



Продовольственная и
сельскохозяйственная организация
Объединенных Наций

2020

ПОЛОЖЕНИЕ ДЕЛ В ОБЛАСТИ ПРОДОВОЛЬСТВИЯ И СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

**РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ СВОДОЙ
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Данная флагманская публикация является частью серии **ПОЛОЖЕНИЕ ДЕЛ В МИРЕ** Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций.

Обязательная ссылка:

FAO. 2020. *Положение дел в области продовольствия и сельского хозяйства. Решение проблем с водой в сельском хозяйстве*. Рим.

<https://doi.org/10.4060/cb1447ru>

Используемые обозначения и представление материала в настоящем информационном продукте не означают выражения какого-либо мнения со стороны Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций относительно правового статуса или уровня развития той или иной страны, территории, города или района, или их властей, или относительно делимитации их границ или рубежей. Упоминание конкретных компаний или продуктов определенных производителей, независимо от того, запатентованы они или нет, не означает, что FAO одобряет или рекомендует их, отдавая им предпочтение перед другими компаниями или продуктами аналогичного характера, которые в тексте не упоминаются.

Используемые обозначения и представление материала на картах не означают выражения какого-либо мнения со стороны FAO относительно правового или конституционного статуса той или иной страны, территории или морского района, или относительно делимитации границ.

ISSN 2070-0962 [ПЕЧАТНАЯ ВЕРСИЯ]

ISSN 2663-7936 [ЭЛЕКТРОННАЯ ВЕРСИЯ]

ISBN 978-92-5-133646-5

© FAO, 2020



Некоторые права защищены. Настоящая работа предоставляется в соответствии с лицензией Creative Commons "С указанием авторства – Некоммерческая - С сохранением условий 3.0 НПО" (CC BY-NC-SA 3.0 IGO); <https://creativecommons.org/licenses/by-ncsa/3.0/igo/deed.ru>.

Согласно условиям данной лицензии настоящую работу можно копировать, распространять и адаптировать в некоммерческих целях при условии надлежащего указания авторства. При любом использовании данной работы не должно быть никаких указаний на то, что FAO поддерживает какую-либо организацию, продукты или услуги. Использование логотипа FAO не разрешено. В случае адаптации работы она должна быть лицензирована на условиях аналогичной или равнозначной лицензии Creative Commons. В случае перевода данной работы, вместе с обязательной ссылкой на источник, в него должна быть включена следующая оговорка: «Данный перевод не был выполнен Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (FAO). FAO не несет ответственности за содержание или точность данного перевода. Достоверной редакцией является издание на [указать язык оригинала] языке».

Любое урегулирование споров, возникающих в связи с лицензией, должно осуществляться в соответствии с действующим в настоящее время Арбитражным регламентом Комиссии Организации Объединенных Наций по праву международной торговли (ЮНСИТРАЛ).

Материалы третьих лиц. Пользователи, желающие повторно использовать материал из данной работы, авторство которого принадлежит третьей стороне, например, таблицы, рисунки или изображения, отвечают за то, чтобы установить, требуется ли разрешение на такое повторное использование, а также за получение разрешения от правообладателя. Удовлетворение исков, поданных в результате нарушения прав в отношении той или иной составляющей части, авторские права на которую принадлежат третьей стороне, лежит исключительно на пользователе.

Продажа, права и лицензирование. Информационные продукты FAO размещаются на веб-сайте FAO (www.fao.org/publications); желающие приобрести информационные продукты FAO могут обращаться по адресу: publications-sales@fao.org. По вопросам коммерческого использования следует обращаться по адресу: www.fao.org/contact-us/licence-request. За справками по вопросам прав и лицензирования следует обращаться по адресу: copyright@fao.org.

ФОТО НА ОБЛОЖКЕ: ©FAO/Giulio Napolitano

КЕНИЯ. Скотоводы и стада скота собираются у колодца с водой в засушливом районе озера Магади.

2020

**ПОЛОЖЕНИЕ ДЕЛ
В ОБЛАСТИ
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ И
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

**РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ С ВОДОЙ
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций

Рим, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	v	Новый подход к решению проблемы перебоев с водой и ее дефицита	52
МЕТОДИКА	ix	Реализация потенциала богарного земледелия	54
ВЫРАЖЕНИЕ ПРИЗНАТЕЛЬНОСТИ	x	Орошаемое земледелие: почему урожайность бывает разной	57
СОКРАЩЕНИЯ И АББРЕВИАТУРЫ	xi	Комплексные подходы к повышению продуктивности воды на уровне фермерских хозяйств в богарном и орошаемом земледелии	65
ГЛОССАРИЙ	xii	Продуктивность воды в животноводстве	67
ОСНОВНЫЕ ТЕЗИСЫ	xvi	Подходы к управлению водными ресурсами и их влияние на ситуацию в несельскохозяйственной сфере	71
РЕЗЮМЕ	xviii	Сокращение дефицита воды за счет нетрадиционных источников	73
		Как сделать так, чтобы инновации, коммуникации и технологии работали на общее благо	75
		Выводы	78
ГЛАВА 1		В ФОКУСЕ	
ОБЩАЯ СИТУАЦИЯ: ЛЮДИ, ВОДА И СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО	1	Аквакультура в контексте устойчивого водопользования в продовольственных системах	79
Основные тезисы	1		
Проблемы с водой и устойчивое развитие: время действовать	2		
Антропогенное давление и водообеспеченность: несбалансированное уравнение	5		
Совершенствование механизмов управления в целях обеспечения равноправного доступа к воде	12		
Вода, продовольственная безопасность и продовольственные системы	14		
Структура доклада	19		
В ФОКУСЕ		ГЛАВА 4	
Улучшение доступа к безопасной питьевой воде в сельских районах	20	СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	85
		Основные тезисы	85
ГЛАВА 2		Роль механизмов управления в решении проблемы нехватки воды	86
ПЕРЕБОИ С ВОДОЙ И ЕЕ ДЕФИЦИТ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	25	Прозрачный учет и аудит водных ресурсов	88
Основные тезисы	25	Инструменты для решения проблемы дефицита воды в орошаемом земледелии	89
Перебои с водой и ее дефицит – проблемы глобального характера	26	Не только орошение: управление водными ресурсами в богарных и интегрированных системах	99
Перебои с водой и ее дефицит в меняющихся условиях	31	Выводы	103
Воздействие изменения климата	40	В ФОКУСЕ	
Решение проблем перебоев с водой и ее дефицита: более широкий контекст	42	Слишком много воды? Наводнения, заболачивание и сельское хозяйство	104
Выводы	43		
В ФОКУСЕ		ГЛАВА 5	
Сельское хозяйство, загрязнение водных ресурсов и засоленность воды	44	СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО И ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ: ПОЛНАЯ КАРТИНА. ПОЛИТИКА И ПРИОРИТЕТЫ	109
		Основные тезисы	109
ГЛАВА 3		Обеспечение координации мер политики в области водных ресурсов, сельского хозяйства, продовольственной безопасности и питания	111
РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ С ВОДОЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	51	Установление политических приоритетов в целях решения проблемы нехватки воды в сельском хозяйстве	120
Основные тезисы	51	Выводы	126
		ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ	127
		СТАТИСТИЧЕСКОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ	130
		БИБЛИОГРАФИЯ	147

ТАБЛИЦЫ, РИСУНКИ И ВРЕЗКИ

ТАБЛИЦЫ

1	Водный след некоторых пищевых продуктов	11
2	Средняя продуктивность воды для некоторых категорий пищевых продуктов	58
3	Типичные достоинства и недостатки различных оросительных систем	63
4	Средняя продуктивность воды для некоторых продуктов животноводства	70
5	Методы установления цен на воду	96
6	Влияние различных аспектов управления, связанных с ирригацией, на рыболовство во внутренних водоемах и аквакультуру	102
7	Установление политических приоритетов в целях совершенствования механизмов управления водными ресурсами в сельском хозяйстве	121
A1	Площади сельскохозяйственных земель и численность населения сельскохозяйственных районов, где наблюдаются перебои с водой и ее дефицит, в разбивке по странам или территориям	132
A2	Площади и доли сельскохозяйственных земель, отведенных под различные системы производства, где наблюдаются перебои с водой и дефицит воды, в разбивке по странам или территориям	138
РИСУНКИ		
1	Водные ресурсы и связанные с ними задачи в рамках целей в области устойчивого развития (ЦУР)	4

2	Возобновляемые ресурсы пресной воды на душу населения в разных регионах, 1997–2017 годы	8
3	Забор воды в мире в разбивке по секторам	8
4	Общий забор воды в расчете на душу населения в разных регионах, 2010 и 2017 годы	9
5	Историческая частота засух на богарных пахотных землях, 1984–2018 годы	28
6	Историческая частота засух на богарных пастбищных землях, 1984–2018 годы	29
7	Показатель ЦУР 6.4.2: уровень водного стресса на орошаемых землях, 2015 год	30
8	Роль сельскохозяйственного сектора в возникновении водного стресса, в разбивке по бассейнам, 2015 год	31
9	Доли богарных и орошаемых пахотных земель в отдельных странах, где частота засух высокая или очень высокая и уровень водного стресса высокий или очень высокий, соответственно	32
10	Доля пахотных земель в отдельных странах, где наблюдается нехватка воды, в разбивке по системам производства	34
11	Доля пахотных земель в разных регионах, отведенных под разные системы производства, в разбивке по уровню нехватки воды	37
12	Доля пахотных земель, отведенных под разные системы производства в разных группах стран, в разбивке по уровню нехватки воды	37

13	Решение проблемы перебоев с водой и дефицита воды: политический контекст	43
14	Виды водопользования в сельском хозяйстве: от богарного до орошаемого земледелия	53
15	Урожайность овощных культур в разных регионах, 2012 год	55
16	Основные методы водопользования в богарном земледелии	56
17	Экономическая продуктивность воды в производстве некоторых орошаемых культур в разных регионах	59
18	Фактическая экономическая продуктивность воды и разрывы в продуктивности воды для некоторых орошаемых культур в разных регионах	62
A1	Историческая частота засух на богарных пахотных землях, занятых под ресурсоемкое земледелие, 1984–2018 годы	145
A2	Историческая частота засух на богарных пахотных землях, занятых под малоресурсоемкое земледелие, 1984–2018 годы	145
A3	Показатель достижения ЦУР 6.4.2: уровень водного стресса на уровне стран, 2015 год	146
A4	Показатель достижения ЦУР 6.4.2: уровень водного стресса на уровне бассейнов, 2015 год	146
ВРЕЗКИ		
1	“Положение дел в области продовольствия и сельского хозяйства – 1993”: меры политики в области водных ресурсов и сельское хозяйство	3
2	Круговорот воды в природе и сельское хозяйство	6

ТАБЛИЦЫ, РИСУНКИ И ВРЕЗКИ

3 Конкуренция за водные ресурсы определяется уровнем дохода страны	10	11 Преимущества современного орошения: данные из Индии, Китая и Соединенных Штатов Америки	66	18 Что такое права пользования водными ресурсами	91
4 Специфика водных ресурсов затрудняет управление ими	15	12 Влияние агротехники на эвапотранспирацию, урожайность и продуктивность воды: данные из Аргентины и Индии	67	19 Влияние рынков подземных вод на обеспечение равноправного доступа к воде и эффективность водопользования: примеры Китая и Индии	94
5 Связка “водоснабжение – энергетика – производство продовольствия” и производство биотоплива	16	13 Резюме: потенциал увеличения производства богарных и орошаемых культур	68	20 Рациональное использование подземных вод в Соединенных Штатах Америки	95
6 Продуктивность земель в орошаемом и богарном земледелии в странах Африки к югу от Сахары	35	14 Леса как природно-ориентированное решение	72	21 Ассоциации водопользователей приносят пользу, но вопросы управления требуют внимания: данные из Азии	98
7 Что кроется за набором данных спам по различным системам производства	36	15 Портал открытых данных об использовании водных ресурсов (WaPOR): дистанционное зондирование в целях обеспечения продуктивности воды	77	22 Стимулы, дефицит воды и продуктивность воды в регионе Ближнего Востока и Северной Африки	112
8 Потенциальная роль торговли в решении проблемы дефицита воды	39	16 Управление водными ресурсами для ведения сельского хозяйства и обеспечения продовольственной безопасности	87	23 Ирригационные насосы на солнечных батареях для мелких фермеров: данные из Бангладеш и Индии	116
9 Роль дополнительного орошения в обеспечении продуктивности и устойчивости богарных систем к внешним воздействиям	57	17 Эволюция механизмов управления водными ресурсами в Марокко: производство моркови в провинции Берречид	90	24 Роль виртуальной воды и торговли в обеспечении оптимального водопользования	118
10 Орошение в фермерских хозяйствах: данные из стран Африки к югу от Сахары	64			25 Проблема координации политики: опыт Многонационального Государства Боливия и Чили	119

ПРЕДИСЛОВИЕ

От воды зависит само наше существование: вода нужна для питья, вода нужна для производства продовольствия. В сельском хозяйстве используется пресная вода из рек, озер и водоносных горизонтов. Богарное земледелие и большая часть животноводства зависят от атмосферных осадков, количество которых ограничено. Кроме того, связанные с водой экосистемы поддерживают средства к существованию, продовольственную безопасность и питание, в том числе за счет обеспечения возможностей для рыболовства во внутренних водоемах и аквакультуры. Запасы незагрязненной пресной воды необходимы для обеспечения безопасного питьевого водоснабжения и соблюдения стандартов гигиены и безопасности пищевых продуктов, гарантирующих здоровье человека. Вода имеет и множество других применений и поддерживает другие виды человеческой деятельности.

В этом смысле можно с уверенностью утверждать, что вода лежит в основе достижения многих целей в области устойчивого развития (ЦУР). В частности, ЦУР 6 состоит в обеспечении наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех. К сожалению, настоящий доклад показывает, что достижение этой цели к 2030 году будет непростой задачей. Необходимость “производить больше с меньшими затратами” обусловлена тем, что за последние два десятилетия из-за роста численности населения ежегодный объем доступных ресурсов пресной воды на душу населения сократился более чем на 20%. Поскольку спрос растет, пресная вода становится все более дефицитным ресурсом, конкуренция за нее усиливается, а чрезмерный забор воды угрожает связанным с водой экосистемам и тем услугам, которые они предоставляют. Сельскому хозяйству отводится важная роль на пути достижения устойчивости, поскольку на долю орошаемого земледелия приходится более 70% мирового объема забираемой воды, а 41% водозаборов осуществляется в ущерб требованиям к поддержанию экосистемных услуг. Богарное земледелие должно дополнять орошение, осуществляемое за счет скудных пресноводных ресурсов, но дождевая вода тоже поступает в ограниченных количествах. Кроме того, из-за изменения климата режим выпадения осадков уже сейчас серьезно нарушен. Увеличение частоты засух и связанные с этим перебои с водой в богарном земледелии представляют большую угрозу для средств к существованию и продовольственной безопасности, особенно для наиболее уязвимых групп населения в наименее развитых регионах.

И к дефициту воды (диспропорции между предложением пресной воды и спросом на нее), и к перебоям с водой (которые вызваны недостаточным количеством осадков), мы должны отнестись очень серьезно: сейчас это та реальность, в которой мы все живем. Благодаря работе Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО) у нас есть возможность оценить, какое количество людей испытывают перебои с водой и ее дефицит, и какова площадь земель, которые затронуты этой проблемой. По оценкам этого доклада, в сельскохозяйственных районах, где уровень водного стресса, влияющего на орошаемое земледелие, или частота сильных засух, сказывающихся на богарном земледелии и пастбищном скотоводстве, очень высоки, живут 1,2 млрд человек. Из них 520 млн живут в сельской местности, а 660 млн – в небольших городских центрах, окруженных сельскохозяйственными угодьями. Если же мы включим в их число те районы, где уровень водного стресса и частота засух высоки (в дополнение к тем, где эти показатели очень высоки), то эта цифра увеличится до 3,2 млрд человек, из которых 1,4 млрд живут в сельской местности. В относительном выражении это означает, что регулярные засухи случаются примерно на 11% всех пахотных земель и на 14% пастбищных, а сильному водному стрессу подвержено более 60% орошаемых пахотных земель. Эти первые оценки показателя ЦУР 6.4.2, характеризующего уровень водного стресса, а также данные, свидетельствующие о постоянных перебоях с водой в богарном земледелии, подчеркивают необходимость срочных мер по обеспечению устойчивого управления водными ресурсами. Без таких мер растущий спрос на воду и усугубление последствий изменения климата могут привести к ухудшению ситуации.

Решение проблемы перебоев с водой и ее дефицита необходимо для достижения не только ЦУР 6, но и многих других целей Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года (Повестка дня на период до 2030 года) и не в последнюю очередь для ликвидации голода. Для достижения этих целей у мира еще есть десять лет, но успеха мы сможем добиться только в том случае, если будем эффективнее и продуктивнее использовать наши ограниченные ресурсы воды, как пресной, так и дождевой. Сельское хозяйство занимает центральное место в решении этой задачи не только потому, что серьезно страдает от нехватки воды, но и потому, что является крупнейшим в мире водопользователем. Поэтому то, как пресная вода используется в сельском хозяйстве, имеет решающее значение для обеспечения ее доступности для

других видов деятельности и для сохранения связанных с водой экосистем. Так как мир стремится перейти на здоровое питание, которое обычно подразумевает включение в рацион относительно водоёмких продуктов, таких как бобовые, орехи, мясо птицы и молочные продукты, вопрос устойчивости водопользования приобретает еще большую актуальность. Крупнейшая доля мирового производства продовольствия приходится на богарное земледелие. Но для того, чтобы так было и впредь, мы должны улучшить свои механизмы управления водными ресурсами, источником которых являются скудные атмосферные осадки.

