

8

Пробелы в знаниях и предложения по дальнейшей работе

Имеются многочисленные свидетельства, основанные на данных наблюдений и климатических проекциях, о том, что пресноводные ресурсы являются уязвимыми и существует потенциальная возможность значительного воздействия на них в результате изменения климата. Вместе с тем, возможности количественно оценить будущие изменения гидрологических переменных и их воздействия на системы и сектора ограничиваются неопределенностью на всех этапах процесса оценки. Неопределенность вытекает из различных сценариев социально-экономического развития, различных проекций климатических моделей для данного сценария, уменьшения масштаба климатических воздействий до локального/регионального масштаба, оценок воздействий и обратных связей, связанных с деятельностью по адаптации и смягчению последствий. Неполнота наблюдений и понимания ограничивают в настоящее время нашу способность уменьшить эти неопределенности. Решения приходится принимать в контексте этой неопределенности. Надежные методы оценки рисков с учетом этих неопределенностей только начинают разрабатываться.

Способность к смягчению последствий изменения климата и адаптации к его воздействиям ограничивается наличием и экономической эффективностью соответствующих технологий и устойчивых процессов совместного принятия решений с участием различных заинтересованных сторон и с использованием многих критериев управления. Знания о затратах и выгодах (включая предотвращенный ущерб) конкретных вариантов пока очень ограничены. Управленческие стратегии, которые адаптируются по мере изменения климата, требуют надлежащей сети наблюдения для получения информации для них. Существует весьма неполное представление о соответствующих правовых и институциональных основах, и не хватает статистических данных о спросе, необходимых для включения адаптации как важнейшего фактора в планы развития с тем, чтобы уменьшить уязвимость, связанную с водными ресурсами, а также о соответствующих каналах для направления финансовых потоков в водный сектор в качестве инвестирования в адаптацию.

В настоящем разделе говорится о некоторых основных пробелах в знаниях, связанных с этими потребностями.

8.1 Потребности в наблюдениях

Более полные данные наблюдений и доступ к данным необходимы для более глубокого понимания происходящих изменений, более правильного определения рамок модельных проекций, и являются предпосылкой для управления в целях адаптации, которое требуется в условиях изменения климата. Успехи в изучении зависят от наличия более полных данных. В настоящее время наблюдается сворачивание некоторых наблюдательных сетей. Относительно короткие ряды данных не дают в полной мере картины изменчивости и затрудняют исследования по обнаружению изменений, в то время как восстановление данных за длительный период позволяет установить последние тенденции и экстремальные величины в более широком контексте. Основные пробелы в наблюдениях изменения климата применительно к

пресноводным ресурсам и гидрологическим циклам заключаются в следующем [РГІ, ТР6; РГІІ, 3.8]:

- Трудности измерения осадков по-прежнему остаются проблемой при количественной оценке глобальных и региональных тенденций. Измерения осадков над океанами (со спутников) все еще находятся в стадии разработок. Существует потребность в обеспечении непрерывного мониторинга со спутников и получении надежных статистических данных о прогнозируемых осадках [РГІ, 3.3.2.5]
- Многие гидрометеорологические переменные, например русловой сток, почвенная влага и эффективная эвапотранспирация, измеряются некорректно. Потенциальная эвапотранспирация обычно рассчитывается по таким параметрам, как солнечная радиация, относительная влажность и скорость ветра. Данные зачастую имеются лишь за очень непродолжительное время и всего для нескольких регионов, что затрудняет полный анализ изменений в засухах [РГІ, 3.3.3, 3.3.4]
- В некоторых регионах могут быть возможности для спасения данных по стокам рек. Там, где данные наблюдений отсутствуют, следует рассмотреть возможность создания новых сетей наблюдения [РГІ, 3.3.4]
- Подземные воды не охвачены мониторингом в полной мере, и процессы истощения и пополнения подземных вод во многих регионах моделируются неудовлетворительно [РГІ, 3.3.4]
- Необходимы данные мониторинга о качестве воды, водопользовании и переносе донных отложений.
- Кадастры снега, льда и мерзлого грунта страдают неполнотой. Мониторинг изменений характеризуется неравномерностью, как в пространственном, так и временном отношении. Не хватает в целом данных по Южному полушарию [РГІ, ТР 6.2, 4.2.2, 4.3]
- Необходима дополнительная информация о реакции эвапотранспирации растений на комбинированные воздействия в результате повышения концентрации атмосферного CO₂, подъема температур и повышения концентрации водяного пара для лучшего понимания взаимосвязи между прямыми эффектами обогащения атмосферным CO₂ и изменениями в гидрологическом цикле. [РГІ, 7.2]
- Обеспечение качества, гомогенизация наборов данных и взаимное сравнение методов и процедур могли бы сыграть важную роль в тех случаях, когда различные агентства, страны и т.д. проводят постоянный мониторинг в рамках одного региона или водосборного бассейна.

