



УНИВЕРСИТЕТ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ  
ВЫСШАЯ ШКОЛА РАЗВИТИЯ  
Институт государственного управления и политики

# **Изменение климата в Афганистане, Кыргызстане и Таджикистане: тенденции и адаптационная политика, способствующая инновациям**

Парвиз Хакимов



ДОКЛАД #55, 2020



УНИВЕРСИТЕТ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ  
ВЫСШАЯ ШКОЛА РАЗВИТИЯ  
Институт государственного управления и политики

Доклад #55, 2020

## **Изменение климата в Афганистане, Кыргызстане и Таджикистане: тенденции и адаптационная политика, способствующая инновациям**

Парвиз Хакимов

**Аннотация:** Афганистан, Кыргызстан и Таджикистан входят в число наиболее уязвимых стран к изменению климата со слабым адаптационным потенциалом. В данном докладе обобщены адаптационные технологии для сельского хозяйства, водного сектора, транспорта и сектора здравоохранения, а также технологии управления рисками стихийных бедствий, способствующие климатической устойчивости населения и секторов экономики. Предполагается, что предложенные технологические решения предотвратят и ограничат отрицательные последствия изменения климата для населения и секторов экономики. Их применение будет способствовать повышению производительности, экономическому росту и общему росту благосостояния населения. Большинство технологических решений, предложенных в данном докладе, применимо и в других соседних странах Центральной Азии. Это исследование, направленное на разработку государственной политики, призывает правительства трёх стран принять соответствующие меры для обеспечения экологической устойчивости и экономического роста, а также для улучшения благосостояния населения этих стран и для смягчения негативных последствий изменения климата.

Данное исследование было проведено в рамках гранта Центра исследований международного развития (IDRC), Оттава, Канада. Содержание доклада необязательно отражает точку зрения IDRC или его Совета Управляющих.

**Ключевые слова:** адаптация к изменению климата, технологические решения, сельское хозяйство, водные ресурсы, здравоохранение, транспорт.

**JEL коды:** O13, O31, O44, P48, Q15, Q16, Q54, Q55, Q58.

Институт государственного управления и политики (ИГУП) был создан в 2011 году для содействия систематическим и глубоким исследованиям по вопросам, относящимся к социально-экономическому развитию Центральной Азии, а также для изучения альтернатив политики. Институт государственного управления и политики является частью Высшей школы развития Университета Центральной Азии. Университет Центральной Азии (УЦА) был основан в 2000 году. Президенты Казахстана, Кыргызстана и Таджикистана и Его Высочество Ага Хан подписали Международный договор и Устав, учреждая этот светский и частный университет. Данные документы были ратифицированы соответствующими парламентами и зарегистрированы в Организации Объединенных Наций.

Доклады ИГУП представляют собой рецензируемую серию материалов, в которых публикуются оригинальные работы по широкому спектру тем, посвященных социально-экономическому развитию, государственному управлению и государственной политике в Центральной Азии. Они являются динамичной площадкой для исследователей, которые имеют возможность делиться идеями с разнообразной аудиторией, интересующейся существующими и возникающими проблемами, стоящими перед широким регионом Центральной Азии. Комментарии к документам или вопросы по их содержанию можно отправлять по адресу [ippa@ucentralasia.org](mailto:ippa@ucentralasia.org). Ссылаться на «Доклады ИГУП УЦА» можно без предварительного разрешения.

**Редакторы серии Доклады ИГУП:** Д-р Богдан Кравченко и д-р Роман Могилевский.

#### **Об авторе:**

**Парвиз Хакимов** в настоящее время является временным техническим специалистом по народонаселению и развитию в региональном офисе Фонда ООН в области народонаселения (ЮНФПА) для Азиатско-Тихоокеанского региона и программным аналитиком по вопросам народонаселения и развития в страновом офисе ЮНФПА в Таджикистане. Д-р Хакимов имеет большой опыт сотрудничества с рядом международных учреждений в сфере развития, таких как ПРООН, ФАО, ВБ, ГИЗ, МОТ, ИФПРИ и МОМ в проведении исследований, ориентированных на разработку государственной политики и разработки стратегий/программ. Д-р Хакимов имеет докторскую степень в области экономики сельского хозяйства Университета Юстуса Либиха (Гиссен, Германия). Область научных интересов д-ра Хакимова включает макроэкономику, фискальную политику, экономику благосостояния, экономику сельского хозяйства, инновационные технологии, международную экономику.

Авторское право © 2019

Университет Центральной Азии

720001, Кыргызская Республика, г. Бишкек, ул. Токтогула, 138

Тел.: +996 (312) 910 822, E-mail: [ippa@ucentralasia.org](mailto:ippa@ucentralasia.org)

Содержание настоящего документа является исключительно предметом ответственности автора и ни в коей мере не является отражением взглядов Университета Центральной Азии.

## Содержание

<b>Резюме</b> .....	<b>6</b>
<b>1. Введение</b> .....	<b>11</b>
<b>2. Обзор текущей и будущей климатической ситуации</b> .....	<b>15</b>
2.1. Афганистан .....	15
2.2. Кыргызстан.....	15
2.3. Таджикистан .....	16
<b>3. Стратегическая программа по устойчивости к изменению климата: опыт региона</b> .....	<b>17</b>
<b>4. Меры по адаптации к изменению климата и технологические решения в странах с низким/средним уровнем дохода</b> .....	<b>20</b>
4.1. Технологические решения для аграрного сектора .....	21
4.1.1. Лазерное выравнивание (планировка) почвы .....	22
4.1.2. Грибной симбионт .....	23
4.1.3. Технология орошения под давлением.....	24
4.1.4. Плавающее сельское хозяйство .....	24
4.1.5. Улучшенный корм для скота .....	25
4.1.6. Терморегуляция для животноводства.....	26
4.2. Технологические решения в водном секторе .....	26
4.2.1. Технологии количества воды .....	27
4.2.2. Технологии качества воды .....	28
4.2.3. Технологии внутреннего затопления .....	28
4.3. Технологические решения в транспортном секторе .....	29
4.3.1. Асфальт теплого смешивания .....	29
4.3.2. Спроектированный цементный композит.....	30
4.3.3. Интеллектуальная транспортная система.....	30
4.4. Технологические решения в сфере здравоохранения .....	31
4.4.1. Система электронного здравоохранения .....	32
4.4.2. Диагностические экспресс-тесты .....	33
4.5. Технологии управления рисками стихийных бедствий.....	33
4.5.1. Технология обнаружения света и ранжирования (LIDAR) и искусственное опускание ледниковых озер .....	34
4.5.2. Система мониторинга .....	34
4.5.3. Система раннего предупреждения .....	35

4.5.4. Роль социальных сетей в реагировании на бедствия .....	35
<b>5. Технологические решения по адаптации к изменению климата, доступные в странах АКТ .....</b>	<b>35</b>
5.1. Афганистан .....	35
5.1.1. Аграрный сектор: лазерное выравнивание почв .....	35
5.1.2. Водный сектор: технология снижения потерь воды .....	36
5.1.3. Сектор здравоохранения: электронное здравоохранение .....	36
5.1.4. Управление рисками стихийных бедствий: система мониторинга и система раннего предупреждения о голоде.....	37
5.2. Кыргызстан .....	37
5.2.1. Сельское и водное хозяйство: капельное орошение .....	37
5.2.2. Сектор здравоохранения: электронное здравоохранение .....	38
5.2.3. Управление рисками стихийных бедствий: система раннего предупреждения.....	38
5.3. Таджикистан .....	38
5.3.1. Аграрный сектор: лазерное выравнивание почв лазером .....	38
5.3.2. Водное хозяйство: технология капельного орошения.....	39
5.3.3. Сектор здравоохранения: электронное здравоохранение .....	40
5.3.4. Управление рисками стихийных бедствий: системы мониторинга и раннего предупреждения .....	40
<b>6. Заключение и рекомендации .....</b>	<b>40</b>
6.1. Выводы .....	40
6.2. Рекомендации .....	41
<b>Список использованной литературы .....</b>	<b>45</b>
<b>Приложения .....</b>	<b>45</b>

## Сокращения

ЕБРР	Европейский Банк Реконструкции и Развития
СЦК	Проектируемые цементные композиты (гибкий бетон)
ППКТА	Проект повышения конкурентоспособности таджикского агробизнеса
ВЕКиЦА	Восточная Европа, Кавказ и Центральная Азия
ССРОГ	Сеть систем раннего оповещения о голоде
ФМИМР	Французский медицинский институт матери и ребенка
ВВП	Валовой Внутренний Продукт
ГЭФ	Глобальный экологический фонд
АТС	Асфальт теплого смешивания
МАГАТЭ	Международное агентство по атомной энергии
МЦКРГ	Международный Центр Комплексного Развития Гор
МФКР	Международный финансовый клуб развития
МНИИПП	Международный научно-исследовательский институт продовольственной политики
МПКИК	Межправительственная комиссия по изменению климата
ИТС	Интеллектуальная транспортная система
МИУВР	Международный институт управления водными ресурсами
ЯАМР	Японское агентство международного сотрудничества
LIDAR	Лазерная система обнаружения и измерения дальности
ПСН	Прочные сетки от насекомых
ЛВП	Лазерное выравнивание почвы
МБР	Многосторонний Банк Развития
СМРО	Система мониторинга и раннего оповещения
НИИГС УЦА	Научно-исследовательский институт горных сообществ Университета Центральной Азии
НИЦАИК	Национальный исследовательский центр по адаптации к изменению климата
НДГИА (GAIN)	Нотр-Дамская Глобальная инициатива по адаптации
ЗНЭП	Закон о национальной экологической политике
ОЭСР	Организация Экономического Сотрудничества и Развития
ПВАРПП	Проект по вовлечению, адаптации и развитию потенциала пастбищ
ЭТ	Экспресс-тесты
СПУИК	Стратегическая программа по устойчивости к изменению климата
РКИК ООН	Рамочная конвенция ООН об изменении климата
ПРООН	Программа развития ООН
ПОС ООН	Программа ООН по окружающей среде
МПБММ	Мульти-питательные блоки мочевины-мелассы
США	Соединенные Штаты Америки
ЮСАИД	Агентство США по международному развитию
ВБ	Всемирный Банк
ВОЗ	Всемирная Организация Здравоохранения
АВП	Ассоциация водопользователей

## Резюме

Данный отчет подготовлен в рамках проекта «Пути к инновациям: укрепление потенциала в области математики, науки и экономической политики в Афганистане и Центральной Азии (P2i)», Канадского фонда Ага Хана (КФАХ) и Университетом Центральной Азии (УЦА). Проект P2i исследует вопрос способствования здоровой инновации на примере развивающихся стран Центральной Азии и Афганистана, что, в свою очередь, поддерживает экономический рост или, как минимум, позволяет смягчить негативные экономические потрясения, связанные с текущими глобальными экономическими кризисами. Этот проект призван помочь региону отреагировать на эти вызовы путем укрепления индивидуальных и организационных навыков в области математики, окружающей среды и экономической политики в Афганистане, Кыргызстане и Таджикистане (АКТ). Применение инновационных технологий и знаний в существующих секторах экономики стимулирует экономический рост, повышение производительности и конкурентоспособности, а также создание рабочих мест.

Целью данного исследования является анализ адаптационной политики к изменению климата в странах АКТ, что предполагает справляться и ограничивать негативное воздействие изменения климата на людей и секторы экономики относительно ожидаемых воздействий и рисков посредством изучения передовых технологий адаптации к изменению климата, способствующих не только минимизации уязвимости, но и росту инноваций.

Для Афганистана, Кыргызстана и Таджикистана (АКТ) одним из основных вызовов для устойчивого развития является изменение климата. Повышение температуры и сокращение осадков являются основными рисками и уязвимостью, связанными с изменением климата, приводящим к таянию ледников, обезлесению, опустыниванию, стихийным бедствиям, засухе, сокращению урожайности в сельском хозяйстве, росту заболеваний в сельском хозяйстве, недостаточной адаптации некоторых растений и животных и т. д. В этих странах политика адаптации к изменению климата основана на проектах и преимущественно финансируется и отслеживается партнерами по развитию, в то время как свидетельств финансирования мероприятий по борьбе с изменением климата в рамках государственного бюджета в этих странах не прослеживается. Однако можно найти некоторые статьи в отраслевых бюджетах и классифицировать их как относящиеся к адаптации изменения климата, например, создание структурных заслонов в приречных районах, опреснение почвы, снижение уровня грунтовых вод, восстановление ирригационных систем и каналов и т. д.

Настоящее исследование показало, что в регионе имеются некоторые технологические решения, в то время как большинство подобных решений, протестированных в других странах, еще недоступны. В данном докладе приведены адаптационные технологии, способствующие климатической устойчивости населения и секторов экономики в странах АКТ. Технологии, подлежащие оценке в этом анализе, охватывают шесть видов технологий в сельском хозяйстве, три группы технологий в водном секторе, три – в сфере транспорта, две – в секторе здравоохранения, а также пять технологий управления рисками стихийных бедствий.

**Аграрный сектор.** Лазерное выравнивание почв (ЛВП) – это технология экономии воды для орошения. Её можно широко использовать в странах АКТ для планировки или выравнивания сельскохозяйственных полей. Это связано с относительно низкой стоимостью. Сопутствующие выгоды и издержки технологии оцениваются как более желательные с

точки зрения эффективности, стоимости, сопутствующих выгод и сопутствующих издержек (пример представлен в Приложении 3), за исключением выращивания риса, посаженного либо посредством ЛВП, либо на невыровненных почвах. Гронинген и др. (Groningen et al., 2013)) указали на увеличение выбросов  $\text{CH}_4$  в производстве риса и предоставили несколько вариантов снижения этих выбросов, таких как осушение в середине года и использование альтернативных удобрений, переход на более жароустойчивые семена риса и путем корректировки сроков сева. В результате было предотвращено снижение урожайности из-за повышения температуры, тем самым сокращено количество выбросов  $\text{CH}_4$  под влиянием потепления на урожайность. Следует отметить, что технология ЛВП почвы не применима в засоленных почвах, так как для таких почв предпочтительно иметь наклон, позволяющий вымывать из него соль. Эту технологию можно использовать в такой почве в сочетании с солеустойчивыми растениями.

Грибковые симбионты, как технологии адаптации к климату, относятся к нескольким классам грибковых организмов, которые могут изменить реакцию культивируемого растения на стресс, вызванный климатическим изменениям (АБР, 2014). Эта технология является многообещающей и при дальнейшем развитии и испытаниях должна рассматриваться как технология адаптации к климату и использоваться в регионе.

Настоятельно рекомендуются *технологии орошения под давлением* в связи с их водо-сберегающими характеристиками, а также предпосылкой увеличения урожайности; однако относительно высокие затраты делают их менее желательными. Тем не менее, решение может быть найдено посредством предоставления фермерам долгосрочных льготных кредитов, в которых процентная ставка для внедрения технологий капельного орошения может покрываться либо правительством, либо проектами по адаптации к изменению климата, которые предоставляют гранты, эквивалентные стоимости процентной ставки.

*Плавающее сельское хозяйство* включает в себя посадку культур на плавающих плотках без почвы. Из-за средних относительных затрат технология плавающего сельского хозяйства может быть опробована в приречных районах стран АКТ, где часто происходят наводнения. В случае положительного результата ее можно распространить на соответствующие районы.

Внедрение передовой практики *кормления скота* имеет решающее значение для увеличения объемов молочных продуктов и мяса в странах АКТ, где продуктивность скота низкая, а предлагаемая технология устойчива к изменению климата.

Для повышения продуктивности скота важно *регулировать температуру*. Эффективность использования технологий, основанных на воде или электричестве, зависит от контекста и среды, поэтому следует использовать те, которые доступны и недороги. Частный сектор и соответствующие государственные учреждения могут осуществлять потенциальный маркетинг и финансирование. Между тем, генетическое разведение жароустойчивых животных нуждается в институциональной поддержке.

**Водный сектор.** В этом секторе были оценены три группы технологий: количество воды<sup>1</sup>, качество воды и внутреннее затопление.

1 Технологии по количеству воды: (1) сбор дождевой воды; (2) хранение поверхностных вод; (3) межбассейновая переброска воды; (4) пополнение водоносного горизонта; (5) технологии снижения потерь воды; (6) технологии снижения спроса на воду; (7) опреснение; (8) очистка воды на месте использования.



Относительная стоимость каждой технологии *по количеству используемой воды* классифицируется от более до менее желательной в зависимости от масштаба внедрения и стоимости за единицу. Тем не менее, относительные затраты не должны быть препятствием для внедрения и принятия какой-либо технологии и должны приниматься в случае преобладания преимуществ над затратами.

Безусловно, следует использовать *технология очистки сточных вод*, в то время как выбор между централизованной или децентрализованной системой очистки сточных вод в каждом случае должен зависеть от преобладания преимуществ над затратами.

*Неструктурные заслоны от наводнения* предпочтительнее структурной технологии, которая позволяет минимизировать негативные последствия наводнения и может быть реализована в приречных районах Кыргызстана и Таджикистана. Однако следует иметь в виду, что для эффективности необходимо выделить значительное количество земельных ресурсов.

*Применение технологии затопления* является желанным методом в связи с относительно низкими затратами и настоятельно рекомендуется в Кыргызстане и Таджикистане, особенно для новых объектов инфраструктуры и зданий.

**Транспортный сектор.** В этом секторе оцениваются три соответствующих технологических решения, а именно теплый (холодный) асфальт, спроектированный цементный композит и интеллектуальная транспортная система.

*Асфальт теплого смешивания* (АТС, часто называемый холодный асфальт) является относительно новой технологией, которая требует температуры смешивания 0,5°C–49°C, по сравнению с нагреванием традиционного асфальта горячего смешивания при 132°C–163°C (АГС), и идеально подходит как для теплого, так и для холодного климата (Chowdhury and Button, 2008; US FHWA, 2013). При более высоких температурах рабочая нагрузка снижается, а при низких температурах требуется меньше энергии для нагрева смеси до соответствующей температуры. Технология асфальта теплого смешивания (АТС) была опробована в виде эксперимента в Иране (Fazaeli et al., 2012), Южной Кореи (Kim et al., 2011), Индии (Khan and Chandra, 2012) и прошла полевые испытания в Китае (Zhu et al., 2013). Результаты последнего показывают, что Сасобит – модифицированный АТС. Асфальт теплого смешивания (АТС) обладает лучшей работоспособностью и устойчивостью к колебаниям температуры, чем традиционный АГС. Обзор литературы показывает, что АТС в странах АКТ не используется. Однако технология АТС была презентована представителям Министерства транспорта Таджикистана во время ознакомительной поездки в Японию, организованной JICA<sup>2</sup>. Следовательно, необходимо проводить дальнейшие полевые испытания и распространить их в странах АКТ, независимо от более высоких затрат на восстановление и строительство новых дорог.