Этим своим докладом ФАО посылает мощный сигнал: если мы хотим, чтобы наше обещание достичь поставленных ЦУР было воспринято всерьез, то проблемы перебоев с водой и ее дефицита в сельском хозяйстве необходимо устранить быстро и решительно. На карту поставлены глобальная продовольственная безопасность и питание. Перебои с водой и ее дефицит ставят под угрозу состояние окружающей среды, которая необходима для обеспечения доступа к продовольствию миллионам голодающих из многих регионов мира и для снижения стоимости питательной пищи, с тем чтобы миллиарды людей могли позволить себе здоровое питание. К серьезным проблемам приводит также рост конкуренции за водные ресурсы, в том числе между секторами, между отдельными пользователями, а иногда и между странами. В отсутствие надлежащих механизмов управления усиление конкуренции может усугубить и без того серьезную проблему неравного доступа к воде. В этом смысле наибольшему риску подвергаются беднейшие и наиболее уязвимые категории населения, такие как мелкие фермеры и женщины. Общины и отдельные лица, чьи средства к существованию зависят от связанных с водой экосистем, например те, кто занимается рыболовством во внутренних водоемах, также могут понести убытки, поскольку их интересы зачастую не учитываются. В худшем случае усиление конкуренции может привести к конфликтам на всех уровнях – от местного до международного – и среди различных групп.

Именно поэтому основной акцент в настоящем докладе делается на совершенствовании механизмов управления водными ресурсами, которое позволит обеспечить не только наиболее продуктивное использование этих ограниченных ресурсов, но и сохранить услуги связанных с водой экосистем и гарантировать всеобщий справедливый доступ к ним. Управление водными ресурсами в сельском хозяйстве в

основном ориентировано на орошение, но в настоящем докладе вопрос поставлен шире: здесь рассмотрены также проблемы, существующие в богарном земледелии, в том числе в системах пастбищного животноводства. Отмечена также важность восстановления и поддержания экологических стоков и обеспечения экологических услуг связанных с водой экосистем. Показано, что ядром любой программы, имеющей своей целью преодоление проблем нехватки воды, должны быть учет и аудит водных ресурсов. Авторы доклада полагают, что учет и аудит водных ресурсов лучше планировать и осуществлять как взаимодополняющие процессы. Увязывая людей и их отношения с водными ресурсами с водным балансом в целом, авторы отмечают также потенциал установления прав пользования водными ресурсами для решения проблемы нехватки воды и дополнения их аудита и учета. Поскольку важная роль механизмов управления является основной темой этого доклада, в нем предложены возможные меры на трех различных уровнях: i) техническом и управленческом; ii) институциональном и правовом; и iii) общеполитическом.

На техническом и управленческом уровнях одной из главных задач является раскрытие потенциала богарного земледелия путем улучшения водохозяйственной деятельности. Это предполагает либо более действенные меры по сохранению почвенной воды, либо внедрение методов сбора дождевой воды. Продуктивность орошаемого земледелия можно существенно повысить за счет инвестиций в новые оросительные системы или в восстановление и модернизацию существующих. Во всех случаях меры по улучшению механизмов управления водными ресурсами будут наиболее эффективны, если их сочетать с внедрением передовой агротехники, например с использованием засухоустойчивых сортов культур. Варианты повышения продуктивности воды есть и в животноводстве, например за счет рационального использования пастбищ и укрепления здоровья животных. Но меры, принимаемые на уровне фермерских хозяйств, должны быть частью более общего ландшафтного подхода, который позволит учесть воздействие на водные балансы водосборов и речных бассейнов.

Для этого потребуются создание эффективных институциональных и правовых механизмов, которые, будучи адаптированными к каждому конкретному контексту, позволят улучшить управление водными ресурсами и, соответственно, разработать инновационные стратегии их

использования. Отправной точкой для любой эффективной стратегии использования водных ресурсов и механизмов управления ими должен быть их учет и аудит. Далее, для регулирования конкуренции за водные ресурсы, обеспечения справедливого доступа к ним и охраны экосистемных услуг необходимы эффективные институты и нормативные требования, способствующие координации действий различных субъектов. Фундаментом этого подхода являются гарантированные права владения и пользования земельными и водными ресурсами, которые в сочетании с механизмами торговли водой и установления цен на нее могут создавать стимулы для эффективного водопользования. Свой вклад в улучшение водохозяйственной деятельности могут вносить также общинные ассоциации водопользователей. Но все решения должны быть адаптированы к местным условиям и разработаны самими заинтересованными сторонами или с их участием.

Наконец, на общеполитическом уровне решающее значение имеют согласованность и координация политики. Это относится ко всем секторам и территориям и к деятельности внутри них. Необходимы согласованные стратегии деятельности в области богарного и орошаемого земледелия, животноводства, лесного хозяйства, рыболовства во внутренних водоемах и аквакультуры. Важнейшим фактором обеспечения согласованности политики, а также повышения продуктивности воды и защиты экосистем являются надлежащие стимулы. Однако субсидии на вводимые ресурсы, энергию и производство могут способствовать

неэффективности и нерациональному использованию водных ресурсов, например избыточному забору грунтовых вод.

Универсального подхода к решению проблемы перебоев с водой и ее дефицита не существует. Разные страны и даже разные регионы внутри одной страны обладают разными характеристиками и сталкиваются с разными проблемами. Поэтому решения, предложенные в этом докладе, согласуются с принятыми в рамках совместной инициативы ФАО “Рука об руку” территориальными подходами, которые ориентированы на решение проблем и задач на территориальном субнациональном уровне. В докладе представлены возможные приоритеты в области политики в различных видах производства, которые могут быть адаптированы как для орошаемого, так и для богарного земледелия с использованием геопространственных данных, доступных в ФАО.

Перефразируя Бенджамина Франклина, который был также выдающимся ученым, давайте не будем ждать, пока колодец пересохнет, чтобы познать ценность воды. В этом докладе подчеркнута актуальность проблемы усиления перебоев с водой и ее дефицита и та важная роль, которую сельскохозяйственный сектор должен сыграть в ее решении. Я предлагаю всем заинтересованным сторонам, ознакомившись с этим докладом, найти в нем для себя подходящие варианты решения проблем, связанных с водой, а главное – реализовать их, с тем чтобы укрепить продовольственную безопасность, улучшить питание и повысить экологическую устойчивость в духе Повестки дня в области развития на период до 2030 года.



Цюй Дуньюй
Генеральный директор ФАО



ПАКИСТАН
Ребенок пьет воду из
общественной колонки.
©FAO/Asim Hafeez



МЕТОДИКА

Подготовка доклада «Положение дел в области продовольствия и сельского хозяйства – 2020» началась с совещания, состоявшегося 19 ноября 2019 года в штаб-квартире ФАО в Риме, в котором приняли участие специалисты из соответствующих подразделений ФАО для обсуждения общей структуры доклада. После этого совещания для содействия подготовке доклада была сформирована консультативная группа под председательством заместителя директора Отдела агропродовольственной экономики ФАО, в которую вошли представители всех соответствующих технических отделов ФАО. В первой редакции проекты глав доклада были представлены консультативной группе и группе внешних экспертов в период с 17 по 21 февраля 2020 года. Затем полный проект доклада обсудили на рабочем совещании, которое состоялось 26–27 февраля. Проект был пересмотрен с учетом предложений, поступивших в ходе этого совещания, и представлен на рассмотрение руководящей группы направления экономического и социального развития ФАО. Затем этот пересмотренный проект был направлен для представления замечаний представителям других направлений и в региональные представительства ФАО в Африке, Азиатско-Тихоокеанском регионе, в Европе и Центральной Азии, в Латинской Америке и Карибском бассейне, на Ближнем Востоке и в Северной Африке, а также внешним рецензентам. Все полученные замечания были учтены в проекте окончательной редакции доклада, который был представлен на рассмотрение заместителю Генерального директора и руководителю направления экономического и социального развития, после чего 3 ноября 2020 года направлен в Канцелярию Генерального директора ФАО. При подготовке доклада коллектив исследователей и авторов использовал справочные документы, составленные ФАО и внешними экспертами.

ВЫРАЖЕНИЕ ПРИЗНАТЕЛЬНОСТИ

Доклад “Положение дел в области продовольствия и сельского хозяйства – 2020” был подготовлен междисциплинарной группой ФАО под руководством заместителя директора Отдела агропродовольственной экономики ФАО Марко В. Санчеса Кангильо и старшего экономиста и главного редактора издания Андреа Каттанео. Общее руководство осуществлял главный экономист и руководитель направления экономического и социального развития ФАО Максимо Тореро Кульен. Подготовку доклада курировала также группа руководящих работников направления экономического и социального развития ФАО.

Коллектив исследователей и авторов

Лаура д’Айетти, Паулу Диаш, Джованни Федериги, Тереза Макменоми, Фергюс Маллиган (внештатный редактор), Якоб Шёт и Сара Ваш.

Специалисты, подготовившие справочные документы, данные и разделы доклада

К. Х. Ананта (ИКРИСАТ), Дженни Баррон (Шведский университет сельскохозяйственных наук), Сринат Диксит (ИКРИСАТ), Каушал Гарг (ИКРИСАТ), Месфин Меконнен (Университет Небраски), Юлия Менесес (Университет Небраски), Кристофер Нил (Университет Небраски), Марк Роузгрант (почетный научный сотрудник ИФПРИ), Анна Тенгберг (Шведский международный институт водных ресурсов), Бин Ван (Университет Небраски-Линкольна) и Энтони Уитбрид (ИКРИСАТ).

Сотрудники ФАО, участвовавшие в подготовке доклада

Джиро Арияма, Чарльз Батчелор, Риккардо Бьянкалани, Дубравка Божич, Салли Баннинг, Сара Касальяс Рамирес, Пьеро Конфорти, Марлос де Соуза, Джанлука Франческини, Саймон Фунге Смит, Виржини Жилле, Леман Йонка Гурбузер, Маттиас Холварт, Саша Ку-Осима, Яньюн Ли, Микела Маринелли, Галимира Маркова, Анн Мотте, Марсель Муха, Даглас Махони, Оскар Рохас, Родриго Рубах, Ахмад Садиддин, Остин Станкус, Джон Вальбо-Йоргенсен, Домитиль Валле, Луиза Уайтинг и Синьхуа Юань.

Консультативная группа ФАО

Мохамед Аль-Хамди, Фентон Бид, Дубравка Божич, Риккардо Бьянкалани, Рухиза Жан Борото, Салли Баннинг, Сара Касальяс Рамирес, Камилло де Камиллис, Марлос де Соуза, Жан-Марк Форес, Саймон Фунге-Смит, Каколи Гош, Виржини Жиле, Маттиас Холварт, Йиппе Хогевен, Саша Ку Осима, Яньюн Ли, Мохамед Мансури, Микела Маринелли, Чикелу Мба, Патрисия Мехияс Морено, Анн Мотте, Джон Прейссинг, Оскар Рохас, Ахмад Садиддин, Нуно Сантос, Элейн Спринггей, Франческо Тубьелло, Ольчай Унвер, Джон Вальбо-Йоргенсен, Сильви Уаббес-Кандотти и Луиза Уайтинг.

Группа внешних экспертов

Дженни Баррон (Шведский университет сельскохозяйственных наук), Месфин Меконнен (Университет Небраски-Линкольна), Одри Непвё (МФСР), Жан д’Амур Нкундимана (ВПП), Седрик Пене (ВТО), Клаудия Ринглер (ИФПРИ), Марк Роузгрант (почетный научный сотрудник ИФПРИ) и Бин Чжао (ВПП).

Статистическое приложение

Данное приложение подготовили Лаура д’Айетти, Джованни Федериги и Сара Ваш.

Административная поддержка

Эдит Стефани Каррильо и Лилиана Мальдонадо.

Редакционную поддержку, художественное оформление и подготовку макета, а также общую координацию подготовки издания на всех шести официальных языках обеспечивала Издательская группа (ОССР) Управления общеорганизационных коммуникаций ФАО.

СОКРАЩЕНИЯ И АББРЕВИАТУРЫ

БВСА	Ближний Восток и Северная Африка	ЛЕАП	оценка и улучшение экологических показателей животноводства (Партнерство ЛЕАП)
ВВП	валовой внутренний продукт	ЛЕГС	Руководящие указания и стандарты, касающиеся действий в чрезвычайных ситуациях в области животноводства
ВОЗ	Всемирная организация здравоохранения	м³	метр кубический
ВССГ	водоснабжение, санитария и гигиена для всех	МОСТРАГ	малые островные развивающиеся государства
ГАЭЗ	Глобальные агроэкологические зоны	МФСР	Международный фонд сельскохозяйственного развития
ГКОП	Глобальная карта орошаемых площадей	НИОКР	научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы
ГЛААС	Глобальный анализ и оценка состояния санитарии и питьевого водоснабжения в рамках механизма “ООН – водные ресурсы”	ООН	Организация Объединенных Наций
ГСП	Глобальная система позиционирования	ОПМ	организация противопоаводочных мероприятий
долл. США	доллар Соединенных Штатов Америки	ОХВД	очистка и безопасное хранение воды в домашних хозяйствах
ДЭСВ ООН	Департамент ООН по экономическим и социальным вопросам	ПГ	парниковый газ
ИВМИ	Международный институт водного хозяйства	Повестка дня на период до 2030 года	Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года
ИИАСА	Международный институт прикладного системного анализа	СПАМ	Модель пространственного распределения производства сельскохозяйственных культур
ИКОУЖ-КОСХ	Исследование критериев оценки уровня жизни – комплексные обследования сельского хозяйства	ФАО	Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций
ИКТ	информационно-коммуникационные технологии	ЦУР	цель в области устойчивого развития
ИМПАКТ	Международная модель анализа политики в сфере сельскохозяйственных товаров и торговли	ЮНИСЕФ	Детский фонд Организации Объединенных Наций
ИФПРИ	Международный исследовательский институт продовольственной политики	COVID-19	коронавирусная инфекция COVID-19
		WaPOR	Портал открытых данных об использовании водных ресурсов

ГЛОССАРИЙ

Аудит водных ресурсов. Является шагом вперед по сравнению с их учетом, поскольку предполагает анализ тенденций в области предложения воды, спроса на нее, ее доступности и использования в более широком контексте, включающем вопросы управления, институты, государственные и частные расходы, законодательство и общие политические аспекты экономических проблем водоснабжения в конкретных сферах деятельности⁵.

Безвозвратное водопользование (забор воды).

Часть воды, забираемая из источника для использования в конкретном секторе (например, для сельскохозяйственных, промышленных или муниципальных нужд), которая не может быть использована повторно из-за испарения, транспирации, включения в продукты, стока непосредственно в море или в зоны испарения или из-за ее выведения из пресноводных ресурсов другим способом. См. также “Возвратное водопользование” (ниже)¹.

Внешние возобновляемые водные ресурсы. Та часть годовых возобновляемых водных ресурсов, которые формируются вне территории страны. К ним относятся приток из стран, расположенных в верховьях стока (подземные и поверхностные воды), и часть вод пограничных озер и/или рек. В них учитываются квоты стока, установленные в официальных и неофициальных соглашениях и договорах для стран, расположенных в его истоках (входящий поток) и в его низовьях (отток)¹.

Внутренние возобновляемые водные ресурсы.

Среднегодовое годовое количество рек и восполнение водоносных горизонтов за счет эндогенных атмосферных осадков¹.

Водный риск. В настоящем докладе определяется как возможность возникновения каких-либо проблем, связанных с водой, на определенной территории⁸. Такими проблемами могут быть дефицит воды и перебор с водой (которые в настоящем докладе измеряются с помощью показателей водного стресса и частоты засух, соответственно), а также стихийные бедствия, такие как наводнения, когда проблема заключается в избытке воды.

Водозабор. Общий объем воды, забираемой для любых целей (сельскохозяйственных, промышленных и муниципальных)¹. Может включать воду из возобновляемых источников пресной воды, а также воду, получаемую за счет чрезмерного забора возобновляемых подземных вод или забора ископаемых подземных вод, повторно используемые (очищенные) сточные воды, опресненную воду и повторно используемые (возвратные) сельскохозяйственные коллекторно-дренажные воды.

Водопользование. Любое намеренное применение или использование воды для определенных целей. Существует важное различие между безвозвратным и возвратным водопользованием (см. выше)¹.

Водоснабжение. Деятельность по оказанию потребителям (домохозяйствам, промышленным предприятиям и муниципальным образованиям) услуг по забору, хранению, очистке и распределению водных ресурсов, включая сточные воды. Примерами услуг водоснабжения являются: питьевое водоснабжение, организация орошения для нужд сельскохозяйственного производства, сбор, очистка и удаление сточных вод, работа дренажных систем, включая ливневую канализацию, управление использованием ресурсов подземных и поверхностных вод, борьбу с засолением почв, а также опреснение морской или солоноватой воды.

Возвратное водопользование. Водопользование, не связанное с расходом воды. Даже в случае ее забора такая вода почти полностью возвращается в систему. Примерами возвратного водопользования являются судоходство, рыболовство и другие виды использования воды для рекреационных или культурных целей. Большинство видов использования воды непосредственно в водотоке являются возвратным водопользованием. Гидроэнергетика также считается отраслью, в которой объемы безвозвратного водопользования очень малы, за исключением случаев, когда искусственный водоем устроен в верховьях водотока, поскольку при таком расположении существенно увеличивается площадь поверхности водоема и, соответственно, увеличивается испарение¹.

Возвратный сток. Часть воды, забранной из источника, которая не расходуется, а возвращается в свой источник или в другой поверхностный или подземный водоем. Возвратный сток можно подразделить на невозстановливаемый (сток, попадающий в резервуары с повышенной соленостью, малопригодные для использования подземные воды или сток недостаточного качества) и восстанавливаемый (сток в реки или инфильтрация в подземные водоносные горизонты)¹.

“Голубая” вода. Вода озер, рек и водоносных горизонтов. Бывает двух типов: в виде поверхностного стока в поверхностные водоемы и в виде возобновляемого подземного стока в водоносных горизонтах¹.

Дефицит воды. Диспропорция между предложением воды и спросом на нее, возникающая на определенной территории (в стране, регионе, водосборном бассейне, речном бассейне и т.д.) в результате высокого спроса на воду по сравнению с ее наличными запасами в условиях действующих институциональных механизмов (включая цены) и существующей инфраструктуры. Признаками дефицита воды являются неудовлетворенный спрос, противоречия между пользователями, конкуренция за водные ресурсы, чрезмерная добыча подземных вод и недостаточный объем стоков в окружающую среду. Искусственно созданный дефицит воды – это ситуация, которая возникает в результате чрезмерного по сравнению с наличными запасами воды развития гидравлической инфраструктуры, что приводит к нарастанию перебоев с водой¹. В настоящем докладе в качестве косвенного показателя масштабов дефицита воды, влияющего на орошаемое земледелие, используется понятие водного стресса, который описывается показателем ЦУР 6.4.2 (см. выше).

