

Интеграция водной и энергетической политики как основа для устойчивого развития

Дэниел Склэрю

Доцент, dsklarew@gmu.edu

Дженнифер Склэрю

Адъюнкт-профессор, jsklarew@masonlive.gmu.edu

Колледж естественных наук (College of Science) Университета Джорджа Мейсона
(George Mason University), США, Fairfax, Virginia, USA

Аннотация

Многочисленные исследования указывают на тесную взаимозависимость водной и энергетической сфер, поскольку производство энергии обычно характеризуется высокой водоемкостью, а повышение доступности водных ресурсов связано с существенными энергозатратами. Интеграция энергетической и водной политики на глобальном и национальном уровнях рассматривается как инструмент реализации Целей устойчивого развития. В статье анализируются возможности обеспечения равного доступа к чистой воде и электроэнергии в различных странах,

обусловленные такой интеграцией. Представлены кейсы трех стран — Индии, Ганы и Марокко, успешно реализующих комплексные инструменты политики в рассматриваемых сферах. Впервые проанализирована взаимосвязь глобальных целей в области обеспечения доступа к энергии и воде и возможностей национальных правительств внедрять синергетические решения. Предложенный подход к интегрированию сфер энергетики и водопользования может быть распространен на весь спектр целей устойчивого развития и будет иметь решающее значение для успеха стран в их реализации.

Ключевые слова: энергоснабжение; чистая энергия; водоснабжение; чистая вода; цели устойчивого развития; связь водоснабжения и энергетики; использование природных ресурсов; Организация Объединенных Наций

Цитирование: Sklarew D., Sklarew J. (2018) Integrated Water-Energy Policy for Sustainable Development. *Foresight and STI Governance*, vol. 12, no 4, pp. 10–19. DOI: 10.17323/2500-2597.2018.4.10.19

Концепция устойчивого развития, сформулированная в «Декларации Рио» [UNESCO, 1992], стала основой для масштабного международного сотрудничества, направленного на удовлетворение ключевых потребностей и повышение благосостояния нынешнего и будущих поколений [UN, 2015]. Успех в этом направлении будет во многом зависеть от того, удастся ли реализовать ряд обязательных условий, включая ликвидацию дефицита чистой питьевой воды и обеспечение надежных, экологичных источников энергии при одновременной нейтрализации негативных экстерналий, таких как влияние выбросов парниковых газов на биоразнообразие и изменение климата. Эти задачи входят в число «Целей устойчивого развития» (ЦУР), принятых ООН в 2015 г., с планируемым горизонтом реализации до 2030 г. [Sachs et al., 2018]:

1. Ликвидация нищеты
2. Ликвидация голода
3. Хорошее здоровье и благополучие
4. Качественное образование
5. Гендерное равенство
6. Чистая вода и санитария
7. Недорогостоящая и чистая энергия
8. Достойная работа и экономический рост
9. Индустриализация, развитие инноваций и инфраструктуры
10. Уменьшение неравенства
11. Устойчивое развитие городов и других поселений
12. Ответственное потребление и производство
13. Борьба с изменением климата
14. Сохранение морских экосистем
15. Сохранение экосистем суши
16. Мир, правосудие и эффективные институты
17. Партнерство в интересах устойчивого развития.

Задача нашей статьи — оценить перспективу всемирной и синхронной реализации глобальных целей в отношении энергии (цель 7) и воды (цель 6) без причинения ущерба жизненно важным экосистемам (цели 13–15).

В абсолютном значении мировые запасы чистой энергии и воды перекрывают текущие потребности. Объем солнечной энергии, ежегодно поступающей на Землю, примерно в 7500 раз превышает потребление первичной энергии (450 ЭДж/г) [World Energy Council, 2013]. Только в озере Байкал содержится в десять раз больше пресной воды, чем человечество потребляет за год [ILEC, UNEP, 1993; Cosgrove, Rijsberman, 2000]. В 2015 г. была использована примерно 1/8 часть имеющихся ресурсов пресной воды [UN, 2018]. Следовательно, вызов, на который должно ответить наше поколение (в отношении чистой энергии и воды), заключается не в дефиците, а в обеспечении глобальной доступности этих ресурсов.

На протяжении 2000–2015 гг. сложились ощутимые предпосылки для достижения обозначенных целей к запланированному горизонту — к 2030 г. За это время население планеты увеличилось на 38%, а доля людей, обеспеченных электроэнергией, — на 10% (до 87%) [UN DESA, 2017; World Bank, 2018a]. На возобновляемые источники энергии — современную биоэнергетику, геотермальные и гидроэлектростанции, солнечную и ветровую энергию, традиционные дрова и древесный

уголь — приходится 17% глобального энергопотребления [World Bank, 2018a]. Чистый прирост выбросов парниковых газов за тот же период превысил 40% [IEA, 2018]. При сохранении таких тенденций тотальный доступ к электроэнергии будет обеспечен до 2040 г. Однако представляется, что еще нескольких поколений не получают возможности использовать чистую энергию из возобновляемых источников, дающих незначительные выбросы парниковых газов.

Расширенный доступ к чистой питьевой воде отмечен и в докладе по совместной программе мониторинга Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) и Детского фонда ООН (United Nations Children's Fund) [WHO, UNICEF, 2017].

Как и в отношении электричества, в 2000–2015 гг. доля населения, стабильно обеспеченного водой по месту жительства, выросла на 10% — до отметки 71%. Еще 20% имеют доступ к базовому водоснабжению (вода улучшенного качества из источников, расположенных поблизости от дома — в пределах 30 минут туда и обратно). Таким образом, можно спрогнозировать обеспечение всеобщего доступа к базовым источникам водоснабжения примерно к 2030 г. С учетом прогресса, достигнутого в последние годы, всеобщая обеспеченность чистой водой по месту жительства ожидается в районе 2060 г. Тем не менее текущие темпы развития не позволяют рассчитывать на одновременную и всеобщую доступность чистой воды и энергии в 2030 г. В достижении поставленных целей нельзя делать ставку лишь на появление новых технологий. В связи с этим предстоит выявить, смоделировать и оперативно масштабировать практические решения, позволяющие реализовать задачи без ущерба для глобальных экосистем.