*Спроектированный цементный композит* (СЦК) – это новая технология, предложенная в качестве замены традиционного бетона для строительства мостов. Летучая зола и измельченный гранулированный доменный шлак (ИГДШ), отработанные литейные пески и углеродные остатки могут быть использованы для бетона СЦК (Lepch et al., 2008, cited

2 Японский опыт обслуживания дорог обсужден на семинаре в Душанбе. <http://avesta.tj/2018/02/15/yaponskij-opyt-obsluzhivaniya-dorog-obsuzhden-na-seminare-v-dushanbe/>. Выпускники учебных курсов JICA поделились опытом, полученным в ходе тренингов. <https://news.tj/ru/news/tajikistan/society/20180215/vipuskniki-uchebnih-kursov-jica-podelilis-opitom-poluchennim-v-hode-treningov>

in ADB, 2014). В мире до сих пор технология СЦК не получила широкого применения, хотя имеет большой потенциал. Безусловно, ее развитие следует отслеживать и внедрять в странах АКТ.

*Интеллектуальная транспортная система.* Для надлежащего функционирования ИТС необходима информация метеорологических служб о погодных условиях для разработки систем раннего предупреждения путешественников. Например, сотрудничество проекта «Безопасный город» в Душанбе<sup>3</sup> с метеорологической службой и Комитетом по чрезвычайным ситуациям при Правительстве Республики Таджикистан по функционированию ИТС в Душанбе и позднее, после расширения проекта «Безопасный город» по всей стране будет играть решающую роль в решении проблем в режиме реального времени. Компания Инновейтив Род Солушн (Innovative Road Solution), которая обслуживает дорогу, соединяющую юг и столицу с северной частью страны, может стать важным игроком в развитии хорошо функционирующей ИТС для северной части страны. Проект «Безопасный город» может послужить основой для развития системы ИТС сначала в Душанбе, а затем по всей стране. Этот опыт может быть распространен и в соседние страны.

**Сектор здравоохранения.** Два из пяти технологических решений – Технология электронного здравоохранения и диагностические экспресс-тесты (ЭТ) – оцениваются как соответствующие и применимые технологии в секторе здравоохранения.

*Технология электронного здравоохранения.* Несмотря на существующие препятствия в процессе внедрения технологии электронного здравоохранения в отдаленных районах с ограниченным числом обученного персонала, ее следует использовать для оказания хотя бы первичной медико-санитарной помощи с помощью существующих и доступных технологий.

*Диагностические экспресс-тесты (ДЭТ)* – это доступная технология для быстрой диагностики таких заболеваний, как малярия, туберкулез, СПИД, сифилис и висцеральный лейшманиоз. Это незаменимая технология в отдаленных районах стран АКТ, особенно в Афганистане, из-за нехватки хорошо обученного персонала и лабораторий с приемлемой стоимостью за единицу. ДЭТ уже доступны и используются в Афганистане для улучшения лечения малярии (Leslie et al., June 2014).

**Технологии управления рисками стихийных бедствий.** *Технология обнаружения света и ранжирование* (Light Detection and Ranging – LIDAR) может использоваться в странах АКТ, по крайней мере, в уязвимых районах, если финансовая помощь оказывается междуна-родным сообществом или посредством предоставления льготных кредитов.

Основным препятствием для использования *искусственного снижения уровня воды в ледниковых озерах* является экстремальный уровень высоты в высокогорном регионе, что затрудняет доступ. Даже в этом случае эффективность, относительные прямые и косвенные затраты, а также сопутствующие выгоды и сопутствующие затраты оцениваются от более желательных до среднего. Как правило, международные партнеры по оказанию помощи могут оказывать поддержку странам во внедрении и использовании такой технологии в странах АКТ, где происходят ливневые паводки.

3 Проект «Безопасный город» в Душанбе был запущен 31 октября 2014 года и охватывает 870 камер. Общая стоимость проекта составляет 22,0 млн дол. Более подробную информацию см.: Безопасный город улучшает движение, сокращает преступность. <http://e.huawei.com/en/case-studies/global/2015/201504031050>

*Эффективность системы мониторинга* очень высока и более желательна, что позволяет фермерам и населению быть готовыми к опасностям, сводя к минимуму потенциальные негативные последствия. Поэтому для применения таких технологий в каждой стране должны быть хорошо обученный персонал/исследователи и соответствующее финансирование для обеспечения высокой нормы внутренней доходности.

*Система раннего предупреждения.* Стоимость технологий систем раннего предупреждения варьируется в зависимости от используемого типа (ADB, 2014); однако они бесценны, поскольку могут спасти жизни людей и уменьшить негативные последствия для инфраструктуры и жилых помещений. Себестоимость и сопутствующие выгоды такой технологии оцениваются как средние, и препятствия для внедрения аналогичны тем, которые упоминались в отношении технологий систем мониторинга. Таким образом, наличие такой системы важно; однако не имеет смысла ее внедрение без хорошо обученного персонала и при отсутствии финансовых ресурсов. Партнеры по развитию и финансовые институты, которые финансируют деятельность, связанную с адаптацией к изменению климата, могут помочь наиболее уязвимым странам в разработке и использовании таких систем путем предоставления грантов или льготных кредитов и обучения персонала.

*Технологии социальных сетей,* такие как Facebook, Twitter и т. д., имея сравнительно низкую стоимость, могут помочь в деле повышения уровня осведомленности о стихийных бедствиях.

Таким образом, анализ показывает, что не все адаптационные технологии к изменению климата доступны в регионе, и даже те, которые используются, не распространились в достаточной степени. Политические, институциональные и управленческие пробелы, пробелы в экономике и финансах, в образовании и наращивании потенциала, пробелы в обмене знаниями, в технологиях, методологиях, практике и инфраструктуре, пробелы в информации и данных, основанных на науке (более подробно см. MSRI, January 2018), являются основными препятствиями на пути распространения технологий устойчивости к изменению климата в странах АКТ.

## 1. Введение

«Я заплачу поездку на Венеру тех, кто отрицает изменения климата», – сказал физик Стивен Хокинг (Stephen Hawking)<sup>4</sup>. В XXI веке изменение климата является одним из важных вызовов для развития любой экономики. Это может повлиять на здоровье людей, сельское и водное хозяйство вследствие изменения температуры и количества осадков. Более того, это является проблемой для продовольственной безопасности и в настоящее время влияет на уровень жизни населения во всем мире, особенно в сельских районах (Khakimov & Aliev, IFPRI study, forthcoming). Повестка дня в области устойчивого развития акцентирует внимание правительств на необходимости принятия срочных мер по борьбе с изменением климата и его воздействием на людей и экосистему (Sustainable Development Knowledge Platform, Goal 13). Изменение климата обостряет бедность, и это одна из задач, на решение которой направлены Цели развития (NHDR, 2012, Tajikistan: Poverty in the Context of Climate Change).

Тем не менее, внимание к таким аспектам, как интеграция рисков изменения климата в соответствующие национальные стратегии, планы и программы, оценка и учет мер по адаптации к изменению климата, усиление межведомственной координации в области изменения климата и интеграция вариантов адаптации климата в секторальную политику Кыргызстана и Таджикистана, до настоящего времени можно оценить как неудовлетворительное из-за вышеупомянутых существующих пробелов (более подробную информацию о существующих пробелах см. в Приложении 2)<sup>5</sup> (Mountain Societies Research Institute (MSRI) of University of Central Asia, Jan' 2018).

Нехватка финансовых ресурсов в национальных бюджетах и финансирование деятельности, связанной с изменением климата по остаточному принципу, делают страны АКТ более уязвимыми в продолжающемся процессе изменения климата. Изменение климата в странах АКТ является неизбежным, поэтому необходимо предложить соответствующие политические и технологические решения не только для минимизации потерь, но и для обеспечения устойчивого и всестороннего социально-экономического роста.

Например, финансирование развития, связанное с климатом в Кыргызстане, в пять раз меньше, чем в среднем по странам Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии (ВЕКЦА). Так, в Кыргызстане финансирование на душу населения в 2013 г. составляло 10 дол. США против 27 дол. США по региону ВЕКЦА в 2014 году. Согласно отчету ОЭСР 2014 г. по финансированию развития, связанному с климатом (2016, Kyrgyzstan Country Study), более 80 % финансовых ресурсов были направлены на меры по смягчению, почти 11 % – на меры по адаптации, а остальное – на аспекты, касающиеся смягчения и адаптации.

4 «Профессор Стивен Хокинг из Оксфорда предсказал, что если глобальное потепление продолжится, однажды наша планета будет похожа на Венеру – с температурой поверхности 460 °C (860 °F). Планета была обитаемой около 2 миллиардов лет, с наличием воды на ее поверхности и умеренными температурами, подобными земным. Накапливание парниковых газов в атмосфере Венеры сожгло ее океаны и превратило ее в палящую горячую планету, наблюдаемую сегодня, со скоростью ветров до 180 миль в час (300 км/ч)». Подробнее: <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-5253705/Stephen-Hawking-Earth-burn-thanks-climate-change.html#ixzz59n1z3eXU>

5 Такие пробелы, как: (1) Пробелы в политике, институциональные и в управлении; (2) Экономические и финансовые пробелы; (3) Пробелы в образовании и создании потенциала; (4) пробелы в обмене знаниями; (5) Пробелы в технологии, методологии, практике и инфраструктуре; (6) Пробелы в научной информации и в данных. Более подробную информацию см. в Отчете Института исследований горных сообществ (ИИГС) Университета Центральной Азии, январь 2018.

Внутреннее финансирование в Кыргызстане ограничено: только от 2,5 до 10 % от общего объема инвестиций в период с 2006 по 2012 г. были предоставлены из местных источников, а остальное финансировалось из международных источников финансирования, в основном в энергетический сектор, т.е. в производство и поставку энергии (OECD, November 2016, Kyrgyzstan Country Study ). В Таджикистане, согласно исследованию АБР (ADB, May 2016), «... адаптация к изменению климата упоминается в национальном бюджете, но только на периферийном и неформальном уровнях. Это оставлено на усмотрение отдельных секторов, но не является приоритетом для центрального и высших уровней правительства в качестве вопроса национальной экологической безопасности. Министерствам и ведомствам нужна систематическая основа для принятия решения о том, как оптимальными способами включить устойчивость климата в свой бюджет, чтобы получить мультипликационный эффект, чем разовую выгоду от одного проекта или вида деятельности». Обзор источников открытого доступа показывает, что в Афганистане не было выявлено никаких свидетельств деятельности по адаптации к изменению климата в национальном бюджете, хотя это может иметь место, но не является общедоступным.

В более широком понятии деятельность по изменению климата можно разделить на две группы: смягчение последствий изменения климата и адаптация к изменению климата. Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (UNEP) определяет смягчение последствий изменения климата как усилия, направленные на сокращение или предотвращение выбросов парниковых газов путем использования новых технологий и возобновляемых источников энергии, повышения энергоэффективности старого оборудования или изменения методов управления или поведения потребителей (UNEP). Адаптация к изменению климата была определена по-разному. Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата (UNFCCC) описывает ее как помощь сообществам и экосистеме в преодолении меняющихся условий. Межправительственная группа экспертов по изменению климата (IPCC) определяет его как «... корректировку природных или антропогенных систем в ответ на фактические или ожидаемые климатические стимулы или их последствия, которые смягчают вред или используют полезные возможности». Программа развития Организации Объединенных Наций (ПРООН) описывает это как «... процесс, посредством которого стратегии, направленные на смягчение, преодоление и использование последствий климатических явлений, совершенствуются, разрабатываются и осуществляются». Программа воздействия на климат Соединенного Королевства Великобритании определяет ее как «... процесс или результат процесса, который приводит к снижению вреда или риска причинения вреда или реализации выгод, связанных с изменчивостью климата и изменением климата». Национальный исследовательский фонд по адаптации к изменению климата (NCCARF) описывает его как состоящий из действий, предпринимаемых для уменьшения негативных последствий изменения климата, а также для использования любых выгодных возможностей. Несмотря на наличие разных определений и используемых для описания политики адаптации к климату, все они относятся к снижению вреда, рисков и неблагоприятных последствий для сообществ и экосистем посредством уменьшения вреда, использование выгод – путем использования преимуществ и преодоления меняющихся условий.

Одним из последствий изменения климата является миграция человека. Хакимов и Махмадбеков (2009) изучили связи между изменением климата и миграцией в Таджикистане и обнаружили, что не вся принудительная миграция связана с изменением климата и что некоторая принудительная миграция связана с деградацией окружающей среды в ре-

зультате деятельности человека, то есть антропогенных бедствий. «Повышенная частота оползней во многом является результатом низкого уровня образования населения в области экологии и неправильного использования почвы и строительства жилья в местах с высоким риском селей (Khakimov and Mahmadbekov, 2009)» Кроме того, «... Деградация окружающей среды, такая как деградация почвы, опустынивание и повышение уровня грунтовых вод и т. д., не является основной причиной миграции, тогда как сокращение доходов людей, занятых в сельском хозяйстве, ускорило процесс внешней трудовой миграции, то есть деградация окружающей среды была одним из нескольких факторов миграции для отдельных лиц, но не домохозяйств» (Khakimov and Mahmadbekov, 2009). Страновое исследование в Кыргызстане в рамках проекта EACH-FOR (Synthesis Report, 2009) указывает, что «Миграционные процессы в Кыргызстане имеют сильную экологическую природу, и экологические проблемы, вызывающие миграцию и перемещение больших групп людей, приносят только негативное, ухудшающее воздействие на жизнь сообществ... Экологические факторы взаимосвязаны с экономическими, социальными и культурными факторами, влияющими на миграционные потоки людей».

Изменение климата является насущной проблемой в наиболее чувствительных к изменению климата<sup>6</sup> странах с относительно низким адаптивным потенциалом<sup>7</sup> (Fay et al., 2010). С одной стороны, индексы адаптивного потенциала или готовности важны для оценки способности каждой страны справляться с текущими процессами изменения климата. С другой стороны, чувствительность или уязвимость к индексам изменения климата позволяют оценить степень уязвимости каждого общества. Две концептуальные структуры – результат и контекстная уязвимость – создают различные рейтинги и стратегии для снижения уязвимости (O'Brien et al., 2007). Контекстная уязвимость является более широким понятием, чем уязвимость как результат, и связана с политической экономией. В плане контекстуальной уязвимости изменение климата и ответные меры связаны с контекстными условиями двусторонне<sup>8</sup>. В то же время последняя имеет двустороннюю связь с политическими, социально-экономическими, институциональными структурами и изменениями. В этих рамках ответы должны быть связаны с политическими, социально-экономическими и институциональными структурами и изменениями (более подробно см.: Füssel, 2009). В предварительном анализе Доклада о мировом развитии (2010 г.) Фюссель (2009 г.) делает вывод: «Все существующие показатели уязвимости к изменению климата демонстрируют существенные концептуальные, методологические и эмпирические недостатки, включая недостаток фокуса, отсутствие разумной концептуальной основы, методологические недостатки, большая чувствительность к альтернативным методам агрегирования данных, ограниченная доступность данных и сокрытие законных нормативных противоречий». Как выяснилось, большинство индексов уязвимости к климату ориентированы на конечную уязвимость с акцентом на единицу воздействия и

6 Индекс чувствительности к изменению климата основан на физических показателях (имеющиеся возобновляемые водные ресурсы на душу населения и степень загрязнения воздуха), экономических показателях (доля занятости и стоимость активов), общем качестве инфраструктуры, доле населения старше 65 лет (как наиболее чувствительная группа населения) и экономических показателях, отражающих важность сельского хозяйства в экономике (доля занятости и стоимость активов). Для получения более подробной информации см.: Фей и соавторы (2010).

7 В то время как в адаптивный индекс потенциала входят социальные (неравенство доходов), экономические (валовой внутренний продукт [ВВП] на душу населения) и институциональные меры. Для более подробной информации см.: Фей и соавторы. (2010).

8 Институциональные, биофизические, социально-экономические и технологические.

ответные меры. Данное исследование ссылается на индикаторы уязвимости и готовности Университета Нотр-Дам (более подробную информацию о разъяснении индекса смотрите Индекс GAIN в Приложении 1), которые почти соответствуют требованиям структуры контекстной уязвимости и предоставляют обновленные данные для 191 страны. Показатель уязвимости измеряет подверженность, чувствительность и потенциал адаптации в шести секторах жизнеобеспечения – продовольствие, вода, здравоохранение, экосистемные услуги, среда обитания человека и инфраструктура. Между тем, индикатор готовности измеряет аспекты экономической<sup>9</sup>, государственной<sup>10</sup> и социальной готовности<sup>11</sup>, чтобы адаптироваться к изменению климата.

По степени уязвимости Афганистан занимает 171-е место из 181 страны с результатом 0,596, а по степени готовности – 179-е место из 191 страны с результатом 0,222. Кыргызстан занимает 65-е место с баллом 0,390 по степени уязвимости и 104-е место с баллом 0,391 по степени готовности. Таджикистан находится на 101-м месте с показателем 0,438 с точки зрения уязвимости и 142-м – с 0,296 с точки зрения готовности. Как видно, все три страны являются одними из наиболее уязвимых и не готовы решать климатические проблемы.

Сочетание этих двух показателей является индексом GAIN. 36 показателей влияют на показатель уязвимости ND-GAIN, а 9 – на показатель готовности<sup>12</sup>. В 2016 г. из 181 страны Афганистан, Кыргызстан и Таджикистан заняли 174-е место; 113-е и 81-е соответственно, не скорректированное по ВВП, 31,3, 42,9 и 50,0 скорректированное по ВВП<sup>13</sup> эти страны были ранжированы как 163; 23 и 83, с соответствующими баллами - 10,5, 7,5 и 0,6<sup>14</sup>.

Как показывает обзор различных индикаторов и индексов, связанных с климатом, все три страны являются одними из наиболее уязвимых в мире, с низким уровнем адаптационного потенциала – предпосылка для внедрения технологий адаптации к изменению климата для обеспечения их устойчивости.