“Зеленая” вода. Та часть осадков, которая накапливается в почве и доступна для обеспечения роста растений¹.

Нетрадиционные источники воды. Воды, которые можно использовать, не создавая повышенной нагрузки на первичные возобновляемые ресурсы пресной воды. Это могут быть: i) опресненная морская вода или солоноватая вода; ii) повторно используемые (очищенные)

сточные воды; iii) повторно используемые (возвратные) сельскохозяйственные коллекторно-дренажные воды¹.

Общий объем возобновляемых водных ресурсов.

Сумма внутренних возобновляемых ресурсов пресной воды и внешних возобновляемых ресурсов пресной воды. Характеризует теоретический максимальный годовой объем воды, доступный в данной стране в данное время¹.

Перебои с водой. Нехватка воды приемлемого качества и низкие относительно проектных уровни водоснабжения на определенной территории и в определенное время. Перебои могут быть вызваны климатическими факторами или другими причинами недостатка водных ресурсов, такими как отсутствие или плохое состояние инфраструктуры, а также рядом других гидрологических или гидрогеологических факторов¹. В настоящем докладе в качестве косвенного показателя нехватки воды, влияющей на богарное земледелие, используется показатель частоты засух.

Показатель 6.4.1 достижения цели в области устойчивого развития (ЦУР): изменение эффективности водопользования.

Определяется как добавленная стоимость на единицу водопользования в соответствующем секторе экономики, выраженная в долларах США на кубический метр. Характеризует динамику эффективности водопользования с течением времени³. Этот показатель был разработан для отслеживания прогресса в осуществлении задачи 6.4 ЦУР, а именно ее компонента “существенно повысить эффективность водопользования во всех секторах”, путем сравнения производимой в экономике добавленной стоимости с объемами воды, используемой в этой экономике, включая потери в распределительных сетях. Другими словами, этот показатель позволяет оценить зависимость экономического роста от использования водных ресурсов, т.е. определить, в какой мере экономический рост может происходить вне зависимости от объемов водопользования. От продуктивности воды этот показатель отличается тем, что в нем не рассматривается продуктивность используемой в данном виде деятельности воды как вводимого ресурса. Кроме того, продуктивность воды рассчитывается как отношение объема выхода продукции к количеству потребленной, а не использованной воды³. Наконец, концепция мониторинга

достижения показателя ЦУР привела к необходимости сформулировать четкое определение понятия “эффективность водопользования” (см. ниже).

Показатель 6.4.2 достижения цели в области устойчивого развития (ЦУР): уровень водного стресса – забор пресной воды как доля имеющихся ресурсов пресной воды. ^г Определяется как соотношение между общим объемом пресной воды, забираемой всеми основными секторами (сельским хозяйством, промышленностью и коммунальным хозяйством), и общим объемом возобновляемых ресурсов пресной воды, с учетом требований к экологическим попускам. Водный стресс обусловлен деятельностью человека и зависит от объема забираемой человеком пресной воды по отношению к объему имеющихся водных ресурсов на соответствующей территории при условии поддержания функционирования водных экосистем. Соответственно, засушливый регион, где воды очень мало, но конкуренция людей за нее отсутствует, будет считаться не регионом с “водным стрессом”, а просто “засушливым”. Водный стресс – это объективная физическая реалья, которую всегда можно измерить в разных регионах с течением времени. Этот показатель был разработан для отслеживания прогресса в осуществлении задачи 6.4 ЦУР, а именно ее экологического компонента “обеспечить устойчивый забор и подачу пресной воды для решения проблемы нехватки воды”. Он является логическим продолжением использовавшегося ранее показателя 7.5 достижения целей в области развития, сформулированных в Декларации тысячелетия (“доля общего объема используемых водных ресурсов”)⁴. Водный стресс отражает физическую доступность пресной воды, а не ее пригодность к использованию.

Права владения и пользования землей. Определяемые законом или обычаем взаимоотношения между людьми (как отдельными лицами, так и группами лиц), касающиеся земельных ресурсов².

Права пользования водными ресурсами. Определяемые законом или обычаем взаимоотношения между людьми (как отдельными лицами, так и группами лиц), касающиеся водных ресурсов².

Право водопользования. В юридическом смысле слова – закрепленное законом право на забор или отвод и использование воды из данного природного источника, аккумулярование или хранение определенного количества воды в природном источнике за плотиной или другим гидротехническим сооружением, а также на использование или сохранение воды в ее естественном состоянии (экологический сток в реке, вода для рекреационных целей, религиозных или духовных практик, питья, мытья и купания, а также для водопоя животных)¹.

Пресная вода. Вода, находящаяся на земной поверхности в ледниках, озерах и реках (поверхностные воды) и под землей в водоносных горизонтах (подземные воды). Основной ее характеристикой является низкая концентрация растворенных солей. В это понятие не входят дождевая вода, вода, удерживаемая в почве (почвенная влага), неочищенные сточные воды, морская вода и солоноватая вода¹.

Продуктивность воды. Отношение чистых выгод, получаемых от производства продукции растениеводства, лесного хозяйства, рыбного хозяйства, животноводства и смешанных сельскохозяйственных систем, к расходу воды (фактической эвапотранспирации), необходимой для получения этих выгод¹. Такие выгоды могут быть выражены в различных формах: как урожайность (в килограммах), как содержание питательных веществ (энергетическая ценность, белки, кальций и т. д.), как доход (в долларах США) или как любая другая согласованная мера благосостояния, получаемая от товаров и услуг, которые поступают от сельскохозяйственной системы (например, рабочие места). В более широком смысле продуктивность воды отражает задачи производства большего количества продовольствия, увеличения доходов, улучшения источников средств к существованию и увеличения экологических выгод при меньших социальных и экологических затратах на единицу используемой воды. В сельскохозяйственном контексте физическая продуктивность воды определяется как отношение объема сельскохозяйственной продукции к объему потребляемой воды, т.е. “поливай меньше, собирай больше” (измеряется в килограммах продукта на кубометр воды), а экономическая продуктивность воды определяется как денежная стоимость, получаемая от каждой единицы

потребляемой воды (измеряется в долл. США на кубометр воды). Понятие экономической продуктивности воды используется для увязки сельскохозяйственного водопользования с качеством питания, количеством рабочих мест, уровнем благосостояния и состоянием окружающей среды.

Требования к экологическим попускам. Количественные и временные параметры стока пресной воды, необходимые для поддержания нормального функционирования экосистем, а также для оптимального жизнеобеспечения и благополучия людей, которые от них зависят¹.

Управление водными ресурсами. Процессы, структуры и институты, задействованные в принятии решений по вопросам развития и использования водных ресурсов и предоставления услуг водоснабжения и охватывающие политические, административные, социальные и экономические сферы деятельности наряду с формальными и неформальными системами и механизмами⁶.

Установление цен на воду. Действия по установлению цены на услуги водоснабжения. Эта цена может быть рассчитана таким образом, чтобы она покрывала расходы на водоснабжение полностью или частично либо способствовала изменению поведения потребителей, стимулируя более рачительное водопользование. В качестве основы для расчета цены на оросительную воду могут быть

взяты площадь орошаемых земель, вид культуры или объем используемой воды⁷.

Учет водных ресурсов. Систематическое изучение текущего состояния и тенденций в области предложения воды, спроса на нее, ее доступности и использования⁵.

Эффективность водопользования. Соотношение между эффективным водопользованием, осуществляемым для конкретной цели, и фактическим объемом забираемой воды. В орошении эффективность водопользования представляет собой соотношение между расчетными потребностями в оросительной воде (в ходе эвапотранспирации) и фактическим объемом забираемой воды. Это понятие безразмерно и может применяться в любом масштабе (завод, поле, оросительная система, бассейн, страна и т.д.). В сельском хозяйстве эффективность водопользования достигается в том числе за счет сокращения потерь воды при ее подаче и распределении или путем повышения урожайности культур, изменения сроков посева и использования различных сортов культур. Однако повышение эффективности водопользования в сельском хозяйстве еще не означает реальной экономии воды¹. В погоне за эффективностью важен более общий подход (например, на уровне бассейна), в котором учитывается то влияние, которое так называемые “потери” могут оказывать на продуктивность других пользователей и на другие элементы круговорота воды.

ОСНОВНЫЕ ТЕЗИСЫ

→ На пути достижения устойчивого развития человечество сталкивается с серьезнейшим вызовом: в сельскохозяйственных районах, где проблема перебоев с водой и ее дефицита стоит остро или очень остро, живут 3,2 млрд человек, из них 1,2 млрд – т. е. примерно шестая часть населения планеты – живут там, где нехватка воды ощущается очень сильно.

→ Ключевым фактором дефицита воды является увеличение численности населения, поскольку оно влечет рост спроса на этот драгоценный природный ресурс. Вследствие этого за последние два десятилетия ежегодный объем доступных ресурсов пресной воды на душу населения сократился более чем на 20%.

→ Другим важным фактором роста спроса на воду является социально-экономическое развитие, поскольку оно способствует изменению рациона питания людей и переходу на более водоемкие продукты, включая мясные и молочные. Снизить связанные с этим объемы безвозвратного водопользования может здоровое питание, концепция которого предусматривает необходимость обеспечения устойчивости на уровне продовольственных систем.

→ Усиление конкуренции за водные ресурсы и последствия изменения климата приводят к напряженности и конфликтам между заинтересованными сторонами, что усугубляет проблему неравного доступа к воде, особенно для уязвимых категорий, включая сельскую бедноту, женщин и коренное население.

→ До 2030 года осталось десять лет, и первые оценки показателя ЦУР 6.4.2, который характеризует уровень нагрузки на водные ресурсы, а также постоянная нехватка воды в богарном земледелии позволяют говорить о том, что обеспечение устойчивого управления водными ресурсами в интересах всех

жителей планеты по-прежнему остается сложной задачей. Поскольку вода тесно связана с рядом других ЦУР и не в последнюю очередь с целью, касающейся ликвидации голода, решающее значение для достижения всех этих целей в полном объеме будет иметь рачительное использование скудных водных ресурсов.

→ Достижение поставленных целей все еще возможно, но для этого абсолютно необходимо обеспечить более продуктивное и устойчивое использование пресной и дождевой воды в сельском хозяйстве, которое является крупнейшим водопользователем в мире: на его долю приходится более 70% глобального объема забираемой пресной воды.

→ Повышение устойчивости водопользования в сельском хозяйстве будет означать гарантированное соблюдение требований к экологическим попускам, которое необходимо для поддержания экосистемных функций; этот вопрос часто упускают из виду: согласно оценкам, порядка 41% мирового потребления оросительной воды на данный момент происходит в ущерб требованиям к экологическим попускам. Это повлечет необходимость сокращения водозаборов и повышения эффективности водопользования в тех водосборных бассейнах, где соблюдение требований к экологическим попускам не обеспечивается.

→ С учетом сказанного разработка любой эффективной стратегии решения проблемы перебоев с водой и ее дефицита должна начинаться с учета и аудита водных ресурсов, проводимых лишь в редких случаях. Хорошим подспорьем для всех, кто хочет организовать учет и аудит водных ресурсов, может стать вышедший недавно справочник ФАО.

→ Производители (многие из которых являются мелкими фермерами), работающие на 128 млн га (т. е. на 11%) богарных пахотных земель, которые

страдают от периодических засух, могут существенно выиграть от использования методов сбора и сохранения поверхностного стока. По одной из оценок, в богарном земледелии такие подходы позволяют увеличить производство пищевой энергии на 24%, а если их сочетать с активным использованием орошения – более чем на 40%.

→ Скотоводы, работающие на 656 млн га (т. е. на 14%) страдающих от засух пастбищных земель, могут применить ряд методов хозяйствования, позволяющих смягчить последствия засух и повысить продуктивность воды. С водой косвенно связаны многие из этих мер, в том числе борьба с болезнями и охрана здоровья животных, организация кормления и поения скота, мобильность и стратификация производства с целью снижения нагрузки на пастбища в засушливых районах.

→ На 171 млн га (т. е. на 62%) орошаемых пахотных земель, где уровень водного стресса высок или очень высок, первоочередное внимание следует уделить стимулированию применения тех методов хозяйствования, которые способствуют повышению продуктивности воды; в том числе это касается восстановления и модернизации существующей ирригационной инфраструктуры и внедрения инновационных технологий. Для того чтобы гарантировать справедливое распределение воды и доступ к ней, а также соблюдение требований к экологическим попускам, применение этих методов должно сочетаться с повышением эффективности управления водными ресурсами. Ожидается, что в странах Африки к югу от Сахары орошаемые площади увеличатся к 2050 году более чем вдвое, что принесет пользу миллионам мелких фермеров.

→ С точки зрения компенсации дефицита воды все большую актуальность приобретают инвестиции в возвратное водопользование, например в аквакультуру и нетрадиционные источники, такие как повторное использование и опреснение воды, но примеры, представленные в настоящем докладе, показывают, что инновации должны быть экономически эффективными, социально приемлемыми, экологически устойчивыми и соответствующими контексту.

→ Центральную роль в стимулировании внедрения технологий и инноваций играют меры политики и регулирования, которые могут обеспечить, в частности, выделение финансирования, осуществление программ развития потенциала и соблюдение требований к экологическим попускам. Но все это требует надлежащего распределения прав на водные ресурсы и гарантий прав пользования водными ресурсами в целях обеспечения безопасного, справедливого и устойчивого доступа к воде, особенно для наиболее уязвимых групп населения, а также соблюдения требований к экологическим попускам.

→ Важнейшую роль в обеспечении эффективного, устойчивого и справедливого управления водными ресурсами играют согласованность политики и механизмы управления на различных административных уровнях и в разных секторах. В частности, в сельском хозяйстве необходимы согласованные и инклюзивные стратегии деятельности в области богарного и орошаемого земледелия, животноводства, рыболовства во внутренних водоемах, аквакультуры и лесного хозяйства.

ПЕРЕБОИ С ВОДОЙ И ЕЕ ДЕФИЦИТ В МИРЕ: ЧТО НАМ ИЗВЕСТНО?

Нагрузка на дефицитные водные ресурсы увеличивается во всем мире

Устойчивое и справедливое управление водными ресурсами является ключевым элементом устойчивых продовольственных систем и абсолютно необходимо для ликвидации голода.

Однако дефицит воды (диспропорция между предложением пресной воды и спросом на нее) и проблемы с качеством воды представляют нарастающую угрозу для продовольственной безопасности и питания из-за своего воздействия на продовольственные системы, которое затрагивает все ее звенья – от сельскохозяйственного производства и пищевой промышленности до домохозяйств и потребителей. При этом регулярные и сильные засухи, усугубляемые изменением климата, все чаще вызывают серьезные перебои с водой в богарном земледелии, что повышает угрозу для средств к существованию сельского населения из-за снижения урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности скота. Если не принять немедленных мер, то ситуация будет только ухудшаться; именно поэтому доклад “Положение дел в области продовольствия и сельского хозяйства – 2020” посвящен двум основным проблемам с водой, оказывающим влияние на ведение сельского хозяйства и производство продовольствия: перебои с водой и ее дефициту.

Эти проблемы являются препятствием не только для ликвидации голода, но и для достижения множества других целей в области устойчивого развития (ЦУР), поэтому настоятельная необходимость обеспечения устойчивого использования водных ресурсов в интересах всех жителей планеты занимает видное место в Повестке дня в области устойчивого развития на период до 2030 года (Повестка дня на период до 2030 года). В частности, многие важные аспекты, связанные с наличием и рациональным использованием водных ресурсов, включены в ЦУР 6 (“Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех”). Растущая озабоченность в связи с дефицитом и ненадлежащим использованием воды более конкретно отражена в задаче 6.4 ЦУР, которая предусматривает существенное повышение эффективности водопользования

во всех секторах и обеспечение устойчивого забора и подачи пресной воды для решения проблемы нехватки воды.

Благодаря усилиям ФАО теперь можно также отслеживать прогресс на пути решения задачи 6.4 ЦУР и оценивать количество людей и площадь сельскохозяйственных угодий, страдающих от дефицита воды (с помощью показателя ЦУР 6.4.2, который характеризует уровень водного стресса) и испытывающих перебои с водой (с помощью показателя исторической частоты засух). На основании этих измерений в настоящем докладе был сделан вывод о том, что в сельскохозяйственных районах, где проблема перебоев с водой, влияющих на богарное земледелие, или ее дефицита, сказывающегося на орошаемом земледелии, стоит остро или очень остро, живут 3,2 млрд человек, из них 1,2 млрд – т. е. примерно шестая часть населения планеты – живут там, где нехватка воды ощущается очень сильно.

Факторами дефицита воды являются рост численности населения и социально экономическое развитие

Ключевым фактором дефицита воды является увеличение численности населения, поскольку оно влечет рост спроса на этот ресурс. Вследствие этого за последние два десятилетия ежегодный объем доступных ресурсов пресной воды на душу населения сократился более чем на 20%. Особенно серьезной эта проблема является для Северной Африки и Западной Азии, где объем пресной воды на душу населения сократился более чем на 30%, а среднегодовой объем воды на душу населения едва достигает 1 000 м³, что обычно считается тем пороговым уровнем, ниже которого наступает уже острый дефицит воды.

Другими важными факторами являются рост доходов и урбанизация, которые приводят к увеличению спроса на воду со стороны промышленности, энергетики и сферы услуг, а также к изменению рациона питания. Ожидается, что по мере повышения доходов, урбанизации и стандартов в области питания люди будут переходить на рацион, содержащий продукты, производство которых требует больше земельных и водных ресурсов, в частности, должно возрасти потребление мясных и молочных продуктов;

при этом следует отметить, что в зависимости от способа производства водный след таких продуктов может быть очень разным. Исследование, проведенное в Бразилии, Индии и Китае, показало, что люди переходят на рацион, содержащий больше продуктов животноводства и зерновых культур, что увеличивает суточное водопотребление более чем на 1 000 литров на душу населения. Мир должен также переходить на здоровое питание: рацион должен быть разнообразным и включать водоемкие питательные продукты, такие как бобовые, орехи, фрукты и овощи, а также умеренное количество молочных продуктов, яиц и мяса птицы, поэтому вопрос устойчивости водопользования приобретает еще большую актуальность.