В статье проанализированы вызовы и возможности, связанные с синхронизацией целей 6 и 7. Описывается динамика устойчивого развития в данных направлениях. Полученные результаты рассматриваются в контексте интеграции уровней управления — от локального к национальному и международному. Кейсы Индии, Ганы и Марокко демонстрируют действенные практики для достижения Целей устойчивого развития по воде и энергии, основанные на комплексном подходе. Заключительный раздел содержит рекомендации для политики стимулирования и, в оптимальном варианте, интеграции национальных инициатив по обеспечению всеобщего доступа к рассматриваемым ресурсам.

Устойчивое развитие энерго- и водоснабжения

Реализация Целей устойчивого развития по доступу к энергетическим и водным ресурсам предполагает согласованность национальной политики разных стран по соответствующим направлениям. В некоторых аспектах их координация достигла высокого уровня, а по другим ее необходимо усиливать. Только при таких условиях возможен успех в достижении указанных целей к 2030 г. Интегральный подход подразумевает признание взаимосвязи систем энерго- и водоснабжения. Например, производство оборудования для добычи

и переработки природных ресурсов, используемых для получения чистой энергии и питьевой воды (в частности, фотогальванических солнечных панелей, насосов и труб, ветровых и водяных турбин), может быть как энерго-, так и водоемким. На долю энергетики приходится около 15% мирового потребления воды [UNESCO, 2018], которая служит для добычи энергоресурсов и генерации электричества [IEA, 2013; Mekonnen et al., 2015; Tan, Zhi, 2016]. На начальном этапе производства энергии взаимосвязь проявляется в потреблении (и загрязнении) воды для добычи ископаемого топлива, производств ядерного топлива и биотоплива из кукурузы. Указанные источники первичной энергии характеризуются высокой водоемкостью.

Вода необходима и для производства энергии на гидро- и тепловых электростанциях. К наиболее водоемким энергетическим технологиям относятся концентрированные фотоэлектрические установки и угольные электростанции с системами улавливания и секвестрации углерода [Macknick et al., 2012]. Больше всего воды потребляют рециркуляционные системы охлаждения таких электростанций. Напротив, нетепловые возобновляемые источники энергии — ветровая и гидроэнергетика — характеризуются минимальной водоемкостью и, следовательно, предпочтительны для районов с дефицитом воды.

В свою очередь очистка воды — энергоемкий процесс. Обычно в ходе исследования взаимосвязи воды и энергии оцениваются энергопотребление в ходе забора, очистки, опреснения, контроля температуры воды и очистки стоков [Kahrl, Roland-Holst, 2008; International Energy Agency, 2016; Copeland, Carter, 2017]. Ряд исследователей фокусируются на связи этой деятельности с изменением климата [Rothausen, Conway, 2011; Pittock et al., 2015], способным нарушить исторически сложившийся водный цикл.

Глобальный характер взаимосвязи воды и энергии обуславливает необходимость интеграции международных целей в области энергетики и водопользова-

ния. Постановка комплексных ориентиров устойчивого развития в энергетике, водном хозяйстве и производстве продуктов питания повысит экономическую эффективность, устранив противоречия между этими сферами и обеспечит рациональное использование ресурсов [Weitz et al., 2014]. Это возможно при условии скоординированных действий в смежных областях и на всех уровнях реализации политики и финансирования [Yumkella, Yillia, 2015, p. 8]. Эрика Веинталь (Erica Weinthal) [Weinthal, 2018, p. 43] отмечает отсутствие фокуса на взаимосвязи водной и энергетической сфер в «Целях развития тысячелетия» ООН [UN, 2015] и указывает на необходимость учитывать опыт осуществления соответствующих мероприятий по водоснабжению в отношении энергетики. В попытках ответа на этот призыв нами составлена матрица, устанавливающая связь между типичными целями государственной политики в области энергетики и водоснабжения с соответствующими ЦУР (табл. 1).

Симметрия указанных целей обеспечивает четкую структуру для разработки комплексной политики по обеспечению всеобщей доступности, качества, эффективности использования природных ресурсов, стимулирования сотрудничества и трансфера технологий. Интеграция энергетической и водной политики внесет вклад в реализацию других ЦУР (в частности, 6.5, 6.6, 9.4, 12.2, 12.5, 13.2 и 15.9).

Многие страны уделяют внимание такой интеграции, при этом часто не учитывают определенных глобальных аспектов. Эксперты обращают внимание на необходимость усилить координацию и разработать соответствующие мероприятия. В работе [Scott et al., 2011] рассмотрены институциональные и политические аспекты взаимосвязи водоснабжения и энергетики на локальном и национальном уровнях в США, предложены ответы на связанные с этим вызовы. Китайские исследователи изучили синергетический потенциал от интеграции водной, энергетической и климатической политики [Fan et al., 2018]. Как показывает опыт

Табл. 1. Связь Целей устойчивого развития с комплексной государственной водно-энергетической политикой

Цели государственной политики	ЦУР 2030 в сфере энергетики	ЦУР 2030 в сфере водоснабжения
Всеобщая обеспеченность энергией и водой по доступным ценам	7.1. Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным и современным услугам энергоснабжения	6.1. Обеспечение всеобщего и равного доступа к безопасной питьевой воде по доступным ценам
Качество энергии и воды	7.2. Существенное увеличение доли возобновляемых источников в глобальном энергобалансе	6.3. Повышение качества воды путем снижения уровня загрязнения, прекращения сбросов и минимизации выбросов вредных химикатов и материалов, двукратного снижения доли неочищенных стоков, существенного повышения повторного использования воды в глобальном масштабе
Эффективное энерго- и водопотребление	7.3. Удвоение темпов глобального роста энергоэффективности	6.4. Существенное повышение эффективности водопотребления во всех секторах, обеспечение устойчивого водозабора и водоснабжения [...]
Международное сотрудничество и трансфер технологий	7.a. Активизация международного сотрудничества для расширения доступа к результатам исследований и технологиям чистой энергетики [...]	6.a. Активизация международного сотрудничества и [...] поддержка развивающихся стран в области реализации программ водоснабжения и водоотведения, включая [...] технологии

Источник: [UN General Assembly, 2017].