Настоящий анализ состоит из шести частей. После вводного раздела, где обоснована важность исследования и указаны цели анализа, во втором разделе представлен общий обзор текущих и будущих тенденций изменения климата. В третьем разделе приведена предварительная оценка прогресса, достигнутого Таджикистаном в рамках Первой Стратегической программы по устойчивости к изменению климата, совместной с Многосторонним банком развития (МБР). Следующий раздел посвящен обзору текущей литературы по мерам адаптации к изменению климата и применяемым технологическим решениям. Пятый раздел дает обзор доступных технологий адаптации к изменению климата в странах АКТ. Последний раздел содержит выводы и рекомендации относительно институтов

9 Субиндикаторы Ведения бизнеса – начало бизнеса, получение кредитов, выполнение контрактов, получение разрешений на строительство, защита инвесторов, получение электроэнергии, уплата налогов, регистрация процветания, торговля через границы, решение вопросов несостоятельности.

10 Политическая стабильность и ненасилие, контроль над коррупцией, верховенство закона, качество регулирования.

11 Социальное неравенство, инфраструктура ИКТ, образование и инновации.

12 Для разъяснения каждого показателя см.: Университет Нотр-Дам, ГИА. ND GAIN. <https://gain.nd.edu/our-work/country-index/methodology/>

13 Значение ближе к 100 лучше

14 Чем выше баллы, тем лучше.

и инструментов политики, которые актуальны и эффективны для каждой страны для определения индивидуальных политических решений.

## 2. Обзор текущей и будущей климатической ситуации

### 2.1. Афганистан

**Обзор и будущее.** С 1960-х гг. среднегодовая температура в Афганистане увеличилась на 0,6 °С, а к 2060 г., согласно прогнозам, она возрастет от 1,4 до 4 °С, а к 2090 г. – от 2 до 6,2 °С. За тот же наблюдаемый период среднегодовое количество осадков уменьшалось на 0,5 мм в месяц за каждое десятилетие, и Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) указывает на то, что в течение 21-го столетия не будет или почти не будет изменения количества осадков. В то же время частота «жарких» дней увеличится соответственно на 25 и 26 дней, и ожидается дальнейшее увеличение на 14–25 % в 2060-х гг. и на 16–32 % в 2090-х гг. Число холодных дней и ночей уменьшилось на 12 дней, и, по прогнозам, будет уменьшаться по частоте и станет крайне редким, с прогнозами 0–6 % в 2090-х гг. (World Bank, Climate Change Knowledge Portal, 2017). Уязвимость к изменениям осадков в Афганистане высокая, где богарные культуры занимают до 80 % обрабатываемых почв (UNEP, NEPA, and GEF, 2009).

Основные климатические проблемы и самый большой экономический ущерб в Афганистане связаны с: изменением характера осадков; наводнениями, особенно внезапными наводнениями из-за проливных дождей и таяния снегов; и засухами (продолжительность и сила), которые негативно влияют на население и экономику страны (International Centre for Integrated Mountain Development, ICIMOD).

Согласно МЦКРГР, ключевые проблемы изменения климата включают следующие:

- Недостаточные запасы питьевой воды, нехватка питьевой и поливной воды;
- Засуха, деградация почв, чрезмерный выпас скота, обезлесение, опустынивание, загрязнение воды и воздуха и ухудшение ирригационной системы;
- Изменение климата лесов, пастбищных угодий и биоразнообразия, которое может оказать огромное влияние на леса и пастбища в связи с изменением температуры.

Повышение температуры и выпадение осадков являются ключевыми рисками и уязвимостями изменения климата, которые могут привести к:

- стихийным бедствиям;
- засухе, снижающей урожайность в сельском хозяйстве;
- увеличению заболеваний в сельском хозяйстве;
- плохой адаптации некоторых растений и животных.

### 2.2. Кыргызстан

**Обзор текущего и будущего развития климата.** За период 1880–2010 гг. средняя температура увеличилась на 0,0104 °С в год; в течение 1960–2010 гг. скорость увеличения более чем удвоилась и составила 0,0248 °С в год; в 1990–2010 гг. температура ежегодно повышалась в среднем на 0,0701 °С. Повышение температуры наблюдалось во всех



климатических зонах и регионах Кыргызстана, и все изменения являются статистически значимыми (Iliasov et al., 2013).

Расчетные тенденции осадков показывают небольшое увеличение среднегодового количества осадков за период 1880–2010 гг. (0,847 мм в год), но в 1960–2010 гг. рост значительно замедлился (0,363 мм в год), а в 1990–2010 гг. уже наблюдалась тенденция снижения осадков (-1,868 мм в год) (Iliasov et al., 2013).

По оценкам ВБ, эти снижения из-за природных опасностей эквивалентны 0,5-1,3 % ВВП. Если не будут приняты надлежащие меры по адаптации к изменению климата, повышение температуры, изменение гидрологических условий и увеличение частоты экстремальных погодных явлений, связанных с изменением климата, усугубят уязвимость Кыргызской Республики и уменьшат ее способность управлять этими явлениями (WB, Climate Change Knowledge Portal)

### 2.3. Таджикистан

Изменение температуры и осадков в Таджикистане четко наблюдаются. В долинах среднегодовая температура за последние 65 лет увеличилась на 0,3–1,20 °С, в горных и высокогорных районах – на 0,1–0,70 °С, а в городах – на 1,2–1,90 °С (Water for Life Conference, Dushanbe, 8–10 June, 2015 г.) По прогнозам, к 2050 г. среднегодовая температура увеличится на 2 °С, особенно в период с декабря по август (WB, Climate Change Knowledge Portal WB, Climate Change Knowledge Portal).

В 1990–2012 гг. уровень осадков в январе–феврале превышал таковой в аналогичный период 1960–1990 гг., а обратный случай наблюдался в марте–мае. Начиная с августа, состояние осадков для этих двух наблюдаемых точек остается более или менее на одном уровне (Всемирный Банк, Индикаторы мирового развития, 2015). По прогнозам, в 2050 г. среднегодовое количество осадков сократится на 5 %. Кроме того, количество «сухих» дней должно увеличиться на три дня, а количество «холодных» дней – на 35 дней. Прогнозируется, что зимы будут более сухими, а лето – более влажным, что может привести как к увеличению наводнений, так и к засухам (WB, Climate Change Knowledge Portal WB, Climate Change Knowledge Portal).

Основными видами стихийных бедствий являются оползни, засухи, землетрясения, наводнения и эпидемии. Самая сильная засуха в стране была в 2000 г., которая затронула около 3 млн человек. Около 36 % населения Таджикистана подвержены риску оползней и селей; в 2006 г. около 13 000 человек пострадали от наводнений и оползней (WB, Climate Change Knowledge Portal). В 2017 г. 157 домов, 604,4 га посевных площадей, 16 мостов и около 1200 км дорог пострадали из-за 720 снежных лавин, 41 селевого потока, 32 чрезвычайных ситуаций, связанных с повышением уровня воды в реках, 23 оползней, 33 землетрясений, 21 камнепада и 13 сильных ветров. Общие потери оцениваются в 400–500 млн долларов США (Комитет по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне при Правительстве Таджикистана).

Из-за изменения климата ледники страны подверглись сокращению и, по некоторым оценкам, за последние 50–60 лет они потеряли 20 % своего объема и 30 % своей площади (Water for Life Conference, Dushanbe, 8–10 June, 2015) Такое развитие событий может увеличить риск внезапных оползней от наводнений ледникового озера. В долгосрочной перспективе отступления ледников и более сильные и частые засухи могут вызвать се-

ррезную нехватку воды, создавая угрозу продовольственной безопасности и окружающей среде (WB, Climate Change Knowledge Portal).

### **3. Стратегическая программа по устойчивости к изменению климата: опыт региона**

До обзора доступных технологий адаптации к климату в следующем разделе и доступных технологических решений в странах АКТ в разделе пять, этот раздел посвящен прогрессу в обеспечении устойчивости населения и секторов экономики к изменению климата, достигнутому в регионе к настоящему времени.

Европейский банк реконструкции и развития, Азиатский банк развития и Всемирный банк в рамках Первого совместного Многостороннего банка развития (MDB), совместно с Правительством Кыргызской Республики и Правительством Республики Таджикистан разработали Стратегическую Программу по устойчивости к изменению климата (SPCR) в 2016 и 2011 г., соответственно. Несмотря на более высокую уязвимость к изменению климата и низкую адаптационную способность, Афганистан не включен в список бенефициаров этой Программы (см. Фонд климатических инвестиций, CIF). Используя двухэтапный программный подход, СПУИК помогает национальным правительствам интегрировать устойчивость к изменению климата в планирование развития между секторами и группами заинтересованных сторон. Она также предоставляет дополнительное финансирование для реализации планов и пилотных инновационных решений государственного и частного секторов для решения неотложных климатических рисков (НКР). Поскольку СПУИК для Кыргызстана была разработана недавно, а инвестиционный фонд все еще находится в стадии разработки, в этом разделе будет проведена предварительная оценка прогресса, достигнутого Таджикистаном к настоящему времени, в рамках механизма финансирования для обеспечения устойчивости к изменению климата, разработанного ЕБРР и НКР.

В Таблице 1 приводится краткое описание активных проектов по изменению климата, которые финансируются в рамках Пилотной программы по устойчивости к изменению климата в Таджикистане.

**Таблица 1. Проекты, финансируемые в рамках Пилотной программы по устойчивости к изменению климата в Таджикистане**

Фонд	Название проекта	Тематическая направленность	Сектор	МБР	Финансирование, млн дол. США)	Софинанс-е, млн дол. США
Пилотная программа по устойчивости к изменению климата	Создание потенциала для устойчивости к изменению климата	Климатические информационные системы и управление рисками стихийных бедствий	Государственный	АБР	6.0	0.0
	Улучшение предоставления метеорологического, климатического и гидрологического обслуживания	Климатические информационные системы и управление рисками стихийных бедствий	Государственный	МБРР	7.0	12.0
	Повышение климатической устойчивости энергетического сектора	Инфраструктура	Частный	ЕБРР	110	65.0
	Окружающая среда, землепользование и средства к существованию в сельских районах	Управление сельским хозяйством и ландшафтом	Государственный	МБРР	9.5	7.4
	Построение климатической устойчивости в бассейне реки Пяндж	Управление водными ресурсами	Государственный	АБР	22.3	0.0
	Финансирования деятельности по обеспечению устойчивости малых предприятий к изменению климата	Создание благоприятных условий	Частный	ЕБРР	5.0	0.0
	Повышение климатической устойчивости энергетического сектора. Часть: частный сектор	Создание благоприятных условий	Частный	ЕБРР	10.0	0.0

Источник: Фонд Климатических Инвестиций.

<https://www.climateinvestmentfunds.org/projects/building-capacity-climate-resilience>

Например, проект АБР «Создание потенциала для устойчивости к изменению климата» фокусируется на:

- Доступе к информационным мероприятиям, включая подготовку кадров, оценку воздействия для приоритетных секторов, разработку модулей по климатологии для учебных программ университета;
- Учете риска изменения климата в программах/проектах развития, включая обзор национальных, секторальных программ и национального бюджета, поддержку планов адаптации, разработку и осуществление программ подготовки кадров и оказание технической поддержки правительству;
- Системе управления знаниями, включая национальную коммуникационную стратегию, кампании по информированию общественности об изменении климата, публикации и распространение;

- Оценке исходных условий и определении показателей и содействию проведению независимых М&О;
- Заявке на аккредитацию адаптационного фонда.

ЕБРР и Фонд климатических инвестиций профинансировали проект по финансированию устойчивости к изменению климата в Таджикистане, так называемый КЛИМАДАПТ (CLIMADAPT), который направлен на инвестирование в улучшение технологий устойчивости к изменению климата, чтобы помочь жителям страны, сельскому хозяйству и бизнесу стать более устойчивыми к изменению климата. КЛИМАДАПТ поддерживает существующие и пилотные технологии адаптации к климату, рекомендуя список поставщиков и установщиков<sup>15</sup> для повышения эффективности использования воды и энергии, а также для уменьшения эрозии почвы. Техническая помощь и консультации для клиента доступны и бесплатны (Для получения более подробной информации см. CLIMADAPT Финансовые инновационные технологии).

Банк *Эсхата*, Микрокредитная организация *Хумо*, Микродепозитная организация *Имон* и *Арванд* – это те финансовые институты в Таджикистане, которые были выбраны в качестве партнеров КЛИМАДАПТ для предоставления кредитов бизнесу, сельскому хозяйству и жителям страны. Перечень критериев приемлемости, приемлемые проекты, процедуры подачи заявок и техническая помощь разработаны для каждого вышеупомянутого сектора.

Страной происхождения технологий являются Таджикистан, Кыргызстан, Казахстан, Китай, Чехия, Узбекистан, Южная Корея, Турция, Германия, Япония, США, Россия, Сербия, Италия, Латвия, Великобритания, Швейцария.

Предлагаемые технологические решения включают: изоляцию; окна; котлы для биомассы; солнечные водонагреватели; энергосберегающие лампы; комплексные системы управления объектами и контроля; систему сжатого воздуха; строительство; реабилитацию; ремонт оборудования; эффективные теплицы; эффективные печи с твердым топливом; электрические водонагреватели; установку насоса; трубы; разбрызгиватели; микро-спринклеры и другую фурнитуру; систему под давлением (капельное орошение); ремонт систем водоснабжения; солнечную батарею и солнечный водонагреватель; технологии устойчивого землепользования (минимальная или нулевая обработка); забор, задержание и хранение воды.

Следует отметить, что не все вышеупомянутые технологические решения, предлагаемые в рамках КЛИМАДАПТ, могут рассматриваться как технология адаптации к изменению климата, т. е. они представляют собой сочетание смягчения последствий изменения климата, адаптации к изменению климата и поддержки домашних хозяйств в целях сокращения масштабов немонетарной бедности. Например, в сельских районах, где уголь и древесина являются основными источниками теплоснабжения, представленный перечень технологических решений сводит к минимуму выбросы парниковых газов в окружающую среду и может рассматриваться в качестве стратегии смягчения последствий изменения климата. Кроме того, минимизация расходов домашних хозяйств может способствовать сокращению масштабов немонетарной бедности. Между тем, использование энергосберегающих технологий предприятиями сводит к минимуму производственные затраты и обеспечивает

<sup>15</sup> Разработанный список не является окончательным, и новые поставщики и установщики могут быть включены в рекомендуемый список, связавшись с Проектом.

конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках. Строительство холодильного хранилища в сельской местности позволяет фермерам и предприятиям максимизировать выгоды. Однако это не может быть включено в перечень технологий адаптации к изменению климата. Строительство теплиц с применением капельного орошения можно считать технологиями адаптации к изменению климата. В жилом секторе сбор дождевой воды и ее использование в сельском хозяйстве и повседневной жизни можно рассматривать как технологию, обеспечивающую устойчивость к изменению климата.

В следующем разделе рассматривается обзор существующих технологических решений по адаптации к изменению климата с целью определения применимости в странах АКТ.

#### 4. Меры по адаптации к изменению климата и технологические решения в странах с низким/средним уровнем дохода

Технологии устойчивости к изменению климата направлены на минимизацию воздействия негативных последствий изменения климата на здоровье населения и секторы экономики. В то же время новая технология надеется свести к минимуму негативные последствия изменения климата и является предпосылкой устойчивого экономического роста за счет повышения эффективности.

Ряд исследователей предложили технологии адаптации к изменению климата. Например, Кристиансен и др. (2011) классифицировали типы вмешательств как оборудование (hardware)<sup>16</sup>, программное обеспечение (software)<sup>17</sup> и организационное обеспечение (orgware)<sup>18</sup>. Исследование ЮНЕП (Zhu et al., 2011) представляет 22 технологии по адаптации в сельскохозяйственном секторе, сгруппированные в семь категорий: (i) планирование изменчивости и изменения климата; (ii) устойчивое использование и управление водой; (iii) управление почвой; (iv) устойчивое управление растениеводством; (v) устойчивое управление животноводством; (vi) устойчивые системы земледелия; (vii) создание потенциала и организация заинтересованных сторон. Эллиот и др. (2011, UNEP) и ЮНЕП (август, 2017) предоставляют технологическое решение для водного сектора. Последнее обеспечивает 102 технологии адаптации воды, сгруппированные в зависимости от проблем, которые необходимо решить, и вида реагирования: (i) слишком мало воды; (ii) слишком много воды; (iii) загрязнение воды; (iv) повышение уровня моря; (v) готовность к стихийным бедствиям; (vi) неизвестный климатический риск. Между тем, в предыдущем анализе было предложено 11 конкретных технологий и практик адаптации.

В отличие от вышеупомянутого анализа, недавнее исследование АБР (2014), наряду с решениями для сельского и водного секторов, также предоставляет технологические решения для секторов здравоохранения и транспорта, а также управления рисками стихийных бедствий. Кроме того, этот анализ фокусируется только на азиатских странах, включая те страны, которые имеют сходные климатические условия со странами АКТ и сталкиваются с аналогичными климатическими проблемами. Анализ предоставляет конкретные

16 Компьютерные технологии относятся к «жестким» технологиям, то есть физической инфраструктуре и техническому оборудованию на местах.

17 Под программными технологиями понимаются «мягкие технологии», то есть подходы, процессы и методологии, в том числе системы планирования и поддержки принятия решений, модели, передача знаний и развитие навыков, необходимых для адаптации.

18 Орг. технологии – это организационные технологии, то есть организационные механизмы, необходимые для успешной реализации и устойчивости адаптационных решений.

примеры сопутствующих выгод и сопутствующих издержек, относительных затрат, препятствий для реализации, масштаба применимости, а также потенциальных маркетинговых и финансовых механизмов (см. Вставку 1). Поэтому данный раздел анализа в основном относится к анализу АБР (2014), если иное не указано.

### Вставка 1. Критерии отбора технологии устойчивости к изменению климата

Согласно АБР (2014), каждая технология устойчивости к изменению климата должна соответствовать следующим критериям:

- **Эффективность** для уменьшения уязвимости или повышения устойчивости;
- **Относительная оценка стоимости**<sup>19</sup> (высокая, средняя, низкая);
- **Сопутствующие выгоды**, такие как расширение экосистемных услуг или создание рабочих мест;
- **Сопутствующие затраты**, в отличие от сопутствующих выгод, измеряют негативные последствия использования технологии, такие как разрушение экосистемы или потеря работы;
- **Препятствия на пути реализации** определяют трудности, стоящие на пути внедрения технологий, такие как необходимость инвестиций в инфраструктуру или специализированный набор навыков;
- **Возможность реализации**, например, доступность интернета, принята ли технология где-нибудь в другом месте и подходит ли она для различных условий;
- **Масштаб реализации**: микро, мезо и макро;
- **Применимые места и условия**: технологии, позволяющие минимизировать риск засухи, менее актуальны там, где ожидается увеличение количества осадков, и наоборот;
- **Потенциальное финансирование и маркетинг**: доступность технологий от частных, академических учреждений, международных организаций, софинансирования или государственно-частного партнерства.