Изменение климата усугубит проблемы, связанные с водой

Проблемы перебоев с водой и ее дефицита должны решаться вместе с возможными проблемами, связанными с последствиями изменения климата, которые, как ожидается, увеличат риск экстремальных погодных явлений, таких как наводнения и изменчивость климата. Это, в свою очередь, усилит давление на сельскохозяйственное производство, поскольку рост и урожайность культур очень чувствительны к климатическим условиям. Где именно проявятся последствия изменения климата и каков будет их масштаб, пока не очень понятно, но ожидается, что они усугубят перебои с водой и ее дефицит и негативно скажутся на сельскохозяйственном производстве, особенно в низкоширотных и тропических регионах. Изменение климата затрагивает также пресноводные экосистемы, рыб и другие водные популяции, которые обладают низкой буферной способностью и чувствительны к связанным с климатом потрясениям и изменчивости.

Таким образом, изменение климата создаст дополнительную нагрузку на системы сельскохозяйственного производства, поскольку они будут стремиться удовлетворить потребности растущего населения в продовольствии. Это может поставить под угрозу продовольственную безопасность и питание как сельского, так и городского населения, но неизмеримо сильнее, вероятно, будет затронута сельская беднота, которая в этом отношении наиболее уязвима. Поэтому, несмотря на связанную с климатом неопределенность, разумной и

необходимой формой страхования от этих рисков является незамедлительная разработка соответствующих стратегий и гибкость в определении наиболее важных из них в зависимости от конкретных условий.

Какое количество людей испытывают нехватку воды, какова площадь сельскохозяйственных угодий, затронутых этой проблемой, и где они расположены?

Как уже говорилось в начале этого резюме, в районах, где из-за серьезных перебоев с водой и ее дефицита сельское хозяйство испытывает большие проблемы в связи с частыми засухами на неорошаемых пахотных землях и в пастбищных районах и/или очень высоким уровнем водного стресса на орошаемых землях, живут около 1,2 млрд человек. Это означает, что примерно каждый шестой человек на планете сталкивается с серьезными перебоями с водой или ее дефицитом в сельском хозяйстве: в зоне риска находятся около 15% сельского населения. Из них порядка 520 млн человек живут в Южной Азии, а 460 млн – в Восточной и Юго-Восточной Азии. В Центральной Азии, а также в Северной Африке и Западной Азии в сельскохозяйственных районах, где проблемы перебоев с водой или ее дефицита очень серьезны, проживает около одной пятой населения этих регионов. В Европе, Латинской Америке и Карибском бассейне, Северной Америке и Океании в районах с острой нехваткой воды живут лишь 1–4% населения. В странах Африки к югу от Сахары в районах, страдающих от нехватки воды, живут всего порядка 5% населения. Там большая часть территории относится к неорошаемым землям: это говорит о том, что нехватка воды бывает вызвана сильной засухой или отсутствием орошения. Может показаться, что 5% – это очень мало, но в реальности это означает, что в районах, где сильная засуха оказывает катастрофическое воздействие на пахотные земли и пастбища, живут около 50 млн человек.

Если говорить о площадях, то от частых засух страдает 128 млн га богарных пахотных земель и 656 млн га пастбищ, а высокому или очень высокому уровню водного стресса подвержены 171 млн га орошаемых пахотных земель. Это означает, что регулярные сильные засухи случаются примерно на 11% богарных пахотных и на 14% пастбищных

земель, а серьезно водному стрессу подвержено более 60% орошаемых пахотных земель. Более чем на 62 млн га пахотных и пастбищных земель регистрируются высокий уровень водного стресса и высокая частота засух, от которых страдают порядка 300 млн человек.

Если спрос на воду и практика водопользования в этих районах не изменятся или не будут найдены альтернативные источники воды, то людям, по-видимому, придется прибегнуть к миграции. Упорядоченная и регулярная миграция может способствовать экономическому развитию и улучшению условий жизни, но во время кризисов ее последствия могут быть разрушительны. Кроме того, эмиграция мужчин может увеличить бремя домашних обязанностей женщин, на плечи которых лягут дополнительные заботы, такие как уход за скотом.

Важную роль играет пространственный анализ ситуации с нехваткой воды, поскольку уровни водного стресса и частоты засух могут существенно различаться даже внутри одной страны, и в одних и тех же районах уровни водного стресса и частоты засух могут быть различны. Ряд стран сталкивается с двойной проблемой – там высоки и частота сильных засух, и уровень водного стресса; все эти страны находятся в Северной Африке и Азии: это, в частности, Афганистан, Египет, Исламская Республика Иран, Йемен, Казахстан, Саудовская Аравия и Узбекистан. Такую информацию крайне важно накапливать с помощью пространственного анализа, который помогает определить наиболее проблемные точки и найти оптимальные варианты вмешательства.

Системы сельскохозяйственного производства справляются с нехваткой воды по-разному и по-разному испытывают на себе ее воздействие

В богарном и орошаемом земледелии существуют различные системы производства, которые могут отличаться друг от друга как в плане воздействия на них отсутствия доступа к воде, так и с точки зрения способности решить эту проблему. Существует огромное множество технологий: от полностью орошаемого до полностью богарного производства.

В настоящем докладе рассмотрены три типа систем хозяйствования: i) орошаемое земледелие; ii) ресурсоемкое богарное земледелие; и (iii) малоресурсоемкое богарное земледелие. Распространенность этих систем в разных странах позволяет судить об уровне сельскохозяйственного развития этих стран и об их способности устранить связанные с водой риски.

В европейских и североамериканских странах с высоким уровнем дохода, где сельскохозяйственный сектор капиталоемкий и эффективный, а уровень государственных расходов на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) в области сельского хозяйства высокий, значительная доля пахотных земель отведена под ресурсоемкое богарное земледелие. Поэтому такие страны обладают более высоким потенциалом для решения проблем, связанных с частотой сильных засух. В странах Африки к югу от Сахары, где капиталоемкость сельского хозяйства и государственные расходы на НИОКР в области сельского хозяйства ниже, более 80% пахотных земель занято под малоресурсоемким богарным земледелием, а орошается лишь 3% земель. В этих странах фермеры испытывают проблемы с доступом к ирригационному оборудованию, современным ресурсам и технологиям, в том числе к технологиям оптимизации эффективности водопользования в богарном земледелии. С другой стороны, сильным засухам там подвержена лишь относительно небольшая доля богарных пахотных земель. В странах Южной Азии, напротив, примерно на половине пахотных земель организовано орошение и используются современные ресурсы, хотя уровень развития многих из этих стран низок, а уровень водного стресса в большинстве орошаемых районов высок.

Наличие воды и ее качество оказывают влияние на продовольственную безопасность и питание не только потому, что это сказывается на сельскохозяйственном производстве

Проблемы, связанные с доступом к воде и ее загрязнением, возникают не только в сельскохозяйственном производстве, но и во всех звеньях продовольственной

производственно-бытовой цепочки, и сказываются на продовольственной безопасности, питании и здоровье людей. Например, пищевая промышленность – это водоемкий вид деятельности, в процессе которой используется вода питьевого качества и производятся значительные объемы сточных вод на единицу продукции. Без надлежащей очистки стоков сброс загрязняющих веществ в водоемы может привести к вредному воздействию этих веществ на человека и ограничить доступ к безопасной питьевой воде.

В конце продовольственной производственно-бытовой цепочки находятся потребители, для которых безопасная и доброкачественная вода для питья, санитарии и гигиены является одной из основных человеческих потребностей и главным определяющим фактором продовольственной безопасности. Отсутствие доступа к чистой воде является одной из главных причин неполноценного питания. Болезни, связанные с водой, подрывают производительность труда, усиливая глубокое неравенство и затягивая уязвимые домохозяйства в замкнутый круг нищеты. Недостаточный доступ к базовым услугам в области питьевого водоснабжения в помещениях (например, дома) в большей степени является проблемой сельских районов, чем городских; на то, чтобы добраться до источника питьевой воды, уходит значительное время, и обычно этим занимаются женщины.

КАКИЕ ИННОВАЦИИ И ИНВЕСТИЦИИ НЕОБХОДИМЫ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО И ПРОДУКТИВНОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ?

Совершенствование стратегий управления водными ресурсами в сочетании с передовой агротехникой, например с использованием улучшенных сортов культур, будет ключевым фактором снижения водных рисков и достижения максимально возможной урожайности в сельском хозяйстве, позволяющей повысить продовольственную безопасность и улучшить питание. Ожидается, что эти стратегии помогут справиться с проблемами изменения климата, хотя в отношении последствий и эффективности адаптационных мер сохраняется значительная неопределенность. У фермеров стимулы для внедрения стратегий управления водными ресурсами и изменения своего подхода к водопользованию и ведению хозяйства будут зависеть от

уровня доступности воды, масштабов перебоев с водой и ее дефицита, от степени неопределенности в условиях меняющегося климата, а также от наличия и стоимости других вводимых ресурсов, включая труд и энергию.

Модели управления водными ресурсами включают целый спектр вариантов: от полностью богарного до полностью орошаемого земледелия и их сочетаний с животноводством, лесным и рыбным хозяйством, а также взаимодействий с важными экосистемами, при этом не все водные риски могут быть устранены фермерами самостоятельно. В ряде случаев может потребоваться вмешательство государственного сектора, например в форме инвестиций, информирования и оказания помощи фермерам в преодолении препятствий, стоящих на пути внедрения.

Для реализации потенциала богарного земледелия необходимо улучшить водохозяйственную деятельность

В сельском хозяйстве богарное земледелие является преобладающим способом производства: на его долю приходится порядка 80% всех пахотных земель. Фермеры, особенно мелкие, имеют ограниченное влияние на объемы и сроки полива. Неизбежные проблемы здесь состоят в том, что фермерам приходится приспосабливаться к изменчивости погоды и повышать продуктивность использования дождевой воды. У фермеров, которые заняты в ресурсоемком богарном земледелии, вероятно, больше возможностей инвестировать в совершенствование механизмов управления водными ресурсами, чем у тех, кто практикует малоресурсоемкое богарное земледелие.

В богарном земледелии есть две общих стратегии повышения урожайности: i) накопление или сбор поверхностного стока и инфильтрация воды в корнеобитаемую зону; и ii) экономное использование воды за счет увеличения поглощающей способности растений и/или уменьшения потерь воды при испарении и дренаже в корнеобитаемой зоне. Сочетание обеих этих стратегий может быть весьма эффективным. По данным одного из исследований, такие подходы позволяют увеличить производство пищевой энергии почти на 20%,

а согласно другому исследованию – эта цифра в глобальном масштабе может увеличиться более чем на 40%. Для сбора поверхностного стока и стратегий сохранения почв и вод пригодны почти 20% пахотных земель в мире, и наиболее перспективны в этом смысле обширные территории Восточной Африки и Юго Восточной Азии.

Ключевую роль в решении проблемы дефицита воды будут играть инвестиции в оросительные технологии, позволяющие повысить продуктивность воды

Повышение продуктивности использования оросительной воды может обеспечить более высокие урожаи при меньших затратах воды. Это может быть достигнуто за счет повышения урожайности культур и/или уменьшения эвапотранспирации. Существенные различия в продуктивности воды (т. е. в объеме выхода продукции на единицу потребляемой воды) в разных странах обусловлены доступом фермеров к современным факторам производства, эффективным системам орошения и более эффективным механизмам управления почвенными и водными ресурсами. Несмотря на то что в последние годы продуктивность воды стала выше, разрывы в урожайности сохраняются. Ликвидация или сокращение этих разрывов может в значительной степени способствовать повышению продовольственной безопасности и улучшению питания, а также укреплению источников средств к существованию и снижению уязвимости к изменчивости климата.

Но для этого потребуются инвестиции в создание новых оросительных систем или в восстановление и модернизацию существующих. Выбор наиболее подходящей системы будет зависеть от целого ряда факторов, включая климатические условия, источники энергии и цены на энергоносители, наличие рабочей силы, глубину залегания подземных вод и затраты на инфраструктуру. Например, в странах Африки к югу от Сахары многие мелкие фермеры используют для орошения собственный мелкий инвентарь (в том числе ведра, лейки, ирригационные насосы с педальным приводом), который обычно более дешевый и обеспечивает более высокую производительность, чем оросительные системы, эксплуатируемые государственными

организациями. В этом регионе существует значительный потенциал для расширения прибыльного мелкомасштабного орошения: моторизированные помповые насосы могут быть использованы на площади до 30 млн га, что принесет пользу миллионам сельских жителей. По прогнозам одного из исследований, за период с 2010 по 2050 год площадь орошаемых земель в странах Африки к югу от Сахары должна удвоиться. Но реальной экономии воды можно добиться только в том случае, если перед модернизацией оросительных систем будут задействованы необходимые политические инструменты, такие как распределение водных ресурсов, которые после внедрения новых технологий обеспечат поддержание объемов водопользования в масштабе бассейна на том же уровне или ниже.

Снизить нагрузку на водные ресурсы может повышение продуктивности воды в животноводстве

В физическом смысле и с точки зрения питания продуктивность воды у продуктов животного происхождения обычно ниже, чем у продукции растениеводства, и сильно зависит от того, о каком именно типе продуктов животного происхождения идет речь, а также от системы производства. Например, домашний скот может кормиться на богарных пастбищных землях (на которых других видов продуктивного использования воды зачастую просто не существует) или получать корм, выращенный на орошаемых пахотных землях. В смешанных системах производства животные могут поедать и пожнивные остатки. С учетом описанных выше условий вариантов повышения продуктивности воды в этом секторе несколько. Это может быть надлежащий контроль за выпасом, укрепление здоровья животных, а также изменения в их рационе и системах поения.

Еще одной возможностью повысить продуктивность воды является интеграция рыбоводства в ирригационные системы; потенциал этого решения пока в полной мере не реализован. Ирригация и рыбное хозяйство связаны между собой. Ирригация может изменять физическую водную среду обитания и содержание питательных веществ в ней, что оказывает влияние на рыбные

ресурсы. В большинстве случаев интенсификация растениеводства с помощью орошения совпала со спадом производства рыбной продукции. Однако ирригация может создавать для такого производства и новые возможности. Например, в одном из орошаемых районов Бангладеш фермеры-рисоводы заменили один из трех годовых циклов выращивания риса на производство сеголетков, и это оказалось очень выгодным: уменьшились проблемы с вредителями, повысилась прибыль. Однако степень интеграции рыбоводства в ирригационные системы будет в значительной степени зависеть от национальной и региональной политики в этой области и от структур управления.

Сельскохозяйственное водопользование не исчерпывается уровнем фермерских хозяйств и требует инновационных подходов

Системы сельскохозяйственного производства являются основными движущими силами целого ряда изменений в окружающей среде, как желательных, так и нежелательных. Например, децентрализованные подходы к водохозяйственной деятельности, в том числе некоторые схемы сбора поверхностного стока, могут негативно сказываться на водных балансах водосборов и речных бассейнов и, соответственно, на речном рыболовстве. Однако стратегии сельскохозяйственного водопользования могут оказывать на окружающую среду и благотворное воздействие. Так, сокращение или прерывание периодов затопления рисовых полей может существенно сократить связанные с производством риса выбросы парниковых газов, поскольку это снижает продукцию бактериального метана и, соответственно, выбросы метана. Другим ярким примером являются природно-ориентированные решения, в которых естественные процессы используются для улучшения управления водными ресурсами и сохранения или восстановления природных процессов и экосистем. Однако их внедрение требует ландшафтного подхода и перехода к новой парадигме, в рамках которой леса, торфяники и другие экосистемы должны рассматриваться и использоваться как различного масштаба регуляторы круговорота пресной воды. Такие методы управления

водными ресурсами, как устройство растительных полос и интеграция аквакультуры с растениеводством, могут также способствовать сохранению избытка питательных веществ и уменьшению загрязнения. Преимущества природно-ориентированных решений могут компенсировать альтернативные издержки, связанные с выведением из хозяйственного использования (с целью сохранения) земель, которые могли бы использоваться для производства сельскохозяйственных культур или для развития.

В условиях существенной нехватки воды в некоторых странах и регионах все более популярным становится инновационное использование нетрадиционных источников, таких как очищенные сточные воды и опресненная вода. Согласно прогнозам, объемы производства сточных вод должны значительно возрасти. Точных цифр на этот счет нет, но по оценкам, неочищенные или частично очищенные сточные воды поступают примерно на 10% общей площади орошаемых земель в мире. Очистка сточных вод в соответствии с потребностями конечных пользователей оказалась реалистичным вариантом использования нетрадиционных источников. Однако целесообразность повторного использования воды в сельском хозяйстве зависит от местных условий. Еще одним перспективным вариантом увеличения объемов водоснабжения является опреснение воды. В мире насчитывается порядка 16 000 опреснительных установок, производящих около 100 млн кубометров питьевой воды в сутки. Главным сдерживающим фактором, ограничивающим применение опреснения в сельском хозяйстве, всегда была стоимость этого процесса. Но благодаря росту спроса и технологическому прогрессу затраты на опреснение резко сократились и будут снижаться и впредь, благодаря чему этот метод станет более доступным для сельскохозяйственной деятельности, особенно для производства высокотоварных культур. По оценкам, в крупных опреснительных установках стоимость опреснения составляет в среднем 0,5–2,0 долл. США за кубометр в зависимости от размера установки. Оценка эффективности затрат на опреснение очень зависит от контекста, но в ряде стран, включая Австралию, Испанию, Китай, Марокко и Мексику, опресненная вода уже сейчас используется для сельского хозяйства с выгодой.

ЕСЛИ ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ВОЗМОЖНЫ, ТО ПОЧЕМУ ОНИ НЕ ПРИНИМАЮТСЯ?

Инновации в области управления водными ресурсами в значительной степени зависят от общих институциональных и правовых механизмов, определяющих права на воду, лицензирование, регулирование, меры стимулирования и институциональное устройство. Они также определяются политическим климатом в целом, который включает общественные предпочтения, приоритеты, меры отраслевой политики и соответствующие компромиссы. Роли, подходы и обязанности различных заинтересованных сторон, участвующих в реализации водной политики и в управлении водными ресурсами, рассредоточены по многим секторам, территориям и юрисдикциям, и все их необходимо очень хорошо изучить. Одной из проблем является обеспечение экономической доступности воды и соблюдения права человека на доступ к воде. Другая проблема состоит в необходимости обеспечения экологических попусков, экосистемных услуг и возвратного использования пресноводных ресурсов, например для рыболовства во внутренних водоемах.

