.

---

<sup>48</sup> Для обсуждения уникальной экономики транспортировки и доставки воды, ознакомьтесь со статьей: 'Water and Sanitation: Challenge Paper for the Copenhagen Consensus 2008', by Dale Whittington with W. Michael Hanemann, Claudia W Sadoff and Marc Jeuland, (Copenhagen: Copenhagen Consensus Center, 2008).

### ***3.1. Водная безопасность, основная цель и основа для адаптации***

При всем многообразии методов использования воды для повышения комфортности жизни и доходов, которые могут привести к истощению водных ресурсов, достижение водной безопасности становится первоочередной задачей. Это проблема, которую многие страны уже пытаются решить, в настоящее время усугубляется перспективой изменения климата, воздействия которого отразятся непропорционально, прежде всего, на более бедных иязвимых слоях населения во всем мире.

Поэтому водная безопасность лежит в основе адаптации к изменению климата. Водная безопасность, определяемая как *«надежная обеспеченность приемлемым количеством и качеством водных ресурсов для поддержания здоровья людей, средств существования и производства, наряду с приемлемым уровнем связанных с водой рисков»*,<sup>49</sup> является минимальным, но реалистичным набором необходимых качеств. Невозможно полностью избежать рисков, но они будут сохраняться на приемлемом уровне. Точно так же, поддержание здоровья людей и средств существования не будет максимальным, но управление водными ресурсами поддержит достижение приемлемых минимальных уровней социального развития. Императив защиты естественной окружающей среды подразумевается, так как во многих случаях здоровье людей, средства существования и защита от природных бедствий зависят от сохранности естественной окружающей среды.

В то время как «водная безопасность» не решает, сама по себе, более широких социально-экономических задач, которые многие сообщества стремятся решить, и не приводит к достижению полного спектра природоохранных целей, она, фактически, создает условия, при которых водные ресурсы не станут препятствием для достижения этих целей и решения поставленных задач.

Необходимо также отметить, что водная безопасность не является результатом исключительно защиты и обеспечения адекватных объемов воды, как ресурса. Защита, развитие и управление водными ресурсами, а также управление и предоставление водохозяйственных услуг являются взаимосвязанными, но различными направлениями Деятельности. Оба направления представляют собой аспекты водной безопасности. Надежная и безопасная подача воды из источника пользователям обычно требует строительства инфраструктуры и её постоянной эксплуатации организациями – поставщиками услуг, особенно, в крупных городах. В то время как рассмотрение вопросов эффективности работы организаций - поставщиков услуг выходят за рамки данной статьи, ясно, что, если ресурс изначально недостаточен, труднее обеспечить адекватные услуги. Если водохозяйственные услуги планируются, не принимая во внимание вероятные изменения климата, а также другие нагрузки на водные ресурсы, это вполне может привести к неудаче.

Учитывая эти соображения, следует немедленно инициировать усилия по адаптации, потому что те организации, которые мы создаем, и та инфраструктура, которую мы строим сегодня, ставят нас в определенные рамки поведения на много лет вперед. Если мы не начнем действовать сейчас, мы упустим возможности приспособиться к изменениям в более благоприятных условиях и, таким образом, гарантировать более устойчивое долгосрочное будущее. Кроме того, достижение водной безопасности не является вопросом, который решается раз и навсегда, особенно перед лицом изменения климата. Потребуется систематические усилия для поддержания водной безопасности и управление воздействиями изменения климата, наряду со всеми прочими «движущими силами», которые оказывают давление на водные ресурсы.

Обеспечение водной безопасности требует внедрения технических и институциональных инноваций и может способствовать появлению возможностей для улучшения сферы поставок услуг, а также инициировать новые виды экономической деятельности. В качестве хорошего примера можно привести Сингапур, который продемонстрировал, как

<sup>49</sup> Grey and Sadoff (2007).

страна может выйти за рамки сиюминутных проблем, настойчиво осуществляя всесторонние и скоординированные мероприятия (разрабатывая дополнительные рычаги) для достижения водной безопасности (см. сноску 8).

### ***3.2. Обеспечение водной безопасности с помощью интегрированного управления водными ресурсами***

В случае, когда необходимо обеспечить и сохранить водную безопасность, управление водными ресурсами должно отражать интегрированную природу водного цикла, принимая во внимание различных пользователей и виды использования, а также риски и находящиеся под угрозой исчезновения ресурсы. ИУВР является таким подходом к управлению. ИУВР четко ориентировано на потребность структурировать и управлять неизбежными компромиссами, которые необходимы при управлении водными ресурсами. При этом признается, что одно использование затрагивает другие, и что все зависят от целостности ресурсной базы.

#### **Вставка 8:**

#### **Сбор и креативное повторное использование сточных вод обеспечили Сингапuru водную безопасность**

Сингапур - небольшая плотно населенная островная страна, расположенная недалеко от побережья Малайзии. Хотя она находится в области тропических осадков, из-за небольшой водосборной площади, Сингапур располагает ограниченными водными ресурсами и традиционно зависит от поставок из соседней Малайзии. В качестве демонстрации, что другие движущие силы, помимо изменения климата, часто имеют более актуальное значение, водная безопасность Сингапура всегда была на грани риска, когда Малайзия начинала пересмотр соглашений о поставках водных ресурсов, неявно намекая, что будущие поставки могут быть ограничены. Ответными мерами Сингапура, гарантирующими водную безопасность, стали инвестиции в стратегию, концентрирующуюся на водосбережении, эффективности водопользования, инновационных технологиях и повторном использовании воды. Одним из результатов такой стратегии, стало создание условий, когда все водные потребности могут теперь быть надежно удовлетворены. Важно, что при этом был развит значительный технологический потенциал, позволяющий экспортировать технологии в другие страны.

«Руководствуясь своим видением, которое требуется достижения устойчивости водного сектора, Сингапур вложил средства в исследования и разработку инновационных технологий. Сегодня, нация обеспечила мощную, диверсифицированную и устойчивую систему водоснабжения, основанную на четырех различных источниках, известных как «четыре национальных крана» (вода местных бассейнов рек, импортируемая вода, очищенная вода, известная как «NEWater» и опресненная вода). Интегрируя систему и добиваясь максимальной эффективности использования каждого из четырех источников, Сингапур гарантировал устойчивое водоснабжение, способное обеспечить постоянный экономический рост».<sup>50</sup>

Само собой разумеется, что с помощью этого подхода, Сингапур систематически понижал уровень своей уязвимости от изменения климата. Фактически, страна способна использовать в своих интересах даже выпадение экстремальных осадков, накапливая дождевую воду в искусственных прибрежных лагунах, что уменьшает объемы воды, которая должна опресняться, снижая свои выбросы CO<sub>2</sub>.

Для эффективной адаптации к изменению климата необходимо, чтобы более совершенное управление водными ресурсами обеспечило сочетание «твердых» (инфраструктурных) и «мягких» (институциональных) мер и вышло за рамки того, что обычно считается «водным бизнесом». Стратегии адаптации к изменению климата могут потребовать серь-

<sup>50</sup> PUB, 'Four national taps provide water for all', web pages, <http://www.pub.gov.sg/water/Pages/default.aspx>. Accessed 13/11/2008.

езных изменений в методах управления сельским хозяйством, промышленностью и коммунальными сетями городов и поселков. Ни проблемы, которые создают воздействия изменения климата для социально-экономического развития, ни многие из потенциальных мер реагирования особенно не новы. Многие из них были четко обозначены во время международных дискуссий в 1992 году на саммите в Рио-де-Жанейро, где была сформулирована программа действий, которая сбалансировала решение двух задач: защиту окружающей среды и социально-экономическое развитие беднейших стран мира. На саммите 1992 года, подход интегрированного развития и управления водными ресурсами (позже была принята аббревиатура «ИУВР») был согласован как способ реагирования на широкий спектр экологических вызовов при эффективном удовлетворении жизненно важных потребностей людей, особенно бедных слоев населения.

Существенный прогресс было достигнуто после саммита в Рио-де-Жанейро (1992 год), но процесс реализовывался медленно и неоднородно. Помимо обычного институционального сопротивления реформам, было также нежелание правительств и отдельных организаций отвлечь ресурсы от достижения краткосрочных целей и обратиться к решению долгосрочных проблем. В то же время, это было вызвано тем, что основополагающие проблемы сложны и ограничен опыт использования предлагаемых мероприятий, а также не было уверенности в том, как они сработают практически.

Подход, предложенный на саммите в Рио-де-Жанейро (1992 г.), подтвержденный на саммите по устойчивому развитию в Йоханнесбурге (2002 г.) и широко внедряемый сегодня по всему миру, представляет собой ИУВР. Его ценность при адресации к проблемам влияния изменения климата на водные ресурсы детально описана в «Повестке дня на 21 век» (заключительная резолюция, принятая в Рио-де-Жанейро) (см. цитату в сноске 9). Мало того, что в этом документе описывается ценная историческая перспектива, но что еще более важно, он обращает внимание на трудности перехода от идентификации проблем к их эффективному решению, а также на неудачи в использовании систем раннего оповещения. Принятые вместе с рекомендациями «Повестки дня на 21 век» по интегрированному развитию и управлению водными ресурсами (в первый раз, когда они были формализованы и согласованы на глобальном уровне), многие из его положений столь же действенны сегодня, как и почти два десятилетия назад.