В Приложениях 3 и 4 представлены два примера оценки технологии в соответствии с критериями, предоставленными АБР. В подразделах ниже приведены те технологические решения, которые соответствуют критериям, определенным для каждого сектора.

#### 4.1. Технологические решения для аграрного сектора

Инвестиции в обеспечение устойчивости к изменению климата в сельскохозяйственном секторе направлены на рационализацию использования воды и энергии и содействие устойчивому управлению земельными ресурсами. В сельскохозяйственном секторе это может включать капельное орошение и нулевую обработку почвы (ЕБРР, Инициатива устойчивой энергетики в Таджикистане).

Воздействие изменения климата на сельскохозяйственный сектор может быть отражено в снижении урожайности сельскохозяйственных культур в результате повышения температуры, уменьшения количества осадков, снижения доступности поливной воды, про-

<sup>19</sup> Оценка для каждого случая, определенного на основе проведенного исследования, а также субъективное суждение.

никновения соленой воды, увеличения заболачивания и затопления, увеличения распространения вредителей и болезней сельскохозяйственных культур и потере урожая из-за экстремальных погодных явлений. Неблагоприятные последствия изменения климата могут быть снижены посредством: (i) введения новых жаростойких культур, требующих меньшее количество воды, повышения влагостойкости и внедрения культур с более высоким уровнем устойчивости к засоленной почве; (ii) совершенствования методов сбора, хранения и распределения воды, а также совершенствования методов орошения, рационального использования воды и эффективности использования (например, влажность почвы и суммарное испарение); (iii) организации барьеров для проникновения соленой воды, пополнения водоносного пласта; (iv) совершенствования методов дренажа или борьбы с наводнениями; (v) совершенствования методов борьбы с вредителями и болезнями; (vi) улучшения прогнозирования экстремальных погодных явлений; (vii) повышения устойчивости сельскохозяйственных культур к экстремальным погодным явлениям.

В этом подразделе обобщаются доступные технологические решения для сельскохозяйственного сектора, которые позволяют адаптироваться к изменению климата и в то же время способствуют инновациям.

Шесть из семи технологий устойчивости к изменению климата, оцененных для сельскохозяйственного сектора <sup>20</sup>:

- Лазерное выравнивание почвы;
- Грибные симбионты;
- Технологии принудительного орошения;
- Плавающее сельское хозяйство;
- Улучшенный корм для скота;
- Регулирование температуры для скота.

Анализ метода оценки лазерных технологий выравнивания почвы, технологии орошения и плавучего сельского хозяйства показал, что если стоимость менее 100 долл. США за гектар является более желательной, то средняя стоимость составляет от 100 до 500 долл. США, а менее желательная – более 500 долл. США. Оценки для других указанных выше категорий технологий являются более субъективными и основаны на указанных ценах.

#### **4.1.1. Лазерное выравнивание (планировка) почвы**

Лазерное выравнивание почвы (ЛВП) – это технологическое решение, которое позволяет сократить водопотребление и водоотведение в сельском хозяйстве из-за ненужного стока воды с поля. ЛВП обеспечивает эффективность использования воды, увеличение урожайности, лучшее использование переменных дождевых осадков и уменьшение истощения подземных вод (Singh et al., 2009; Lybbert and Sumner, 2012; Akhtar, 2006; Naresh et al., 2011; Kahlon and Lal, 2011 cited in ADB, 2014).

<sup>20</sup> Технология выведения сельскохозяйственных культур в данном анализе не оценивается, поскольку по сравнению с другими сельскохозяйственными технологиями они столкнутся с большим количеством барьеров не только из-за восприятия потребителями генно-инженерных культур, но также из-за ограниченных знаний, доступа к ресурсам, инструментам и инфраструктуре, дорогостоящего процесса регулирования и т. д.

Относительно низкая стоимость технологии ЛВП делает ее более желательной: 6–13 долл. США в час за используемые услуги (Lybbert et al. 2012; Ahmad, Khokhar & Badar, 2001 cited in ADB, 2014).

Сопутствующие выгоды от внедрения такой технологии могут включать увеличение экосистемных услуг или создание новых рабочих мест в сельских районах (Jat et al., 2006 cited in ADB, 2014). Нареш и др. (2011, цитируется в АБР, 2014) обнаружили, что сопутствующие преимущества ЛВП включают нулевую обработку почвы и посев. Тем временем Сингх и др. (2009, цитируется в АБР, 2014) считают, что одним из конкретных сопутствующих преимуществ является сокращение времени орошения на 2–5 часов на гектар. Любберт и Самнер (2012, цитируется в АБР, 2014) и Любберт и др. (2012, цитируется в АБР, 2014) отмечают, что эффективность удобрений и уменьшение зависимости от дизельных насосов являются сопутствующими преимуществами данной технологии. Джат и др. (2006, цитируется в АБР, 2014) выяснили, что внедрение технологии лазерного выравнивания почвы позволит сэкономить 1,5 млн га/м орошаемой воды и до 200 млн литров (что равно 140 млн долл. США) дизельного топлива и повысить урожайность сельскохозяйственных культур до 500 млн долл. США за три года и сократить выбросы парниковых газов до 500 млн килограммов.

Любберт и др. (2012, цитируется в АБР, 2014), измеряя негативные последствия использования технологии, такие как разрушение экосистем и потеря рабочих мест, обнаружили, что это идеальная технология с минимальным негативным воздействием на экосистему и рабочие места. В то же время они отмечают особую полезность ЛВП в зонах затопления орошаемых земель.

Целесообразность реализации может быть оценена как промежуточная, поскольку лазерное выравнивание почвы может быть выполнено на договорной основе; другими словами, частным фермерам не придется приобретать собственное оборудование, чтобы получить выгоду от технологии.

Масштабы внедрения такой технологии расширились после 7 лет внедрения данной технологии в регионе Уттар-Прадеш Индии, где количество выравнивателей почв увеличилось до 925 с тех пор, как она была введена, и 200 000 гектаров земли было выровнено с помощью этой технологии (Lybbert et al., 2012 cited in ADB, 2014).

#### **4.1.2. Грибной симбионт**

Грибной симбионт – это новая технология адаптации к климату, которая сделает зерновые культуры более устойчивыми к потеплению и сократит количество требуемой воды. Грибные симбионты относятся к грибам, которые живут во взаимовыгодных симбиотических отношениях с растениями. Однако эта технология находится в зачаточном состоянии, и существует множество возможностей для дальнейшего роста, хотя в настоящее время исследования и знания по этому вопросу ограничены. Масштаб внедрения этой технологии находится на лабораторной стадии, т.е. стадия относительно не развита, что считается препятствием для ее дальнейшего расширения. Следовательно, возможность внедрения все еще менее желательна, так как копировать результаты из лаборатории в полевых условиях чрезвычайно сложно. Таким образом, относительная стоимость еще не определена. Тем не менее, сопутствующие издержки и сопутствующие выгоды желательны, поскольку технология обеспечивает большую продовольственную обеспеченность стран и повышает эффективность водопользования сельскохозяйственных культур, что



дает фермерам преимущество в отношении снижения затрат на орошение в дополнение к увеличению урожайности сельскохозяйственных культур (ADB, 2014)

Лаборатория проверила семена арбуза и томата, подвергшиеся воздействию грибков, и увидела улучшение термостойкости. Их корни, которые в нормальных условиях погибали бы при любом воздействии выше 38 °С, выживали при 50 °С; затем их оставляли остывать на ночь, а некоторые растения выживали днем при температуре до 70 °С.

В лабораторных исследованиях пшеница подверглась воздействию грибковых симбионтов, которые показали устойчивость к засухе по сравнению с неинфицированными: 18-дневная устойчивость к засухе против 10 дней (Pennisi, 2003 cited in ADB, 2014).

#### **4.1.3. Технология орошения под давлением**

Технологии орошения под давлением, включающие разбрызгиватели, капельное орошение, мини-разбрызгиватели или высокоэффективные капельные системы, являются высокоэффективными технологиями, которые могут быть использованы для снижения объема отходов и количества воды, используемой для производства одной единицы сельскохозяйственных культур. Эта технология обеспечивает более эффективную подачу воды к корням растений и обеспечивает идеальную влагу, а также снижает потери испарения. Буюкангаз и др. (2007, цитируется в АБР, 2014) установили, что спринклеры низкого и среднего давления эффективны на 75 % при непосредственном применении воды, капельные спринклеры эффективны на 80–90 %, микро- и мини-спринклеры эффективны на 75–85 %. В то же время традиционные спринклеры и поверхностные каналы эффективны в подаче воды на 50–60 % и 30–35 % соответственно (Ackermann, 2012 cited in ADB, 2014). Результаты исследований в Индии, Израиле, Иордании, Испании и США показывают, что капельное орошение снижает потребление воды на 30–70 %, а урожайность растений увеличивается от 20 до 90 % (Buyukangaz et al., 2007 cited in ADB, 2014). Таким образом, из-за высокого уровня эффективности эта технология является более желательной. Однако эта технология менее желательна из-за высокой относительной стоимости, \$1500–3000 за га (Buyukangaz et al., 2007 cited in ADB, 2014). Хотя с 2007 г. относительная стоимость снизилась, она все еще остается высокой и ее можно рассматривать в качестве промежуточного барьера для распространения подобных технологий.

По данным Аккерманна (2012 цитируются в АБР, 2014), использование подземных трубопроводов может сэкономить более 100 000 га земли рыночной стоимостью \$3,24 млрд, что делает эту технологию более подходящей.

Сопутствующие затраты также являются желательными, поскольку сокращение потребления воды приведет к увеличению поставок воды потребителям, находящимся ниже по течению (Young et al., 2010 cited in ADB, 2014). Таким образом, снижается спрос на водопотребление, что уменьшает расход воды ниже по течению или избыточную поставку (Young et al., 2010; Molden et al., 2010 cited in ADB, 2014).

#### **4.1.4. Плавающее сельское хозяйство**

Плавающее сельское хозяйство предполагает посадку культур на плавающих плотках, не содержащих почвы, которые сделаны из компостированного органического материала, включающего водяной гиацинт, водоросли, солому и травы. Технология плавучего сельского хозяйства может быть внедрена в районах, подверженных затоплению, например,

в прибрежных районах рек. В качестве стратегии укрепления адаптации к наводнениям плавучее сельское хозяйство является приемлемой технологией для районов, которые испытывают сильные муссоны или подвержены наводнениям, особенно в прибрежных и речных районах. Например, эта технология широко используется в прибрежных районах Бангладеша по многим причинам (более подробно см. Islam & Atkins, 2007 cited in ADB, 2014).

#### 4.1.5. Улучшенный корм для скота

Улучшение питательных веществ корма для домашнего скота за счет использования кормовых добавок, таких как мочевиновая меласса, многокомпонентные блоки (МКБ), белок с низким содержанием байпаса, липиды, гидроксид кальция, и их усвояемость, обеспечивают эффективность кормов и устойчивость скота к изменению климата (cited in ADB, 2014. Подробнее см.: Kapur, Khosla, and Mehtal, 2009; Wanapat et al., 2009; Shibata and Terada, 2010; Thornton and Herrero, 2010; Henry et al., 2012). Продуктивность животных, сталкивающихся с тепловым стрессом, снизится, а пищевая добавка, содержащая минералы, витамины, электролиты, аминокислоты, обеспечит увеличение производства мяса или молока (Renaudeau et al., 2010 cited in ADB, 2014).

Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ, IAEA, 2006 cited in ADB, 2014) упомянуло эффективность МКБ в кормлении МРС. Кроме того, стоимость является относительно низкой. Например, килограмм МКБ составляет 0,10 долл. США в Бангладеше, 0,18 долл. США в Китае, 0,03 долл. США в Мьянме и 0,04 долл. США в Пакистане (IAEA, 2006 cited in ADB IAEA, 2006 cited in ADB, 2014). Анализ затрат и выгод и анализ изменений в данном исследовании показывают, что доход молочных фермеров увеличивается на 38 % на корову в день, а доход мясного скота и мелких фермеров МРС увеличивается на 30 % на поголовье скота. Исследование IFAD (год не указан) показывает экономию до 50 % у фермеров в Ираке благодаря переходу на дополнительные добавки и снижению зависимости от импорта.

Дополнительные выгоды от улучшения корма для скота включают сокращение выбросов метана (CH<sub>4</sub>). Более эффективное поглощение питательных веществ обеспечивает последующее снижение потерь газа и возможность производить сопоставимое количество молочных продуктов и мяса с меньшим количеством животных, необходимых для этого (Kapur, Khosla, and Mehtal, 2009; Wanapat et al., 2009; Mapato, Wanapat, and Cherdthong, 2010; Thornton and Herrero 2010 cited in ADB, 2014).

Сокращение спроса на корм может привести к снижению цен, что делает эту технологию более желательной и не связанной с сопутствующими затратами.

Барьеров, связанных с внедрением этой технологии кормления, немного, поскольку у фермеров есть выбор: либо уменьшить размер своего стада благодаря повышению продуктивности, либо увеличить их количество за счет экономии кормовых ресурсов, то есть повышения эффективности.

Низкая продуктивность скота во многих развивающихся странах делает внедрение этой технологии осуществимым.

#### 4.1.6. Терморегуляция для животноводства

Терморегуляция в животноводстве используется с целью минимизации экономических потерь, поскольку повышение температуры оказывает вредное влияние на количество и качество молочных продуктов, мяса и яиц (Nardone et al., 2010; Henry et al., 2012 cited in ADB, 2014). Во избежание тепловой нагрузки рекомендуется держать скот под деревьями или в затемненных местах и/или использовать стружки, капельницы, вентиляторы, колодки, полы, системы охлаждения помещений, спринклерные системы для испарения воды в теплый воздух, системы испарительных подушек, системы кондиционирования воздуха (Nardone et al. 2010; Renaudeau et al. 2010; Henry et al. 2012 cited in ADB, 2014).

Олсон и др. (2006, cited by Padgham, 2009) обнаружили, что породы крупного рогатого скота с короткой и густой шерстью, скрещенные с высокопродуктивными породами молочных коров, снизят температуру тела на 0,5 °C и увеличат производство молока на 1000 кг. Вест (2003, cited in ADB, 2014) предложил простую меру по снижению температуры скота на 30–50 % благодаря хорошо спроектированной системе затенения и достаточного охлаждения в ночное время, чтобы крупный рогатый скот мог переносить жару в дневное время.

Относительная стоимость применения вышеупомянутых технологий варьируется от низкой до высокой в зависимости от региона и простоты или сложности технологии. Сопутствующие выгоды, сопутствующие затраты и барьеры можно оценить как средние. Препятствия на пути осуществления могут быть связаны с наличием электроэнергии или воды для таких технологий.

#### 4.2. Технологические решения в водном секторе

Последствиями изменения климата и основными проблемами в водном секторе являются уменьшение количества осадков (причина засухи), либо увеличение количества осадков (предпосылка затопления), таяние ледников, а также изменение характера осадков. Наводнение, затопление и качество воды – это три проблемы, которые необходимо решить в качестве стратегии адаптации к изменению климата в водном секторе. Решающее значение для стабильного водоснабжения, особенно для сельскохозяйственного сектора, имеют строительство новой и восстановление существующей инфраструктуры водоснабжения, а также внедрение водосберегающих технологий и методов. Технологии адаптации к изменению климата в водном секторе можно разделить на три основные группы (АБР, 2014):

- количество воды (сбор дождевой воды, хранение поверхностных вод, межбассейновая перекачка воды, пополнение водоносного горизонта, технологии снижения потерь воды, технологии снижения водопотребления, опреснение, обработка воды в местах использования);
- технологии качества воды (очистки сточных вод);
- технологии внутреннего затопления (управление ливневыми водами и био-брусы, структурные и неструктурные барьеры против наводнений, приспособления против наводнений).

Все три вышеперечисленные группы технологий применимы и имеют решающее значение для стран АКТ. Приведенный выше обзор литературы показывает, что Таджикистан сталкивается с сокращением воды в среднесрочной перспективе. Адаптационная инфра-

структура может включать в себя системы раннего оповещения об экстремальных явлениях; многоцелевые плотины для хранения воды и выработки электроэнергии; модернизированные местные водоканалы; системы контроля и дренажа; системы для хранения, отведения и совместного использования воды в период дефицита (Tajikistan MONC, 2003 cited in ADB, 2014).

В этом секторе технология может считаться более желательной, если она стоит менее 10 долл. США за единицу, средняя цена в пределах 10–10 000 долл. США за единицу и менее желательной, если она стоит более 10 000 долл. США за единицу.

#### 4.2.1. Технологии количества воды

Эффективность почти всех технологий определения количества воды оценивается как более желательная, за исключением хранения поверхностных вод, которое оценивается как промежуточное. Дополнительные преимущества этих технологий также более желательны, за исключением технологий засоления и межбассейновой переброски воды, которые были оценены как менее желательные и промежуточные, соответственно.

Дополнительные затраты на эти технологии также более желательны, за исключением засоления и сбора дождевой воды (например, переносчиков болезней) (Arunachalam et al., 2010 cited in ADB, 2014), технологий, которые оцениваются как промежуточный и межбассейновый перенос воды как менее желательный (например, ущерб окружающей среде, вызванный строительством проекта и изменением экосистемы, см.: Zhang, 2009; Liu et al., 2013 cited in ADB, 2014) и хранение поверхностных вод (например, переносчик болезней, негативные последствия в речных экосистемах, перемещение населения и т. д.). См.: WCD, 2000; IWMI, 2009 cited in ADB, 2014.

Существует несколько препятствий на пути внедрения количественных технологий. Барьеры для очистки воды в местах использования<sup>21</sup> и сбора дождевой воды<sup>22</sup> оцениваются как промежуточные. Между тем, значительные препятствия для опреснения воды<sup>23</sup> между бассейнами<sup>24</sup> и хранением поверхностных вод<sup>25</sup> сделают их менее желательными. Для других технологий, основанных на количестве воды, барьеры не выявлены.

Целесообразность внедрения этих технологий в различных исследованиях оценивается как более желательная, за исключением межбассейновой переброски воды (Yevjevich, 2001 cited in ADB, 2014) и опреснения воды (в развивающихся странах этот вариант менее привлекательный из-за высоких энергетических затрат, МЭА). (ETSAP и IRENA, 2012 cited in ADB, 2014), которые были оценены как менее желательные.

21 Из-за ограниченного финансирования для очистки воды.

22 Из-за постоянных потребностей в обслуживании и мониторинге для предотвращения потенциального загрязнения и потерь воды из-за утечки и испарения.