Израиля, при разработке комплексной переходной схемы управления энергетическими и водными системами следует принимать во внимание их взаимозависимость [Teschner et al., 2012]. В исследовании [Siddiqi, Anadon, 2011] оценивается энергопотребление водоемких отраслей в Ближневосточном регионе.

Разрозненность политики в водной и энергетической сферах препятствует выработке эффективных решений по их развитию [Hussey, Pittock, 2012; Pittock et al., 2015]. В специальном выпуске журнала *Ecology and Society* проанализированы аспекты взаимозависимости энергетических и водохозяйственных систем, предложения по комплексным мерам политики и барьеры, препятствующие интеграции. Авторы рассмотрели вызовы, возникающие на стыке энергетики и водного хозяйства в США, Нидерландах, Италии и других странах [Stillwell et al., 2011; Bonte et al., 2011], которые связаны с водопотреблением на тепловых электростанциях, выбросами парниковых газов в процессе водоочистки, рисками для водоносных горизонтов, подземными хранилищами тепловой энергии, потреблением энергии и воды при производстве биомассы [Bonte et al., 2011; Dalla-Marta et al., 2011]. Сравнение данных о водопотреблении энергетического сектора в более чем 150 странах указывает на необходимость повышения качества информации и стандартов отчетности в глобальном масштабе [Spang et al., 2014]. В ряде исследований подчеркивается необходимость увязывания энергетической и водной политики на национальном и локальном уровнях с реализацией международных целей [Rasul, 2016; Biermann et al., 2017; Rivera et al., 2017].

В Южной Азии слабая отраслевая координация и институциональная фрагментарность обуславливают неустойчивое потребление ресурсов, что в долгосрочной перспективе представляет угрозу для продовольственной, водной и энергетической безопасности региона, затрудняет реализацию ЦУР [Rasul, 2016, p. 14]. Успех в их достижении определяется институциональными факторами, в частности формализацией госу-

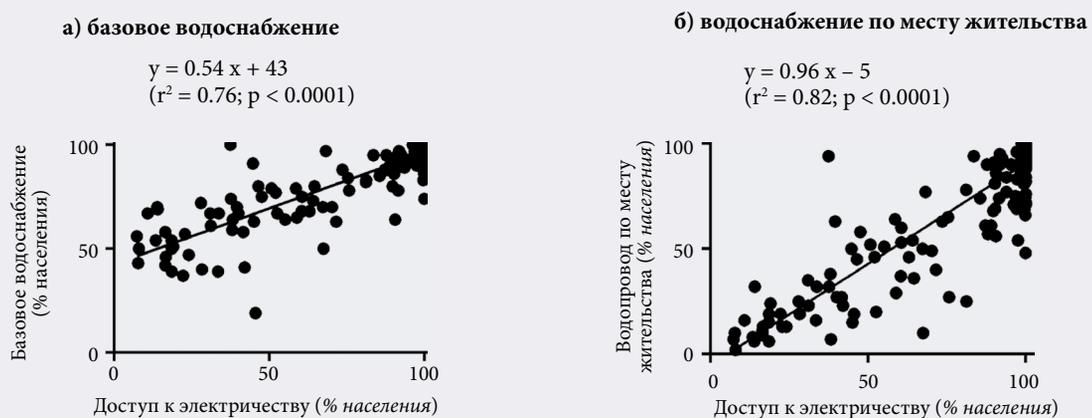
дарственных задач и обязательств, интеграцией отраслевой политики и эффективной увязкой глобальных и национальных целей [Biermann et al., 2017, p. 28]. Опыт Боготы (Колумбия) показывает, что применение глобальных стандартов устойчивого развития на городском уровне способствует легитимации локальных акторов и программ устойчивого развития [Rivera et al., 2017]. Авторы упомянутых работ отмечают потребность в изучении связи ЦУР, касающихся энергетики и водопользования, с интеграцией политики в этих сферах на национальном и местном уровнях.

Взаимодополняющие инициативы

Побочным эффектом мер по развитию энергетики может стать ограниченная доступность воды на региональном и локальном уровнях. Добыча и переработка ископаемого и ядерного топлива, орошение полей, на которых выращивается топливная биомасса, и тепловые электростанции являются крупными потребителями и/или загрязнителями водных ресурсов. Напомним, что опреснение, очистка и доставка воды в населенные пункты требуют энергии. Тем не менее в 2015 г., когда были приняты ЦУР, в 191 стране отмечался одновременный рост энерго- и водоснабжения (рис. 1). В государствах с минимальным доступом к электричеству лишь 40% населения обеспечено водой (рис. 1а). На рис. 1б видно, что процент домохозяйств, имеющих водопровод, остается незначительным до того, пока доля населения, снабжаемого электричеством, не достигнет 5%. Обеспеченность большинства людей электроэнергией коррелирует с показателями всеобщей доступности воды (базовой и по месту жительства). Эти данные подтверждают положение об эффективности целенаправленной, скоординированной межсекторальной политики, в данном случае — мероприятий на стыке энергетики и водного хозяйства.

Рекомендации по учету и практическому применению взаимосвязи систем энерго- и водоснабжения

Рис. 1. Соотношение доли населения, имеющего доступ к электричеству, с показателями обеспеченности водоснабжением, по видам (%)



Примечание: приведены данные по 191 стране за 2015 г.

Источники: [UNICEF, 2017; World Bank, 2018b].

обычно разрабатываются на национальном, региональном и локальном уровнях [Servert et al., 2016; Sklarew, Sklarew, 2017; Kumar et al., 2018]. Так, в работе [Al-Kharaghoul et al., 2009] проанализированы параметры опреснительных установок на ветровой и солнечной энергии, используемых в арабском регионе. На примере чилийской горнодобывающей промышленности исследованы преимущества, возникающие при опреснении морской воды с помощью установок, работающих на солнечной энергии, вместо опреснителей, подключенных к централизованной энергосети [Servert et al., 2016].