Однако, самой важной частью «Повестки дня на 21 век», поскольку это касается водных ресурсов, был акцент на необходимости управлять водными ресурсами на более интегрированной основе. Этот подход включает не только учет интересов различных водопользователей, но также и признание того, что внешне различные источники воды (реки, озера и подземные воды) взаимосвязаны через водный цикл. Кроме того, социально-экономическое развитие, либо расширение коммунальных услуг в городах, либо рост новой промышленности, может оказать серьезное воздействие на водные ресурсы, и поэтому преуспеть в долгосрочной перспективе можно, лишь осуществляя эффективное управление водными ресурсами. Широко распространенный дефицит, постепенное загрязнение и ухудшение качества пресноводных ресурсов во многих регионах мира, при нарастающем строительстве экологически вредных производств, требуют интегрированного планирования и управления водными ресурсами. Такая интеграция должна охватить все типы взаимосвязанных источников пресной воды, включая поверхностные и подземные воды, при этом, вопросы сохранения запасов и качества водных ресурсов необходимо рассмотреть должным образом.

**Вставка 9:**  
**Предлагаемая программа действий для анализа последствий изменения климата для водных ресурсов (цитата из Повестки дня на 21 век)**

G. Последствия изменения климата для водных ресурсов

**Основа для деятельности**

18.82. При прогнозировании изменений климата на глобальном уровне существует некоторая неопределенность; хотя эта неопределенность значительно возрастает на региональном, национальном и местном уровнях, именно на национальном уровне необходимо принимать наиболее важные решения. Повышение температур и уменьшение атмосферных осадков может привести к сокращению водоснабжения и увеличению спроса на воду; это может вызвать снижение качества воды в пресноводных водоемах и создать еще большие трудности для сохранения и так уже достаточно неустойчивого во многих странах баланса между спросом и предложением. Даже там, где возможно увеличение осадков, нет гарантии того, что они выпадут в то время года, когда их можно использовать; кроме того, возрастает вероятность наводнений. Любое повышение уровня моря часто вызывает интрузию солоноватых вод в устья рек, на небольшие острова и в прибрежные водоносные пласты, а также затопление низкорасположенных прибрежных районов; это грозит серьезной опасностью для стран, расположенных на низинных территориях

18.83. В Декларации министров на второй Всемирной конференции по изменению климата говорится, что «потенциальные последствия такого изменения климата могут представить небывалую до сих пор угрозу окружающей среде; и могут даже угрожать существованию некоторых небольших островных государств и расположенных на низинных территориях прибрежных, засушливых и полузасушливых районов». Конференция признала, что к наиболее серьезным последствиям изменений климата относится их влияние на гидрологический цикл и на системы эксплуатации водных ресурсов и, соответственно, на социально-экономические системы. Более частое возникновение таких экстремальных ситуаций, как наводнения и засухи, приведет к большему повторению стихийных бедствий и увеличению их тяжести. В связи с этим Конференция призвала к активизации необходимых программ научных исследований и мониторинга, а также обмена соответствующими данными и информацией, причем эти мероприятия следует проводить на национальном, региональном и международном уровнях.

**Цели**

18.84. Сам характер этого вопроса, прежде всего, говорит о необходимости большего объема информации и лучшего понимания существующей угрозы. Этот вопрос можно сформулировать в виде следующих задач, отвечающих положениям Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций по изменению климата: а) осознать и количественно определить угрозу последствий изменения климата для пресноводных ресурсов; б) содействовать осуществлению эффективных национальных мер борьбы в тех случаях, когда угрожающие последствия считаются достаточно подтвержденными, чтобы оправдать проведение таких действий;

с) изучить потенциальное воздействие изменения климата на районы, подверженные засухе и наводнениям.

**Деятельность**

18.85. Все государства, учитывая свои возможности и имеющиеся ресурсы и на основе двустороннего или многостороннего сотрудничества, в том числе с Организацией Объединенных Наций и другими соответствующими организациями, могли бы, в случае необходимости, осуществить следующие мероприятия:

а) наблюдение за гидрологическим режимом, включая содержание влаги в почве, баланс грунтовых вод, вторжение и просачивание вод, качество воды, и связанными климатическими факторами, особенно в тех районах и странах, на которых в наибольшей степени могут сказаться отрицательные последствия изменений климата и в которых в этой связи необходимо определить уязвимые в этом отношении районы;

- b) разработка и применение способов и методов оценки возможных отрицательных последствий изменений климата в виде изменения температуры, осадков и повышения уровня моря для пресноводных ресурсов и для возрастания опасности наводнений;
- c) проведение тематических исследований с целью определить, существует ли взаимосвязь между изменением климата и отмечаемыми в настоящее время случаями засухи и наводнений в некоторых регионах;
- d) оценка вытекающих социально-экономических и экологических последствий;
- e) разработка и осуществление стратегий реагирования для борьбы с выявленными отрицательными последствиями, включая изменения уровня подземных вод, а также принятие мер по уменьшению масштабов проникновения соленых вод в водоносные горизонты;
- f) разработка методов ведения сельского хозяйства на основе использования незначительно солоноватых вод;
- g) содействие научно-исследовательской деятельности, осуществляемой в рамках текущих международных программ.

*Источник: UN, Agenda 21, The United Nations Programme of Action from the 1992 Earth Summit, <http://www.un.org/esa/dsd/agenda21/index.shtml>.*

Многосекторный характер развития водных ресурсов, в контексте социально-экономического развития, должен быть признан, наряду с использованием водных ресурсов в интересах развития различных секторов экономики: водоснабжения и санитарии, сельского хозяйства, промышленности, городского развития, производства гидроэлектроэнергии, рыболовства, транспорта, индустрии отдыха и туризма, управления низинными ландшафтами и других видов деятельности. Развитие рациональных систем использования и развития поверхностных и подземных источников водоснабжения и других потенциальных источников должно быть поддержано сопутствующими мерами по уменьшению объемов сточных вод и минимизации ущерба при утилизации сточных вод и отходов.<sup>51</sup>

В то время как концепция ИУВР оспаривается в некоторых кругах (время от времени проводятся дебаты по её доктрине), его три ключевых аспекта все еще позволяют признавать ИУВР в качестве лучшего подхода для решения проблем, которые создают изменения климата для «мира воды»:

- • признание целостной природы водного цикла и стремление найти интегрированный способ для охвата всего диапазона секторов, которые используют воду, воздействуют на водные ресурсы или оказываются под их воздействием, таким образом, чтобы деятельность одного сектора не создавала проблемы в сфере водных ресурсов для деятельности других секторов.
- • признание важности создания эффективных институциональных структур для успешного и справедливого разрешения конфликтов и поиска компромиссов между различными видами деятельности и интересами.
- • присущая адаптивность; при ИУВР признается, что подходы к управлению водными ресурсами необходимо реформировать по мере изменений в других секторах общества, и что не может быть решений, принятых раз и навсегда.

<sup>51</sup> Повестка дня на 21 век, раздел 18.3.



Принципы ИУВР четко согласуются с вызовами управлению водными ресурсами, которые усилятся в результате воздействий изменения климата. Но что это означает практически? Как водохозяйственные стратегии и методы могут помочь общинам и экосистемам адаптироваться к изменению климата? Что потребуются для того, чтобы решить эти задачи?

### ***Институционализация адаптации***

Основной акцент должен быть сделан на то, чтобы институциональные структуры для управления водными ресурсами работали эффективно. Водная политика и практика должны быть направлены на создание организаций, информационных систем и потенциала для прогнозирования, планирования и противодействия сезонной и годовой изменчивости климата, в рамках стратегии адаптации к долгосрочному изменению климата. При этом эти организации должны быть в состоянии облегчить процессы социально-экономических реформ, которые потребуют существенных компромиссов.

В этом контексте, данные институты не являются лишь формальными организациями; предпочтительно, чтобы формальные организации появлялись лишь тогда, когда ключевые проблемы и ключевые функции, которые необходимо выполнять, известны. Эти организации должны охватывать более широкий круг вопросов, например, выполнять неформальные действия по координации, сбору и проверке информации, введению в действие правил через законодательство или в результате коллективных решений, а также мониторинг и контроль их выполнения. Все эти действия важны и могут быть инициированы на различных уровнях даже в отсутствие формальных организаций. Хорошие управленческие методы, которые развиты в пользовательских сообществах, вероятно, будут более устойчивыми, чем правила, установленные формальными организациями.

Для достижения целей водной безопасности и развития, пользователи и распорядители ресурсов должны работать, взаимодействуя друг с другом, что повышает их возможности преодоления неопределенностей и позволяет реагировать на вызовы, по мере их появления. Неотъемлемая часть более совершенного управления водными ресурсами – обеспечение условий, когда все водопользователи имеют информацию о водных проблемах, которые затрагивают их, и знают о различных подходах, которые могут помочь им адаптироваться. Это также гарантирует, что решение водных проблем будет учтено в более широких стратегиях развития в условиях изменения климата.