Поэтому решающую роль здесь играет эффективное управление водными ресурсами, требующее гибких подходов на уровне водосбора, что позволит удовлетворить потребности всех водопользователей. В свою очередь, для этого необходимы комплексные механизмы сотрудничества между соответствующими заинтересованными сторонами, территориями и организациями. Необходимо усилить как вертикальную координацию (начиная с отраслевого уровня и уровня речного бассейна и кончая ирригационными системами и домохозяйствами), так и горизонтальную между секторами, в том числе между сельским хозяйством, промышленностью, муниципалитетами и домохозяйствами. В этом смысле определенную роль как в планировании, так и в осуществлении намеченных мероприятий могут сыграть ассоциации водопользователей, которые объединяют фермеров, особенно мелких, для управления общей ирригационной системой. Эти структуры могут объединять ресурсы для организации орошения и эксплуатации оросительных систем и речных или водных бассейнов. Одной из главных задач является защита интересов групп,

обладающих меньшими возможностями и влиянием, но зависящих от экосистемных услуг (например, рыбаков), и включение их в такие ассоциации.

Важнейшими факторами являются прозрачный учет и аудит водных ресурсов и четкие и ясные права владения и пользования

Для того чтобы стратегии водохозяйственной деятельности были эффективны, в их основу должно быть заложено глубокое понимание таких вопросов, как объем имеющихся водных ресурсов, характер их использования и устойчивость существующих моделей. Ключевую роль в решении этой задачи будет играть учет водных ресурсов - систематическое изучение положения дел и тенденций, касающихся предложения воды, спроса на нее, ее доступности и использования. Но такой учет может принести пользу только в том случае, если он станет частью более общего процесса совершенствования механизмов управления. Основу для более реалистичного, устойчивого, эффективного и справедливого управления водными ресурсами может обеспечить сочетание учета водных ресурсов с их аудитом, т.е. с процессом, позволяющим проанализировать результаты учета водных ресурсов в более широком социальном контексте.

Общая стоимость программ учета и аудита водных ресурсов очень сильно варьируется и зависит, в частности, от масштаба и целей программы, затрат на организацию работ группой по осуществлению и от необходимости в сборе первичной и вторичной информации. Достижения в области дистанционного зондирования и измерительных технологий, а также ряд глобальных и региональных баз данных открытого доступа снижают затраты и облегчают обмен информацией. Хорошим подспорьем для всех, кто хочет организовать учет и аудит водных ресурсов, может стать вышедший недавно справочник ФАО.

Права пользования водными ресурсами – определяемые законом или обычаем взаимоотношения между людьми (как отдельными лицами, так и группами лиц),

касающиеся водных ресурсов – могут стать важнейшим элементом системы эффективного водопользования и равноправного и устойчивого доступа к воде, но для этого в их основу должны быть положены добросовестный учет и справедливая система распределения водных ресурсов. Действительному установлению прав на водные ресурсы может также способствовать создание общественных организаций по управлению распределением водных ресурсов. Четко определенные права на водные ресурсы могут не только расширять возможности пользователей и повышать экономическую ценность воды, но и создавать для фермеров стимулы инвестировать в технологии эффективного или экономически выгодного водопользования и бороться с деградацией ресурсов. Несмотря на то что системы пользования водными ресурсами очень важны и существуют практически везде, где вода в дефиците, они в большинстве случаев не признаны официально, их функционирование не обеспечено правовой санкцией, а права пользования могут не соблюдаться. Совершенствование ирригационных технологий, связанных с подачей, отводом и учетом воды, может способствовать соблюдению установленных требований благодаря улучшению мониторинга.

Продуктивное водопользование можно обеспечить за счет создания водных рынков и установления цен на воду, но реализовать это на практике с соблюдением принципа справедливости будет сложно

Там, где механизмы распределения ресурсов пресной воды уже действуют, существует возможность внедрения рыночных инструментов, позволяющих производителям передавать друг другу свои права на возмездной основе. Механизмы водного рынка могут быть действенным способом распределения водных ресурсов, поскольку они экономически эффективны, сделки носят добровольный характер, а вся система в целом является гибкой в том смысле, что поощряет водопользователей использовать воду наиболее продуктивно. Например, при наличии ограничений на забор воды из водоносного горизонта рынки подземных вод являются хорошей возможностью улучшить доступ фермеров к орошению грунтовыми

водами. К негативным аспектам относится возможность возникновения монопольной власти продавцов воды на некоторых территориях. В этом смысле, если рассуждать с точки зрения справедливости, водные рынки хороши лишь постольку, поскольку хороша та изначальная система распределения, на которой они основаны. Особенно важно здесь то, что для некоторых заинтересованных сторон рынки могут создавать стимул к лишению более уязвимых обладателей прав на водные ресурсы их права на получение ренты от воды как от ресурса, что противоречит концепции воды как жизненной необходимости и нарушает право человека на воду. Пока что рынков воды, которые функционировали бы достаточно давно и успели накопить соответствующий опыт, очень мало.

Но вне зависимости от того, осуществляется ли торговля правами на водные ресурсы, в тех случаях, когда цены на воду отражают ее истинную экономическую ценность, возникает стимул использовать воду наилучшим образом с экономической точки зрения. Установление цен на воду может также помочь избежать чрезмерного использования, истощения и ухудшения качества водных ресурсов. Собственно говоря, этот подход все чаще рассматривается не просто как механизм возмещения затрат и средство обеспечения экономической эффективности, но и как инструмент решения социальных и экологических задач. К социальным аспектам, которые необходимо учитывать для внедрения справедливого ценообразования, относится, в частности, воздействие установления цен на воду на положение менее обеспеченных групп населения.

Повышение цен на воду должно происходить постепенно в течение нескольких лет, чтобы у фермеров было время адаптироваться, а комплексное управление с участием общин должно гарантировать учет интересов каждого. Продвижение идеи о необходимости платы за эксплуатацию водных ресурсов и услуги водоснабжения требует, помимо введения мер регулирования и санкций, поддержания соответствующего уровня качества услуг водоснабжения и внятного объяснения, как именно используются поступающие средства в интересах водопользователей.

Недостаток внимания к вопросам управления водными ресурсами в богарных районах приводит к упущенным возможностям

Пока что политика и управление в области водохозяйственной деятельности в сельском хозяйстве по-прежнему ориентированы на орошение. Результатом такого подхода стало ограничение инвестиций и инноваций в области управления, политики, институтов, практики и технологий, которые поддерживали бы интересы мелких фермеров в богарных районах, в том числе на пастбищных землях, и в секторах возвратного водопользования, например в рыболовстве во внутренних водоемах. Планирование водных ресурсов должно способствовать расширению инвестиционных возможностей во всем спектре систем производства, от богарного до орошаемого земледелия, и включать вопросы управления водными ресурсами в богарных районах и его воздействия в масштабе водосбора и речного бассейна. Как и в оросительных системах, необходимо учитывать вопросы землевладения, землепользования, собственности на водные ресурсы и доступа к рынкам, а управление водохозяйственной деятельностью в водосборном бассейне предпочтительно организовать на уровне общин, поскольку проблему перебоев с водой и деградации земель в богарных районах невозможно решить только с помощью мероприятий на уровне фермерских хозяйств. Эти подходы должны также включать сохранение и восстановление лесов на уровне водосбора. Наконец, улучшение водохозяйственной деятельности в богарном земледелии требует государственной поддержки: инвестиций в инфраструктуру и строительство дорог, связывающих фермеров с рынками, а также субсидирования технологий сбора и сохранения воды, что позволит смягчить последствия засух и будет способствовать развитию сельского хозяйства в целом.

Улучшить механизмы управления водными ресурсами животноводства, которые являются важным активом для скотоводческих и других общин, может целый ряд других институциональных и управленческих стратегий. Эффективному планированию мероприятий может способствовать вовлечение в этот процесс представителей

общин и местных институтов. Важнейшую роль в организации мер чрезвычайной помощи и рациональном использовании природных ресурсов, в том числе пастбищных и водных, могут играть основанные на обычае институты или институты коренных народов. В ряде стран уже есть национальные руководства по оказанию помощи животноводству в чрезвычайных ситуациях, например в случае засухи; они могут стать подспорьем для организации оперативных мер по защите и восстановлению животноводческих активов пострадавших общин. Наконец, в районах, подверженных засухам, важным шагом вперед будет поиск и картографирование водных источников и использование систем раннего предупреждения. Например, в Кении сильнейшая засуха 2000 года в некоторых районах привела к потере до 50% скота, но из-за отсутствия информации, которая позволила бы быстро принять необходимые меры, учреждения по оказанию чрезвычайной помощи ничего сделать не смогли.

Обязательным условием является повышение согласованности политики как между секторами, так и внутри сельского хозяйства

Поведение различных субъектов является результатом политического выбора разных секторов, которые зачастую действуют разобщенно. Для совершенствования механизмов управления водными ресурсами в первую очередь необходимо обеспечить согласованность политики в различных секторах и областях деятельности. Это требует координации различных мер политики, статей законодательства и фискальных мер, влияющих на управление водными ресурсами, а также на спрос и предложение в этой области, включая цены на энергоносители, торговые соглашения, режимы предоставления сельскохозяйственных субсидий и стратегии борьбы с бедностью. Необходимо также обеспечить интеграцию процессов принятия решений различными ведомствами по вопросам, связанным с водными ресурсами и соответствующими мерами политики, в том числе по вопросам ирригации и промышленного или муниципального водопользования.

Важнейшим фактором обеспечения согласованности политики являются надлежащие стимулы. Хорошим примером здесь являются субсидии: правительства зачастую предоставляют крупные субсидии на частные блага, такие как электроэнергия, удобрения и кредиты, что создает стимулы для избыточного и непродуктивного использования водных ресурсов и приводит к их загрязнению.

Кроме того, необходимо повысить согласованность политики между подсекторами сельского хозяйства. Воздействие мер политики на разные подсекторы может сильно различаться: как правило, они ориентированы на поддержку орошаемого земледелия в ущерб богарному или рыболовству во внутренних водоемах. Расширение орошаемых площадей способствовало повышению продовольственной безопасности и улучшению питания в странах с низким уровнем дохода, но привело к потерям для рыболовства во внутренних водоемах, а также к избыточному забору грунтовых вод и изменениям в поверхностных стоках и экосистемах. Однако можно добиться более значимого синергетического эффекта орошаемого земледелия, обеспечив не только повышение продуктивности сельского хозяйства и улучшение результатов в области питания, но и связность систем и водных потоков и сохранение сред обитания. В качестве примеров здесь можно привести интеграцию аквакультуры и оросительных систем, сохранение лесов и организацию рационального водопользования в верховьях бассейнов. Кроме того, за счет внедрения инноваций, повышающих продуктивность богарного земледелия, можно уменьшить необходимость в орошении.

Для повышения согласованности политики необходимы реформы

Для повышения согласованности политики и совершенствования механизмов управления водными

ресурсами прежде всего необходимо соответствующим образом выстроить систему стимулирования. Общие субсидии следует заменить целевыми, которые стимулировали бы внедрение новых ирригационных технологий и оказание экологических услуг, таких как создание благоприятных для рыб гидротехнических сооружений, позволяющих смягчить последствия развития ирригации и строительства плотин. Обеспечить понимание истинной ценности хорошо функционирующих экосистем можно также с помощью введения платежей за экологические услуги, т. е. системы выплат фермерам или землевладельцам, которые соглашаются вести хозяйство на своих землях или в водосборных бассейнах так, чтобы это способствовало охране окружающей среды.

Необходим также более комплексный подход, основанный на учете и аудите водных ресурсов и учитывающий интересы всех водопользователей. Примером такого подхода является управление оросительными системами, обеспечивающее поддержание заданных уровней производства продовольствия наряду с оказанием других экологических и экосистемных услуг.

Наконец, для согласованности политики необходимы отлаженные механизмы и процессы управления и координации разработки политики, бюджетов и норм регулирования. Конкретные шаги здесь могут включать укрепление потенциала государственных учреждений, координацию работы министерств водных ресурсов, сельского хозяйства и энергетики, совершенствование инструментов планирования и мониторинга, а также модернизацию и интеграцию баз данных. Совершенствование структуры инвестиций в орошение и их увязка с решением гендерных вопросов и проблем в области здравоохранения и питания может также превратить программы орошения в неотъемлемый элемент стратегий борьбы с бедностью, голодом и неполноценным питанием. ■



ВЬЕТНАМ

Работник поливает
саженцы в питомнике
по выращиванию
акаций.

©FAO/Joan Manuel Baliellas





ГЛАВА 1 ОБЩАЯ СИТУАЦИЯ: ЛЮДИ, ВОДА И СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Основные тезисы

- Усиление дефицита воды и проблемы с ее качеством представляют угрозу для продовольственных систем всего мира: за последние два десятилетия ежегодный объем доступной пресной воды на душу населения сократился более чем на 20%, и для Северной Африки, а также для Западной и Южной Азии это серьезная проблема, требующая неотложного внимания.
- Сельскому хозяйству необходимо адаптироваться к сложным вызовам, связанным с ростом численности населения, экономическим ростом, изменением потребительских предпочтений и конкуренцией за водные ресурсы. Снизить связанные с этим объемы безвозвратного водопользования может здоровое питание, концепция которого включает соображения устойчивости на уровне продовольственных систем.
- Проблемы с доступом к воде и усиление ее загрязнения очевидно присутствуют во всех звеньях продовольственной производственно-сбытовой цепочки, включая пищевую промышленность, что сказывается на продовольственной безопасности, питании, здоровье людей и экосистемных услугах и создает серьезные риски для уязвимых групп населения.
- В настоящее время порядка 41% мирового потребления оросительной воды происходит в ущерб требованиям к экологическим попускам. Для осуществления Повестки дня на период до 2030 года потребности орошения абсолютно необходимо будет уязвлять с этими требованиями, поскольку их соблюдение является важнейшим условием функционирования жизненно важных экосистем.
- Ограниченный и нестабильный доступ к воде является препятствием к получению средств к существованию для многих миллионов мелких фермеров, рыбаков и скотоводов, поэтому странам необходимо обеспечить справедливое, инклюзивное и устойчивое управление водными ресурсами.
- У 74% сельских жителей наименее развитых стран отсутствует доступ к безопасной питьевой воде, что негативно сказывается на положении женщин, которые ежедневно тратят на сбор воды огромное количество времени, и подвергает сельскую бедноту как риску инфекций, передающихся через воду, так и риску неполноценного питания.

ОБЩАЯ СИТУАЦИЯ: ЛЮДИ, ВОДА И СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

ПРОБЛЕМЫ С ВОДОЙ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ: ВРЕМЯ ДЕЙСТВОВАТЬ

Водные ресурсы и характер управления ими играют центральную роль в улучшении условий жизни и в устойчивом развитии. Проблема удовлетворения возросших потребностей людей в воде в условиях ограниченности пресноводных ресурсов вызывает растущую озабоченность, особенно на фоне угроз, связанных с изменением климата, которые сказываются на ситуации в орошаемом и богарном земледелии: непредсказуемости количества осадков и запасов воды. На ситуацию с продовольственной безопасностью и питанием это влияет очень сильно, поскольку затронутыми оказываются все звенья продовольственных систем, от сельскохозяйственного производства (включая производство орошаемых и неорошаемых культур, животноводство, рыболовство во внутренних водоемах и аквакультуру) и пищевой промышленности до домохозяйств и потребителей.

В настоящем докладе рассматриваются две главные проблемы с водой, оказывающие влияние на сельское хозяйство и производство продовольствия: дефицит воды и перебои с водой. Дефицит воды – это физическое отсутствие пресной воды, которое может серьезно повлиять на производство и производительность труда в орошаемом земледелии. Но дефицит – это не только недостаток пресной воды, но и недостаточность инфраструктуры и институционального потенциала для обеспечения равноправного доступа к услугам водоснабжения, таким как снабжение питьевой водой и орошение. Перебои с водой, обусловленные недостаточным (по объему и срокам) количеством осадков, ограничивают производство продукции богарного земледелия и пастбищного животноводства. Другими рисками, связанными с водными ресурсами, являются стихийные бедствия, например наводнения, когда проблема заключается в избытке воды (определения терминов, связанных с водой, см. в Глоссарии).

Запасы пресной воды ограничены, но спрос на воду для удовлетворения основных потребностей людей в продовольствии, питьевой воде и санитарии продолжает расти.

И речь здесь о воде не только для орошаемого земледелия, но и для продовольственных систем в целом, в том числе для пищевой промышленности. Эти потребности включают обеспечение хозяйственной питьевой водой, а также услугами водоснабжения, санитарии и гигиены (ВССГ). Устойчивое управление водными ресурсами должно обеспечить увязку этих потребностей с необходимостью поддержания производства товаров и услуг водных экосистем, которое, в свою очередь, зависит от грунтовых вод и речного стока. Сохранение водных ресурсов и их устойчивое использование – это не только вопрос объема: серьезной и обостряющейся проблемой является также качество воды.

Из-за недостаточного количества осадков с более серьезными проблемами сталкивается богарное земледелие. Последствия здесь могут принимать различные формы, включая засухи, наводнения, а также экстремальные осадки и погодные явления. На пастбищных угодьях аномалии осадков представляют также угрозу для животноводства.

В настоящем докладе рассматривается двойная проблема: растущий спрос на пресную воду, усугубляющий дефицит воды, и риск засухи или недостаточного количества осадков на неорошаемых площадях, который приводит к перебоям с водой. В последний раз проблемы, связанные с водой, во всей полноте рассматривались в докладе серии “Положение дел в области продовольствия и сельского хозяйства” в 1993 году (врезка 1). Поразительно – если учесть, что с тех пор прошло более четверти века, – насколько содержание этого доклада актуально и сегодня. Проблемы, связанные с управлением водными ресурсами, остаются по сей день, а это значит, что пока еще они решены не в полной мере. Но если консенсус по вопросу о том, что “растущий дефицит воды и ненадлежащее использование пресной воды создают серьезные угрозы для устойчивого развития” был отмечен еще в докладе 1993 года, то сегодня необходимость решения этой задачи является тем более настоятельной. Доклад 1993 года был посвящен проблемам ограниченности запасов и конкуренции за пресную воду в орошаемом земледелии, а в докладе за 2020 год авторы смотрят на ситуацию шире, освещая также проблемы, связанные с водой, в неорошаемом земледелии, в том числе в системах пастбищного животноводства. В докладе учтены вопросы лесного хозяйства, рыболовства во внутренних водоемах и аквакультуры,

ВРЕЗКА 1

“ПОЛОЖЕНИЕ ДЕЛ В ОБЛАСТИ ПРОДОВОЛЬСТВИЯ И СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА – 1993”:
МЕРЫ ПОЛИТИКИ В ОБЛАСТИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ И СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

В третьей части доклада “Положение дел в области продовольствия и сельского хозяйства” за 1993 год, которая называется “Меры политики в области водных ресурсов и сельское хозяйство”, изложены проблемы и анализ, в высшей степени актуальные и сегодня. Это может свидетельствовать не только о том, что выводы этого доклада были очень дальновидны, но и о том, что многие из выявленных тогда проблем так до сих пор и не решены.