Значимая роль институциональной поддержки (на национальном и локальном уровнях) для внедрения микрогидротурбин, которые устанавливаются в обычные водопроводные трубы или системы ливневого водоотведения для выработки электроэнергии, отмечалась в нашей предыдущей работе [Sklarew, Sklarew, 2017]. В других публикациях описан комплексный эффект использования заякоренных плавучих платформ, на которых установлены фотоэлектрические преобразователи (*floatovoltaics*) [Kumar et al., 2018; Sengupta, 2017].

Ни одно из этих исследований не объясняет, как глобальные подходы к сфере энерго- и водоснабжения должны сочетаться с разработкой политических инициатив национального, регионального и локального уровней. Однако они создают основу для анализа того, каким образом глобальные цели повышения доступности энергии и воды могли бы повлиять на формирование комплексной водно-энергетической политики национальными правительствами. В нашей статье представлено пилотное исследование подобного рода, из которого следуют выводы в отношении разработки политики по расширению доступа к чистой энергии и воде, учитывающей взаимозависимость и комплементарность связанных с ними секторов.

Фокус водной и энергетической политики на устойчивое развитие

За четверть века с момента принятия Декларации Рио-де-Жанейро до установления ЦУР доля населения планеты, имеющая доступ к электричеству и качественным источникам воды, выросла на 15 п.п. — с 71 до 87% и с 76 до 91% соответственно [World Bank, 2018b]. Многие страны, существенно продвинувшиеся в области энерго- и водоснабжения в течение 1990–2015 гг., добились этого преимущественно через реализацию отдельных целевых инициатив. В первую двадцатку таких государств входят Индия и Гана, которые могут реализовать ЦУР по воде и энергии ранее 2030 г. Их программы предусматривают координацию водной и энергетической политики для широкого доступа к этим ресурсам в будущем.

За последние 25 лет доля населения Индии, обеспеченная базовыми источниками водоснабжения, выросла с 70 до 94% [Ritchie, Roser, 2018], доступность электричества удвоилась — с 43 до 88% [World Bank, 2018b]. Это стало возможным благодаря созданию индийским правительством в 1991 г. Национальной миссии водоснабжения им. Раджива Ганди (Rajiv Gandhi

National Drinking Water Mission), призванной повысить обеспеченность населения чистой водой. После принятия в 2005 г. программы «Bharat Nirman» основное внимание уделяется строительству водопроводов. Одновременно власти реализовывали проекты развития электросетей и производства энергии из возобновляемых источников. В 1989 г. инициирована программа индивидуального подключения к электросетям домашних хозяйств, находящихся за чертой бедности. В 2003 г. принят «Закон об электроэнергии» (Electricity Act), предписывающий увеличение электроснабжения сельских районов за счет расширения сетей и развития распределенной генерации. Инструментом его реализации стала утвержденная в 2005 г. правительством «Программа электрификации сельских районов им. Раджива Ганди Грэмина Видьютикарана Йоджаны» (Rajiv Gandhi Grameen Vidyutikaran Yojana (RGGVY) rural electrification program) [Nath, 2011].

В Гане доля населения, имеющего доступ к воде, в 2015 г. выросла на треть по сравнению с 1990 г. (89 и 56%, соответственно). Наряду с этим отмечен колоссальный рост доступности электричества — с 24 до 76%. Политика базировалась на соответствующей цели развития тысячелетия, определенной ООН в 2000 г.: к 2015 г. вдвое сократить численность населения, не имеющего доступа к питьевой воде [United Nations, 2015].

Развитие водоснабжения осуществлялось за счет бурения скважин, оборудования колодцев и строительства местных водопроводов. Обеспеченность электричеством расширялась путем развития крупных и мелких энергосетей и установки автономных преобразователей солнечной энергии. В 1988 г. правительство совместно с коммунальными службами запустило Национальную программу электрификации (National Electrification Programme), предусматривающую присоединение всех регионов и округов к электросетям. В 1989 г. основан Национальный фонд электрификации (National Electrification Fund) и принята Программа самостоятельной электрификации (Self-Help Electrification Programme, SHERP), призванная подключить к энергосети все поселения, расположенные в пределах 20 км от существующей инфраструктуры. Столбы для низковольтных линий населенные пункты предоставляли самостоятельно [Clark et al., 2005].

В соответствии с ЦУР, указанными в табл. 1, правительства Индии и Ганы реализовали ряд комплексных инициатив, направленных одновременно на консервацию водных ресурсов, расширение доступа к электричеству и снижение выбросов парниковых газов.

В Индии инициированы программы развития возобновляемой энергетики, которые не предполагают значительных масштабов водопотребления. Речь идет о крупных ветровых электростанциях, семейных биогазовых установках, уличном освещении на солнечной энергии и фотогальванических системах. Некоторые из технологий, например микрогидроэлектростанции, используют имеющуюся водную инфраструктуру, не требуют дополнительных ресурсов и не увеличивают нагрузку на окружающую среду [Arora et al., 2010]. После принятия ЦУР в 2017 г. была утверждена программа

«Saubhagya Scheme», нацеленная на электрификацию всех домохозяйств Индии к концу 2018 г. с бюджетом 2,5 млрд долл. [Government of India, 2017]. Местные органы власти совместно с частным сектором формируют миниэнергосети, работающие на возобновляемых источниках энергии, реализуют проекты водоочистки на основе технологий обратного осмоса и устанавливают упомянутые плавучие гальванические станции. В 2018 г. стартовали программы по развитию генерации энергии из биомассы, ветровой и солнечной энергетики.