Поиск компромиссов между различными видами водопользования является одной из проблем, которой необходимо заниматься водохозяйственным организациям, особенно в странах, чьи водные ресурсы ограничены. Возможно наиболее безотлагательный и спорный из них - компромисс между водной безопасностью, обеспечиваемой при наращивании емкости водохранилищ для борьбы с наводнениями и маловодьем, и воздействием проектов их строительства на население данных территорий. В то время как социальные выгоды от повышенных запасов водных ресурсов могут быть огромны, воздействия на средства существования, социальные структуры и окружающую среду могут быть разрушительными. Во многих странах приходится искать сложные компромиссы между удовлетворением нужд сельского хозяйства, которое часто обеспечивает доходы большинству населения, и развитием городской экономики, которая генерирует повышенные доходы, хотя они распределяются неравномерно.

Разработка механизмов для определения, кто должен получать и какую долю доходов в периоды изобилия и периоды дефицита воды, является, по своей сути, политической задачей, которая требует, чтобы соответствующие институты обеспечили решения, приемлемые для всех. И поскольку спрос на водные ресурсы повышается и вынуждает вводить лимиты на поставки воды, необходимо будет принять решение о балансе между требованиями охраны окружающей среды и тех доходов, которые зависят от неё, и требованиями других видов социально-экономической деятельности.

Учитывая роль воды почти во всех аспектах социально-экономической жизни и её фундаментальное значение для окружающей среды, любое изменение в режиме водопользования и управлении затронут множество различных бенефициариев. В то время как целью управления всегда является поиск бесприоритетных совместных решений, почти всегда потребуются определенного рода компромиссы и процесс, посредством которого они должны быть реализованы на практике.

### **Инвестиции – «твердые» и «мягкие»**

Важным результатом оценки методов управления водными ресурсами, применяемых в последние несколько десятилетий, стало признание того факта, что технические решения, хотя они жизненно важны и являются неотъемлемой частью любого будущего подхода, сами по себе не могут решить глобальные водные проблемы. Существует ряд социальных, экономических и политических проблем, которые необходимо решать, и разнообразие «мягких» институциональных инструментов, которые могут быть использованы в дополнение к «твердым» инфраструктурным решениям.<sup>52</sup>

При ИУВР используются как «твердые» инфраструктурные, так и «мягкие» институциональные стратегии. Действительно, вполне разумно объединение «твердых» и «мягких» стратегий, которые предлагают странам лучший шанс успешного противодействия изменчивости и изменению климата.<sup>53</sup>

#### **Вставка 10:**

##### **Водные ресурсы в повестке дня по изменению климата: пример из Центральной Азии**

Центральноазиатский регион расположен в полуаридной и аридной зоне, где естественный водный дефицит существует на протяжении многих тысяч лет. Пустыни Каракумы, Кызылкум и Муюнкум охватывают более половины территории региона. В регионе также расположено Аральское море, пример одного из наиболее известных мировых экологических бедствий, связанных с управлением водных ресурсов.

Конкуренция между природой и обществом - между нуждами окружающей среды и водопотреблением растущего населения - является уже острой, даже без рассмотрения возможных последствий изменения климата. Таким образом, изменение климата имеет потенциал торможения будущего регионального экономического развития, а также негативно влияет на экологию региона и благосостояние его населения.

Основным воздействием изменения климата в Центральной Азии, как ожидается, будет сокращение доступных возобновляемых водных ресурсов. Адаптация потребует больших изменений в водопотреблении. Поскольку сельскохозяйственный сектор - самый крупный потребитель водных ресурсов (приблизительно 85% водных ресурсов региона используются для орошения), актуальны оценка водопотребления в секторе орошения в условиях аридности и новых режимов температур воздуха и разработка адаптационных мер на основе изменения состава культур и внедрении водосберегающих технологий на внутрихозяйственном уровне.

Существует мнение, что климат изменяется постепенно, и нет причин для волнений: «мы постепенно приспособимся». Однако решения относительно управления и развития водных ресурсов часто имеют долгосрочную перспективу, и результаты появляются только спустя 10-20 лет. Это означает, что адаптивные действия необходимы уже сейчас. Поэтому политики, планирующие органы и руководители водной отрасли уже занимаются рядом проблем:

<sup>52</sup> GWP, 'Investing in infrastructure: The value of an IWRM approach,' GWP-TEC Policy Brief 7 (Stockholm: GWP, 2009).

<sup>53</sup> Там же

- Краткосрочные меры на уровне конечного пользователя (фермера), позволяющие справиться с последствиями засух, осуществляя водосберегающие меры, изменяя состав культур и т.д.
- Долгосрочные меры на национальном и региональном уровнях, поддерживающие рациональное водопользование и перераспределение водных ресурсов, включая новые нормы продовольственной безопасности и водопотребления.

Однако, все еще необходимы срочные действия для:

- ознакомления общественности с возможным изменением климата и его последствиями;
- демонстрации возможных способов преодоления этих явлений;
- планирования будущих мероприятий.

Ключевые элементы, которые еще должны быть внедрены в сознание общественности, включают:

- Центральная Азия – регион с недостаточными водными ресурсами;
- вода, основа для благосостояния, является самой уязвимой системой при изменении климата;
- вода является базовым элементом для здоровья людей, и поэтому требуется пересмотр стандартов качества воды;
- важно знать абсолютный уровень водного дефицита, и еще более важно понять возможные колебания в водообеспеченности.

Некоторые страны Центральной Азии готовятся к изменению климата через инвестиционные проекты в рамках Киотского протокола по механизмам экологически чистого развития (МЭЧР).

Например, правительство Узбекистана назначило Министерство экономики национальным органом МЭЧР и одобрило специальный регламент для подготовки и реализации инвестиционных проектов МЭЧР. Согласно этому регламенту, проекты, предложенные для выполнения должны отвечать следующим национальным критериям устойчивого развития:

Экономические критерии:

- сокращение затрат энергии и сырьевых ресурсов при производстве единицы продукции;
- повышение эффективности производства или использования природных ресурсов посредством внедрения передовых технологий.
- помощь в развитии частного сектора в Республике Узбекистан.

Экологические критерии:

- содействие охране окружающей среды и предотвращение её деградации;
- минимизация потребления природных ресурсов и отходов производства;
- внедрение технологий направленных на повторное использование ресурсов и/или использование возобновляемых природных ресурсов.
- уменьшение отрицательных воздействий на окружающую среду.

**Социальные критерии:**

- содействие росту занятости и увеличению реальных доходов населения;
- улучшение здоровья персонала, участвующего в реализации проекта и населения, живущего в зоне реализации проекта;
- повышение уровня понимания населением проблем управления природными ресурсами.

Очевидно, что в этом перечне водные ресурсы, первоначально, не рассматривались в качестве главной проблемы. Узбекистан только недавно осознал, что многие проблемы, связанные с изменением климата, могут быть решены только через управление водными ресурсами, и его правительство недавно призвало все организации, участвующие в разработке стратегии адаптации к изменению климата, сосредоточиться на мероприятиях, связанных с развитием водных ресурсов. Таким образом, несмотря на то, что мы знаем, что сделать для выполнения Киотского протокола в плане реальной адаптации, мы только начинаем действовать.

*Авторы: проф. Виктор Духовный, Вадим Соколов, Галина Стулина, Наталья Агальцева (Узбекистан)*

**«Твердые» опции**

Одним из способов управления воздействиями изменчивости климата на водные ресурсы является использование «твердых» опций для осуществления водозабора и управления водными ресурсами. Эти опции варьируют от крупных плотин до сооружений по сбору дождевых вод в домохозяйствах.

Другими важными гидротехническими сооружениями являются каналы, туннели и трубопроводы, которые служат не только для непосредственного удовлетворения потребностей людей, но и, что менее очевидно, создают взаимосвязанные системы, которые в силу использования различных источников воды, менее подвержены влиянию изменчивости климата, обеспечивают большую гибкость и более высокий уровень безопасности водоснабжения. В равной степени, работоспособные системы очистки сточных вод и отвода ливневых вод вносят свой вклад, обеспечивая условия для выполнения хозяйственной деятельности общин и охраны здоровья людей при чрезвычайных климатических событиях, в то время как повторное использование понижает уровень общего спроса.

**«Мягкие» опции**

Арсенал специалистов водного хозяйства, предназначенный для решения проблем изменчивости климата и чрезвычайных климатических событий, не ограничивается физической инфраструктурой. В равной степени важны институциональные механизмы, которые помогают адаптироваться к изменчивости климата и в достижении таких целей как водоснабжение населения, отраслей промышленности и фермерских хозяйств, а также защиты общин от наводнений и поддержке экосистем. Эти «мягкие» инструменты используются для управления спросом, а также повышают водообеспеченность за счет рационального водораспределения, водосбережения, повышения эффективности водопользования и планирования землепользования.

Часто эти «мягкие» инструменты дешевле и могут быть более эффективными, по сравнению с их инфраструктурными эквивалентами, и могут, естественно, дополнять инфраструктурные решения, обеспечивая их эффективную работу. Таким образом, при решении проблем потенциального дефицита воды, большое внимание следует уделить управлению

спросом при увеличивающемся водоснабжении, внедряя более эффективные технологии, а также просто повышая культуру водосбережения. Это особенно важно в регионах, где общая водообеспеченность уменьшается.