Отправной точкой доклада “Состояние продовольствия и сельского хозяйства” за 1993 год было то, что вода является все более дефицитным и ценным ресурсом, а усиление ее дефицита и ненадлежащее использование пресной воды создают серьезные угрозы для устойчивого развития. В этом докладе также были рассмотрены вопросы качества воды и его значения для здоровья человека. Основными причинами дефицита были названы рост населения, ненадлежащее использование воды и неравноправный доступ к ней. Были также указаны возможные последствия изменения климата и глобального потепления для круговорота воды в природе, хотя в то время научное понимание этих вопросов было еще далеко от того, чтобы делать какие-то однозначные выводы.

Основное внимание в докладе 1993 года было уделено

ИСТОЧНИК: FAO, 1993¹.

и отмечена важность восстановления и поддержания экологических попусков и обеспечения экологических услуг связанных с водой экосистем.

Многие проблемы, связанные с водными ресурсами, занимают видное место в Повестке дня в области устойчивого развития на период до 2030 года (далее – Повестка дня на период до 2030 года). Вода тесно связана с достижением нескольких целей в области устойчивого развития (ЦУР) и является важнейшим фактором, определяющим успех в их реализации. Цель 6 в области устойчивого развития (“Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех”) охватывает все основные аспекты водообеспеченности и управления водными ресурсами, включая равноправный доступ к питьевой воде, повышение качества воды, повышение эффективности водопользования, комплексное управление водными ресурсами и охрану связанных с водой экосистем. Ожидается, что достижение ЦУР 6 принесет и ряд других экономических, экологических и социальных выгод и, тем самым,

водопользованию в сельском хозяйстве, особенно в орошаемом земледелии, а также соответствующим мерам политики и институтам. Было признано, что сельское хозяйство, будучи крупнейшим водопользователем, сталкивается с усилением конкуренции за воду со стороны других секторов. В докладе указано, что для обеспечения глобальной продовольственной безопасности в будущем сельскому хозяйству придется решить задачу по организации устойчивого производства большого количества продовольствия, используя меньшее количество воды. В частности, в докладе большое значение придается управлению спросом как фактору повышения эффективности водопользования и распределения воды в орошаемом земледелии, в отличие от более традиционного подхода, предполагающего работу на стороне предложения и направленного на расширение практики орошаемого земледелия. Однако в 1993 году, когда речь шла об управлении водными ресурсами и расширении предложения, опреснение и повторное использование сточных и дренажных вод еще не приобрели своего нынешнего значения в качестве надежных альтернативных источников воды.

внесет вклад в достижение других ЦУР, не в последнюю очередь ЦУР 2 (“Ликвидация голода, обеспечение продовольственной безопасности и улучшение питания и содействие устойчивому развитию сельского хозяйства”). Прогресс в достижении ЦУР 2 решающим образом зависит от достижения ЦУР 6, поскольку производительность агропродовольственного сектора в огромной степени зависит от водных ресурсов и экосистем, которые, в свою очередь, предоставляют услуги, зависящие от поддержания экологических попусков. Ликвидация голода и неполноценного питания требует доступа к безопасной питьевой воде (задача 6.1 ЦУР), а также равноправного доступа к надлежащим санитарно-гигиеническим средствам (задача 6.2 ЦУР). Для обеспечения продуктивности сельского хозяйства (задача 2.3 ЦУР) необходимы водные ресурсы в достаточном количестве (задачи 6.4 и 6.6 ЦУР) и хорошего качества (задача 6.3 ЦУР). Совершенствование механизмов управления водными ресурсами может оказать большое влияние на достижение различных ЦУР, а прогресс в достижении других ЦУР может содействовать достижению ЦУР 6. На рисунке 1 представлена схема возможных »

РИСУНОК 1 ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ ЗАДАЧИ В РАМКАХ ЦЕЛЕЙ В ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ (ЦУР)

ЦУР, на которые может оказать влияние достижение ЦУР 6	ЦУР, достижение которых окажет влияние на достижение ЦУР 6
 <p>1.1 Искоренить крайнюю нищету 1.2 Сократить долю живущих в нищете как минимум наполовину 1.4 Обеспечить равные права на ресурсы и доступ к базовым услугам 1.5 Повысить жизнестойкость к вызванным изменением климата экстремальным явлениям и другим потрясениям</p>	
 <p>2.1 Обеспечить доступ к пище 2.2 Покончить с недоеданием 2.3 Удвоить продуктивность сельского хозяйства и доходы мелких производителей</p>	<p>2.3 Удвоить продуктивность сельского хозяйства и доходы мелких производителей 2.4 Обеспечить создание устойчивых систем производства продуктов питания</p>
 <p>3.3 Обеспечить борьбу с заболеваниями, передаваемыми через воду 3.9 Сократить количество случаев смерти и заболевания в результате загрязнения и отравления воды и почв</p>	
 <p>5.1 Ликвидировать все формы дискриминации</p>	
 <p>7.2 Увеличить долю энергии из возобновляемых источников</p>	<p>7.3 Улучшить показатель энергоэффективности</p>
 <p>8.1 Поддерживать устойчивый экономический рост</p>	<p>8.4 Повышать эффективность использования ресурсов</p>
 <p>9.4 Повысить эффективность использования ресурсов</p>	
 <p>10.1 Достичь и поддерживать рост доходов 10.2 Поощрять активное участие всех людей в социальной, экономической и политической жизни</p>	
 <p>11.1 Обеспечить всеобщий доступ к достаточному, безопасному и недорогому жилью и основным услугам</p>	<p>11.6 Уменьшить негативное экологическое воздействие городов</p>
 <p>12.2 Добиться рационального освоения и эффективного использования природных ресурсов 12.3 Сократить количество пищевых отходов и уменьшить потери продовольствия 12.4 Сократить попадание химических веществ и отходов в воздух, воду и почву</p>	
 <p>13.1 Повысить сопротивляемость и способность адаптироваться</p>	<p>13.2 Включить меры реагирования на изменение климата в политику</p>
 <p>14.1 Обеспечить существенное сокращение загрязнения морской среды 14.2 Обеспечить рациональное использование и защиту морских и прибрежных экосистем 14.3 Минимизировать и ликвидировать последствия закисления океана 14.5 Охватить природоохранными мерами прибрежные и морские районы</p>	<p>14.1 Обеспечить существенное сокращение загрязнения морской среды 14.2 Обеспечить рациональное использование и защиту морских и прибрежных экосистем 14.5 Охватить природоохранными мерами прибрежные и морские районы</p>
 <p>15.1 Обеспечить сохранение, восстановление и рациональное использование наземных и внутренних пресноводных экосистем 15.3 Вести борьбу с опустыниванием, восстановить деградировавшие земли и почвы</p>	<p>15.1 Обеспечить сохранение, восстановление и рациональное использование наземных и внутренних пресноводных экосистем</p>

ИСТОЧНИК: ФАО.

- » связей между ЦУР 6 и другими ЦУР. В левой колонке показаны ЦУР, на которые главным образом может оказать влияние достижение ЦУР 6, а в правой – те ЦУР, достижение которых, с большой вероятностью, окажет влияние на достижение ЦУР 6. ■

АНТРОПОГЕННОЕ ДАВЛЕНИЕ И ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТЬ: НЕСБАЛАНСИРОВАННОЕ УРАВНЕНИЕ

Демографическое давление и неустойчивое потребление и производство увеличивают нагрузку на водные ресурсы и приводят к их деградации. Изменение климата усугубляет эти факторы и, по-видимому, изменит характер распределения количества осадков, гидрологические режимы и ситуацию с доступностью пресной воды. Дефицит воды и перебор с водой тесно связаны с круговоротом воды в природе (врезка 2). Они проистекают из растущего несоответствия между спросом человечества на воду и ограниченностью ресурсов, участвующих в круговороте воды в виде возобновляемых ресурсов пресной и дождевой воды, которая не поступает в пресноводные системы. Они все сильнее сдерживают развитие сельского хозяйства в малых, средних и крупных производственных системах. Кроме того, дефицит воды и перебор с водой ограничивают возможность оказания экологических услуг и осуществления экосистемных функций, необходимых для поддержания функционирования связанных с водой систем и жизнедеятельности человека, поэтому к окружающей среде уже невозможно относиться как к водопользователю, потребности которого удовлетворяются по остаточному принципу.

Одним из ключевых факторов дефицита ресурсов пресной воды является рост численности населения, поскольку он приводит к увеличению спроса на воду для различных видов использования человеком. Антропогенное давление на водные ресурсы возрастает и потому, что доходы на душу населения растут, а население становится все более урбанизированным, что приводит к изменению рациона питания людей и увеличению спроса на воду со стороны домохозяйств, промышленности, секторов энергетики и сферы услуг. Эти тенденции также усиливают проблемы для богарного земледелия, которое должно удовлетворять возросший спрос на продовольствие, обусловленный постоянным ростом населения и увеличением доходов. Изменение климата усугубляет проблемы, связанные с этими факторами, поскольку чревато изменением характера распределения количества осадков и повышением риска экстремальных погодных явлений³. Экстремальные погодные явления и

нестабильность запасов воды могут также спровоцировать волатильность цен на продовольствие, что еще сильнее усугубит проблемы с продовольственной безопасностью и неполноценным питанием. Для малых островных развивающихся государств (МОСТРАГ) серьезную проблему представляет уязвимость запасов подземных вод к изменению климата, поскольку это влияет как на цены на продовольствие, так и на зависимость от его импорта^{4,5}. Но если речь идет о дефиците воды, то здесь фактор роста населения перевешивает последствия изменения климата^{6,7}.

Никогда еще задача обеспечить продовольствием растущее население планеты и удовлетворить спрос на воду не была более сложной. По прогнозам Организации Объединенных Наций, к 2050 году численность населения Земли достигнет 9,7 млрд человек; в 2020 году этот показатель составляет около 7,8 млрд⁸. Поскольку население продолжает расти, имеющиеся ресурсы пресной воды на душу населения сокращаются; об этом свидетельствует долгосрочная тенденция, показанная на рисунке 2. Это особенно касается стран Африки к югу от Сахары, Северной Африки и Западной Азии, где за период с 1997 по 2017 год общий объем возобновляемых водных ресурсов на душу населения сократился, соответственно, на 41% и 32%. На рисунке видны также резкие различия этого показателя в разных регионах. Так, в Океании среднегодовой объем воды на душу населения в 2017 году составлял порядка 43 000 м³, а в Северной Африке и Западной Азии этот показатель едва достигает 1 000 м³. По мнению некоторых гидрологов, эта последняя величина характеризует уровень, ниже которого наступает уже дефицит воды^{9,10}. Так способность страны удовлетворить спрос оказывается под угрозой, когда ежегодный запас воды на душу населения опускается ниже отметки в 1 700 м³^а. Если он менее 1 000 м³, то население сталкивается с хроническим дефицитом воды, а если менее 500 м³ – с острым дефицитом воды.

Среднегодовой объем воды на душу населения может свидетельствовать об уровне обеспеченности пресной водой, но если ориентироваться только на этот показатель, то это может давать слишком упрощенное представление о ситуации с водой в отдельных странах. Если речь идет о больших странах с существенными региональными различиями, то средние показатели по региону и даже на уровне страны могут быть неинформативны. Во многих странах дефицит воды не является проблемой национального уровня, но в отдельных районах и водосборных бассейнах могут возникать серьезные перебои с водой. В качестве примера можно привести Бразилию. В среднем, по оценкам, на каждого бразильца приходится

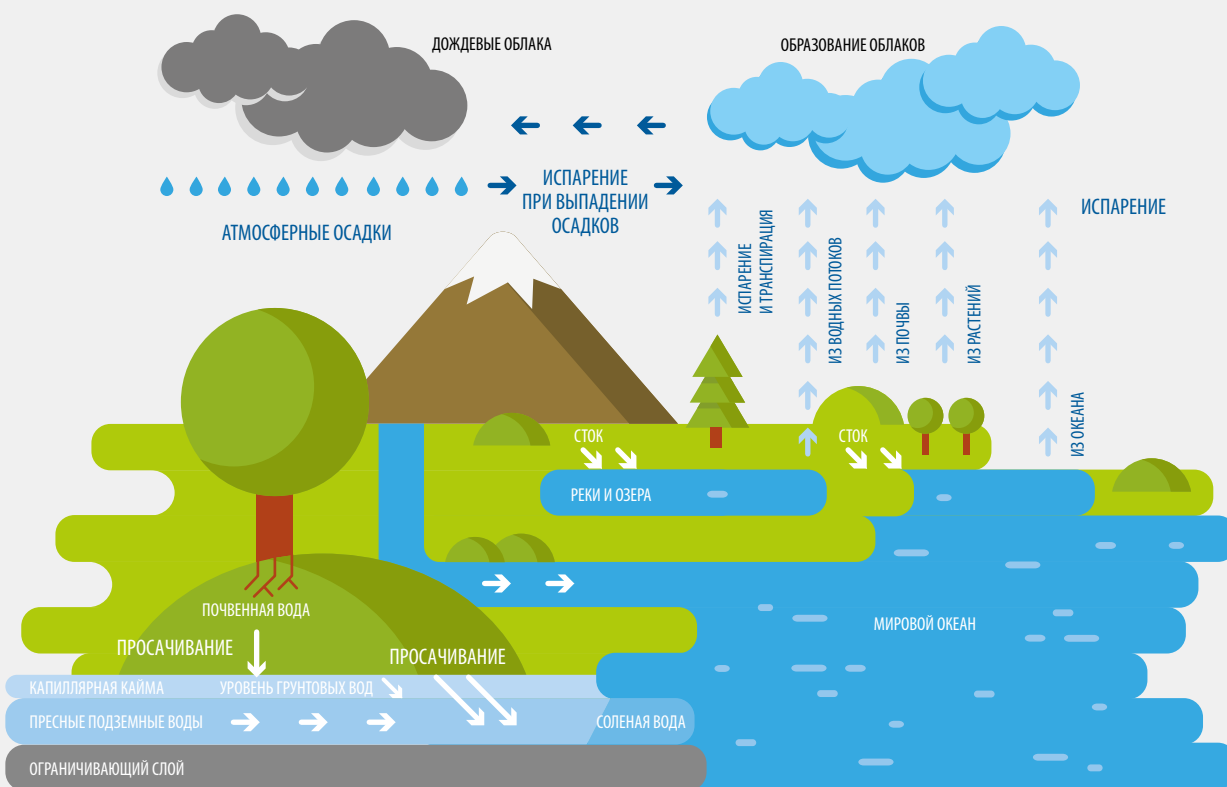
^а Первоначально эта величина была установлена на уровне 600 человек на единицу расхода, где единица расхода равняется 1 млн м³ в год⁹. Годовое значение в 1 700 м³ на душу населения получается путем деления одной единицы расхода на количество людей, конкурирующих за эту воду.

ВРЕЗКА 2 КРУГОВОРОТ ВОДЫ В ПРИРОДЕ И СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Вода – это возобновляемый ресурс планеты, который находится в постоянном круговороте, переходя из одного состояния в другое. Круговорот воды в природе – это процесс перемещения воды из океанов в атмосферу, а из атмосферы обратно в океан и в поверхностный и подземный сток суши (см. рисунок). Масса

воды, участвующая в круговороте, практически постоянна: вода не создается и не разрушается ни в одном из естественных гидрологических процессов, а ее глобальная доступность ежегодно незначительно увеличивается из-за повышения температур, обусловленного изменением климата.

КРУГОВОРОТ ВОДЫ В ПРИРОДЕ



ИСТОЧНИК: FAO, 1993, врезка 8¹.

почти 42 000 м³ возобновляемых запасов пресной воды в год^{8,11}. Но если некоторые районы страны, где осуществляется основная часть экономической деятельности (включая орошение), могут испытывать высокий уровень водного стресса при интенсивном водопользовании, то бассейн Амазонки содержит большие объемы воды, а используется людьми очень мало. Таким образом, показатель среднегодового запаса воды на душу населения не учитывает местных факторов, определяющих доступ к воде, и того факта, что разные страны – и регионы – используют разное количество воды.

Усиление конкуренции за водные ресурсы

Ожидается, что с ростом численности населения нагрузка на водные ресурсы для сельского хозяйства и других видов использования, включая промышленное и бытовое, возрастет. На рисунке 3 показан общий объем забираемой воды (поверхностные воды + подземные воды). Динамика этого показателя соответствует демографическому и экономическому росту: с течением времени, особенно начиная с середины двадцатого века, он резко увеличивается. В последние десятилетия

ВРЕЗКА 2 (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Пресная вода – это вода, находящаяся на земной поверхности в ледниках, озерах и реках (поверхностные воды) и под землей в водоносных горизонтах (подземные воды). Доля доступной пресной воды очень мала: 99% запасов – это либо соленая вода (97% всей воды находится в океанах), либо замороженная (2% – это ледяные шапки и ледники). Большую часть оставшейся воды (1%) составляют подземные воды, и незначительные доли приходятся на пресноводные озера, почвенную влагу, реки и биосистемы.

В богарном земледелии используется вода атмосферных осадков, которая не стекает по земной поверхности в виде ручьев (а затем рек и озер) и не просачивается в водоносные слои или горизонты. В орошаемом земледелии используется пресная вода, извлекаемая из поверхностных или подземных источников в условиях конкуренции с другими секторами и видами человеческой деятельности.

Некоторые аспекты круговорота воды имеют решающее значение:

- ▶ По существу, на планете есть всего один водный ресурс, и надлежащее управление этим ресурсом может обеспечить только системный подход. Важнейшую роль играет взаимодействие между поверхностными водами, грунтовыми водами и почвенной влагой. Подземные и поверхностные воды – это элементы одного и того же ресурса, поэтому их нельзя рассматривать как альтернативные источники. Содействие эффективному водопользованию в конкретной области без понимания воздействия этих мер на системный водный баланс может

привести к непредсказуемым или нежелательным результатам. Например, захват и питание подземных вод на аллювиальных равнинах может привести к сокращению стока рек.