В Гане в 2012 г. утвержден «План развития устойчивой энергетики для всех» (Sustainable Energy for All Action Plan), предусматривающий повсеместную электрификацию к 2020 г. [Energy Commission of Ghana, 2012]. Годом ранее принят «Закон о возобновляемой энергии» (Renewable Energy Act), предписывающий к 2020 г. вывести из эксплуатации крупные гидроэлектростанции. Он устанавливает регулятивные рамки для таких инструментов политики, как «зеленые тарифы» (*feed-in tariffs*) и системы «чистого измерения» (*net metering*) [IEA, 2014]. С 2013 г. действуют «зеленые тарифы» на энергию, произведенную ветровыми, солнечными и малыми гидростанциями, из биомассы, биогаза и геотермальных источников. После принятия ЦУР в Гане в 2018 г. инициированы программы установки солнечных панелей на крышах зданий по всей стране суммарной мощностью 200 МВт. Проекты, основанные на взаимодополняемости энерго- и водоснабжения, включают установку водяных насосов на солнечной энергии как альтернативы водопроводу.

На примере Марокко можно видеть, как всеобщая электрификация, достигнутая в стране в 2015 г., способствует расширению доступности воды. Комплексные водно-энергетические инициативы здесь начали реализовываться еще до принятия ЦУР. При этом что за разработку водной и энергетической политики отвечают разные ведомства, некоторые из этих программ предусматривают скоординированные мероприятия. В 1995 г. Национальное бюро по электроэнергии (National Office of Electricity) утвердило «Глобальный план электрификации сельских территорий» (Global Rural Electrification Plan). Началась работа по подключению отдаленных районов к единой энергосети с использованием автономных установок на возобновляемых источниках (ветровые, гидро- и солнечные электростанции). С 2004 г. действует государственно-частное партнерство по установке и эксплуатации 15 насосных станций на солнечной энергии для водоснабжения труднодоступных населенных пунктов. «Закон о возобновляемой энергетике» (Renewable Energy Law), принятый в 2009 г., регулирует производство и коммерциализацию солнечной (с помощью фотогальванических и термальных преобразователей) и ветровой энергии.

«Закон 58-15» (Law 58-15) от 2015 г. предписывает применение системы чистого измерения энергии, полученной от фотогальванических преобразователей и наземных ветровых электростанций, подключенных к централизованным сетям. В 2013 г. Министерством энергетики, горнодобывающей промышленности, водоснабжения и экологии Марокко (Ministry of Energy, Mining,

Water and Environment) разработана «Национальная программа использования насосов на солнечной энергии для водосберегающего орошения» (National Program for Solar Pumping in Irrigation Water Saving). Ее цель — снизить потребление бутана и стимулировать использование чистой энергии в системах орошения путем предоставления малым и средним фермам грантов на приобретение фотогальванических насосов для малой ирригации [Government of Morocco, 2016].

После принятия ЦУР и проведения в Марокко Всемирной конференции ООН по вопросам изменения климата в 2016 г. (Climate Change Conference of the Parties (COP 22)) марокканское правительство сфокусировалось на развитии солнечной энергетики. Совместно с Программой развития ООН (ПРООН) Национальное агентство по развитию возобновляемой энергетики и повышению энергоэффективности (Renewable Energy and Energy Efficiency National Development Agency) разрабатывает стандарты качества фотогальванических насосных систем, работающих по принципу «солнечной накачки» (*solar pumping*), стимулирует их применение в орошении, привлекает инвестиции в возобновляемую энергетику [UNDP, 2017a].

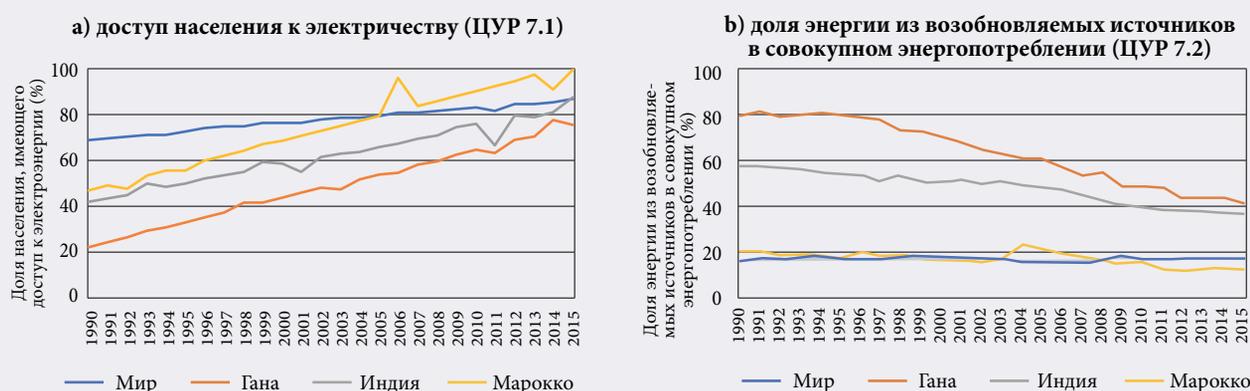
Комплексные решения по развитию энерго- и водоснабжения

На протяжении последних десятилетий Индия, Гана и Марокко инвестировали значительные средства в повышение доступности для населения чистой воды и электроэнергии. В той или иной степени они добились снижения водоемкости энергетики и энергоемкости водоснабжения, достигли одной (Марокко) или двух целей всеобщего доступа (6.1 и 7.1). Однако предпринимаемые этими и другими государствами усилия по развитию инфраструктуры недостаточны для того, чтобы к 2030 г. обеспечить безопасное водоснабжение всех домохозяйств. К тому же, несмотря на технологическое развитие и уменьшение цен в 1990–2015 гг., доля возобновляемых источников в энергобалансе каждой из упомянутых стран существенно снизилась.

Рис. 2 демонстрирует снижение потенциала для устойчивого производства чистой энергии, что приведет к катастрофическим последствиям в плане борьбы с изменением климата (цель 13), создания устойчивых инфраструктур (цель 9) и внедрения рациональных моделей производства и потребления (цель 12).

Ведется поиск возможностей преодоления отмеченного негативного тренда. Страны, которым пока не удалось обеспечить тотальный доступ к электричеству и чистой воде, могут извлечь уроки из практик Индии, Ганы и Марокко. Их опыт продемонстрировал, как интеграция программ в сфере чистой энергии и водной безопасности на национальном уровне способствует реализации локальных проектов по удовлетворению потребностей удаленных населенных пунктов в этих ресурсах. Синхронизация с глобальными целями, в частности ЦУР, могла бы повысить эффективность национальной политики, регулирующей подобные инициативы, и свести к минимуму конфликты между ними.