Во многих странах, это уже сделано элементарным способом, например, применяя организованные ограничения в сельском хозяйстве в период засух. Спланированные технические мероприятия, такие как программы сокращения утечек воды в муниципальных распределительных сетях могут не только окупиться за счет водосбережения, но также и обеспечить энергосбережение, способствуя смягчению последствий изменения климата.

Управление спросом, с целью стимулирования эффективного водопользования, также имеет огромный потенциал. Домохозяйства могут существенно уменьшить свое потребление, и фермеры могут получать гораздо больше «урожая на каплю воды»; промышленники часто производят большие объемы продукции на единичный объем воды в условиях прессинга регулирующих органов и могут даже передислоцировать часть процессов с интенсивным водопотреблением в районы с более обильными водными ресурсами. Стимулы для обмена водопользователями их текущими водными квотами с помощью административных систем или «торговли» могут помочь в достижении более эффективного водопользования, хотя при этом социальные воздействия необходимо тщательно отслеживать.

В более крупном масштабе, система глобальной торговли имеет существенные воздействия - позитивные и негативные - на водопользование, которые необходимо понять и использовать. В этом контексте, как уже отмечалось, продвижение биологического топлива, в качестве источника энергии, может серьезно усугубить проблемы дефицита воды, если тщательно не планировать и не регулировать этот процесс.

Помимо прямого управления водными ресурсами, институциональные инструменты, типа планирования землепользования, могут существенно уменьшить уязвимость общин от природных бедствий, связанных с водной стихией, если у них будут надежные данные о наводнениях. Данный пример показывает, что часто имеется возможность выбора из набора «твердых» и «мягких» инструментов, которые могут быть применены для повышения устойчивости к внешним воздействиям. Таким образом, способность противостоять наводнениям может быть достигнута при помощи строительства защитной инфраструктуры или посредством планирования, которое ограничивает размещение поселков на уязвимых территориях.

Планирование развития городов также может внести свой вклад, используя другие подходы. Хотя быстрая урбанизация часто воспринимается как экологическая проблема, она также приносит экологические выгоды, одной из которых является, обычно, меньшее водопотребление домохозяйств в густонаселенных городских районах, по сравнению с менее населенными (не в последнюю очередь потому, что меньше воды используется для поливов садов). Планирование и строительство компактных городов может действительно оказаться одним из более эффективных методов обуздания внутреннего спроса на воду.

### ***Баланс и последовательность***

Фактически, при всех обстоятельствах, водная безопасность потребует объединения инвестиций и в «твердых» (инфраструктурных) и «мягких» (институциональных) вариантах. Правильное сочетание будет функцией множества гидрологических, экономических, социально-политических и экологических факторов. Исторически сложилось так, что когда гидротехническая инфраструктура не развита, инвестиции в (создаваемую и природную) инфраструктура обеспечивают относительно более быструю окупаемость. Инвестиции в наращивание управленческого потенциала и в поддержание и эксплуатацию инфраструктуры становятся все более и более важными, поскольку строится более масштабная и технически более сложная инфраструктура (см. рисунок 6).<sup>54</sup>

<sup>54</sup> David Grey and Claudia W. Sadoff, 'Water for Growth and Development' in Thematic Documents of the IV World Water Forum. (Mexico City: Comision Nacional del Agua, 2006).

Повышенная интенсивность чрезвычайных наводнений и засух говорит о том, что изменение климата повысит окупаемость инвестиций в инфраструктуру, что позволит руководителям водного сектора работать при «более комфортных» условиях.

**Рис. 6.**  
**Баланс и последовательность инвестиций в строительство водохозяйственной инфраструктуры и её эксплуатацию**



*Источник: Мировой Банк, «Стратегия помощи стране по развитию водных ресурсов – Китай, 2002 год»*

С другой стороны, повышение изменчивости и гидрологической неопределенности означает, что значение информации и гибких адаптивных управленческих организаций значительно повысится.

Различные компоненты систем необходимо строить в соответствующей последовательности. Новые системы распределения воды не должны строиться, прежде чем не будет решен вопрос о выделении дополнительных водных ресурсов, возможно, за счет строительства новых водохранилищ. Но прежде, чем это произойдет, необходимо собрать достаточную информацию о водных ресурсах, позволяющую запроектировать эффективные и устойчивые водохранилища. Соответствующие сочетания и последовательность строительства также должны отражать связанные проблемы обеспечения необходимого баланса социальной справедливости, экономической эффективности и экологической устойчивости.

### **Информация и инфраструктурное проектирование**

Существует реальная опасность того, что текущие инвестиции в инфраструктуру не будут отвечать будущим требованиям. Ряд свидетельств говорит о том, что часть существующей инфраструктуры больше не будет жизнеспособной и лучше всего её реконструировать или списать. Там, где осадки значительно сократились, существующие ирригационные водохранилища или плотины ГЭС больше не смогут обеспечить поставку тех же самых объемов воды – и, следовательно, выгод – в расчете на которые они были запроектированы. С другой стороны, если осадки значительно увеличиваются, есть риск избыточных нагрузок на инфраструктуру, что потенциально может привести к разрыву трубо-

проводов или переливу воды через плотины водохранилищ. Другая проблема длительной эксплуатации заключается в том, что существующие проектные стандарты станут неприемлемыми для условий будущего. Гидрологические проектные параметры должны отражать риски изменчивости, усиленные изменением климата. Чтобы добиться успеха на этом направлении, необходимо восстановить инфраструктуру гидрологического Мониторинга, а также восстановить существующие базы данных и начать сбор новых данных. Если не начать восстанавливать основные системы сбора данных по водным ресурсам, возникает опасность, что новые плотины не обеспечат ожидаемые объемы воды или выработки электроэнергии, и что новые системы водораспределения окажутся «сухими».

Помимо безотлагательной и очевидной задачи обеспечения данных, гарантирующих адекватное проектирование инфраструктуры, в более широком плане, необходимо наладить мониторинг тенденций водообеспеченности и водопользования. Если успешная адаптация зависит от повышенной эффективности использования водных ресурсов в сельском хозяйстве, необходимо начать мониторинг водопользования и продуктивности хозяйств. Если есть обеспокоенность в отношении воздействия городских сточных вод на качество речной воды, необходимо наладить мониторинг работы очистных сооружений, и выполнить оценку качества речного стока.

В настоящее время, мониторинг фрагментарен, и имеется тенденция сосредотачиваться на «горячих» точках, поэтому трудно выявить какие-либо тенденции пока не грянет кризис. Систематическая работа должна быть налажена для ликвидации этого пробела. Для начала, отдел статистики Организации Объединенных Наций (ОС ООН) инициировал ряд стимулов, побуждающих страны организовать работы по «водоучету», в качестве компонента деятельности национальных статистических систем. Как указывает ОС ООН:

«Только интеграция информации по экономике, гидрологии, природным ресурсам и социальным аспектам обеспечит разработку всесторонней стратегии в информированной и комплексной манере. Политики, принимающие решения по потребностям в водных ресурсах, должны осознавать возможные последствия для экономики. Лица, планирующие развитие отраслей промышленности, базирующихся на технологиях с интенсивным использованием водных ресурсов или большими объемами сточных вод, должны представлять себе их долгосрочные последствия для водных ресурсов и окружающей среды в целом».<sup>55</sup>

### ***Предпринимая действия на всех уровнях***

Одной из проблем управления водными ресурсами является организация планирования и исполнения необходимых действий на соответствующем уровне. На проектном уровне, инвестиции в водное хозяйство должны планироваться с учетом обеспечения устойчивости при изменении климата. На уровне сельского коллектива, мероприятия должны быть направлены на понижение уровня социальной, экономической и экологической уязвимости в отношении изменчивости климата. Планирование всей экономики должно осуществляться с учетом изменения климата и их воздействия на отдельные сектора экономики или экономические территории. В глобальном масштабе, содействие торговли водоемкой продукцией (торговля виртуальной водой) и целенаправленная передача технологий могли бы способствовать адаптации.

<sup>55</sup> UNSD, 'System of Environmental-Economic Accounting for Water,' Final Draft, New York 2009.

**Вставка 11:****Трудные компромиссы: река Окаванго в Южной Африке**

Изменение климата привело к сокращению расходов реки Окаванго. Как ожидается, уменьшение стока будет еще более значительным, чем при любом из текущих предложений по альтернативным использованиям водных ресурсов реки Окаванго, которые, вряд ли, превысят 5% текущего стока. Проблемой для политиков является дилемма, выступать ли против любых новых водозаборов на том основании, что создается угроза вэтандам в дельте Окаванго или признать, что изменения произойдут независимо от этого, и позволить некоторое дополнительное использование водных ресурсов населением, как часть адаптации к изменяющейся окружающей среде.