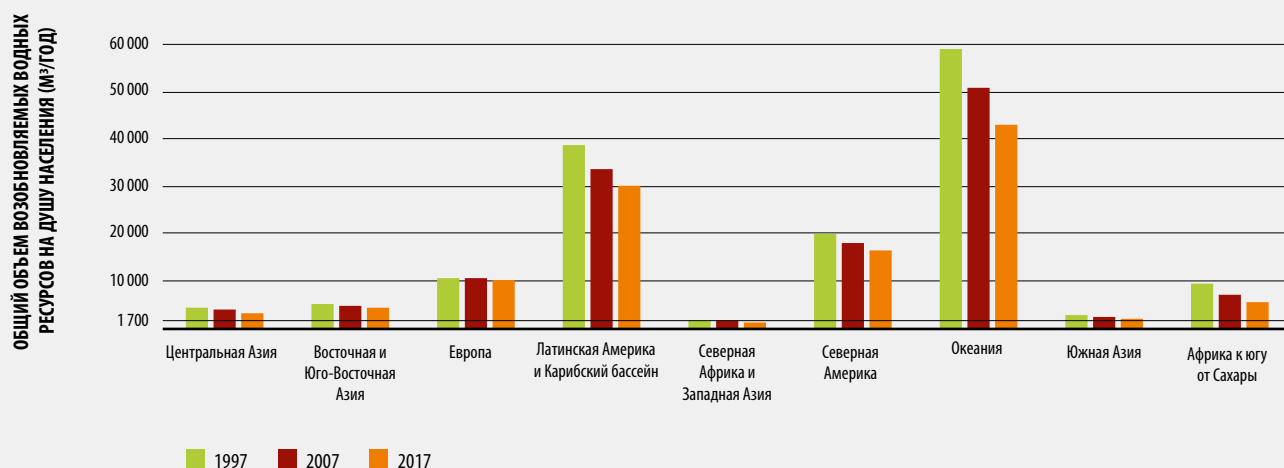
- ▶ Управление водными ресурсами должно осуществляться на уровне гидрологических систем: бассейнов, водосборов и водоносных горизонтов. Управление водными ресурсами в одной части системы будет оказывать воздействие на другие. Интенсификация сельскохозяйственного водопользования в речном бассейне в районах, расположенных выше по течению, может повлиять на поверхностные и подземные воды в низовьях рек.
- ▶ Существуют ограничения на очистку и разбавление загрязняющих веществ до допустимых концентраций в водных экосистемах. В прошлом при утилизации сточных вод многие города использовали собственные возможности для очистки и разбавления загрязняющих веществ в реках и прибрежных водах. Но это было возможно только там, где плотность населения и объемы соответствующих отраслей промышленности были минимальными. На многих территориях возможности разбавления достигли своего предела, и теперь такая практика должна быть строго регламентированной.
- ▶ Связанные с водой экосистемы, которые обеспечивают многие экологические услуги, зависят от поддержания уровня грунтовых вод и режимов потока в речных системах. Крайне важно учитывать требования к экологическим попускам (см. Глоссарий).

ИСТОЧНИКИ: FAO, 1993¹ и FAO, 2012².

темпы роста замедлились, но сам этот рост продолжается. Сельское хозяйство по-прежнему является безусловно крупнейшим водопользователем, на долю которого приходится более 70% мирового объема забираемой воды, и эта доля продолжает расти. При этом сельское хозяйство сталкивается с усилением конкуренции со стороны других секторов, поскольку объемы забора воды для промышленных и муниципальных нужд стали расти быстрее, особенно с середины двадцатого века. В последние пару десятилетий объем забираемой воды на промышленные нужды сокращался, а на муниципальные с 2010 года увеличивался лишь незначительно. Объем забираемой воды на сельскохозяйственные нужды рос более быстрыми темпами, но начиная с 1980 года шел чуть медленнее, а доля забора воды на сельскохозяйственные нужды от общего объема забираемой воды с 2000 года несколько увеличивалась.

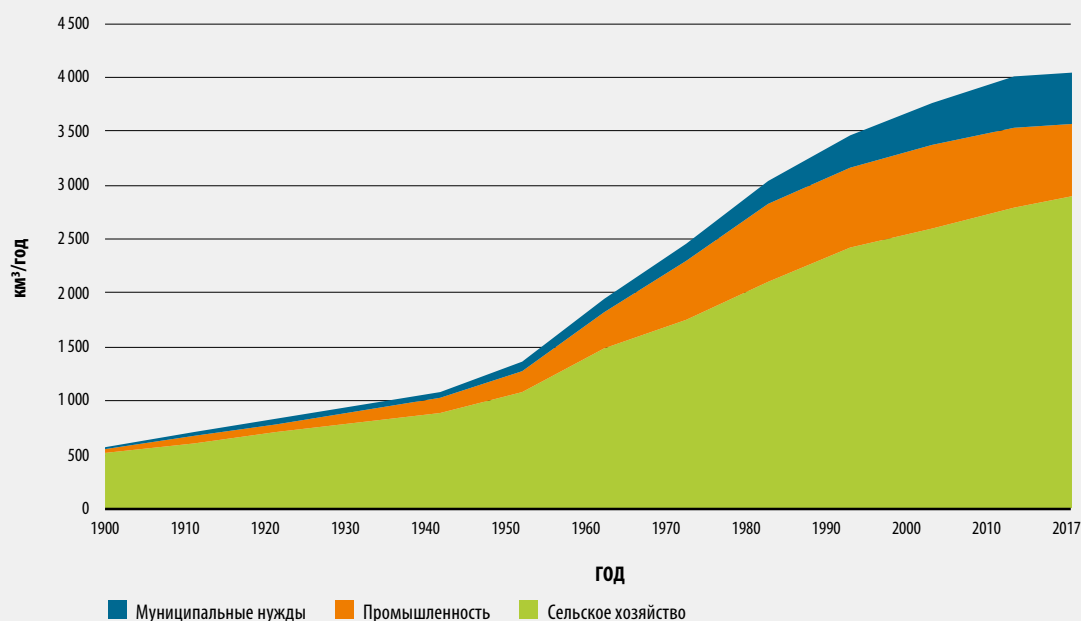
На [рисунке 4](#) показаны общий объем забираемой воды и численность населения в 2010 и 2017 годах. В последнее десятилетие, в зависимости от региона, показатели водозабора на душу населения были стабильны или несколько снижались; это объясняется тем, что численность населения росла быстрее, чем водозабор, или такими же темпами. В этом отношении наблюдаются значительные региональные различия. Самый высокий показатель водозабора на душу населения отмечен в Центральной Азии: в 2017 году он достиг почти 2 000 м³ на человека. Далее следует Северная Америка, где в 2017 году расход пресной воды на душу населения составлял в среднем 1 300 м³. В странах Африки к югу от Сахары этот показатель едва достигает 130 м³ на человека, что в значительной степени объясняется экономическими ограничениями доступа к пресной воде. »

РИСУНОК 2
ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ РЕСУРСЫ ПРЕСНОЙ ВОДЫ НА ДУШУ НАСЕЛЕНИЯ В РАЗНЫХ РЕГИОНАХ, 1997–2017 ГОДЫ



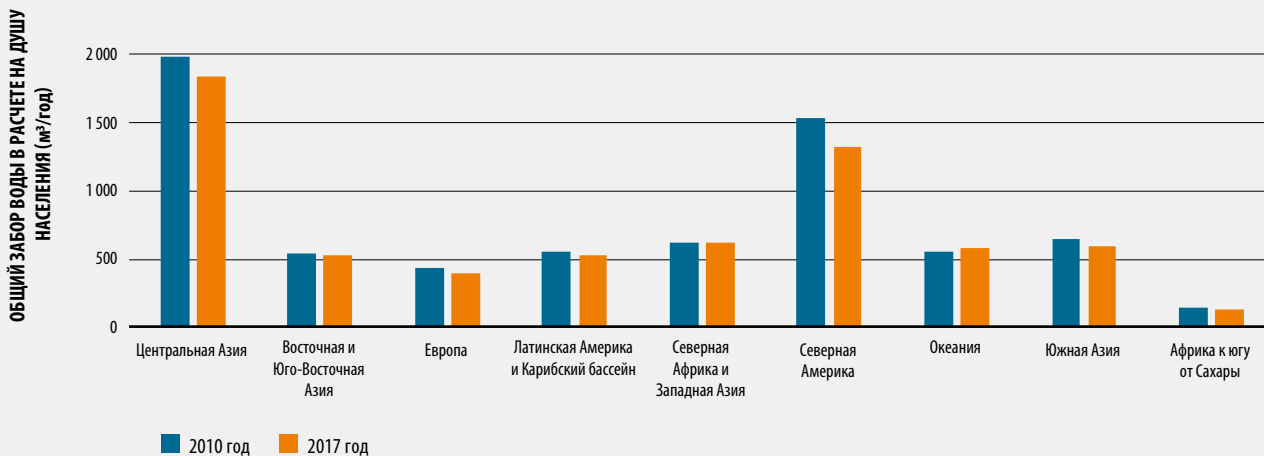
ПРИМЕЧАНИЯ. Средний объем возобновляемых водных ресурсов на душу населения измеряется в кубометрах на человека в год. Демографические данные взяты из отчета Департамента Организации Объединенных Наций по экономическим и социальным вопросам (ДЭСВ ООН) “Мировые демографические перспективы на 2019 год”. Океания включает Австралию и Новую Зеландию.
ИСТОЧНИК: Разработка ФАО по материалам ФАО, 2020¹¹ и UN DESA, 2019⁸.

РИСУНОК 3
ЗАБОР ВОДЫ В МИРЕ В РАЗБИВКЕ ПО СЕКТОРАМ



ПРИМЕЧАНИЕ. Забор воды на сельскохозяйственные нужды – это ежегодное количество воды, забираемой из местных источников для нужд орошения, животноводства и аквакультуры; забор воды на промышленные нужды – это ежегодное количество воды, забираемой из местных источников для промышленного использования, например для охлаждения тепловых электростанций и атомных электростанций (сюда не входит вода для нужд гидроэнергетики); забор воды на муниципальные нужды – это водозабор, осуществляемый для непосредственного использования населением.
ИСТОЧНИК: разработка ФАО по материалам: ФАО, 2020¹¹ и Shiklomanov, 2000, Таблица 5¹².

РИСУНОК 4
ОБЩИЙ ЗАБОР ВОДЫ В РАСЧЕТЕ НА ДУШУ НАСЕЛЕНИЯ В РАЗНЫХ РЕГИОНАХ, 2010 И 2017 ГОДЫ



ПРИМЕЧАНИЯ. Общий забор воды – это ежегодный объем воды, забираемой для сельскохозяйственных, промышленных и муниципальных нужд. Демографические данные взяты из отчета ДЭСВ ООН “Мировые демографические перспективы на 2019 год”. Океания включает Австралию и Новую Зеландию.
ИСТОЧНИК: разработка ФАО по материалам ФАО, 2020¹¹ и UN DESA, 2019⁸.

- » Коэффициенты водозабора также существенно разнятся в зависимости от уровня дохода (врезка 3).

На рисунке 4 показаны объемы забираемой воды в разных регионах, но без учета доступа к воде на местах и конкуренции между секторами. Рост спроса со стороны сельского хозяйства и других секторов ведет к конкуренции за дефицитную пресную воду, увеличивая риск конфликтов между местными фермерами и другими водопользователями разных уровней, вплоть до международного, когда конфликты приобретают уже трансграничный характер. В странах с острым дефицитом воды и ограниченным доступом к ней возникают конкуренция и споры по поводу земельных и водных ресурсов. В скотоводческом регионе Сахеля из-за чрезмерного выпаса и серьезной деградации пастбищных земель производство кормов в 2018 году было ограниченным или отсутствовало полностью. В результате скотоводческие домохозяйства начали миграцию на два месяца раньше обычного, что повысило концентрацию населения в определенных районах и привело к конфликту между фермерами и скотоводами¹³.

Особенно страдают от потенциальных международных конфликтов развивающиеся страны, не имеющие выхода к

морю, и наименее развитые страны. Трансграничные водные ресурсы, например озера Чад и Виктория и реку Нил, они зачастую используют совместно, что влечет конкуренцию за воду, в частности для орошения, и загрязнение этих водоемов¹⁴. Эти страны также в значительной степени зависят от рыболовства во внутренних водоемах, которое обеспечивает поставки животного белка, питательных веществ и витаминов¹⁵. Роль менее организованных секторов, таких как рыболовство, зачастую не учитывается; отчасти это связано с тем, что продемонстрировать их истинную экономическую ценность и способность конкурировать с такими мощными участниками рынка, как энергетика и ирригация, трудно¹⁶. Конкуренция между секторами проявляется также на побережье Нила: Эфиопия пытается удовлетворить свои потребности в электроэнергии за счет строительства плотины “Великое эфиопское возрождение” на реке Голубой Нил, и Египет опасается, что этот проект поставит под угрозу его основной источник воды для орошения. В целях предотвращения международного конфликта были организованы переговоры между министрами водных ресурсов и ирригации Египта, Эфиопии и Судана с участием наблюдателей из Южно-Африканской Республики, Соединенных Штатов Америки и Европейского союза¹⁷.

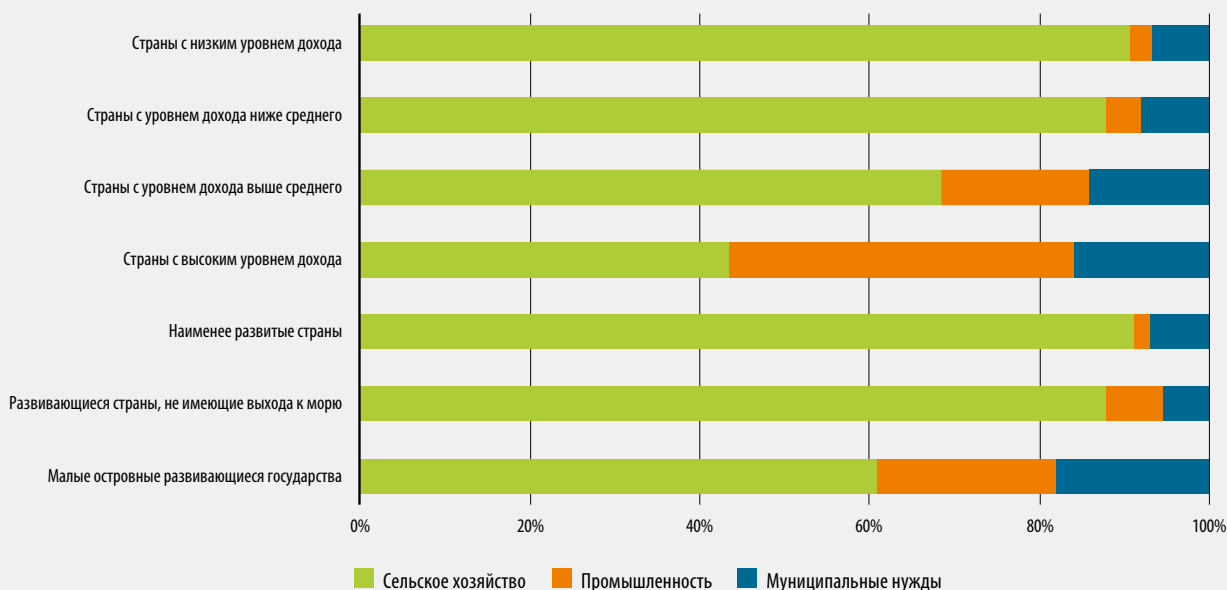
ВРЕЗКА 3 КОНКУРЕНЦИЯ ЗА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ УРОВНЕМ ДОХОДА СТРАНЫ

Одной из особенностей растущего спроса на воду является усиление конкуренции между всеми потребителями. Общее представление о масштабах этой конкуренции могут дать коэффициенты водозабора в разных группах стран в зависимости от уровня дохода. На приведенном ниже рисунке показано, что коэффициенты водозабора, осуществляемые различными секторами в разных по уровню дохода группах стран, могут различаться очень существенно. Они варьируются в диапазоне, соответственно, от 91%, 2% и 7% на нужды сельскохозяйственного, промышленного и муниципального водоснабжения в странах с низким уровнем дохода до 43%, 41% и

16%, соответственно, в странах с высоким уровнем дохода. Поскольку численность населения и доходы растут, а воздействие изменения климата становится все более ощутимым, конкуренция за воду, по-видимому, должна усиливаться^{18, 19}, особенно в странах с низким уровнем дохода и с уровнем дохода ниже среднего.

В наименее развитых странах и в развивающихся странах, не имеющих выхода к морю, на долю сельского хозяйства приходится около 90% общего водозабора. В малых островных развивающихся государствах этот показатель ниже: он составляет порядка 60% общего водозабора.

ЗАБОР ВОДЫ В РАЗБИВКЕ ПО СЕКТОРАМ В РАЗНЫХ ГРУППАХ СТРАН И В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ДОХОДА, 2017 ГОД



ПРИМЕЧАНИЕ. Забор воды на сельскохозяйственные нужды – это ежегодное количество воды, забираемой из местных источников для нужд орошения, животноводства и аквакультуры; забор воды на промышленные нужды – это ежегодное количество воды, забираемой из местных источников для промышленного использования, например для охлаждения тепловых электростанций и атомных электростанций (сюда не входит вода для нужд гидроэнергетики); забор воды на муниципальные нужды – это водозабор, осуществляемый для непосредственного использования населением.

ИСТОЧНИК: разработка ФАО по материалам ФАО, 2020¹¹, United Nations, 1998²⁰ и World Bank, 2017²¹.