8.2 Понимание проекций климата и их последствий

8.2.1 Понимание и прогнозирование изменения климата

Основные неопределенности в понимании и моделировании изменений климата, связанные с гидрологическим циклом, включают следующее [ОД; РГІ, ТР6]:

- Изменения в количестве радиационных факторов климата не получили полной количественной оценки и понимания (например, аэрозоли и их воздействие на

свойства облаков, метан, озон, стратосферный водяной пар, изменения в землепользовании, колебания потока солнечной радиации в прошлом).

- Достоверность объяснения некоторых наблюдаемых явлений изменения климата антропогенными или природными процессами ограничивается неопределенностями, связанными с радиационным воздействием, а также неопределенностью, характерной для процессов и наблюдений. Установление причин становится еще более трудным на небольших пространственных и временных масштабах, и существует меньшая степень уверенности в понимании изменений в осадках по сравнению с температурой. Имеется очень мало исследований причин изменений экстремальных явлений.
- Неопределенность в моделировании некоторых режимов климатической изменчивости и распределения осадков между явлениями сильных и слабых осадков остается значительной. Во многих регионах проекции изменений среднего количества осадков по разным моделям также различаются, причем даже по знаку изменений. Необходимо улучшать понимание источников неопределенности.
- Во многих регионах, где мелкие пространственные масштабы проявления климата порождаются топографией, недостаточно информации о том, как изменение климата будет проявляться на этих масштабах.
- Для климатических моделей лимитирующими факторами по-прежнему остаются пространственное разрешение и размер ансамбля, которые могут быть получены при современных компьютерных ресурсах, необходимость учитывать некоторые дополнительные процессы и большие неопределенности в моделировании некоторых обратных связей (например, в отношении облаков и углеродного цикла).
- Недостаточные знания о процессах, происходящих с ледовыми щитами и шельфовыми ледниками, приводят к безусловным неопределенностям в проекциях будущего баланса масс ледовых щитов, что, в свою очередь, приводит к неопределенности в проекциях подъема уровня моря.

8.2.2 Последствия, связанные с водными ресурсами [РГII, 3.5.1, 3.8]

- Ввиду имеющих место неопределенностей необходимо использование вероятностных подходов, которые позволят управляющим в области водных ресурсов провести анализ рисков в условиях изменения климата. Разрабатываются методики для построения вероятностного распределения предполагаемых результатов. Необходимо дальнейшее проведение этих исследований и разработка методов для изложения их результатов, а также их применения пользователями.
- Необходимо продолжение работы по обнаружению и установлению причин происходящих в настоящее время гидрологических изменений, в частности изменений в водных ресурсах и повторяемости экстремальных явлений. В рамках этих работ необходимо разработать показатели воздействия изменения климата на пресноводные ресурсы и оперативные системы для их мониторинга.
- Сохраняется несоответствие между крупномасштабными климатическими моделями и масштабом водосборного бассейна - наиболее важным масштабом для

водохозяйственной деятельности. По этой причине существует потребность в климатических моделях большего разрешения, более точно описывающих свойства поверхности суши и взаимодействия, для того, чтобы получить информацию, представляющую непосредственный интерес для управления водными ресурсами. Статистическое и физическое уменьшение масштабов могут внести свой вклад.