В то время как вэтандалы действительно поглощают загрязняющие вещества и уменьшают силу наводнений, эти услуги экосистем могут сопровождаться существенными скрытыми издержками. При аридном климате Ботсваны, весь сток реки, примерно в таких же объемах, как и сток реки Оранжевая, используется просто для поддержания её экосистем. Вода, которая поступает во внутреннюю дельту Окаванго, просто испаряется, в то время как река Оранжевая снабжает водой большую часть экономики Южной Африки, при достаточных количествах воды, оставляемой для прибрежного сельского хозяйства и вэтандалов в её устье.

Так как река Окаванго имеет статус Рамсарского объекта и важна для Ботсваны, как привлекающая туристов достопримечательность, была энергичная оппозиция предложениям из соседней Намибии о водозаборе незначительной части (2%) ежегодного стока реки Окаванго для коммунального и сельскохозяйственного использования. Есть также опасения в отношении возможной реализации сельскохозяйственного и гидроэнергетического потенциала в малонаселенной ангольской части водосбора реки, где формируется большая часть её стока. Однако последние исследования показали, что: «строительство всех потенциальных оросительных систем, упомянутых в имеющихся отчетах, как ожидается, уменьшит ежегодный сток лишь на 2%».

При этом в отчете говорится, что «моделируемые воздействия изменения климата в количественном выражении намного превышают объемы водозабора в сценариях развития, при проектируемом уменьшении стока на 26% в период 2070-2099 годов.<sup>56</sup> Уже находясь в аридном регионе, Намибия столкнется с печальными вызовами, если изменение климата приведет к сокращению региональных осадков согласно прогнозам; поэтому определенный баланс должен будет найден между нуждами людей и экосистемой вэтандала Окаванго, который, так или иначе, уменьшится в результате «естественных» процессов. Соответствующий меры реагирования должен быть предложены, чтобы разделить бремя дополнительного финансирования между тремя странами - Намибией, Ботсваной и Анголой - позволяя определенный водозабор, даже за счет некоторого дополнительного сокращения площади вэтандала. Потребуется создание институциональных механизмов для облегчения этого процесс, но он будет эффективным только в случае признания принципа, что никакое отдельное водопользование - экологическое, социальное или экономическое - не является «священной коровой» и, исходя из этого факта, потребуется достижение определенных компромиссов.

Воздействия изменчивости, отягощенные изменением климата, проявляются на различных уровнях, и проблемы, связанные с ними, нужно решать также на различных уровнях. Индивидуальные фермеры, которые должны принимать решения о том, какие культуры сеять и когда - нуждаются в информации, чтобы сделать это.

Энергетические компании должны располагать информацией о вероятных расходах рек и соответственно планировать свою деятельность. А жители городов потребуют, чтобы решения, принимаемые от их имени, могли обеспечить надежную поставку воды для коммунальных и коммерческих целей. В идеале, эффективные процессы принятия решений будут «встроены» в деятельность организаций, создаваемых для управления водными ресур-

<sup>56</sup> Lotta Andersson, Julie Wilk, Martin C. Todd, Denis A. Hughes, Anton Earle, Dominic Kniveton, Russel Layberry and Hubert H.G. Savenije, 'Impact of climate change and development scenarios on flow patterns in the Okavango River,' *Journal of Hydrology*, Volume 331, Issues 1-2, 30 November 2006, pp. 43-57.



сами. Разнообразные воздействия изменения климата в различных местах означают, что не может быть общих рекомендаций по необходимым действиям.

### ***Компромиссы все еще неизбежны***

Нерадостная реальность заключается в том, что изменение климата вынудит начать поиск компромиссов по множеству вопросов. Как стало ясно из вышеприведенного описания взаимодействий между водными ресурсами и изменением климата, нет быстрых решений для отдельных граждан, сообществ или стран, которые стремятся приспособиться к неопределенностям будущего, которые вносит изменение климата.

Ограничить ли коммунальное водопользование, чтобы уменьшить загрязнение уже перегруженных стоками рек, забрать ли воду, которую в настоящее время используют ветланды, или сократить производство гидроэнергии, чтобы повысить надежность и устойчивость городского водоснабжения, во всех случаях жесткий выбор необходимо сделать (см. сноску 11).

### ***3.3 Корректировка ИУВП для адаптации***

Изменение климата требует переоценки текущих подходов к управлению водными ресурсами, а также к проектированию многих компонентов городских поселков и экономической и социальной инфраструктуры вообще. В этом контексте, уроки прошлого или регионов, которые в настоящее время страдают от чрезвычайных климатических событий, могут оказаться полезными. В то время как управление водными ресурсами всегда обусловлено местными условиями, есть несколько областей приложения наших сил, которые потребуют возобновленного и усиленного внимания во всех странах.

### ***Управление рисками чрезвычайных ситуаций***

Интеллектуальная и адаптивная реакция будут зависеть от системного понимания потенциальных рисков и воздействий изменения климата, и их использования в определенных ситуациях. В этой области опыт гидрологов и инженеров должен быть объединен с опытом специалистов по управлению риском в системе страхования, а также экспертов по чрезвычайным ситуациям и региональных работников планирующих органов. В то время как это уже имеет место в некоторых регионах, страны и специализированные агентства должны способствовать такому взаимодействию на постоянной основе, с целью идентификации новых и изменяющихся рисков, ранжирования их по вероятности воздействий и возникновения и разработки стратегий их уменьшения.

Особый аспект институциональной проблемы - интеграция систем управления чрезвычайными ситуациями с обычными водохозяйственными организациями. Специализированные организации в сфере контроля чрезвычайных ситуаций уже накопили большой опыт действий при природных бедствиях. Основываясь на предположении, что прежде редкие экстремальные события будут происходить чаще, этот опыт будет находить все более широкое и общее применение.

В процессе адаптации многие из проблем имеют социальный, а также технический и институциональный характер. Политические деятели должны разобраться в природе возникновения будущих проблем до того, как они решат потратить время и ресурсы на их решение. Если мы хотим предотвратить серьезные негативные последствия, необходимо изменить поведение и стиль жизни общества. Приобретенный опыт управления при катастрофических наводнениях выдвинул на первый план приоритетное выполнение работ по подготовке к возможным бедствиям до наступления чрезвычайных событий, которые гарантируют, что население информировано о рисках и знает, как вести себя при чрезвычайных ситуациях, и

доказывает наличие существенной разницы между отдельными потерями и катастрофами (см. сноску 12).

### **Информация и кооперация**

Как уже было отмечено, управление нарастающей неопределенностью и гидрологической изменчивостью в масштабе всей системы повысит отдачу информации и сотрудничества в управлении водными ресурсами на всех уровнях. В этом контексте, особо возрастает потребность в надежной информации.

В то время как можно выполнить теоретические оценки вероятных событий и характера их возникновения, возрастает необходимость в проведении мониторинга трендов с целью понижения уровня неопределенности и обеспечения большей эффективности мероприятий. В настоящее время, надежная информация о фактическом водопользовании ограничена и фрагментарна. Например, в то время как городские предприятия коммунального обслуживания могут предоставить отчетность с определенной детальностью об объемах воды, которые они производят и распределяют, их данные не включают другие источники воды (например, колодцы или скважины), которые могут играть важную роль для некоторых городских общин.

Сельскохозяйственное водопользование часто оценивается на основе данных прошлых наблюдений, что затрудняет оценку текущих уровней использования и изменений в эффективности. Еще труднее оценить ситуацию с качеством воды, особенно, если при многих юрисдикциях, загрязнители имеют возможность не предоставлять данные об их сбросах, из-за боязни судебного преследования.

Внедрение водоучета - важное начало. В то время как немногие страны все еще имеют возможность осуществлять полный учет своих водных ресурсов, растущие давления, налагаемое изменением климата, создает дополнительный стимул для наращивания деятельности в этой области. Признано, что для получения точной картины водохозяйственной ситуации в стране, необходимо установить и укрепить партнерские отношения между водохозяйственными организациями и водопользователями.

#### **Вставка 12: Уроки наводнений в Мозамбике**

Наводнения в Мозамбике в 2000 году привели к гибели более 700 человек и оставили десятки тысяч людей без крова, а также разрушили многочисленные объекты экономической инфраструктуры. Однако, хотя это было вызвано уникальным сочетанием чрезвычайных событий, гораздо худшие последствия были предотвращены благодаря сотрудничеству органов по управлению чрезвычайными ситуациями со специалистами водного хозяйства. Вместе, они сумели спрогнозировать большую часть воздействий и предпринять меры по защите ряда уязвимых поселений.

Проблема, с которой они столкнулись, была результатом сочетания технических, социальных и политических факторов. Среди сделанных выводов: моделирование, на основе данных наземных исследований и данных дистанционных наблюдений, является жизненно важным вкладом в точность краткосрочных прогнозов наводнений. За исключением реки Лимпопо, ни один из речных бассейнов страны не имел готовых прокалиброванных моделей. Точный прогноз, в свою очередь, является предпосылкой не только для доверия общественности к предупреждениям, но также и для веры в системы раннего оповещения и, следовательно, оправданность ресурсов, выделенных для этих целей политическими деятелями.