23 Например, высокая стоимость энергии.

24 Из-за необходимости перемещения людей, значительных инженерных, планировочных, проектных и строительных затрат.

25 В связи с постоянным обслуживанием и мониторингом во избежание загрязнения поставок, потребностями в политической и общинной поддержке в рамках системы регионального уровня, необходимостью проведения инспекций и разрешений в области безопасности и строительства, правами на воду, лицензиями на забор отходов, экологическими нормативными актами, концессиями, системами владения и другими правовыми факторами (ФАО, 2010).

#### 4.2.2. Технологии качества воды

В то время, когда питьевая вода является проблемой и предназначена для промышленного использования, технологии очистки сточных вод, как централизованные, так и децентрализованные, позволяют улучшить качество воды. Расходы на единицу централизованной очистки сточных вод могут быть низкими, тогда как капитальные или эксплуатационные расходы – высокими. С другой стороны, децентрализованная очистка имеет высокую стоимость за единицу, но это не связано с какими-либо дополнительными затратами на развитие инфраструктуры и эксплуатационные расходы. Таким образом, он оценивается как промежуточный или менее желательный. Тем не менее, сопутствующие выгоды, сопутствующие затраты и осуществимость в случае их реализации оцениваются как более желательные, поскольку безопасная высококачественная вода имеет решающее значение для улучшения качества жизни и снижения заболеваемости и не имеет сопутствующих расходов.

#### 4.2.3. Технологии внутреннего затопления

В случае стран АКТ применяются три из пяти технологий внутреннего затопления:

- Структурные барьеры на пути затопления;
- Неструктурные барьеры на пути затопления;
- Размещение техники затопления.

**Технологии структурных и неструктурных барьеров.** Структурные и неструктурные барьеры против наводнений защищают уязвимые земли, людей, инфраструктуру и ресурсы от разрушений, вызванных усилением наводнений и паводков. В отличие от структурных технологий (часто называемых жестким вариантом), которые требуют строительства искусственных барьеров, таких как плотины, дамбы, шлюзы и валы, неструктурные барьеры (часто называемые мягким вариантом) делают это путем восстановления естественных защитных функций прибрежных экосистем и рельефа (ADB, 2014).

Эффективность неструктурных барьеров оценивается как более желательная, в то время как структурные барьеры оцениваются как промежуточные или менее желательные, в зависимости от типа. Преимущества неструктурных барьеров преобладают над таковыми структурных. Из-за более высоких затрат структурные барьеры классифицируются как менее желательные, в то время как более низкая стоимость неструктурных барьеров делает их более желательными. Есть несколько сопутствующих преимуществ неструктурных барьеров для внутреннего затопления<sup>26</sup> и сопутствующие расходы, в то время как основным препятствием являются ограниченные земельные ресурсы и время, необходимые для технического обслуживания. Эта технология оценивается как промежуточная.

**Размещение техники затопления.** Наводнения могут быть размещены посредством: (i) подъема зданий и инфраструктуры; (ii) проектирования конструкций для движения с уровнем воды; (iii) замедления скорости потока воды для уменьшения затопления вниз по течению. Эти технологии применимы в странах и регионах в прибрежных морских или речных районах ниже или на уровне моря и наименее эффективны в защите существую-

26 Например, защита среды обитания диких животных, поддержание качества воды, хранение воды, пополнение запасов подземных вод, борьба с загрязнением, удержание питательных веществ и переработка, а также создание высокопродуктивных районов для рыболовства (АБР, 2014).

щей инфраструктуры, поэтому уровень эффективности оценивается как промежуточный. Адаптивные подходы требуют меньше инвестиций, чем структурные барьеры. Относительная стоимость, сопутствующие выгоды и барьеры для реализации оцениваются как промежуточные, тогда как сопутствующие затраты оцениваются как более желательные, так как они стимулируют развитие в районах, подверженных наводнениям (АБР, 2014).

### 4.3. Технологические решения в транспортном секторе

Изменения в характере осадков и температуры могут повлиять на транспортную инфраструктуру, превышающую пределы проектной мощности. Обзор литературы показывает, что транспортная инфраструктура, вызванная изменением климата, существует в Афганистане и Таджикистане. Например, в Афганистане сильные наводнения могут нанести ущерб инфраструктуре до 300 млн дол. (UNEP, NEPA, and GEF, 2009). Между тем, в Таджикистане значительные последствия изменения климата проявляются на поврежденных дорожных покрытиях и мостах. Инфраструктура была смыта грязевыми потоками и лавинами, и более 300 км горных дорог являются уязвимыми перед опасными геологическими и гидрометеорологическими явлениями (Tajikistan MONC, 2003 cited in ADB, 2014).

Усовершенствованная система прогнозирования погоды и система раннего оповещения, улучшенные методы строительства с учетом жары и наводнений, улучшенное управление стихийными бедствиями и интегрированное планирование на случай непредвиденных обстоятельств могут помочь минимизировать ущерб, нанесенный мостам, дорогам и железнодорожным сетям (АБР, 2014).

Следующие четыре технологии адаптации к климату часто используются для сокращения уязвимости к изменению климата:

- Асфальт тёплого смешивания (АТС);
- Спроектированный цементный композит (СЦК);
- Активные системы демпфирования движения;
- Интеллектуальные транспортные системы (ИТС).

В этом разделе будут оцениваться три из четырех адаптационных технологий в транспортном секторе, поскольку технология активных систем демпфирования движения не специфична в случае стран АКТ.

#### 4.3.1. Асфальт теплого смешивания

Использование асфальта теплого смешивания (АТС) вместо асфальта горячего смешивания (АГС) повышает долговечность материала дорожного покрытия. Технология АТС идеально подходит как для теплого, так и для холодного климата. Добавка включена в асфальт, чтобы сделать его теплостойким и, таким образом, обеспечить более длительный срок службы при более высокой температуре (АБР, 2014). Исследование Фазаэли и др. (2012, цитируемый в АБР, 2014) показывает, что увеличение содержания FT-парафина (Сасобит) в образцах битума демонстрирует значительное повышение термостойкости. Добавки АТС Сасобит, Асфальтан-В и Ликомонт BS 100 «повышают жесткость асфальтовых вяжущих веществ, тем самым уменьшая образование колеи и трещин» (US FHWA, 2007; OSU 2012, cited in ADB, 2014).

Дополнительные добавки увеличат стоимость асфальта на единицу. Например, системы впрыска воды имеют высокие первоначальные затраты; однако они не требуют постоянного применения добавок. Между тем, органические добавки могут стоить 2–4 доллара за тонну смеси (Duwey, 2012, cited in ADB, 2014). Одним из основных преимуществ АТС является снижение стоимости топлива для отопления на 20–75 % в зависимости от используемого подхода (Chowdhury and Button, 2008; US FHWA, 2013, cited in ADB, 2014).

Снижение выбросов CO<sub>2</sub> на 30 % (Fazaeli et al., 2012 cited in ADB, 2014) уменьшает испарения и запахи (Fazaeli et al., 2012; NYC DOT, 2013, cited in ADB, 2014) и транспортабельность на более дальние дистанции, делает АТС более желательной технологией по сравнению с АГС (US FHWA, 2007; Chowdhury and Button, 2008; Fazaeli et al., 2012 cited in ADB, 2014).

С другой стороны, стоимость оценивается как средняя, поскольку производство синтетических добавок увеличит выброс CO<sub>2</sub>, в то время как более низкая потребность в тепле для АТС уменьшает этот выброс (van Vliet, Faaij, и Turkenburg 2009, cited in ADB, 2014).

Барьеры и выполнимость реализации оцениваются как промежуточные, поскольку для этой технологии требуется новое оборудование (Prowell, 2007, cited in ADB, 2014); тем не менее, нет необходимости в инвестициях в инфраструктуру.

#### **4.3.2. Спроектированный цементный композит**

Спроектированный цементный композит (СЦК) – это новая технология, предложенная для использования в мостостроении и в качестве замены традиционного бетона. Гранулированный доменный шлак с летучей золой, а также отработанный литейный песок и углеродные остатки можно использовать для бетона СЦК (Lepech et al., 2008, cited in ADB, 2014). Он применим для ремонта дорог, мостовых настилов и строительства опор мостов (Li et al., 2004, cited in ADB, 2014).

Из-за сравнительно более высокой стоимости эта технология еще не получила широкого распространения. Тем не менее, СЦК имеет несколько преимуществ по сравнению с обычным бетоном. СЦК может восстанавливать 76–100 % своей первоначальной силы благодаря способностям самовосстановления (Yang et al., 2009, cited in ADB, 2014). Согласно Шахмарану и Ли (2010, цитируемый в ADB, 2014), деформационная способность СЦК в 300–500 раз выше, чем у обычного бетона. Мост Михара в Хоккайдо, Япония, на 40 % легче традиционных, и его предполагаемый срок службы составляет 100 лет (Li, 2003). Более того, Кеолуйан и соавторы (2005, цитируется в АБР, 2014) оценили жизненный цикл СЦК и обнаружили, что он потребляет на 40 % меньше энергии, на 50 % меньше образования твердых отходов и на 38 % меньше потребления сырья, чем традиционные бетонные мосты.

#### **4.3.3. Интеллектуальная транспортная система**

В исследовании, проведенном АБР (2014.), говорится, что «... изменение климата приводит к более экстремальным температурам, которые увеличивают износ дорог, становится все более важным мониторинг дорожных условий, устранение опасностей в режиме реального времени и максимизация ресурсов на содержание дорог». Интеллектуальная транспортная система (ИТС) – это технология, которая может быть использована для минимизации рисков и обслуживания дорог посредством мониторинга их состояния в режиме реального времени.

Из-за более высокой стоимости ИТС и таких барьеров, как конфиденциальность, надежное энергоснабжение и доступ к Интернету, в обзоре литературы можно найти всего лишь несколько примеров, например, Хайдарабад, Индия (ITS International, 2013, цитируется в АБР, 2014), Сингапур (City Climate Leadership Awards, 2013, cited in ADB, 2014), Япония (Martinez et al., 2010, cited in ADB, 2014) и Бангкок, Таиланд (Yokota, 2004, cited in ADB, 2014). Тем не менее, сопутствующие выгоды, сопутствующие затраты и возможность внедрения такой системы были оценены как более желательные.

#### 4.4. Технологические решения в сфере здравоохранения

Многие страны могут столкнуться с проблемами в области общественного здравоохранения по мере повышения температуры и уменьшения количества осадков. Таджикистан может столкнуться с большей распространенностью заболеваний, передаваемых через загрязненную пищу и воду или от переносящих болезни организмов (Tajikistan MONC, 2003, cited in ADB, 2014).

Увеличение числа заболеваний, передаваемых через воду, в свою очередь, приводит к недоеданию и тепловому стрессу, росту респираторных заболеваний из-за жары и местного загрязнения воздуха, а также увеличению травматизма в результате экстремальных погодных явлений – среди прогнозируемых последствий изменения климата для здоровья человека. Технология должна обеспечить: (i) улучшение очистки и распределения воды; (ii) улучшение эпидемического надзора за болезнями; (iii) улучшение доступа к медицинской помощи, диагностики и лечения; (iv) улучшение комплексной борьбы с вредителями; (v) улучшенные системы раннего оповещения о продовольственных чрезвычайных ситуациях и системы распределения продовольствия в чрезвычайных ситуациях; (vi) улучшенное управление стихийными бедствиями; (vii) улучшенные методы управления теплом, например, охлаждающий центр и охлаждение здания; (viii) улучшенные системы прогнозирования и раннего предупреждения об экстремальных явлениях погоды и загрязнения воздуха; (ix) улучшенные технологии для уменьшения эффекта теплового острова (например, зеленые или белые крыши); (x) снижение местного загрязнения воздуха (АБР, 2014).

АБР (2014) предложил шесть технологий устойчивости к изменению климата в секторе здравоохранения:

- Долговременные инсектицидные противомоскитные сетки (ДИПМС);
- Быстрые диагностические тесты (БДТ);
- Системы наблюдения за заболеваниями;
- Система электронного здравоохранения;
- Гигиенические туалеты;
- Колодцы для питьевой воды.

В данном исследовании рассмотрена 41 технология. Однако только пять (12 %) удовлетворяют потребностям в секторе здравоохранения и пересекаются с управлением рисками стихийных бедствий. Существуют две технологии – системы электронного здравоохранения и системы раннего предупреждения (СРП) или быстрые диагностические тесты (БДТ), описанные в этом подразделе как актуальные и наиболее широко применимые в странах АКТ.



В секторе здравоохранения для определения желательности предлагаемых технологий используются следующие показатели: более желательно – менее 10 долл. США за единицу; промежуточная – 10–500 долл. США за единицу; менее желательная – более 500 долл. за единицу.

#### 4.4.1. Система электронного здравоохранения

Электронное здравоохранение – это технология, которая улучшает эпидемиологический надзор за вспышками числа вредителей и болезней, доступ к медицинскому обслуживанию, диагностике и лечению, или, другими словами, это система раннего предупреждения о чрезвычайных ситуациях, связанных с пищей, и ликвидации последствий стихийных бедствий. Эта технология пересекается, то есть удовлетворяет более чем одну потребность, с другими технологиями, связанными со здоровьем человека – быстрыми диагностическими тестами и технологиями систем раннего предупреждения и мониторинга в сфере управления рисками стихийных бедствий.

Электронное здравоохранение может включать в себя передовые вычисления, предоставляемые поставщиками медицинских услуг<sup>27</sup>, технологию связи на расстоянии<sup>28</sup> и связь с пациентами по телефону, планшетам и ноутбукам, которая является комплексной, с цифровой поддержкой и быстро разворачивается через мобильные центры электронного здравоохранения (АБР, 2014).

Технологии электронного здравоохранения можно рассматривать как экономически эффективные, поскольку они обеспечивают беспрецедентный доступ к системам здравоохранения в отдаленных районах, лечат пациентов, сводят к минимуму распространение заболеваний, сокращают ненужные медицинские тесты и методы лечения и обеспечивают осведомленность и готовность общественного здравоохранения (Holmner et al., 2012 cited in ADB, 2014).

Обзор литературы показывает, что существует несколько препятствий для внедрения этой технологии даже в развитых странах. Это отсутствие инфраструктуры и прозрачности в работе, длительное время задержки, непроверенную установку, нехватку медицинских работников на месте и качество медицинской помощи, которое трудно оценить (Agrawal et al., 2013), а также технологический потенциал и политическую волю (Holmner et al., 2012, cited in ADB, 2014). Технология требует высокой степени организационных навыков и административных систем для проведения тренингов и надзора за медицинским работником (Piette et al., 2012, cited in ADB, 2014).

#### 4.4.2. Диагностические экспресс-тесты

Диагностические экспресс-тесты (ДЭТ), также известные как «тест-полоски», представляют собой простые наборы, которые позволяют с помощью различных методов быстро диагностировать такие заболевания, как малярия, туберкулез, СПИД, сифилис и висце-

27 Примеры: электронные медицинские записи, такие как система Vista Индийской службы здравоохранения, цифровые рецепты, системы мониторинга инвентаря, управление лабораторной информацией, информационные системы аптек, системы регистрации и планирования пациентов, системы мониторинга и оценки и отслеживания пациентов, поддержка принятия клинических решений, исследования и данные коллекции.

28 Примеры: телемедицина, посещения виртуального офиса или консультации специалистов, дистанционная диагностика, автоматическая телефонная связь, звонки в службу поддержки и самообслуживания.

ральный лейшманиоз (АБР, 2014). По сравнению с традиционной лабораторной микроскопией для диагностики, ДЭТ требуют меньше времени (результаты доступны через 5–20 минут), меньшего времени обучения, без оборудования и без расходных материалов, но они имеют относительно высокую стоимость единицы и предназначены для одноразового использования (Wongsrichanalai, 2001; Moody, 2002; Mabey et al., 2004; Маухау et al., 2004; Bell and Peeling, 2006; Murray et al., 2008, cited in ADB, 2014)

Технология ДЭТ также отвечает более чем одной потребности, и ее внедрение в качестве системы раннего предупреждения и системы мониторинга улучшит эпидемический надзор за вспышками вредителей и болезней.

Несмотря на то, что ДЭТ не идеальны, они незаменимы в отдаленных районах, где существует ненадежная поставка электроэнергии для оборудования и холодильников, а также нехватка хорошо обученного персонала, что делает практически невозможным использование традиционных методов (АБР, 2014).

Из-за более низкой относительной стоимости ДЭТ является более желательной технологией, по крайней мере, в отдаленных районах. Однако ДЭТ уязвимы в случае высоких температур и сильных ветров, влажности или воздействия влаги, неспособности обнаружить пропущенные инфекции, обнаружить инфекцию с низкой концентрацией паразитов, что предопределяет неточные результаты в некоторых условиях (Wongsrichanalai, 2001; Moody, 2002; Mabey et al., 2004; Маухау et al., 2004; Bell and Peeling, 2006; Murray et al., 2008, cited in ADB, 2014).

Не требуется высококвалифицированный персонал или много времени для интерпретации результатов для того, чтобы реализовать эту технологию в отдаленных районах и сделать её использование еще более желательным, как уже упоминалось выше, (Murray et al., 2008, Wongsrichanalai, 2001; Moody, 2002, cited in ADB, 2014).

#### **4.5. Технологии управления рисками стихийных бедствий**

Увеличение наводнений из-за экстремальных погодных явлений, которые вызывают повреждение инфраструктуры, наносят вред и обуславливают перебои в работе транспорта, а также деградация инфраструктуры из-за увеличения количества осадков и жары относятся к числу последствий изменения климата, которые требуют адекватных технологий управления рисками стихийных бедствий. Потребности в технологиях для стран АКТ должны адекватно реагировать и адаптироваться, включая: (i) улучшенное прогнозирование экстремальных погодных явлений и более надежные системы раннего предупреждения; (ii) улучшенные методы строительства приспособлений против наводнений; (iii) улучшенное управление стихийными бедствиями; (iv) термостойкие и водостойкие строительные материалы и технологии (АБР, 2014).

Более трети технологий управления рисками бедствий, оцениваемых АБР (2014 г.), удовлетворяют более чем одну потребность. Аварийные убежища и технология обнаружения света и ранжирования (LIDAR) удовлетворяют три потребности, в то время как искусственное понижение уровня воды в ледниковых озерах, система раннего предупреждения, система мониторинга и социальные медиа при реагировании на стихийные бедствия являются технологиями, которые удовлетворяют две потребности.