Рис. 2. Динамика показателей за 1990–2015 гг.



Источник: [World Bank, 2018a].

Оценивая прогресс стран в реализации цели 7 (всеобщий доступ к недорогим и чистым источникам энергии), ООН признает, что «для достижения целей в области энергетики на период до 2030 г. необходимо дальнейшее укрепление национальных приоритетов и политической воли» [UN, 2018]. Стратегический план ПРООН на 2018–2021 гг. предусматривает формирование двух глобальных платформ для оказания помощи государствам в разработке комплексной политики по реализации ЦУР [UNDP, 2017a], призванных синхронизировать глобальные и национальные цели. Первая платформа направлена на выработку адресных комплексных решений по преодолению экономических, социальных и экологических проблем в отдельных странах [UNDP, 2017b]. В функции второй входят техническая и политическая консультативная поддержка для национальных платформ и программ ПРООН, содействие формированию знаний, инновационной деятельности и выстраиванию отношений в рамках системы развития ООН с международными финансовыми организациями и другими партнерами [UNDP, 2017b].

Заключение

При сохранении тенденций, наметившихся в последние 25 лет, можно рассчитывать на достижение в мировом масштабе к 2030 г. базовой доступности чистой воды (в пределах 30 минут от места жительства, включая обратный путь), а к 2040 г. — электроэнергии. Однако для того, чтобы обеспечить каждое домохозяйство и водой, и электричеством, может потребоваться еще 25 лет. Решение этой задачи является основополагающим условием устойчивого развития, т. е. непрерывного удовлетворения потребностей в рассматриваемых ресурсах. Например, в случае Ганы подобные решения высвободят для женщин дополнительное время, дающее им возможность выполнять оплачиваемую работу [Costa et al.,

2009]. Таким образом, одновременная обеспеченность домохозяйств чистой водой (цель 6) и энергией (цель 7) позволит уменьшить уровень бедности (цель 1), в чем особенно заинтересованы ряд международных организаций (включая ПРООН и Всемирный банк), стремящихся полностью реализовать обозначенные цели к 2030 г. или даже раньше.

Комплексный подход к развитию энергетики и водного хозяйства способен ускорить достижение обеспеченности чистой энергией и водой в мировом масштабе. Он охватывает управление энергоемкостью производства и доставки чистой воды и соответственно «чистой водоемкостью» генерации и транспортировки энергии (включая потребление и загрязнение воды). Его применение подразумевает переход от компромиссных соглашений (ставки на обеспеченность водой при дефиците энергии либо наоборот) к поиску решений, раскрывающих потенциал одновременного развития обеих сфер по «бесприоритетным» сценариям (см. рис. 1).

Политика, основанная на подобном подходе, поможет сформировать комплексную водно-энергетическую инфраструктуру, состоящую из плавучих гальванических установок в водоемах, микрогидротурбин в водопроводах, опреснительных установок, работающих на метане, полученном в ходе очистки сточных вод, и батарей на водородных топливных элементах, восстанавливающих чистую воду из свежего воздуха. Государства, применяющие комбинированные водно-энергетические решения, смогут заметно увеличить долю возобновляемых источников в растущем объеме энергопотребления, которая за наблюдаемый период сохраняется на стабильно низком уровне (рис. 2). Например, Индия ставит задачу через два-три года удвоить генерацию энергии из возобновляемых источников по сравнению с уровнем 2016 г., а Марокко — повысить 13%-ю долю установленных мощностей (показатель 2015 г.) до 42% к 2020 г. [World Energy Council, 2018]. Однако этих усилий будет недостаточно — при разработке политики и стра-

тегий технологического развития целесообразно также учитывать эффекты и возможности, связанные с обеспечением водной безопасности, и другие экосистемные услуги (например, цели 13–15).

Структура политических целей и ЦУР, представленная в табл. 1, может использоваться для учета соответствующих приоритетов при разработке национальных стратегий. Глобальные цели служат критериями для комплексной, междисциплинарной оценки государственной политики. Однако предлагаемый набор критериев (доступные цены, качество, эффективность и техническое сотрудничество) носит не нормативный, а рекомендательный характер. Ведомствам, ответственным за эксплуатацию природных ресурсов, следует скорректировать деятельность или на основе указанных критериев разработать собственную структуру для формирования комплексной политики в рассматриваемых сферах.

Предыдущие исследования взаимозависимости энергетики и водопользования на глобальном и национальном уровнях выявили связанные с ними вызовы,

ответить на которые может комплексная государственная водно-энергетическая политика. Ее необходимо разрабатывать в контексте существующих глобальных структур (например, ЦУР), чтобы обеспечить интеграцию с более общими целями, устранить потенциальные конфликты, использовать синергию. Такой глобальный подход требует координации деятельности национальных правительств и международных организаций, в частности ПРООН и Всемирного банка. ПРООН заявила о намерении поддерживать реализацию национальных целей по обеспечению доступа к чистой энергии и воде путем обучения, создания необходимого потенциала и разработки интегративных инструментов политики. Поддержка ООН методологической интеграции устойчивого развития по всему спектру ЦУР, аналогично описанному выше подходу к взаимосвязанным сферам энергетики и водопользования, будет иметь решающее значение для успеха стран в реализации ЦУР к 2030 г. Подобная стратегия обеспечит непрерывное устойчивое развитие в мировом масштабе.