*Источник: Flood management in Mozambique, (in) Hellmuth, M.E., Moorhead, A., Thomson, M.C., and Williams, J. (eds.) 2007. Climate Risk Management in Africa: Learning from Practice. International Research Institute for Climate and Society (IRI), Columbia University, New York, USA.*

При изменении климата потребуется уделять больше внимания динамике качества воды. С достаточной степенью уверенности, МГЭИК говорит о том, что более высокие температуры воды и усиленные наводнения и засухи повлияют на качество воды и усилят многие формы загрязнения водных ресурсов. Частично, это будет следствием простого факта, что реки с меньшими расходами в меньшей степени способны растворять и нейтрализовывать загрязняющие вещества. В результате наводнений, вода распространяется по поверхности земли, обогащаясь дополнительными наносами, болезнетворными микроорганизмами и пестицидами. Интрузия морских вод представляет собой другой аспект проблемы сохранения качества воды, усугубляемой изменением климата.

Понимание этой динамики важно для предотвращения вреда, наносимого экосистемам и здоровью людей, а также для обеспечения надежности водохозяйственных систем и понижения эксплуатационных расходов. Это другое измерение, где потенциал специалистов, занимающихся управлением водными ресурсами, необходимо повысить.

### ***Водные права и механизмы распределения***

С увеличением числа экстремальных климатических событий при их непредсказуемости, водные права и механизмы распределения воды представляют сферу деятельности, требующую серьезного анализа политиков и специалистов водного хозяйства. Водные права и распределение водных ресурсов, в основном, базируются на данных прошлых наблюдений водообеспеченности. Поскольку в результате изменения климата водообеспеченность в будущем будет отличаться от водообеспеченности в прошлом, объемы водных ресурсов больше не будут соответствовать согласованным схемам распределения. Прошлые права и механизмы перестанут действовать. Системы водных прав и механизмы распределения водных ресурсов и решения конфликтов необходимо пересмотреть и усилить, для реагирования на новые реалии. Потребуется создание более гибких систем, чтобы противостоять резким изменениям водообеспеченности и непредсказуемости.

В то время как часто указывается, что плата за воду и торговля водой представляют собой наилучшие механизмы для распределения водных ресурсов между пользователями в изменяющихся условиях, они часто не в состоянии учесть долгосрочный характер водопользования и проблем, и ограниченных возможностей для, перераспределения воды от одной группы пользователей другой, для сглаживания краткосрочной изменчивости. В течение последних многолетних засух в бассейне Мюррей-Дарлинг в Австралии, экономический ущерб был незначителен, благодаря созданию четкой системы приоритетов при распределении воды между пользователями.

Особой проблемой для стран, где водообеспеченность, как ожидается, уменьшится под воздействиями изменения климата, станет поиск механизмов для корректировки существующих водных прав. В то время как торговля не окажет существенной помощи, более важно, чтобы руководители систем распределения признали, что они работают в условиях, когда доступные количества водных ресурсов меняются и поэтому необходимо установить правила, позволяющие учесть эти изменения.

Южноафриканское водное законодательство решает эту проблему, ограничивая срок, в течение которого действует разрешение на водопользование (максимально до сорока лет). Оно также предусматривает анализ распределения водных ресурсов во всем бассейне каждые пять лет, если требуется.<sup>57</sup>

Там, где этот вид регулярного анализа не предусмотрен, могут возникнуть трудные ситуации. Например, в Австралии, существует общее соглашение, что даже до оценки любых воздействий изменения климата, водозаборы должны быть уменьшены, чтобы обеспечить адекватную поставку воды для защиты экосистем. В отсутствие других механизмов, федеральные и национальные правительства вынуждены реализовывать дорогие

<sup>57</sup> Government of South Africa, National Water Act 1998.

программы «выкупа» (пересмотра) уже распределенных квот водоподачи и компенсации водопользователям их частичной потери объемов воды.

### ***Пересмотр прежних подходов к созданию запасов воды, переброске и повторному использованию водных ресурсов***

Изменение климата будет воздействовать не только на объемы запасов воды, которые соответствуют текущим требованиям, но также и на соответствующие типы инфраструктуры накопления воды (естественные, искусственные, небольшие или крупные водохранилища). Дискуссии по вопросам создания запасов воды имеют тенденцию фокусироваться лишь на строительстве крупных плотин, при наличии более широкого диапазона вариантов. Они включают природные системы запасов воды, типа водоносных горизонтов (естественно или искусственно пополняемых), вэтландов и озер, а также искусственное хранение воды всех видов и масштабов, включая сбор дождевой воды в домохозяйствах, традиционные пруды в поселках, небольшие дамбы и плотины, и крупномасштабные водохранилища

В дополнение к естественным и искусственным запасам воды, «виртуальные» и «финансовые» механизмы могут быть разработаны для «сохранения» выгод от воды. Создание запасов воды, по существу, является «преградой» для потери выгод, в случае низкой водообеспеченности. Стратегические запасы зерна могут рассматриваться как склады «вложенной воды», накопленной в течение лет с высоким уровнем производства и перераспределяемой в течение периодов с низким уровнем производства. Схемы страхования производства культур в зависимости от погодных условий могут быть отмечены как финансовые механизмы «хранения», которые страхуют сельскохозяйственные доходы финансовыми средствами, вместо того, чтобы страховать сельскохозяйственную продукцию через повышенную надежность ирригации (то есть, большие объемы оросительной воды в управлении). Там, где создание запасов воды желательно для повышения надежности обеспечения водоёмкими товарами (сельскохозяйственными или промышленными), торговля водоёмкой продукцией или «виртуальной водой» может быть отмечена, в качестве серьезной альтернативы физическим запасам водных ресурсов.

Сравнительные преимущества и недостатки различных вариантов создания запасов воды меняются при изменении климата. Варианты, которые были в свое время желательны или не нужны, могут вскоре стать полезными вариантами. А те, что были хорошими вариантами в прошлом, могут не подойти в будущем. Новые водохранилища могут потребоваться; а некоторые существующие утратят свою жизнеспособность. В некоторых случаях инфраструктура может быть реконструирована, обеспечивая её соответствие изменившимся условиям, например, строительство дополнительных водозаборов при более низких уровнях водохранилища или изменяя методы и режимы эксплуатации инфраструктуры. В других случаях, списание может быть рациональной альтернативой, когда повторное использование сточных вод станет более важным. Необходимо пересматривать весь диапазон вариантов инфраструктуры, с учетом новых условий, и переоценивать относительные выгоды и недостатки.

Другим аспектом является возможность переброски стока между различными водосборными бассейнами. В ситуации повышающейся изменчивости и растущей нагрузки на водные ресурсы, возможность перебрасывать водные ресурсы из одного речного бассейна в другой может оказаться привлекательной, особенно там, где спрос на воду городских конгломератов и ключевых экономических секторов быстро растет. Например, в Китае осуществлена переброска больших объемов воды из бассейна реки Янцзы в бассейн реки Желтая, и подобные схемы являются предметом интенсивных дебатов в различных странах, таких как Индия, Австралия и Испания. Такие страны как Южная Африка, Мексика и США уже используют такие переброски.

Переброски обеспечивают перераспределение воды от одной территории к другой. Важно, что они повышают надежность водоснабжения, и поэтому устойчивость систем, так как различные водосборные площади, обычно, характеризуются различным характером из-

менчивости. Этот вклад в повышение устойчивости, вероятно, сделает межбассейновые переброски стока более актуальными при различных сценариях изменения климата, если экологические проблемы при их осуществлении будут решены.

### ***Предотвращение фрагментации***

Учитывая повышенную неопределенность и проблемы с коллективными действиями, ни адаптацию, ни управление водными ресурсами нельзя рассматривать как проекты «однократного действия». Они включают процесс создания динамичных организаций, которые имеют инструменты и способность реагировать стратегически и эффективно на изменяющиеся обстоятельства. Для достижения этого, руководители секторов, испытывающих воздействия, а также политические деятели должны участвовать в разработке общих подходов и соответствующих мер реагирования на вызовы.

Так как водные ресурсы являются только одним из факторов социально-экономического развития, управление ими должно быть увязано с более широким планированием и усилиями по развитию. В странах, где инициирован процесс планирования национального развития, обеспечение эффективного участия специалистов водного хозяйства в этом процессе является жизненно важным. Их участие следует обеспечить, хотя в равной степени важно, чтобы экономисты и специалисты других ключевых использующих воду секторов были осведомлены о необходимости участвовать в решении водных проблем.

Существует опасность, что усилия по управлению водными ресурсами будут оттесняться на второй план при фокусировании на планировании адаптации. Таким образом, общая политическая линия состоит в том что, в то время как концентрированные усилия могут потребоваться для разработки и инициирования стратегии адаптации, они должны быть объединены - а не выполняться параллельно - с продолжающимися работами по управлению водными ресурсами. Оба эти направления должны быть эффективно встроены в национальные стратегии развития, и нужно избежать параллельных процессов, особенно в контексте помощи в развитии.<sup>58</sup>

---

<sup>58</sup> Mike Muller, 'How to integrate IWRM and national development plans and strategies,' GWPTEC Policy Brief 6 (Stockholm: GWP, 2008).