Пять технологий управления рисками стихийных бедствий (УРСБ), оцениваемые в этой главе:

- Аварийные убежища и технология обнаружения света и ранжирования (LIDAR);
- Искусственное снижение уровня воды в ледниковых озерах;
- Система мониторинга;
- Система раннего предупреждения;
- Роль социальных сетей в реагировании на бедствия.

Технология УРСБ может быть оценена как более желательная, если она стоит менее 1,0 млн долл. США за единицу, промежуточная, если ее цена 1–10 млн долл. США за единицу, и менее желательная, если цифра превышает 10 млн долл. США за единицу.

#### **4.5.1. Технология обнаружения света и ранжирования (LIDAR) и искусственное опускание ледниковых озер**

LIDAR представляет собой слой затопления, объединенный с другими слоями, такими как землепользование и почвенный покров или транспортная инфраструктура, которая может быть использована для выявления подвергаемого риску населения и планирования соответствующего маршрута эвакуации (Sanyal and Lu, 2009; Khailani and Perera, 2013, cited in ADB, 2014). Тем не менее, несмотря на важность такой технологии, эффективность и относительная стоимость означают, что она оценивается как промежуточная, и многие малые и развивающиеся страны, такие как АКТ, не могут использовать ее из-за высокой стоимости. Альберт и соавт. (2013) указывают, что стоимость от 10 до 100 км колеблется между 468 и 936,000 долларов США.

Искусственное опускание ледниковых озер – это технология, которая полностью применяется к странам АКТ, где наблюдается стремительное таяние ледников. В результате ледниковые озера быстро заполняются, что существенно увеличивает вероятность прорыва ледниковых озер.

Существует два типа технологий мониторинга: сезонная и долгосрочная и система раннего предупреждения, используемая для мониторинга опасностей, связанных с климатом. Следующие два подраздела посвящены сезонной и долгосрочной системам мониторинга.

#### **4.5.2. Система мониторинга**

«Система мониторинга на сезонный и долгосрочный период включает, в частности, дистанционное зондирование, численное моделирование, географические информационные системы (ГИС), спутниковые индексы растительности, спутниковые оценки осадков, привязанные к сетке временные ряды осадков для обеспечения исторического контекста и мониторинг наводнений» (АБР, 2014 г.). Для этих типов систем важно определить уязвимость для общения с отдельными лицами и общинами. Кроме того, собранная информация может быть использована в специальных моделях прогнозирования урожайности (Balaghi et al., 2010, cited in ADB, 2014), используемых для картирования наводнений и условий кормления (UNEP, NEPA, and GEP, 2009, cited in ADB, 2014).

Относительная стоимость высока, более 10 млн долларов, согласно Саш и соавт. (2010, цитируется в АБР, 2014), за исключением ежегодных затрат на мониторинг и затрат на персонал. Однако существует потенциальная экономия, так как использование системы мониторинга позволит избежать катастрофы, стоимость которой намного выше, чем разработка такой системы. Роджерс и Циркунов (2011 г., цитируемый в АБР, 2014 г.) оценили

внутреннюю норму доходности такой системы в 30%. Тем не менее, сопутствующие выгоды и сопутствующие затраты были оценены как промежуточные и более желательные, соответственно, и включали барьеры для внедрения таких технологий, как: (i) финансирование; (ii) технологические знания для их использования; (iii) профессиональная интерпретация результатов экспертами, так как на результаты могут влиять многие социально-экономические и экологические переменные (Verdin et al., 2005, cited in ADB, 2014); (iv) использование результатов, не пренебрегая вероятностным характером прогноза (Ziervogel & Downing, 2004, cited in ADB, 2014).

#### **4.5.3. Система раннего предупреждения**

Система раннего предупреждения представляет собой сочетание технологий прогнозирования погоды, системы, генерирующей предупреждения, и коммуникационных технологий, которые используются для информирования людей о предстоящей угрозе. Реализация такой технологии более желательна, так как она может значительно снизить материальные потери и жизнь человека.

#### **4.5.4. Роль социальных сетей в реагировании на бедствия**

Социальные сети, такие как Twitter, Facebook, В Контакте, Одноклассники и т. д., могут использоваться для отправки предупредительных сообщений для улучшения реагирования на стихийные бедствия (землетрясения, наводнения, цунами, тайфуны и т. д.). Основными препятствиями для использования социальных сетей в этом отношении могут быть отсутствие доступа населения к Интернету и недостаток знаний об используемом оборудовании и технологиях (Huang, Chan, and Hyder, 2010, cited in ADB, 2014). В качестве альтернативы или взаимозаменяемого могут использоваться сотовые телефоны для реагирования на бедствия, в зависимости от распространенности этих технологий.

В следующем разделе будет рассмотрен вопрос о наличии таких технологий в странах АКТ по каждому сектору, описанному в настоящем разделе.

## **5. Технологические решения по адаптации к изменению климата, доступные в странах АКТ**

### **5.1. Афганистан**

#### **5.1.1. Аграрный сектор: лазерное выравнивание почв**

Обзор литературы показал, что методы лазерного выравнивания почв (ЛВП) были опробованы в восточной части Афганистана в субтропических, полуаридных и средиземноморских условиях, с морозами в зимний период на уровне 572 м. Применение методов ЛВП снижает потребность в рабочей силе, а спрос на воду снизился на 21 %, 27 % и 17 % на пшеницу, кукурузу и баклажаны соответственно. При этом урожайность выросла на 21 %, 40 % и 38 % соответственно. Более того, производительность воды выросла на 39 %, 53 % и 37 % соответственно (Hashimi et al., February, 2017)).

### 5.1.2. Водный сектор: технология снижения потерь воды

Пример показывает, что существуют некоторые технологии для снижения потерь воды. Например, это восстановление канала Нахри Карим в Афганистане при поддержке Агентства США по международному развитию (ЮСАИД) и снижение потерь воды за счет сооружения 2 910-метрового резервуара-стены, установка 24 малых и трех больших водораспределителей, строительство трех водопропускных труб для облегчения транспортировки сельскохозяйственной продукции, улучшение четырех старых проходов во избежание повреждения канала наводнением. Благодаря предотвращению потери воды, проект также смог обеспечить орошение дополнительных 100 гектаров земли в деревне Ахмадзай (ЮСАИД/Афганистан, 2011).

### 5.1.3. Сектор здравоохранения: электронное здравоохранение

**Программа электронного здравоохранения АКДН в регионе: пример Афганистана и Таджикистана.** В 2007 г. Французский медицинский институт матери и ребенка (FMICs/ФМИМР) приступил к осуществлению программы электронного здравоохранения в рамках более широкой программы АКДН по расширению доступа населения к высококачественному медицинскому обслуживанию и использованию информационно-коммуникационных технологий в секторе здравоохранения Афганистана и Таджикистана, охватывающей около 25 000 человек.

Программа «Э-Здравоохранение» объединяет шесть больниц региона: ФМИМР, провинциальные больницы Бамяма и Файзабада, региональную больницу Мирвайс Кандагар в Афганистане, центральную больницу г. Хорога Горно-Бадахшанской Автономной области в Таджикистане и университетскую больницу Ага Хана в Карачи и одну больницу в Париже.

Услуги электронного здравоохранения включают телеконсультации по различным специальностям, включая телерадиологию (интерпретацию компьютерных томографов, маммограммы и изображений МРТ), телепатологию (совместную работу по изучению и диагностике заболеваний) и проведение телеконсультаций в реальном времени по таким специальностям, как кардиология, акушерство/гинекология и педиатрия, неврология взрослых и детская неврология. Также развивается электронное обучение, и с 2008 г. по настоящее время в участвующих больницах таким образом было зарегистрировано 7000 случаев. Есть также планы по расширению таких услуг в Кыргызской Республике (ФМИМР)<sup>29</sup>.

### 5.1.4. Управление рисками стихийных бедствий: система мониторинга и система раннего предупреждения о голоде

**Система наблюдения.** Одним из примеров является Афганистан, где шестилетний проект по вовлечению, адаптации и наращиванию потенциала (ПВАНП), осуществляемый Калифорнийским университетом в Дэвисе и Техасском университете А&М и финансиру-

29 Для получения более подробной информации см.: Французский медицинский институт для матери и ребенка: <https://www.fmic.org.af/AboutUs/eHealth/Pages/default.aspx>; Телездравоохранение в постконфликтных зонах: шестилетние результаты трансграничной программы электронного здравоохранения [https://www.medetel.eu/download/2013/parallel\\_sessions/presentation/day2/Telehealth\\_in\\_post\\_conflict.pdf](https://www.medetel.eu/download/2013/parallel_sessions/presentation/day2/Telehealth_in_post_conflict.pdf); Как электронное здравоохранение меняет жизнь в Афганистане. <http://www.akdn.org/news/how-e-health-changing-lives-afghanistan>

емый ЮСАИД (UNEP, NEPA, and GEF /ЮНЕП, НЭПА и ГЭФ, 2009,) еще раз подтвердил, что любые усилия по созданию такой системы без подготовленного местного персонала и дальнейшего стабильного финансирования будут прекращены к концу проекта. «В рамках этого проекта были предоставлены данные мониторинга уязвимости по возникающим кормовым условиям животноводов, среди прочих технологий, предназначенных для содействия развитию животноводства в стране. Прогнозы, основанные на спутниковых снимках, моделировании роста растений и наземном мониторинге, имели форму карт и бюллетеней и предоставлялись скотоводам и лицам, принимающим решения по пастбищам, с шагом 90 дней на национальном уровне» (АБР, 2014).

**Сеть систем раннего оповещения о голоде (ССРОГ-NET)** состоит из пяти правительственных учреждений США и двух частных подрядчиков<sup>30</sup>. ССРОГ-NET обеспечивает раннее предупреждение и анализ острой продовольственной безопасности с акцентом на две страны Центральной Азии: Афганистан и Таджикистан. ССРОГ-NET выпускает: (i) ежемесячные отчеты и карты, детализирующие текущую и прогнозируемую нехватку продовольствия; (ii) своевременное оповещение о возникающих или вероятных кризисах (iii) специализированные отчеты о погоде и климате, рынках и торговле, сельскохозяйственном производстве, средствах к существованию, питании и продовольственной помощи. По состоянию на март 2016 года, ССРОГ-NET перешел от регулярной ежемесячной отчетности к специальной отчетности в случае Таджикистана, в то время как для Афганистана отчетность по-прежнему осуществляется ежемесячно<sup>31</sup>.

Основным ограничением этого источника информации для обеих стран является то, что предоставляемая информация на английском языке, таким образом, языковой барьер представляет собой главное препятствие для местных властей.

## 5.2. Кыргызстан

### 5.2.1. Сельское и водное хозяйство: капельное орошение

Внедрение технологии капельного орошения в сухом континентальном климате Ошской области, Кыргызстан, при выращивании томатов в полевых условиях обеспечило увеличение доходов фермеров в 7,5 раза, увеличение урожайности томатов в 2 раза и экономию воды в 3 раза, т.е. 33,8 м<sup>3</sup> против 100,3 м<sup>3</sup> на 100 м<sup>2</sup> земельных участков по сравнению с бороздовым поливом (Трансформация мелкого орошения, сентябрь 2017 года).

### 5.2.2. Сектор здравоохранения: электронное здравоохранение

Программа электронного здравоохранения Кыргызской Республики на 2016–2020 гг. была утверждена Правительством Кыргызстана в 2015 г. Министр здравоохранения страны Талантбек Батыралиев объявил<sup>32</sup>, что в 2017 г., в рамках пилотного проекта была внедрена система электронного здравоохранения в Иссык-Кульской областной больнице, Ошской детской больнице, Ноокатской больнице, Ала-Букинской и Аксынской террито-

30 ССРОГ-NET, возглавляемая ЮСАИД, также опирается на опыт Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА), Национального управления океанических и атмосферных исследований (NOAA), Министерства сельского хозяйства США (МСХ США) и Геологической службы США (ГС США).

31 Сеть систем раннего оповещения о голоде. <http://www.fews.net/about-us>

32 Э-здравоохранение начинает работать в нескольких больницах Кыргызстана. <http://kabar.kg/eng/news/e-health-starts-working-in-several-hospitals-of-kyrgyzstan/>

риальных больницах. Электронное здравоохранение находится в зачаточном состоянии, и разработка программы электронного здравоохранения зависит от хорошо обученного персонала. Электронное здравоохранение должно стать частью развития концепции цифрового правительства.

### **5.2.3. Управление рисками стихийных бедствий: система раннего предупреждения**

В Кыргызстане действует система раннего предупреждения, и в исследовании Стакер и др. (2012) утверждается, что «... когда начинаются проливные дожди, заблаговременные трансграничные предупреждения поступают от управляющих водными ресурсами к коллегам, мэрам, управляющим фермами и/или друзьям вниз по течению. Вызовы раннего предупреждения дают ассоциациям водопользователей (АВП) примерно 2–4 часа на подготовку, открытию боковых или параллельных каналов и открытию плотины, дамбы. Системы раннего оповещения позволяют группам поддержки в случае стихийных бедствий, особенно в верховьях реки Ходжа-Бакырган, предупреждать домохозяйства у реки. Местные органы власти предоставили несколько телефонов для этой цели» (цитируется в АБР, 2014).

## **5.3. Таджикистан**

### **5.3.1. Аграрный сектор: лазерное выравнивание почв лазером**

Исследование, проведенное в ноябре 2007 г. Абдуллаевым и др., показывает, что в Таджикистане показатель расхода воды в системе ЛВП снижается на 333 м<sup>3</sup>/га по сравнению с необработанным полем, а среднегодовой чистый доход фермеров от поля, обработанного лазером, на 22 % выше, чем от необработанного поля.

Интервью с исполнительным директором кооператива *Сароб* показывает, что некоторые технологические решения в сельскохозяйственном секторе теперь доступны в Таджикистане (см. Вставку 2).

## Вставка 2. Доступные технологические решения в аграрном секторе: Таджикистан

С точки зрения потенциального финансирования и рыночных перспектив, технология адаптации к изменению климата может быть обеспечена за счет частного финансирования, научных учреждений, международных организаций, совместного финансирования или партнерства между государственным и частным секторами.

В интервью с исполнительным директором кооператива *Сароб* указывается, что в Таджикистане тоже имеются некоторые технологии, и они уже предоставляются некоторым фермерам. Такая технология действует и в двух других соседних странах – Афганистане и Кыргызстане.

В Таджикистане широко используется технология нулевой обработки почвы. В настоящее время *Сароб*, поставляя такие технологии на таджикский рынок, предоставляет подобные услуги фермерам и охватывает почти 1000 га. Стоимость этих услуг колеблется в пределах 250–300 сомони (национальная валюта Таджикистана), что эквивалентно 28–34 долларам США за гектар, включая топливо. Внедренная технология нулевой обработки почвы позволила увеличить урожай пшеницы в богарных районах на 40 %. Комбинированный эффект, то есть внедрение нового сорта семян и технологии нулевой обработки почвы повысил урожайность на 100 %. На орошаемых землях нулевая технология позволила сократить количество используемой воды, увеличить урожайность и уменьшить засоление почвы. Это лишь некоторые из положительных эффектов от внедрения такой технологии. Кроме того, было сэкономлено время благодаря обычной обработке почвы, требующей почти один месяц, что позволяет сеять кукурузу сразу после пшеницы, получая при этом два урожая с одной и той же площади, в то же время обеспечивая севооборот в течение года.

Технология выравнивания почвы лазером еще не внедрена, но внедрить ее планируется через несколько лет. Стоимость услуг, предоставляемых фермерам на гектар, будет такой же, как и услуг технологии нулевой обработки почвы. Стоимость технологии колеблется от \$7000 до \$15000 в зависимости от производителя.

Из-за нехватки времени и персонала *Сароб* уделяет меньше времени оценке влияния каждой технологии на изменение урожайности, объем водопотребления на гектар, уровень засоления, подземные воды, экономию времени и трудозатрат, а также используемого топлива. Кооператив уже обратился в Таджикский аграрный университет и Академию сельскохозяйственных наук с инициативой поддержать научные исследования их студентов, предоставляя все средства и покрывая все связанные с этим расходы.

Есть возможности для дальнейшего роста, но из-за ограничений в отношении финансовых ресурсов и обученного персонала, некоторые технологии еще не внедрены.

Источник: Интервью с исполнительным директором кооператива *Сароб* Муминовым Мухаммади.

### 5.3.2. Водное хозяйство: технология капельного орошения

Технология капельного орошения под давлением также доступна на рынке и стоит от 2000 до 4000 долларов США в зависимости от склонов земли и в основном применяется в богарных районах, которые используются для развития садоводства. Развитие садовод-



ства, по решению Правительства Таджикистана, допускается только в богарных районах. Сароб не использует широко технологию капельного орошения на орошаемых землях, и из-за ограниченных финансовых ресурсов фермеров оценка количества воды, сэкономленной в результате перехода от паводкового к капельному орошению, была пока невозможна (Интервью с директором кооператива *Сароб*).

### 5.3.3. Сектор здравоохранения: электронное здравоохранение

В 2011 г. в Таджикистане была принята политика/стратегия в области электронного здравоохранения, и для ее реализации был выделен специальный фонд, однако она была реализована лишь частично. Стратегическая политика в области электронного здравоохранения касается только здоровья женщин и детей и контролирует их здоровье, отслеживая несколько показателей на ежегодной основе. Высшие учебные заведения предлагают обучение студентов-медиков в области ИКТ. Вмешательство правительства можно обобщить следующим образом: (i) законы, нормативные акты, директивы по качеству и руководящие принципы; (ii) сертификация, аккредитация, печать одобрения или печать качества; (iii) специальный веб-сайт; (iv) онлайн-безопасность для детей; (v) законы о конфиденциальности для защиты личных данных граждан независимо от формата (бумажного или цифрового). Однако социальные сети, такие как Facebook, Twitter и YouTube, не используются (ВОЗ, 2013).

### 5.3.4. Управление рисками стихийных бедствий: системы мониторинга и раннего предупреждения

Система мониторинга и раннего оповещения (СМРО) в Таджикистане была внедрена в Министерстве экономического развития и торговли в мае 2007 г. Ежемесячные отчеты по мониторингу рисков, посредством обобщения данных из разных источников, предоставляют регулярную информацию и краткий анализ по оценке природных, экономических факторов, наводнений, а также факторов, связанных с энергией и другими рисками. Первоначально она была поддержана страновым офисом ПРООН в Таджикистане, а с августа 2014 г. финансировалась ЮСАИД. В докладе приводятся обзор опасностей по типам с 2000 года на ежемесячной основе и прогнозы погоды на предстоящий месяц<sup>33</sup>.