Библиография

- Al-Karaghoul A., Renne D., Kazmerski L.L. (2009) Solar and wind opportunities for water desalination in the Arab regions // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 13. № 9. P. 2397–2407.
- Arora D.S., Busche S., Cowlin S., Engelmeier T., Jaritz J., Milbrandt A., Wang S. (2010) Indian Renewable Energy Status Report: Background Report for DIREC 2010 (NREL/TP-6A20-48948, 991558). Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory. Режим доступа: http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/Indian_RE_Status_Report.pdf, дата обращения 12.08.2018.
- Bieber N., Ker J.H., Wang X., Triantafyllidis C., van Dam K.H., Koppelaar R.H.E.M., Shah N. (2018) Sustainable planning of the energy-water-food nexus using decision making tools // *Energy Policy*. Vol. 113. P. 584–607. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.11.037>, дата обращения 25.09.2018.
- Biermann F., Kanie N., Kim R. (2017) Global governance by goal-setting: The novel approach of the UN Sustainable Development Goals // *Current Opinion in Environmental Sustainability*. Vol. 26–27. P. 26–31. DOI: 10.1016/j.cosust.2017.01.010.
- Bonte M., Stuyfzand P.J., Hulsmann A., Van Beelen P. (2011) Underground Thermal Energy Storage: Environmental Risks and Policy Developments in the Netherlands and European Union // *Ecology and Society*. Vol. 16. № 1. Article 22 [online]. Режим доступа: <http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss1/art22/>, дата обращения 18.12.2017.
- Clark A., Davis M., Eberhard A., Gratwick K., Wamukonya N. (2005) Power Sector Reform in Africa: Assessing the Impact on Poor People. Report Prepared by the Graduate School of Business, University of Cape Town. Washington, D.C.: World Bank.
- Copeland C., Carter N.T. (2017) Energy-Water Nexus: The Water Sector's Energy Use. Washington, D.C.: Congressional Research Service.
- Cosgrove W.J., Rijsberman F.R. (2000) *World Water Vision: Making Water Everybody's Business*. London: Earthscan Publications.
- Costa J., Hailu D., Silva E., Tsukada R. (2009) The Implications of Water and Electric Supply for the Time Allocation of Women in Rural Ghana (Working Paper № 59). Brasilia: International Policy Centre for Inclusive Growth, United Nations Development Programme.
- Dalla-Marta A., Natali F., Mancini M., Ferrise R., Bindi M., Orlandini S. (2011) Energy and Water Use Related to the Cultivation of Energy Crops: A Case Study in the Tuscany Region // *Ecology and Society*. Vol. 16. № 2. Article 2 [online]. Режим доступа: <http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss2/art2/>, дата обращения 17.10.2018.
- Energy Commission of Ghana (2012) Sustainable Energy for All Action Plan. Accra: Energy Commission of Ghana.
- Fan J.-L., Kong L.-S., Zhang X. (2018) Synergetic effects of water and climate policy on energy-water nexus in China: A computable general equilibrium analysis // *Energy Policy*. Vol. 123. P. 308–317. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.09.002>, дата обращения 18.12.2017.
- Government of India (2017) Guidelines for Pradhan Mantri Sahaj Bijli Har Ghar Yojana (Saubhagya). Delhi: Ministry of Power, Government of India.
- Government of Morocco (2016) Programme for Large-scale Deployment of Solar Pumping in Irrigation Water Saving Projects. Rabat: Ministry of Energy, Mining, Water and Environment, Government of the Kingdom of Morocco.
- Hussey K., Pittock J. (2012) The Energy-Water Nexus: Managing the Links between Energy and Water for a Sustainable Future // *Ecology and Society*. Vol. 17. № 1. Article 31 [online]. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.5751/ES-04641-170131>, дата обращения 18.12.2017.