- В большинстве исследований воздействия изменения климата на водный стресс в отдельных странах проводится оценка спроса и предложения на годичной основе. Желательно проведение анализа на временных масштабах от месяца и более, поскольку изменения сезонных режимов и вероятность экстремальных явлений могут уменьшить положительный результат от возросшей обеспеченности водными ресурсами.
- Воздействие изменения климата на снег, лед и мерзлый грунт, как чувствительные накопительные переменные параметры водного цикла, носит сильно нелинейный характер, и требуется моделирование, в большей степени ориентированное на физические величины и процессы, а также определенное атмосферное уменьшение масштаба. Отсутствуют глубокие знания об изменениях стока, вызванных изменениями ледников, снежного покрова, перехода дождя в снег и мерзлого грунта в различных климатических регионах.
- Должны быть улучшены методы, позволяющие проводить оценку воздействий изменения климата на пресноводные ресурсы. В частности, необходимо получить наборы данных локального масштаба и разработать простые сопряженные с климатом компьютерные модели для водосборных бассейнов, которые позволят управляющим в области водных ресурсов оценить воздействия и проанализировать функционирование и устойчивость своих систем с учетом диапазона неопределенности, связанной с проекциями будущего климата.
- Обратные связи между землепользованием и изменением климата (включая изменение растительности и такой вид антропогенной деятельности, как орошение и строительство водохранилищ), должны быть проанализированы более глубоко; например посредством сопряженного моделирования климата и землепользования.
- Необходимо проведение более точной оценки гидрологических последствий различных вариантов политики по вопросам климата и путей развития.
- Воздействие изменения климата на качество воды недостаточно изучено как для развивающихся, так и развитых стран, особенно в отношении воздействия экстремальных явлений.
- Относительно немногочисленные результаты имеются по социально-экономическим аспектам воздействий изменения климата в отношении водных ресурсов, включая последствия изменения климата для спроса на воду.
- Не изучены в должной мере воздействия изменения климата на водные экосистемы (не только температуры, но также изменившиеся режимы стока, уровни воды и ледовый покров).
- Несмотря на всю важность, подземные воды не получили достаточного внимания в оценках воздействия изменения климата по сравнению с поверхностными водными ресурсами.

8.3 Адаптация и смягчение последствий

- Управление водными ресурсами несомненно влияет на многие другие области политики (например, проекции по энергетике, землепользование, продовольственную безопасность и охрану природы). На данный момент не существует надлежащих инструментов для проведения оценки вариантов адаптации и смягчения последствий изменений в комплексе по всем секторам, зависящим от водных ресурсов, с учетом внедрения водоэффективных технологий и методов.
- В отсутствие надежных проекций будущих изменений гидрологических переменных процессы адаптации и методы, которые могут быть успешно реализованы без точных проекций, такие, как более высокая эффективность водопользования и регулирование спроса на воду, позволяют находить выгодные варианты для приспособления к изменению климата. [РГП, 3.8]
- *Биоразнообразие:* Необходимо определить потребности в водных ресурсах для поддержания экологических ценностей и услуг, особенно в отношении дельтовых экосистем, водно-болотных угодий и соответствующих русловых потоков.
- *Улавливание и хранение углерода:* Необходимо более глубокое понимание процессов утечки ввиду потенциального ухудшения качества подземных вод. Это требует более широких возможностей для мониторинга и проверки поведения CO_2 , для которого характерно геологическое накопление [УХУ, ТР, глава 10]
- *Строительство гидроэлектростанций/плотин:* Необходим комплексный подход, учитывая разнообразие интересов (регулирование паводков, гидроэнергетика, ирригация, водоснабжение городов, экосистемы, рыбное хозяйство и судоходство), для выработки жизнеспособных решений. Необходимо провести оценку выбросов метана. Кроме того, следует оценить суммарное воздействие на баланс углерода в затрагиваемом регионе.
- *Биоэнергетика:* Необходимо получить адекватные оценки спроса на воду и последствий крупномасштабного выращивания коммерческих биоэнергетических сельскохозяйственных культур. [РГП, 4.3.3.3]
- *Сельское хозяйство:* Требуется более глубокое понимание суммарного воздействия более эффективного орошения на баланс ПГ (большее накопление углерода в почвах благодаря более высоким урожаям и запашке остатков и противодействие этому в результате выбросов CO_2 из энергетических систем, обеспечивающих подачу воды, или выбросов N_2O вследствие повышения влаги и применения удобрений). [РГП, 8.4.1.1]
- *Лесное хозяйство:* Необходимо лучше понять влияние массового облесения на процессы, формирующие гидрологический цикл, такие, как дождевые осадки, эвапотранспирация, сток, инфильтрация и пополнение подземных вод. [РГП, 9.7.3]
- *Сточные воды и повторное использование воды:* Необходимы более достоверные знания о выбросах, связанных с децентрализованными процессами обработки сточных вод и неконтролируемыми сбросами сточных вод в развивающихся странах. Следует понять и количественно оценить влияние разумного повторного использования воды на стратегии смягчения последствий и адаптации.