## 6. Заключение и рекомендации

### 6.1. Выводы

Целью настоящего анализа явилось определение политики и технологий адаптации к изменению климата в каждом уязвимом секторе экономики, чтобы смягчить последствия изменения климата и в то же время способствовать инновациям. Согласно АБР (2014), каждое технологическое решение, применимое к региону, оценивалось по эффективности, относительной стоимости, сопутствующим выгодам и сопутствующим издержкам, а также осуществимости и масштабам внедрения. Для достижения поставленной цели были

33 Мониторинг и раннее предупреждение в Таджикистане. [https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/TJK\\_Monitoring\\_and\\_Early\\_Warning\\_Report\\_April\\_2012\\_ENG.pdf](https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/TJK_Monitoring_and_Early_Warning_Report_April_2012_ENG.pdf); [http://untj.net/files/Publications/DRMP/Monitoring\\_and\\_Early\\_Warning\\_Report/TJK\\_Monitoring\\_and\\_Early\\_Warning\\_Report\\_March\\_2015\\_ENG.pdf](http://untj.net/files/Publications/DRMP/Monitoring_and_Early_Warning_Report/TJK_Monitoring_and_Early_Warning_Report_March_2015_ENG.pdf)

рассмотрены текущее и будущее развитие климата и политики, оценены соответствующие технологические решения, а также доступность таких технологий в странах АКТ.

Обзор текущей и будущей климатической ситуации показывает, что во всех трех странах изменение климата – неизбежный процесс, что делает их одними из самых уязвимых стран в мире в этом отношении.

Анализ имеющихся технологических решений в Таджикистане в рамках проекта CLIMADAPT показывает, что они охватывают только сельскохозяйственный и водный секторы (иригационные технологии, то есть технологии водосбережения и переработки сельскохозяйственной продукции), а также жилищные условия населения, в то время как секторы здравоохранения и транспорта, а также технологии управления рисками стихийных бедствий не включены в список. Однако некоторые предлагаемые технологические решения связаны со смягчением последствий изменения климата и направлены на сокращение неденежной бедности, а не на политику адаптации к изменению климата.

Текущая политика адаптации к изменению климата в каждой стране в основном финансируется партнерами по развитию и донорами, занимающимися вопросами развития. Делается это почти без системного подхода даже в рамках международного сообщества, за исключением Стратегической программы по устойчивости к изменению климата, которая была недавно разработана для уязвимых стран Европейским банком реконструкции и развития, Азиатским банком развития и Всемирным банком в рамках Первого совместного Многостороннего банка развития (МБР). Между тем, финансирование мероприятий по адаптации к изменению климата в рамках государственного бюджета недостаточно либо из-за бюджетных ограничений, либо из-за неправильного понимания общих последствий изменения климата для секторов экономики и здоровья людей. Однако на основе анализа отраслевого бюджета можно найти некоторые статьи расхода, направленные на сохранение почвы из-за наводнения в речном бассейне (защита прибрежной реки), например, в бюджете Министерства энергетики и водных ресурсов Таджикистана. Эти мероприятия по адаптации к изменению климата могут рассматриваться как управление рисками стихийных бедствий и должны классифицироваться как меры, принимаемые для сведения рисков изменения климата к минимуму. Другим примером является возвращение деградированной почвы в культивацию посредством мер, принятых для минимизации засоления и снижения уровня грунтовых вод. Такой пример также можно найти в двух других странах.

Таяние ледников является одним из последствий изменения климата и одной из основных проблем для стран АКТ, где энергия производится в основном малыми, средними и большими гидроэлектростанциями (ГЭС). Хотя страны АКТ столкнутся с дефицитом энергии в долгосрочной перспективе, в результате сокращения объема ледников меньше энергии вырабатывается ГЭС. Таким образом, сегодня необходимо предпринять шаги для адаптации технологий по выработке ветровой и солнечной энергии.

## **6.2. Рекомендации**

Поскольку изменение климата – это постоянный процесс, а смягчение последствий изменения климата за счет сокращения выбросов парниковых газов – это процесс длительный и долгий, подготовка общества к адаптации к изменению климата должна быть в повестке дня каждой страны.

Следует обратить внимание на общие и руководящие принципы для отслеживания финансирования адаптации к изменению климата, согласованные между Многосторонними банками развития (МБР) и Международным клубом финансирования развития (МКФР)<sup>34</sup>. Они должны использоваться для отслеживания рисков и определения намерения устранить выявленные риски в проектом документе уязвимости и воздействия, связанных с изменением климата, а также с указанием на прямую связь между выявленными рисками, уязвимостями и воздействиями и их финансируемой деятельностью (более подробную информацию см. в Общих принципах адаптации к изменению климата МБР и МКФР, март 2015 г./ MDB & IDFC Climate Change Adaptation Common Principles, March 2015).

Следует также принять выводы, сделанные в разделе 4 настоящего отчета, относительно других азиатских стран об адаптации технологий борьбы с изменением климата на основе определенных критериев. Также необходимо обновить список поставщиков услуг и технологий. Анализ лучших практик из других частей Азии показывает, что некоторые секторы в странах АКТ не являются приоритетными для обеспечения устойчивости к изменению климата.

Далее следуют конкретные рекомендации:

### **1. Устранение существующих пробелов**

- Шесть групп пробелов в деятельности по изменению климата следующие: (1) Политические, институциональные и управленческие пробелы; (2) Экономические и финансовые пробелы; (3) Пробелы в образовании и наращивании потенциала; (4) Пробелы в обмене знаниями; (5) Пробелы в технологии, методологии, практике и инфраструктуре; (6) Научно обоснованные пробелы в информации и данных, выявленные Научно-исследовательским институтом горных сообществ Университета Центральной Азии (январь 2018 г.) в политике по изменению климата в Кыргызстане и Таджикистане<sup>35</sup>. Эти проблемы должны решаться посредством систематических подходов и инклюзивных процессов, тесного сотрудничества и взаимодействия между соответствующими правительственными органами и партнерами по развитию для успешного осуществления программ и проектов по адаптации к изменению климата.

### **2. Мониторинг и оценка**

- Оценка эффективности реализации проектов по адаптации к изменению климата должна отслеживаться в течение всего жизненного цикла проектов независимыми оценщиками с соответствующими инструментами мониторинга и оценки, средствами проверки, с определенными базовыми и целевыми показателями.

### **3. Механизм финансирования**

<sup>34</sup> МКФР, сеть из 23 национальных и региональных банков развития с севера и юга. Члены МКФР имеют подтвержденный опыт выдающихся успехов, инноваций и компетентности в области финансирования развития.

<sup>35</sup> Тем не менее, существуют законы, стратегии, программы, планы и документы; подписаны различные конвенции; реализованы различные программы и проекты для поддержки деятельности по борьбе с изменением климата, такие как смягчение последствий, снижение риска бедствий и защита окружающей среды.

- Технологии адаптации к изменению климата могут и должны финансироваться в рамках бюджета частным сектором и партнерами по развитию в рамках многостороннего фонда развития, совместного финансирования или государственно-частного партнерства;
- Могут быть созданы и использованы национальные фонды для внедрения технологий адаптации к климату;
- Все мероприятия по адаптации к изменению климата и инвестиции в странах АКТ должны быть согласованы с разработкой процессов планирования бюджета центрального правительства для обеспечения эффективного осуществления принятых мероприятий;
- Использование технологий адаптации к изменению климата будет расширено, если процентная ставка по кредитам, предназначенным для покупки этих технологий, будет низкой и предложена клиенту на более длительный период. Высокая процентная ставка (22–24 % годовых)<sup>36</sup> по кредитам, связанным с изменением климата, служит барьером для расширения технологий адаптации к изменению климата. Сообществу доноров также следует рассмотреть возможность предоставления льготных займов правительствам стран, которые особенно уязвимы к изменению климата, для обеспечения деятельности по адаптации к изменению климата;
- Кроме того, наряду с историями успеха, представленными на портале CLIMADAPT и местными финансовыми учреждениями, которые занимались предоставлением займов для технологий адаптации к климату, было бы полезно отразить также отзывы заемщиков об их опыте. Однако это следует оценивать независимо учреждениям. Необходимо предпринять шаги, чтобы предсказать, как осуществить финансирование адаптации к изменению климата, принимая во внимание препятствия, какие шаги необходимо предпринять для облегчения и расширения передовой практики, которая служит стимулом для дальнейшей политики адаптации к изменению климата, способствующей инновациям, и для обеспечения дальнейшего устойчивого роста. Эта практика может быть воспроизведена в других соседних странах с аналогичными климатическими условиями;
- Будет полезно узнать больше о механизмах финансирования проекта Европейской комиссии «Повышение конкурентоспособности таджикского агробизнеса (ЕСТАР)»<sup>37</sup>. Этот проект наряду с предоставленными кредитами предлагает получателям кредитов 20 % грантов, которые почти компенсируют процентную ставку, которая будет выплачена позже. Такая схема позволяет заемщикам минимизировать стоимость процентной ставки, благодаря чему сэкономленная сумма может быть дополнительно инвестирована для обеспечения их конкурентоспособности и расширения производства.

36 Однако ниже, чем другие кредитные линии в этих финансовых учреждениях для других кредитных линий.

37 Этот проект реализован Франкфуртской школой финансов и менеджмента, которая способствует сокращению бедности и экономическому росту в Таджикистане, способствуя развитию таджикских агропродовольственных цепочек добавленной стоимости, конкурентоспособности агропродовольственных предприятий, а также качеству и сбыту их продукции. Более подробная информация размещена на сайте проекта. <http://www.ectap.org/>

#### 4. Стимулы и продвижение технологий

Для облегчения процесса адаптации технологий к изменению климата правительства стран АКТ могут предоставить такие стимулы, как:

- Освобождение импортированных технологий адаптации к климату от таможенных пошлин, налогов на добавленную стоимость и других связанных налогов;
- Местные производители и поставщики услуг могут быть освобождены от подоходного налога в случае использования технологий устойчивости к изменению климата;
- Распределение средств из отраслевого бюджета на технологии адаптации к климату;
- Процентные ставки могут быть покрыты правительством для тех, кто планирует внедрить технологию устойчивости к изменению климата.

#### 5. Секторальный охват

- Политика адаптации к изменению климата должна охватывать сельское хозяйство и транспорт, водные ресурсы, здоровье человека и управление рисками бедствий. Некоторые меры будут иметь синергические эффекты, т.е. улучшение или меры, предпринятые в одном секторе, приведут к улучшению в других секторах.

#### 6. Обмен знаниями

- Каждая страна региона должна узнать друг у друга и из других регионов лучшие методы климатической устойчивости. Например, Центр по изменению климата Кыргызстана предоставляет почти все связанные с климатом мероприятия и документы, включая законодательство, в то время как тот же центр в Таджикистане располагает весьма ограниченной информацией. С другой стороны, механизм CLIMADAPT, предназначенный Таджикистану, обобщает всю деятельность по адаптации к изменению климата и может быть рассмотрена как передовая практика в Кыргызстане.

#### 7. Использование информационных технологий

- Разработка приложений для платформ Android, Windows и iOS по устойчивости к изменению климата была облегчена соответствующими учреждениями на общих платформах, которые включают всю информацию и ресурсы по адаптации к изменению климата. Это может быть полезным инструментом, особенно на местном языке. Альтернативно, или взаимозаменяемо, сообщения могут быть отправлены мобильной компанией людям о предполагаемых климатических опасностях.

## Список использованной литературы

- Abdullaev, I., Hassan, M.M., Jumaboev, K. November 2007. Water saving and economic impacts of land levelling: The case study of cotton production in Tajikistan. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/227309894\\_Water\\_saving\\_and\\_economic\\_impacts\\_of\\_land\\_leveling\\_The\\_case\\_study\\_of\\_cotton\\_production\\_in\\_Tajikistan](https://www.researchgate.net/publication/227309894_Water_saving_and_economic_impacts_of_land_leveling_The_case_study_of_cotton_production_in_Tajikistan) [accessed Feb 05 2018].
- ADB. Building Capacity for Climate Resilience in Tajikistan. Under Pilot Programme for Climate Resilience <https://www.adb.org/projects/45436-001/main>
- ADB (May 2016). Tajikistan: Building Capacity for Climate Resilience. Mid-term Report. Retrieved from <https://www.adb.org/sites/default/files/project-document/189546/45436-001-tacr-02.pdf>
- ADB (2014). Technologies to support climate change adaptation in Asia. Retrieved from <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/149400/technologies-climate-change-adaptation.pdf>
- Clements, R., J. Haggard, A. Quezada, and J. Torres (2011). Technologies for Climate Change Adaptation – Agriculture Sector. X. Zhu (Ed.). UNEP Risø Centre, Roskilde, 2011.
- Climate Invest Fund. Pilot Programme for Climate Resilience. Retrieved from <https://www.climateinvestmentfunds.org/fund/pilot-program-climate-resilience>
- CLIMADAPT: Finance Technology Innovation. <http://climadapt.tj/>
- Committee for Emergency Situations and Civil Defense under the Government of Tajikistan. Retrieved from [http://www.toptj.com/News/2018/02/06/v-tadzhikistane-usherb-ot-stikhiynykh-bedstviy-za-2017-god-ocenivaetsya-v-\\$500-mln](http://www.toptj.com/News/2018/02/06/v-tadzhikistane-usherb-ot-stikhiynykh-bedstviy-za-2017-god-ocenivaetsya-v-$500-mln)
- Christiansen, L. A. Olhoff and Trærup S.(eds.): Technologies for Adaptation: Perspectives and Practical Experiences, UNEP Risø Centre, Roskilde, 2011. Retrieved from <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8040/-Technology%20Transfer%20Perspectives%20Series%20Technologies%20for%20Adaptation%20%20%20Perspectives%20and%20Practical%20Experiences-20111073.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- E-Health and innovation in women's and children's health in Tajikistan. Retrieved from <http://www.who.int/goe/publications/atlas/2013/tjk.pdf?ua=1>
- Elliot, M., Armstrong, A., Lobuglio, J. and Bartram, J. (2011). Technologies for Climate Change Adaptation – The Water Sector. T. De Lopez (Ed.). Roskilde: UNEP Risoe Centre. Retrieved from <http://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/onu/issue06/1149-eng.pdf>
- Environmental Change and Forced Migration Scenarios. Synthesis Report. Case Study of Kyrgyzstan. Retrieved from [http://rosamartinez.org/wp-content/uploads/2015/11/Migraciones-y-Cambio-Climatico\\_EACHFOR.pdf](http://rosamartinez.org/wp-content/uploads/2015/11/Migraciones-y-Cambio-Climatico_EACHFOR.pdf)
- Enhanced Competitiveness of Tajik Agribusiness Project (ECTAP). <http://www.ectap.org/investments-in-agriculture-and-agribusiness-/the-grant-facility/>
- Famine Early Warning Systems Network (FEWS-NET). <http://www.fews.net/about-us>
- French Medical Institute for Mothers and Children <https://www.fmic.org.af/AboutUs/eHealth/Pages/default.aspx>
- Fay, M., Block, R. I., Ebinger, J. (2010). Adapting to Climate Change in Eastern Europe and Central Asia. World Bank. © World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/2407>.

- Füssel, H. M. (2009). Development and Climate Change (Background Note): Review and Quantitative Analysis of Indices of Climate Change Exposure, Adaptive Capacity, Sensitivity, and Impacts. Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK), Germany. Retrieved from [http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2010/Resources/5287678-1255547194560/WDR2010\\_BG\\_Note\\_Fussel.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2010/Resources/5287678-1255547194560/WDR2010_BG_Note_Fussel.pdf)
- Groenigen, K. J. van, Kessel, C. van; & Hungate B. A. (2013). Increased greenhouse-gas intensity of rice production under future atmospheric conditions. *Nature Climate Change* volume 3, pages 288–291 (2013). doi:10.1038/nclimate1712.
- Hashimi, Sh., Ganji, H., Kondo, M., Ito, R., Kajisa, T. (February 2017). Laser land levelling for crop yield and water efficiency in eastern Afghanistan. *International Journal of GEOMATE*, Aug, 2017, Vol.13, Issue 36, pp.116–121 Geotec., Const. Mat. & Env., ISSN:2186-2990, Japan, DOI: <http://dx.doi.org/10.21660/2017.36.2869>.
- How e-health is changing lives in Afghanistan. <http://www.akdn.org/news/how-e-health-changing-lives-afghanistan>
- Iliasov, Sh., Yakimov, V. The Kyrgyz Republic's Second National Communication to The United Nations Framework Convention on Climate Change. UNDP. Bishkek: 2013
- Khakimov, P., Mahmadbekov, M. (2009). Environmental Change and Forced Migration Scenario (EACH-FOR). Tajikistan Case Study Report. Retrieved from [https://proyectoambientales.files.wordpress.com/2011/05/csr\\_tajikistan\\_090330.pdf](https://proyectoambientales.files.wordpress.com/2011/05/csr_tajikistan_090330.pdf)
- Khakimov, P., Aliev, J., International Food Policy Research Institute Study (IFPRI, 2018 forthcoming). Climate Change Effects on Population and Agriculture Sector of Tajikistan.
- Kyrgyz Republic Pilot Program for Climate Resilience (2016). Development of the Strategic Programme for Climate Resilience. Retrieved from [https://www.climateinvestmentfunds.org/sites/default/files/meeting-documents/kyrgyz\\_republic\\_ppcr-joint\\_mission\\_-\\_april\\_18-22\\_2016\\_-\\_aide\\_memoire.pdf](https://www.climateinvestmentfunds.org/sites/default/files/meeting-documents/kyrgyz_republic_ppcr-joint_mission_-_april_18-22_2016_-_aide_memoire.pdf)
- Leslie T, et al. (June 2014). Rapid diagnostic tests to improve treatment of malaria and other febrile illnesses: patient randomised effectiveness trial in primary care clinics in Afghanistan. Retrieved from <http://www.bmj.com/content/bmj/348/bmj.g3730.full.pdf>
- Multilateral Development Banks and International Development Finance Club (March 2015). Common Principles for Climate Adaptation Finance Tracking. Retrieved from <http://pubdocs.worldbank.org/en/222771436376720470/010-gcc-mdb-idfc-adaptation-common-principles.pdf>
- Monitoring and Early Warning in Tajikistan. [https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/TJK\\_Monitoring\\_and\\_Early\\_Warning\\_Report\\_April\\_2012\\_ENG.pdf](https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/TJK_Monitoring_and_Early_Warning_Report_April_2012_ENG.pdf)
- Monitoring and Early Warning in Tajikistan. [http://untj.net/files/Publications/DRMP/Monitoring\\_and\\_Early\\_Warning\\_Report/TJK\\_Monitoring\\_and\\_Early\\_Warning\\_Report\\_March\\_2015\\_ENG.pdf](http://untj.net/files/Publications/DRMP/Monitoring_and_Early_Warning_Report/TJK_Monitoring_and_Early_Warning_Report_March_2015_ENG.pdf)
- O'Brien, K., Eriksen, S., Nygaard, L. P., and Schjolden, A. (2007). Why different interpretations of vulnerability matter in climate change discourses. *Climate Policy*, 7:73–88.
- OECD Green Action Programme (November 2016). Financing Climate Action in Kyrgyzstan. Retrieved from [https://www.oecd.org/environment/outreach/Kyrgyzstan\\_Financing\\_Climate\\_Action.Nov2016.pdf](https://www.oecd.org/environment/outreach/Kyrgyzstan_Financing_Climate_Action.Nov2016.pdf)