#### 4. ФИНАНСИРОВАНИЕ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

---

**Х**отя на каждой международной конференции по водным ресурсам, начиная с Мар дель Плато в 1977 году, подчеркивалась важность управления водными ресурсами, ясно, что финансированию управления водными ресурсами не было уделено должного внимания, которого оно заслуживает. Это затрудняет оценку дополнительных ассигнований, необходимых для усиления текущей деятельности в области управления водными ресурсами с тем, чтобы можно было решать проблемы, связанные с изменением климата, наряду с другими выявленными срочными проблемами.

Рабочая группа экспертов по проблематике "Финансирование воды для всех" была создана Всемирным Водным Советом, Глобальным Водным Партнерством и Секретариатом 4-ого Всемирного Водного Форума, как непосредственный приемник комиссии Камдесю, для продолжения деятельности, адресованной, прежде всего, потребностям финансирования сельского хозяйства и местных органов власти. Но при этом отмечалось что: бассейн реки должен стать отдельной структурой управления пространственными ресурсами, такими как земля и вода, позволяя рассматривать весь диапазон проблем, связанных с управлением водными ресурсами. На необходимость взаимосвязанных и совместных действий по этим различным направлениям указывается в подходе ИУВР, который быстро получает признание среди лиц, определяющих политику. Создание баз данных ИУВР, разработка планов и системы координации сами по себе нуждаются в надлежащем финансировании. *Часть из вышеупомянутых функций легче профинансировать, чем другие и, наверняка, потребуются государственное финансирование (например, обеспечение «общественных товаров» типа защиты от наводнений и сбор данных). Различные составные части водоснабжения сельского хозяйства должны быть связаны финансово.*<sup>59</sup>

Аналогично сообщалось, что достижения в разработке и реализации планов ИУВР, к которым призывает Иоганнесбургский план выполнения ВСУР, были неравнозначны. Ключевой проблемой является финансирование предложенных действий, и в 2008 году было рекомендовано Комиссии по устойчивому развитию (КУР16) следующее: «Страны должны подготовить дорожные карты и стратегии финансирования для выполнения своих планов вместе с внешними агентствами развития (включая агентства ООН, доноров и неправительственные организации), которые обеспечивают поддержку странам, основываясь на их запросах».<sup>60</sup>

Отсюда следуют два взаимодополняющих посыла: во-первых, интегрированное управление и развитие водных ресурсов являются стратегически важными видами Деятельности; во-вторых, финансирование работ по ИУВР пока не осуществляется должным образом. Для устранения этого недостатка, а также частично стимулируемые политическими дебатами по изменению климата, работы по идентификации объемов необходимого финансирования и поиску соответствующих источников финансирования ИУВР были начаты.

Исторически сложившееся пренебрежение финансированием стратегий управления водных ресурсов является, в значительной степени, следствием общей сосредоточенности глобального водного сообщества на краткосрочных безотлагательных приоритетах борьбы с нищетой, таких как водоснабжение и санитария, а также на прибыльных видах деятельности, типа гидроэнергетики и водоснабжения промышленности.

---

<sup>59</sup> Tom Mitchell, Simon Anderson and Saleemul Huq, 'Principles for Delivering Adaptation Finance,' Institute of Development Studies, 2008.

<sup>60</sup> UN-Water. 'Status Report on IWRM and Water Efficiency Plans for CSD16,' 2008

Во многих более бедных странах потенциал управления водными ресурсами пострадал от многолетних структурных реформ при сокращении государственных ассигнований этому сектору. Чаще всего и в наибольшей степени недофинансировались управление водными ресурсами и гидрологические наблюдения, так как приоритет отдавался краткосрочным задачам обеспечения базового водоснабжения и санитарии. Это привело к тому, что многие страны не могут справиться даже с текущей изменчивостью климата, не потому, что неясны стратегии действий, а из-за недостаточности финансов для их реализации. Часто возникает вопрос, почему они должны заниматься проблемами завтрашнего изменения климата, если не могут позволить себе полноценную борьбу с последствиями сегодняшней засухи.

До настоящего времени, в дискуссиях по разработке эффективных мер реагирования на глобальное изменение климата приоритет отдавался стратегии смягчения последствий. Это отражает существующее мнение, что первостепенное значение имеют меры по сокращению степени антропогенных воздействий, вызывающих изменения. Но так как становится очевидной неизбежность существенных изменений, больше внимания начинает уделяться адаптации.

Рассматривая проблемы адаптации, необходимо, прежде всего, уделить внимание бремени финансирования адаптации, которое окажется наиболее тяжелым для бедных стран, которые менее всего готовы к этому. Африка и Южная Азия, в особенности, столкнутся с рядом самых серьезных изменений, и должны будут реагировать на эти вызовы, имея наиболее низкий экономический потенциал в мире. Даже там, где степень и масштабы изменений климата аналогичны, страны и общины, обладающие институтами и возможностями управлять водными ресурсами, в меньшей степени пострадают от воздействий изменения климата, чем те, у которых этого нет.

По этой причине, необходимо мобилизовать ресурсы для финансирования адаптационных мероприятий. Такой подход все более и более воспринимается мировым сообществом, и ведутся серьезные переговоры по этой проблеме. Ландшафт финансирования адаптации быстро меняется, но в этой статье не рассматриваются конкретные рекомендации в отношении происходящих процессов.

#### **Вставка 12: Затраты вследствие изменения климата в городах региона к югу от пустыни Сахара**

Затраты на адаптацию существующей городской инфраструктуры водоснабжения в Африке оцениваются от 1050 до 2650 миллионов долларов США в год:

Городские водохранилища 500-1500 миллионов долларов США (капитальные затраты)

50-150 миллионов долларов США (ежегодный эквивалент)

Очистка сточных вод 100-200 миллионов долларов США ежегодно

Производство электричества 900-2300 миллионов долларов США ежегодно

(Это не включает стоимость реабилитации стареющей инфраструктуры.)

Затраты на новое строительство, также вероятно, повысятся от 990 до 2550 миллионов долларов США в год. Вообще, удельные затраты на развитие водных ресурсов для водоснабжения городских территорий увеличиваются при каждом новом наращивании поставок воды. Поэтому, по скромным расчетам, затраты на новые мероприятия по адаптации к изменению климата будут аналогичны затратам на существующие системы:

Городские водохранилища 150-500 миллионов долларов США (капитальные затраты)

(новое строительство систем водоснабжения -150 млн. дол. США). 15-50 миллионов долларов США (ежегодный эквивалент)

Очистка сточных вод 75-200 миллионов долларов США в год (принимая дополнительные 100 млн. дол. США на обслуживание)

Производство электричества 900-2300 миллионов долларов США ежегодно (принимая удвоение установленной мощности)

Имеется много других затрат, которые будут отнесены на городские территории за счет водного цикла. Экономические воздействия дефицита воды в сельской местности на городские территории особенно трудно определить количественно. Однако миграция в города является проблемой управления почти всех африканских городов, и любой спад в сельском производстве, конечно, будет оказывать воздействия второго порядка на городскую экономику.

Также будут дополнительные затраты на строительство дорог и систем отвода ливневых вод, в результате потерь участков земли, которым угрожают наводнения, а также для дополнительной защиты от наводнений существующих поселков. Эти и другие косвенные последствия имеют локальный характер и труднее финансировать на региональном уровне.

Проблема наводнений привлекает внимание к факту, что изменение климата не всегда будет иметь негативные последствия, так площади участков для городского строительства могут увеличиться при сокращении осадков. Однако, если частота и интенсивность разрушительных штормов возрастут, границы распространения наводнений не изменятся значительно при более засушливом будущем, что ограничит возможное расширение площадей пригодных для заселения.

*Источник: Mike Muller, 'Adapting to climate change: Water management for urban resilience,' Environment and Urbanization 19, No. 1 (2007): 99-113.*

Дебаты о потенциальных источниках финансирования должны быть подкреплены лучшим пониманием направлений и методов использования этих средств; аспект, который иногда игнорируется.<sup>61</sup> Некоторые общие принципы были установлены для общего финансирования адаптации<sup>62</sup>, которые подчеркивают, среди прочего, важность первостепенного внимания интересам самых уязвимых групп.

Предложены три основных принципа, которыми следует руководствоваться при организации финансирования адаптации, в той мере, насколько это затрагивает управление водными ресурсами:

- Так как ИУВР, базирующееся на международной практике более совершенного управления водными ресурсами, является само по себе адаптивным, любые новые мероприятия по финансированию должны отдавать приоритет обеспечению долгосрочного ключевого финансирования этого подхода.
- Инвестиции в инфраструктуру для управления водными ресурсами часто обеспечивают существенные общественные блага в дополнение к специфическим выгодам использования водных ресурсов или гидроэнергии, и они должны быть отражены в мерах по финансированию.
- Поскольку границы формирования и использования водных ресурсов не совпадают с административными границами, специальные меры необходимо предпринять для финансирования трансграничных водохозяйственных проектов на местном, провинциальном или национальном уровне, где это необходимо.

<sup>61</sup> См. например: S. Spratt, 'Assessing the alternatives: Financing climate change mitigation and adaptation in developing countries,' New Economics Foundation, 2009 available at: [www.stampoutpoverty.org/climatefinancereport](http://www.stampoutpoverty.org/climatefinancereport)

<sup>62</sup> Mitchell, Anderson and Huq, 2008.