- IEA (2013) Renewable Energy Act. Law 13-09. Paris: International Energy Agency. Режим доступа: <https://www.iea.org/policiesandmeasures/renewableenergy/?country=Морocco>, дата обращения 18.12.2017.
- IEA (2014) Renewable Energy Act 2011. Paris: International Energy Agency. Режим доступа: <https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/ghana/name-130043-en.php>, дата обращения 18.12.2017.
- IEA (2016) World Energy Outlook 2016: Water-Energy Nexus. Paris: International Energy Agency.
- IEA (2018) Global Energy and CO₂ Status Report 2017. Paris: International Energy Agency. Режим доступа: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/GECO2017.pdf>, дата обращения 10.05.2018.
- ILEC, UNEP (1993) Data Book of Lake Environments: A Survey of the State of World Lakes. Otsu, Japan: International Lake Environment Committee, United Nations Environmental Programme.
- Kahrl F., Roland-Holst D. (2008) China's water – energy nexus // *Water Policy*. Vol. 10. P. 51–65. Режим доступа: <https://doi.org/10.2166/wp.2008.052>, дата обращения 10.05.2018.
- Kumar N.M., Kanchikere J., Mallikarjun P. (2018) Floatovoltaics: Towards improved energy efficiency, land and water management // *International Journal of Civil Engineering and Technology*. Vol. 9. P. 1089–1096.
- Macknick J., Newmark R., Heath G., Hallett K.C. (2012) Operational water consumption and withdrawal factors for electricity generating technologies: A review of existing literature // *Environmental Research Letters*. Vol. 7. Article 045802 [online]. Режим доступа: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/4/045802>, дата обращения 17.10.2018.
- Mekonnen M., Gerbens-Leenes, P.W., Y. Hoekstra, A. (2015) The consumptive water footprint of electricity and heat: A global assessment // *Environmental Science: Water Research & Technology*. Vol. 1. P. 285–297. Режим доступа: <https://doi.org/10.1039/C5EW00026B>, дата обращения 17.10.2018.
- Nath A. (2011) India's Progress Toward Achieving the Millennium Development Goals // *Indian Journal of Community Medicine*. Vol. 36. № 2. P. 85–92.
- Pittock J., Hussey K., Dovers S. (2015) *Climate, Energy and Water*. New-York: Cambridge University Press.
- Rasul G. (2016) Managing the food, water, and energy nexus for achieving the Sustainable Development Goals in South Asia // *Environmental Development*. Vol. 18 (April). P. 14–25.
- Ritchie H., Roser M. (2018) Water Access, Resources & Sanitation [online]. Режим доступа: <https://ourworldindata.org/water-access-resources-sanitation>, дата обращения 10.06.2018.
- Rivera J.M., Munoz M.J., Moneva J.M. (2017) Revisiting the Relationship Between Corporate Stakeholder Commitment and Social and Financial Performance // *Sustainable Development*. Vol. 25. № 6. P. 482–494.
- Rothausen S.G.S.A., Conway D. (2011) Greenhouse-gas emissions from energy use in the water sector // *Nature Climate Change*. Vol. 1. P. 210–219. Режим доступа: <https://doi.org/10.1038/nclimate1147>, дата обращения 10.06.2018.
- Sachs J., Schmidt-Traub G., Kroll C., Lafortune G., Fuller G. (2018) *SDG Index and Dashboards Report 2018*. New York: Bertelsmann Stiftung and Sustainable Development Solutions Network (SDSN).
- Scott C.A., Pierce S.A., Pasqualetti M.J., Jones A.L., Montz B.E., Hoover J.H. (2011) Policy and institutional dimensions of the water–energy nexus // *Energy Policy*. Vol. 39. P. 6622–6630. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.08.013>, дата обращения 15.09.2018.
- Sengupta D. (2017) NTPC installs India's largest floating solar PV plant in Kerala // *The Economic Times*. 10.03.2017. Режим доступа: <https://economictimes.indiatimes.com/industry/energy/power/ntpc-installs-indias-largest-floating-solar-pv-plant-in-kerala/articleshow/57577004.cms>, дата обращения 28.06.2018.
- Servert J., Cerrajero E., Fuentealba E. (2016) Synergies of solar energy use in the desalination of seawater: A case study in northern Chile. Paper presented at the SOLARPACES 2015: AIP International Conference on Concentrating Solar Power and Chemical Energy Systems. Режим доступа: <https://aip.scitation.org/doi/10.1063/1.4949232>, дата обращения 28.06.2018.
- Siddiqi A., Anadon L.D. (2011) The water–energy nexus in Middle East and North Africa // *Energy Policy*. Vol. 39. P. 4529–4540. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.04.023>, дата обращения 10.06.2018.
- Sklarew J.F., Sklarew D.M. (2017) *Empowering Resilience in Energy and Water Systems: Addressing Barriers to Implementation of Urban Hydroelectric Micro-turbines*. The CIP Report. Fairfax, VA: George Mason University.
- Spang E.S., Moomaw W.R., Gallagher K.S., Kirshen P.H., Marks D.H. (2014) The water consumption of energy production: An international comparison // *Environmental Research Letters*. Vol. 9. № 10. Article 105002. Режим доступа: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/9/10/105002/pdf>, дата обращения 15.06.2018.
- Stillwell A.S., King C.W., Webber M.E., Duncan I.J., Hardberger A. (2011) The Energy-Water Nexus in Texas // *Ecology and Society*. Vol. 16. № 1. Article 2 [online]. Режим доступа: <http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss1/art2/>, дата обращения 19.07.2018.
- Tan C., Zhi Q. (2016) The Energy-Water Nexus: A Literature Review of the Dependence of Energy on Water // *Energy Procedia*. Vol. 88. P. 277–284. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.06.154>, дата обращения 24.08.2018.
- Teschner N., McDonald A., Foxon T.J., Paavola J. (2012) Integrated transitions toward sustainability: The case of water and energy policies in Israel // *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 79. № 3. P. 457–468.
- UN (2015) *Millennium Development Goals Report 2015*. New York: United Nations Publications.
- UN (2018) *The Sustainable Development Goals Report 2018*. New York: United Nations Publications.
- UN DESA (2017) *World Population Prospects: The 2017 Revision* [online]. Режим доступа: <http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/database/index.shtml>, дата обращения 10.05.2018.
- UN General Assembly (2017) *Work of the Statistical Commission pertaining to the 2030 Agenda for Sustainable Development (A/RES/71/313)*. Режим доступа: http://ggim.un.org/documents/A_RES_71_313.pdf, дата обращения 24.08.2018.
- UNDP (2017a) *Country programme document for the Kingdom of Morocco*. Geneva: United Nations.

- UNDP (2017b) United Nations Development Programme Strategic Plan 2018–21. Geneva: United Nations.
- UNESCO (2018) The United Nations World Water Development Report 2018: Nature-Based Solutions for Water. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- UNICEF (2017) Drinking Water [online database]. Режим доступа: <https://data.unicef.org/topic/water-and-sanitation/drinking-water/>, дата обращения 10.05.2018.
- UNSD (2018) SDG Indicators [online database]. Режим доступа: <https://unstats.un.org/sdgs/indicators/database>, дата обращения 10.05.2018.
- Weinthal E. (2018) The Sustainable Development Goals in Global Environmental Politics // A Research Agenda for Global Environmental Politics / Eds. P. Dauvergne, J. Alger. Cheltenham: Edward Elgar Publishing. P. 39–49.
- Weitz N., Nilsson M., Davis M. (2014) A Nexus Approach to the Post-2015 Agenda: Formulating Integrated Water, Energy, and Food SDGs // SAIS Review of International Affairs. Vol. 34. P. 37–50. Режим доступа: <https://doi.org/10.1353/sais.2014.0022>, дата обращения 17.09.2018.
- WHO, UNICEF (2017) Joint Monitoring Programme for Water Supply, Sanitation and Hygiene. Program Data [online database]. Режим доступа: <https://washdata.org/data> дата обращения 10.06.2018.
- World Bank (2018a) Tracking SDG7: The Energy Progress Report 2018. Washington, D.C.: World Bank. Режим доступа: <https://trackingsdg7.esmap.org/>, дата обращения 22.10.2018.
- World Bank (2018b) World Bank Development Data Group Open Data [online database]. Режим доступа: <https://data.worldbank.org/>, дата обращения 10.06.2018.
- World Energy Council (2013) World Energy Resources 2013 Survey. London: World Energy Council.
- World Energy Council (2018) World Energy Trilemma Report 2018. London: World Energy Council.
- Yumkella K.K., Yillia P.T. (2015) Framing the Water-Energy Nexus for the Post-2015 Development Agenda // Aquatic Procedia. Vol. 5. P. 8–12. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2015.10.003>, дата обращения 17.09.2018.