Tajikistan: Strategic Programme for Climate Resilience. Prepared under the pilot programme for climate resilience. Retrieved from [https://www.climateinvestmentfunds.org/sites/default/files/meeting-documents/spcr\\_tajikistan\\_revised\\_012511\\_0.pdf](https://www.climateinvestmentfunds.org/sites/default/files/meeting-documents/spcr_tajikistan_revised_012511_0.pdf)

Transforming Smallholder Irrigation (September 2017). Tajikistan and Kyrgyzstan: higher yield for farmers. Retrieved from <https://smallholderirrigation.ideglobal.org/results/tajikistan-and-kyrgyzstan-key-metrics-to-measure-impact>

Safe City Improves Traffic, Cuts Crime: Dushanbe, Tajikistan. <http://e.huawei.com/en/case-studies/global/2015/201504031050>

Strategic Programme for Climate Resilience in Kyrgyzstan [https://www.climateinvestmentfunds.org/sites/default/files/meeting-documents/kyrgyz\\_republic\\_ppcr-joint\\_mission\\_-\\_april\\_18-22\\_2016\\_-\\_aide\\_memoire.pdf](https://www.climateinvestmentfunds.org/sites/default/files/meeting-documents/kyrgyz_republic_ppcr-joint_mission_-_april_18-22_2016_-_aide_memoire.pdf)

Strategic Programme for Climate Resilience in Tajikistan [https://www.climateinvestmentfunds.org/sites/default/files/meeting-documents/spcr\\_tajikistan\\_revised\\_012511\\_0.pdf](https://www.climateinvestmentfunds.org/sites/default/files/meeting-documents/spcr_tajikistan_revised_012511_0.pdf)

Sustainable Development Knowledge Platform. Retrieved from <https://sustainabledevelopment.un.org/sdgs>

University of Central Asia, Graduate School of Development, Mountain Societies Research Institute of (UCA, GSD, MSRI, January 2018). Climate Vulnerability & Adaptive Capacity of Mountain Societies in Central Asia. Research Report No 1. Retrieved from <http://www.ucentralasia.org/Research/Item/1578>

UNPD. NHDR, 2012, Tajikistan: Poverty in the Context of Climate Change. Retrieved from [http://hdr.undp.org/sites/default/files/tajikistan\\_2013.pdf](http://hdr.undp.org/sites/default/files/tajikistan_2013.pdf)

United Nation Environment Programme (UNEP). <https://www.unenvironment.org/explore-topics/climate-change/what-we-do/mitigation>

UNEP (August 2017). Climate change adaptation technologies for water: a practitioner's guide to adaptation technologies for increased water sector resilience. Retrieved from <https://www.ctc-n.org/resources/climate-change-adaptation-technologies-water-practitioner-s-guide-adaptation-technologies>

University of Notre Dame, NDGAIN. <https://gain.nd.edu/our-work/country-index/methodology/>

World Bank, Climate change knowledge portal. Retrieved from <http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/countryprofile>

World Bank, Ending Poverty in Tajikistan (October 2017). Retrieved from [http://www.worldbank.org/en/news/infographic/2017/10/17/ending-poverty-in-tajikistan?CID=ECA\\_FB\\_Tajikistan\\_EN\\_EXT](http://www.worldbank.org/en/news/infographic/2017/10/17/ending-poverty-in-tajikistan?CID=ECA_FB_Tajikistan_EN_EXT)

WHO (2013). E-Health and innovation in women's and children's health in Tajikistan. <http://www.who.int/goe/publications/atlas/2013/tjk.pdf?ua=1>

Zhu, X., Clements, R., Hagggar, J., Quezada, A., & Torres, J. (2011). Technologies for Climate Change Adaptation – Agriculture Sector. Roskilde: Danmarks Tekniske Universitet, Risø National laboratoriet for Bæredygtig Energi. (TNA Guidebook Series). Retrieved from [http://orbit.dtu.dk/files/5706575/Technologies\\_for\\_Climate\\_Change\\_Adaptation\\_Agriculture\\_sector.pdf](http://orbit.dtu.dk/files/5706575/Technologies_for_Climate_Change_Adaptation_Agriculture_sector.pdf)



## Приложения

### Приложение 1. Показатели уязвимости и прироста и Индекс GAIN Университета Нотр-Дам

---

#### Индекс GAIN

Индекс GAIN состоит из двух ключевых аспектов адаптации к изменению климата: уязвимость и готовность.

Измерение уязвимости измеряет подверженность страны, чувствительность и способность адаптации к негативным последствиям изменения климата. Воздействие страны – степень, в которой система подвержена значительным изменениям климата с биофизической точки зрения. Это компонент уязвимости, не зависимый от социально-экономического контекста. Во-первых, показатели воздействия на страну измеряют прогнозируемые воздействия на ближайшие десятилетия и, следовательно, являются неизменными сверхурочными в ND GAIN. Во-вторых, показатель чувствительности может изменяться с течением времени, измерять степень зависимости страны от сектора, на который негативно влияет климатическая угроза, или доли населения, особенно восприимчивой к опасности изменения климата. В-третьих, показатель адаптивного потенциала измеряет доступность социальных ресурсов для секторальной адаптации. В некоторых случаях эти возможности отражают устойчивые адаптационные решения. В других случаях они отражают способность внедрять новые, более устойчивые адаптации. Адаптивная емкость также меняется со временем.

Параметр готовности измеряет способность страны использовать инвестиции и преобразовывать их в действия по адаптации. ND GAIN измеряет общую уязвимость, рассматривая шесть секторов жизнеобеспечения – продовольствие, вода, здоровье, экосистемные услуги, среда обитания человека и инфраструктура. ND GAIN измеряет общую готовность, рассматривая три компонента – экономическую готовность, готовность к управлению и социальную готовность. Во-первых, экономическая готовность – отражает способность бизнес-среды страны принимать инвестиции, которые могут быть применены к адаптации, которая снижает уязвимость (снижает чувствительность и улучшает адаптационные возможности). Во-вторых, готовность к управлению – охватывает институциональные факторы, которые усиливают применение инвестиций для адаптации. В-третьих, социальная готовность – охватывает такие факторы, как социальное неравенство, инфраструктура ИКТ, образование и инновации, которые повышают мобильность инвестиций и способствуют действиям по адаптации.

ND GAIN страны состоит из показателей уязвимости и готовности. Оба индикатора находятся в диапазоне от 0 до 1. Лучше показатель готовности, близкий к единице, а показатель уязвимости ближе к нулю – лучше.

**Источник:** Университет Нотр-Дам, ND GAIN. <https://ИГА.nd.edu/our-work/country-index/methodology/>

---

## Приложение 2. Пробелы в деятельности по изменению климата в Кыргызстане и Таджикистане

### Существующие пробелы в деятельности по изменению климата

**Пробелы в политике, институтах и управлении.** (i) Программы и проекты по адаптации не имеют четкой связи с существующей политикой в области развития и секторами в обеих странах; (ii) Отсутствие сотрудничества между местными сообществами, политиками и учеными в различных областях; (iii) На местном уровне отсутствие соответствующей информации; (iv) Недостаточные краткосрочные и среднесрочные экономические стимулы для принятия мер по адаптации.

**Экономические и финансовые пробелы.** (1) Ограниченное знание экономических потерь в результате изменения климата и связанных с ним стихийных бедствий; (2) Финансовая грамотность ограничена, а нормативно-правовая база для поддержки ОСО и снижения риска бедствий (СРБ) и связанных с ними услуг (например, микрокредитование, микрострахование) используется недостаточно; (3) Правительства не имеют достаточного финансирования для инвестиций в снижение риска бедствий; (4) Экономические и политические стимулы также недостаточны для повышения эффективности использования воды, диверсификации доходов и развития агробизнеса; (5) На местном уровне сообщества не имеют легкого доступа к различным финансовым инструментам и возможности для диверсификации доходов ограниченные.

**Пробелы в образовании и наращивании потенциала.** (i) Общественность, а также некоторые правительственные чиновники еще недостаточно осведомлены об изменении климата, климатических катастрофах и потенциальных мерах по адаптации. Поэтому программы информирования необходимы на разных уровнях. (ii) Образование по вопросам изменения климата еще не включено в национальные учебные программы, а государственные школы и университеты не предлагают курсов или программ по вопросам изменения климата; (iii) Специалисты в области образования и здравоохранения также имеют ограниченные возможности для изучения изменения климата и связанных с ним воздействий на общественное здравоохранение и другие секторы; (iv) Ограниченные возможности обучения по ССА и DRR для членов сообщества, местных органов власти, а также для образования, здравоохранения и других специалистов.

**Пробелы в обмене знаниями.** (i) Обмен имеющимися данными все еще находится в зачаточном состоянии, хотя были предприняты некоторые заслуживающие внимания попытки. Поисковая система, известная как «K-Link», осуществляет доступ к документам и данным из нескольких платформ знаний, включая УЦА, ЦАРЭС, Кыргызское государственное агентство по охране окружающей среды и лесному хозяйству, GIZ и несколько местных НПО, но она еще не была принята на региональном уровне. Кроме того, существуют отраслевые возможности в области регионального обмена данными и управления знаниями в Центральной Азии, прежде всего в Центре знаний о скотоводстве ФАО и Региональной сети по пастбищам (RPN), поддерживаемой GIZ, которая объединяет скотоводов и других участников, работающих с ними – и те, и другие стремятся создать синергию для диалога и развития скотоводства. В целом, тем не менее, необходимы дополнительные усилия на нескольких уровнях для значительного улучшения обмена данными и управления знаниями в целом ряде секторов в Центральной Азии.

**Пробелы в технологии, методологии, практике и инфраструктуре.** (i) Кыргызстан и Таджикистан не имеют адекватных систем мониторинга метеорологических и климатических данных. Их способности проводить масштабные оценки уязвимости ограничены, и у них нет четких способов для оценки прошлых или нынешних методов адаптации; (ii) Правительства в целом не спешат внедрять новые подходы к адаптации, такие как климатически ориентированное сельское хозяйство, климатически ориентированное управление рисками бедствий, адаптация на основе экосистем (EbA) и т. д. (iii) Информация о рисках и карты опасностей также не всегда доступна для общин, отсутствует адекватная инфраструктура для предотвращения связанных с климатом опасностей, таких как оползни, наводнения и засуха; (iv) На местном уровне общины по-прежнему не знают о потенциальных мерах по адаптации (например, новые сельскохозяйственные технологии, новые сорта семян, улучшенные методы ведения сельского хозяйства) для адаптации к изменению климата и связанным с ним стихийным бедствиям.

**Пробелы в научной информации и в данных.** (i) Существует огромный спрос на научно обоснованную и действенную информацию и знания; (ii) Климатическое обслуживание, которое включает своевременное производство, перевод и предоставление полезных климатических данных, информации и знаний для принятия индивидуальных и общественных решений, должно опираться на исследования в области климата и смежных наук наряду с исследованиями в секторах (например, сельское хозяйство, вода, здоровье, энергия, стихийные бедствия) (Vaughan et al., 2016); (iii) Исследования в области изменения климата постепенно набирают обороты, но все еще находятся на ранней стадии развития. Мало научных исследований, и информация об изменении климата (как прошлых, так и будущих тенденциях), уязвимости и потенциальном риске и воздействиях в отношении различных секторов и источников существования (сельское хозяйство, животноводство, лес, пастбище, водные ресурсы и т. д.) ограниченная; (iv) Потенциальные адаптационные подходы и меры также остаются в значительной степени недостаточно изученными; (v) Плохая коммуникация и обмен информацией об изменении климата, его потенциальных рисках и потенциальных мерах по адаптации на местном уровне. Сообщества в основном не знают о научных фактах и результатах.

**Источник:** Университет Центральной Азии, Высшая школа развития, Научно-исследовательский институт горных сообществ (УЦА, GSD, MSRI, январь 2018). Уязвимость климата и адаптационный потенциал горных сообществ в Центральной Азии. Отчет об исследовании № 1. Получено из источника <http://www.ucentralasia.org/Research/Item/1578>

---

### Приложение 3. Пример использования подхода для оценки технологий в сельскохозяйственном секторе

Сокращение водопользования и водных отходов в сельском хозяйстве: Лазерное выравнивание почвы<sup>38</sup>

<p>Большая часть потерь воды в сельском хозяйстве является результатом ненужного стока с полей. Важным подходом к сокращению стока является обеспечение максимально возможного уровня производства сельскохозяйственной продукции. Современные технологии, в том числе использование лазерных технологий, повысили точность нивелирования поля перед посадкой</p>			
		<b>Эффекты</b>	<b>Результаты</b>
Эффективность	Более желательно	Водосбережение; эффективность использования воды; урожай; лучшее использование переменного количества осадков; уменьшенное истощение подземных вод	Сингх и др., 2009; Либберт и Самнер, 2012; Ахтар, 2006; Нареш и др., 2011; Кахлон и Лал, 2011
Относительная стоимость	Более желательно	Только один раз в несколько лет по цене 6–13 долларов в час; Время и ресурс сохранены	Lybbert et al., 2012; Ахмад, Хохар и Бадар, 2001
Сопутствующие выгоды	Более желательно	Нулевая обработка почвы и насаждение; Сократить время полива на 2–5 часов с гектара; Эффективность удобрений и меньшая зависимость от дизельных насосов; Сэкономить 1,5 млн гектаров / метров оросительной воды и до 200 млн литров (что эквивалентно 1400 млн долларов США) [дизельного топлива], увеличить урожайность [до] до 500 млн долларов США за три года и сократить выбросы парниковых газов [до ] до 500 млн килограммов; Создать новые квалифицированные рабочие места в сельскохозяйственных регионах	Нареш и др., 2011; Сингх и др., 2009; Либберт и Самнер, 2012; Либберт и соавт., 2012 Джат и соавт., 2006.

38 Метод оценки технологии: (1) более желательный = менее 100 долларов за га; (2) средний уровень = 100–500 долл. США за га; (3) Менее желательно = более 500 долларов за га.

Со-стоимость	Более желательно	Лазерное выравнивание является идеальной технологией, поскольку оно не связано с высоким уровнем риска и «участки с большим уровнем однозначно лучше, чем участки с меньшим уровнем»	Либберт и др., 2012.
Барьеры	Более желательно	Необходимость дальнейших исследований для определения каких-либо долгосрочных эффектов является часто упоминаемым препятствием для использования этой технологии	Нареш и др., 2011
Возможность реализации	Промежуточное звено	Поскольку лазерное выравнивание почвы может быть выполнено на договорной основе, отдельным фермерам не придется приобретать свое собственное оборудование, чтобы получать выгоду от этой технологии, при условии, что в регионе имеются достаточно способные подрядчики и технологические ресурсы	
Масштабы реализации	Более желательно	Например, в штате Уттар-Прадеш через 7 лет после введения лазерного выравнивания количество нивелиров увеличилось до 925, а с помощью технологии было выровнено 200 000 гектаров земли	Либберт и др., 2012
Применимые места и условия	Более желательно	Особая полезность технологий лазерного выравнивания при затоплении поливов	Либберт и Самнер, 2012
Потенциальное финансирование и рынок	Более желательно	Эта модель предлагает большой предпринимательский потенциал в сельскохозяйственных регионах	Либберт и др., 2012

**Источник:** собственный сборник, основанный на отчете АБР (2014) «Технологии поддержки адаптации к изменению климата в развивающейся Азии». <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/149400/technologies-climate-change-adaptation.pdf>

#### Приложение 4. Пример подхода, используемого для оценки технологий в водном секторе

##### Технологии снижения потерь воды <sup>39</sup>

Технологии снижения потерь воды. Потери воды могут происходить во время хранения, передачи или доставки из-за испарения, утечки (часто из-за устаревшей инфраструктуры) или в результате неправильного, незаконного или неконтролируемого использования		
		Эффект
Эффективность	Более желательно	Облицовка каналов кирпичом, пластиком или бетоном контролирует просачивание и может значительно снизить потери воды
Относительная стоимость	Более желательно для промежуточной	Основным источником потери воды является устаревшая инфраструктура, ремонт или замена которой обходится дорого
Сопутствующие выгоды	Более желательно	Доставить нужные объемы в пользовательские места; Энергия будет сохранена в процессе; Выбросы ПГ будут снижены и т. д.
Со-стоимость	Более желательно	При некоторых обстоятельствах возможно косвенное воздействие на окружающую среду от строительства или ремонтных работ
Барьеры	Более желательно	Устаревшая инфраструктура водораспределения, недостаток исследований таких потерь, анализ затрат и выгод на ремонт, а также надлежащие технологии строительства или ремонта
Возможность реализации	Более желательно	Подкладка для контроля просачивания и крышки более ресурсоемки, но могут дополнительно снизить потери воды
Масштабы реализации	Более желательно	Домашнее хозяйство к региональному
Применимые места и условия	Более желательно	Снижение потерь воды является подходящим подходом практически в любой среде, но особенно в местах с непроницаемой почвой, которые сталкиваются с нехваткой воды

<sup>39</sup> В этом секторе технология может считаться более желательной, если она составляет менее 10 долл. США за единицу, промежуточная – в пределах 10–10 000 долл. США за единицу и менее желательной, если ее стоимость превышает 10 000 долл. США за единицу.

Потенциальное финансирование и рынок	Более желательно	Там, где сокращение потерь воды приносит финансовую выгоду владельцам инфраструктуры хранения и распределения воды, существует значительный потенциал для финансирования мер по смягчению последствий. Альтернативный подход может заключаться в том, чтобы компания, финансирующая сокращение утечек, получала часть экономии от водоканала (Barry 2007)
--------------------------------------	------------------	---

**Источник:** собственный сборник на основе отчета АБР (2014.) «Технологии поддержки адаптации к изменению климата в развивающейся Азии» <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/149400/technologies-climate-change-adaptation.pdf>