#### ***4.1 Финансирование водохозяйственной деятельности является ключевым финансированием адаптации***

Парижское соглашение по эффективности оказываемой помощи должно служить руководящим документом для финансирования адаптации в бедных странах, избегая особых финансовых инструментов везде, где это возможно. Красной нитью, проходящей через большую часть ранних публикаций по управлению водными ресурсами и управлению воздействиями изменения климата, было указание о необходимости «встраивания» этой деятельности в процесс общего планирования развития и управления.

Поэтому положение об устойчивом постоянном финансировании для укрепления национального потенциала управления водными ресурсами, включая финансирование эксплуатационных организаций и инфраструктуры, должно стать основополагающим при оказании помощи. При этом основной целью является обеспечение потенциала для долгосрочной деятельности и поддержка организаций, которые должны решать проблемы, связанные с нарастающими изменениями.

В то время как организации, управляющие водохозяйственными системами, могут стать экономически самостоятельными, так как они развиваются, а растущие объемы водопользования приводят к росту их финансового потенциала, за счет оплаты услуг водопользователями, вновь создаваемые системы в развивающихся странах с относительно низким уровнем водопользования, обычно, требуют более длительного периода государственного финансирования. И всегда при управлении водными ресурсами будут создаваться «общественные блага», которые заслуживают финансовую поддержку государства.

В этом контексте, инвестиции в управление водными ресурсами необходимо рассматривать как финансирование устойчивого развития, а также обеспечения выгод адаптации. Многоцелевые проекты типа развития гидроэнергетики (которые также обеспечивают выгоды при борьбе с наводнениями и засухами), дают возможность сочетания финансирования смягчающих мер с выгодами адаптации. Этот вид многосторонних основополагающих инвестиций должен подвергнуться дальнейшим исследованиям и быть поддержан в архитектуре финансирования адаптации.

Многие элементы управления водными ресурсами создают общественные выгоды. То есть они обеспечивают услуги, которые приносят пользу обществу в целом, а не определенным пользовательским группам или в той степени, которой они приносят пользу отдельным группам, их польза такова, что заслуживает государственного финансирования.

Обеспечение и распространение информации о водных ресурсах являются классическим примером деятельности, приносящей общественную пользу или заслуживающей бюджетного финансирования. Чем больше общественность знает и разбирается в проблемах использования водных ресурсов, тем больше вероятность, что население сумеет адаптироваться к изменениям в водообеспеченности или к другим нагрузкам на этот ресурс. По этой причине, необходимо сделать все возможное для увеличения бюджетной поддержки водохозяйственных организаций, которые занимаются мониторингом состояния водных ресурсов, анализом данных, и при участии общественности, информируют о воздействиях на них, а также разрабатывают соответствующие стратегии ответных мер.

Действия по предотвращению наводнений, либо посредством улучшения районирования землепользования на территориях, подверженных наводнениям, либо благодаря строительству защитных сооружений или водохранилищ, являются типичными мероприятиями, заслуживающими государственного финансирования. В то время как отдельные общины извлекают выгоды от понижения уровня уязвимости к наводнениям, выигрывает и общество в целом, так как при этом оно не покрывает стоимость ущерба от наводнений или разрушительных паводков.

Финансирование управления водными ресурсами и связанного с ним развития должно учитывать и создавать элементы услуг или продукции, заслуживающих государственного финансирования. Особенно, когда выгоды от управления водными ресурсами очень часто ощущаются на протяжении очень длительного времени (столетия, в случае капитальных сооружений для защиты от наводнений), соответствующие механизмы финансирования требуются для этих элементов, которые не могут быть профинансированы при использовании механизмов финансирования традиционных проектов. В этом случае, управление водными ресурсами учитывает последствия изменения климата в общем контексте, что точно принесет пользу в долгосрочной перспективе, но чье выполнение не обязательно «прибыльно».

#### ***4.2 Трансграничное финансирование – создание стимулов для совместных мер реагирования***

В той степени, которая возможна при имеющихся средствах, целенаправленно выделяемых для адаптационных мероприятий, они должны выходить за рамки планов отдельной страны, приносить общественные блага и продвигать совместные решения в трансграничных речных бассейнах. Финансирование адаптации не должно концентрироваться лишь на мероприятиях отдельной страны, так как совместные межгосударственные мероприятия намного эффективнее. То же самое относится к внутринациональным структурам в случае федеральных образований.

Например, в некоторых трансграничных бассейнах, лучшие решения по адаптации к изменению климата какой-либо отдельной страны могут быть найдены, используя информацию систем мониторинга, охватывающих весь бассейн, или инвестируя средства в инфраструктуру и/или управление водными ресурсами в соседней стране, расположенной вверх по течению на территории бассейна. При направлении в различные страны международных финансовых средств на адаптацию, на основе текущих соглашений по эффективности помощи, необходимо разработать механизмы, позволяющие стимулировать страны в поиске совместных вариантов и продвижении совместных межгосударственных водохозяйственных решений там, где это уместно.

В бассейне реки Ганг, например, в результате длительных дискуссий, наилучшим вариантом контроля паводков и увеличения расходов в межливневый период в Индии и Бангладеш (страна расположенная ниже по течению в бассейне) были признаны инвестиции в строительство водохранилища в Непале (страна расположенная вверх по течению в бассейне) для регулирования речного стока.

Однако система финансирования адаптации полностью ориентирована на национальный уровень. Поэтому для продвижения лучших и своевременных решений, систему финансирования адаптации необходимо реструктурировать, позволяя принимать решения выгодные для всего бассейна. Необходимо создать стимулы для поощрения стран, которые ищут совместные варианты и, в наиболее подходящих ситуациях, стремятся планировать совместные адаптационные мероприятия.

Также необходимо рассматривать трансграничные проблемы на более низких уровнях администрирования. Многие мероприятия по управлению водными ресурсами осуществляются на уровне гидрологической единицы, которая часто выходит за рамки административных границ. Это может серьезно усложнить механизмы финансирования и привести к не совсем оптимальным инвестициям там, где, например, два муниципалитета строят отдельные водохранилища в пределах одной и той же водосборной площади, когда совместное строительство было бы намного рентабельнее.

Необходимы инновационные инструменты для стимулирования бассейнового сотрудничества, а также прямое финансирование межгосударственных проектов. Эти проблемы нужно рассмотреть и на национальном, и на внутринациональном уровне (в федеральных государствах), основываясь на текущем анализе финансирования ИУВР.

## 5. ВЫВОДЫ

---

**З**начительные временные горизонты и неопределенность, связанная с изменением климата, требуют выполнения адаптационных мер, которые могут обеспечить выгоды уже на текущем этапе, при создании работоспособных организаций, предназначенных для обеспечения длительной устойчивости в процессе адаптации. Инвестиции в управлении водными ресурсами обеспечивают именно это; они, по своей природе, являются инвестициями в адаптацию.

Акцент на достижение и сохранение водной безопасности обеспечивает немедленные выгоды, особенно в случае плохо обслуживаемых и уязвимых бедных поселений, а также большой потенциал для управления будущими рисками. Текущие инвестиции в водную безопасность должны рассматриваться как существенная часть последовательной долговременной стратегии адаптации, которая способствует построению более устойчивого мира в будущем.

Поддержка ключевых информационных систем, а также организаций и инвестиционных схем, создаваемых для управления водными ресурсами (а не фрагментарные водохозяйственные инициативы, направленные на обеспечение устойчивости при изменении климата) стоит в одном ряду с лучшими принципами эффективной помощи и обеспечивает долгосрочную и эффективную структуру для достижения водной безопасности и учета адаптационных мер в национальных планах развития.

**Ранее опубликованные статьи из серии тематических публикаций ТАС:**

- No 1: "Regulation and Private Participation in the Water and Sanitation Sector" by Judith A. Rees (1998)
- No 2: "Water as a Social and Economic Good: how to Put the Principle into Practice" by Peter Rogers, Ramesh Bhatia and Annette Huber (1998)
- No 3: "The Dublin Principles for Water as Reflected in a Comparative Assessment of Institutional and Legal Arrangements for Integrated Water Resources Management" by Miguel Solanes and Fernando Gonzales Villarreal (1999)
- No 4: "Integrated Water Resources Management" by the GWP Technical Advisory Committee (2000)
- No 5: "Letter to my Minister" by Ivan Chéret (2000)
- No 6: "Risk and Integrated Water Resources Management" by Judith A. Rees (2002)
- No 7: "Effective Water Governance" by Peter Rogers and Alan W Hall (2003)
- No 8: "Poverty Reduction and IWRM" (2003)
- No 9: "Water Management and Ecosystems: Living with Change" by Malin Falkenmark (2003)
- No 10: "...Integrated Water Resources Management (IWRM) and Water Efficiency Plans by 2005 - Why, What and How?" by Torkil Jønch-Clausen (2004)
- No 11: "Urban Water and Sanitation Services, An IWRM Approach" by Judith A. Rees (2006)
- No 12: "Water Financing and Governance" by Judith A. Rees, James Winpenny and Alan W. Hall (2009)