Изменение рациона питания и его влияние на водопользование

Ожидается, что в результате изменения рационов питания конкуренция за воду будет расти. То, что рацион питания людей меняется по мере экономического развития стран, хорошо

известно. Это связано с повышением уровня благосостояния, доступом к более дешевым продуктам питания, расширением глобальных продовольственных рынков и урбанизацией^{22, 23}. Изменения в рационе включают переход с необработанных зерновых культур на пищевые продукты глубокой переработки, продукцию животноводства и высокотоварные культуры, такие

ТАБЛИЦА 1
ВОДНЫЙ СЛЕД НЕКОТОРЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Пищевой продукт	Водный след, м ³ /т				Содержание питательных веществ			Водный след на единицу питательной ценности		
	Зеленый	Голубой	Серый	Всего	Энергетич. ценность (ккал/кг)	Белки (г/кг)	Жиры (г/кг)	Энергетич. ценность (л/ккал)	Белки (л/г белка)	Жиры (л/г жира)
Сахароносные культуры	130	52	15	197	285	0	0	0,69	0	0
Овощи	194	43	85	322	240	12	2	1,34	26	154
Корнеплоды или клубнеплоды с высоким содержанием крахмала	327	16	43	387	827	13	2	0,47	31	226
Фрукты	726	147	89	962	460	5	3	2,09	180	348
Зерновые	1 232	228	184	1 644	3 208	80	15	0,51	21	112
Масличные культуры	2 023	220	121	2 364	2 908	146	209	0,81	16	11
Зернобобовые	3 180	141	734	4 055	3 412	215	23	1,19	19	180
Орехи	7 016	1 367	680	9 063	2 500	65	193	3,63	139	47
Молоко	863	86	72	1 020	560	33	31	1,82	31	33
Яйца	2 592	244	429	3 265	1 425	111	100	2,29	29	33
Курятина	3 545	313	467	4 325	1 440	127	100	3,00	34	43
Сливочное масло	4 695	465	393	5 553	7 692	0	872	0,72	0	6
Свинина	4 907	459	622	5 988	2 786	105	259	2,15	57	23
Баранина /козлятина	8 253	457	53	8 763	2 059	139	163	4,25	63	54
Говядина	14 414	550	451	15 415	1 513	138	101	10,19	112	153

ПРИМЕЧАНИЯ. Голубой водный след – это объем воды, забираемый из поверхностных и грунтовых вод, который используется (или испаряется) в процессе производства товаров и услуг; зеленый водный след – это объем потребляемой дождевой воды; серый водный след – это объем пресной воды, необходимый для разбавления сбрасываемых загрязняющих веществ до такого состояния, при котором качество воды отвечает существующим стандартам. Типы белков и жиров в разных продуктах могут различаться.
ИСТОЧНИК: Mekonnen & Hoekstra, 2012, таблица 3²⁴.

как фрукты и пищевые масла, потребление которых, по-видимому, продолжит расти, особенно в странах с низким уровнем дохода и с уровнем дохода ниже среднего. Такие изменения влияют на перспективные потребности сельского хозяйства в водных ресурсах, поскольку, как показано в таблице 1, для производства продукции животноводства и масел требуется больше воды, чем для производства зерновых, корнеплодов или клубнеплодов с высоким содержанием крахмала, фруктов и овощей²⁴.

В таблице 1 (она составлена по материалам Mekonnen and Hoekstra, 2012) представлены данные по среднегодовому водному следу отдельных пищевых продуктов, рассчитанному исходя из общего объема воды (дождевой, из поверхностных или подземных источников), прямо или косвенно используемой для их производства²⁴. Для регионов, испытывающих нехватку водных ресурсов, эти данные полезны с точки зрения разработки политики, поскольку позволяют оценить преимущества специализации на производстве одних продуктов по сравнению с другими, местного производства по сравнению с импортом, связанных с водой последствий моделей потребления и т.д.².

Приведенные в таблице 1 данные наглядно демонстрируют комплексное воздействие рационов питания на ситуацию с водой. Как видно из четвертой колонки этой таблицы, для производства продуктов животноводства необходимо значительно больше воды в расчете на одну тонну продукта и на одну калорию, чем для производства зерновых. Исключение составляют только орехи, производство которых, после говядины и козлятины, требует больше всего воды в расчете на тонну продукции. Если говорить о потребностях в воде для получения белка, то из таблицы 1 видно, что производство одного грамма белка, получаемого из молока, яиц и куриного мяса, требует объема воды примерно того же порядка величины, что и для зернобобовых. В производстве говядины потребность в воде значительно выше, что указывает на то, что различия в производстве продукции животноводства также важны, тогда как масло и масличные культуры имеют относительно небольшой водный след на грамм жира. Если рассуждать в чисто “бухгалтерских” терминах, то с точки зрения экономии ресурсов пресной воды калории, белки и жиры зачастую выгоднее получать из растительной продукции, чем из продукции животноводства. Это средние показатели по всем

видам водопользования в разных производственных системах и регионах, где проблемы с питанием сильно разнятся. В странах с низким уровнем дохода качество белков и биодоступность питательных веществ из различных пищевых продуктов будут играть решающую роль в профилактике неполноценного питания. В странах с высоким уровнем дохода показатели избыточного потребления продукции животноводства все выше, что создает дополнительную нагрузку на водные ресурсы. Метаанализ 63 публикаций по вопросам водного следа различных типов рациона в странах с высоким уровнем дохода показывает, что сокращение потребления продуктов животного происхождения в западных моделях питания может сократить водопотребление на 18%²⁵.

Выводы исследований, основанных на глобальных средних показателях, довольно интересны, однако специалисты по экологическим оценкам производства животноводческой продукции ставят их под сомнение. Оценки зачастую сильно привязаны к конкретным условиям, и из-за различий в кормах, используемых для выращивания разных видов и в разных производственных системах, их выводам невозможно придать универсальный характер. Часть водного следа животноводства в таблице 1 связана с осадками на пастбищах, которые часто не переводятся в пахотные земли, что делает животноводство единственным вариантом использования дождевой воды для производства продовольствия, повышая эффективность водопользования²⁶. Кроме того, в исследованиях обычно рассматривается потребление различных пищевых продуктов на уровне населения в целом, но не изучаются потребности в питании конкретных групп, таких как дети, женщины или пожилые люди. Поэтому к выводам таких исследований следует относиться с осторожностью, а любые рекомендации должны быть привязаны к конкретному контексту и учитывать пищевой статус населения, а также конкретные ограничения с доступностью водных ресурсов, с которыми сталкиваются производители, и целесообразность различных видов землепользования.

В таблице 1 не включены морепродукты, поскольку данных о расходе воды при их производстве очень мало. Рыба является ценным источником белка, полезных жиров и питательных веществ, играющих важнейшую роль в питании¹⁵. Индустрия морепродуктов очень разнообразна, объемы и характер водопользования в ней сильно разнятся, особенно (но не только) если сравнивать аквакультуру и промышленное рыболовство. В Китае голубой и зеленый водные следы (см. Глоссарий) пресноводной аквакультуры, связанные с кормами и испарением, колеблются в диапазоне от 3 349 м³ до 21 215 м³ на тонну продукции²⁷. В морской аквакультуре эти уровни гораздо ниже и связаны только с кормами. В промышленном рыболовстве безвозвратное водопользование пренебрежимо мало, но достаточное количество воды все равно необходимо.

Если говорить о рыболовстве во внутренних водоемах, которое обеспечивает разнообразие рациона и поддерживает продовольственную безопасность и питание в некоторых районах, то там объемы и сроки водозабора в значительной степени зависят от условий и конкретных видов.

Ожидается, что по мере роста доходов население будет переходить на рационы питания, обеспечение которых требует большего объема земельных и водных ресурсов, в частности ввиду потребления большего количества мясных и молочных продуктов²³. Мир должен также переходить на здоровое питание: рацион должен быть разнообразным и включать водоемкие питательные продукты, такие как бобовые, орехи, фрукты и овощи, а также умеренное количество яиц, молочных продуктов и мяса птицы²⁸. Это усилит нагрузку на мировые пресноводные ресурсы и то негативное воздействие, которое интенсивное животноводство оказывает на качество воды (см. Agriculture, water pollution and salinity, стр. 44)²⁹. В одном из исследований (Gill *et al.*, 2015) выявлены изменения в безвозвратном водопользовании (голубая, зеленая и серая вода)^b, связанные с переходом на другие модели питания в период с 1961 по 2011 год в Бразилии, Индии и Китае³⁰. Различия между странами значительны: в Бразилии и Китае важную роль в увеличении спроса на воду играет продукция животноводства, в Индии – зерновые культуры. Во всех трех странах это привело к увеличению суточного водопотребления более чем на 1 000 литров на душу населения, совокупная численность которого в 2019 году составляла 3 млрд человек; это доказывает, что переход на другие модели питания играет важную роль в формировании спроса на воду в сельском хозяйстве. Снизить связанные с этим объемы безвозвратного водопользования может здоровое питание, концепция которого включает соображения устойчивости на уровне продовольственных систем²⁸. ■

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ В ЦЕЛЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАВНОПРАВНОГО ДОСТУПА К ВОДЕ

Нарастающий дефицит воды и изменение климата чреват усилением неравенства в доступе к воде. В свою очередь, это может негативно сказываться на средствах к существованию,

^b В исследовании используются те же определения голубого, зеленого и серого водного следа, что и в Mekonnen & Hoekstra. 2012²⁴ (см. примечания к Таблице 1).

устойчивости к внешним воздействиям, продовольственной безопасности и питанию людей, поскольку влияет на долю и качество воды, выделяемой на ВССГ, сельское хозяйство, производство продовольствия и функционирование экосистем, а также усугубить неравномерность распределения воды между людьми и секторами³¹. В этом смысле очень важен правозащитный аспект доступа к воде: в 2010 году это было признано Генеральной Ассамблеей Организации Объединенных Наций³². Право на воду в первую очередь касается воды для питья, санитарии и других личных и бытовых нужд, но также распространяется на производство продовольствия и ведение сельского хозяйства в их взаимодействии с другими правами человека, прежде всего с правом на питание, которое имеет особое значение для сельских женщин и коренных народов.

Доступ к воде особенно неравномерен у сельских жителей, что обусловлено физическими и/или экономическими ограничениями, с которыми сталкиваются мелкие фермеры. И во всем мире (84%), и особенно в странах с низким уровнем дохода и с уровнем дохода ниже среднего большинство фермерских хозяйств составляют мелкие хозяйства площадью менее 2 га³³. Они более уязвимы к нехватке водных ресурсов, поскольку у них ограничен доступ к ирригационным технологиям и возможностям сбора дождевого стока. Установлено (Li *et al.*, 2011), что в Южной Азии, где более 60% фермерских хозяйств являются мелкими³³, одним из главных факторов, не позволяющих повысить урожайность сельскохозяйственных культур, является засуха³⁴. Важными инструментами сокращения масштабов нищеты являются улучшение доступа к воде для сельского хозяйства и повышение эффективности управления^{35,36}.

В условиях орошаемого и неорошаемого земледелия мелкие фермеры сталкиваются с препятствиями в плане доступа к ирригационному оборудованию и использованию дождевого стока. В странах Африки к югу от Сахары вода есть, но если финансовые средства для доступа к ней отсутствуют, то ее не хватает³⁷, хотя развитие малого орошения может быть прибыльным и принесет пользу от 113 до 369 млн сельских жителей³⁸. Внедрению ирригационных технологий препятствуют многие факторы, включая условия владения и пользования землей и доступ к финансам и кредитам³⁹. Сбор поверхностного стока повышает урожайность сельскохозяйственных культур в полузасушливых регионах Африки и Азии, но мелкие фермеры с ограниченным доступом к рынкам могут неохотно инвестировать в такие технологии из-за их низкой доходности и среднего срока окупаемости в 4–5 лет⁴⁰. Для расширения доступа к воде фермерам и поставщикам услуг необходимы навыки в области проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта ирригационного оборудования и систем, поскольку их ненадлежащее использование приводит к потерям воды и урожая⁴¹.

С серьезными ограничениями в доступе к природным ресурсам, особенно к воде, сталкиваются и женщины, хотя в странах с низким уровнем дохода они составляют до половины сельскохозяйственной рабочей силы⁴². Зачастую у них нет прав на землю, которую они обрабатывают, и на воду для орошения своих полей. Женщины также не могут повлиять на использование природных ресурсов, включая воду. Их трудовое бремя выше, чем у мужчин, поскольку у них больше неоплачиваемых домашних обязанностей, таких как сбор воды и топлива и приготовление пищи. Походы за водой могут быть опасны для женщин и девочек, так как в это время они подвергаются риску насилия. Благодаря орошению у женщин может появиться возможность более широкого участия в приносящих доход видах деятельности и высвободиться время для ухода за близкими и общественной активности. Специалисты по водным ресурсам, сотрудники служб распространения знаний и директивные органы по-прежнему не воспринимают женщин в качестве фермеров⁴³ и зачастую упускают из виду знания, нагрузку и потребности женщин и наиболее уязвимых групп населения. В Общей рекомендации №34 Комитета по ликвидации дискриминации в отношении женщин доступ женщин к земле и воде рассматривается как одно из основных прав человека⁴⁴.

Для устранения конкуренции и противоречий между секторами, а также для обеспечения надежного и высококачественного водоснабжения необходимы эффективные механизмы управления и распределения водных ресурсов, например для целей орошения и гидроэнергетики, которые предполагают взаимодействие с различными пользователями. Как указано в докладе Группы экспертов высокого уровня по вопросам продовольственной безопасности и питания за 2015 год, во многих странах решения, касающиеся водопользования в разных секторах, зачастую принимаются отдельными органами “практически без учета кумулятивного воздействия на водные ресурсы”³¹. Механизмы управления призваны обеспечить баланс потребностей в более эффективном водопользовании со справедливым доступом к воде и соблюдением принципов прав человека. Понятие продуктивности распределения описывает тот объем материальных благ, который может обеспечить данная база природных ресурсов, а справедливость характеризует способ распределения этих благ в обществе⁴⁵. Обеспечение баланса эффективности и справедливости может оказаться непростой задачей ввиду слабости устоявшихся мер политики в области водных ресурсов, таких как занижение цен или нерегулируемое использование⁴⁶. Доминировать здесь могут рыночные факторы и соображения эффективности, и тогда в более выгодном положении окажутся те, кто использует воду для получения наибольшей экономической отдачи, то есть эффективность будет достигаться в ущерб справедливости^{47,48}. Сельское хозяйство может использовать свои многочисленные функции помимо товарного производства

для решения важных социальных, культурных и экологических задач. Ключевым фактором обеспечения всех жителей планеты продовольствием надлежащего качества будет повышение эффективности, справедливости и продуктивности водопользования в сельском хозяйстве и соблюдение требований к экологическим попускам, которое необходимо для поддержания нормального функционирования экосистем, а также для оптимального жизнеобеспечения и благополучия людей, которые от них зависят. Однако, согласно оценкам, порядка 41% мирового потребления оросительной воды происходит в ущерб требованиям к экологическим попускам⁴⁹. Поэтому для осуществления Повестки дня на период до 2030 года абсолютно необходимо будет увязать потребности орошения с соблюдением этих требований.

Если бы вода была в изобилии, управление спросом было бы не такой сложной задачей, поскольку его можно было бы удовлетворить с минимальными затратами. Но чем сильнее дефицит ресурса, тем острее соперничество за него, поскольку один пользователь ограничивает его потенциальное использование другими. Вода должна быть признана экономическим благом, имеющим свою ценность и свою цену⁵⁰, а также жизненно важным фактором функционирования экосистем, от которых все зависит. Уникальные характеристики этого ресурса – важнейшего, незаменимого, конечного и сопряженного с осуществлением прав человека⁵¹ – затрудняют эту задачу (врезка 4), и решать ее надо с учетом экономических и социальных аспектов. Его распределение не может быть отдано на откуп исключительно рыночным силам. Но тот факт, что право на воду является одним из основных прав человека, отнюдь не означает, что вода должна быть бесплатной: это всеобщее заблуждение.

Необходимо установить справедливые цены на воду, которые, наряду с соблюдением экологических требований, не только обеспечат возмещение затрат, что является основной целью, но и гарантируют доступ к воде для малоимущих слоев населения⁵². Для пользователей разумная цена на воду будет четким сигналом о том, что ее надо использовать рачительно. В качестве мер политики здесь можно, исходя из соображений справедливости, предусмотреть перекрестное субсидирование (когда одна группа потребителей платит больше, чтобы обеспечить возможность снизить цену для другой группы) либо ввести субсидии на воду (например, для орошения). От этих критериев зависят хорошее функционирование, эффективность, справедливость и устойчивость рынка. Главную ответственность за это несут правительства.

Поскольку воды становится все меньше, а спрос на нее растет, фокус в политике сместился с увеличения предложения на экономические, правовые, институциональные и другие меры по управлению спросом (врезка 1). За счет грамотного управления

можно обеспечить дополнительные водные ресурсы для удовлетворения потребностей общества, устранив причины таких проблем, как загрязнение и чрезмерная эксплуатация водоносных горизонтов. Решение проблемы дефицита воды в сельском хозяйстве требует сочетания контроля предложения с активным управлением спросом. ■

ВОДА, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫЕ СИСТЕМЫ

Концепция продовольственных систем может быть полезна для понимания взаимосвязи между продовольственной безопасностью и питанием, производством и потреблением продовольствия и водными ресурсами. Продовольственная система включает в себя весь спектр субъектов, участвующих в деятельности по производству, сбору, переработке, сбыту, потреблению и утилизации пищевых продуктов, производимых в сельском, лесном и рыбном хозяйстве, а также элементы той экономической, социальной и природной среды, в которой они функционируют⁵⁹. Устойчивой считается такая продовольственная система, которая обеспечивает продовольственную безопасность и питание для всего населения без какого бы то ни было риска для экономической, социальной и экологической базы, необходимой для обеспечения продовольственной безопасности и питания. Устойчивое и справедливое управление водными ресурсами абсолютно необходимо продовольственным системам для обеспечения продовольственной безопасности и питания и для ликвидации голода.

Внимание мирового сообщества главным образом сосредоточено на обеспечении достаточного количества воды, но с точки зрения продовольственной безопасности важно и ее надлежащее качество. Загрязнение влияет на наличие пресной воды для хозяйственной деятельности⁶⁰, в том числе для производства продовольствия⁶¹⁻⁶³. Загрязненная вода оказывает влияние на здоровье и благополучие, поскольку сказывается на безопасности пищевых продуктов и влечет риски для здоровья⁶⁴. Загрязнение воды также подрывает устойчивость рыболовства, земельных ресурсов и экосистем, включая их способность обеспечивать продовольственную безопасность и питание³¹. (Подробнее о качестве воды см. раздел “В фокусе: сельское хозяйство, загрязнение водных ресурсов и засоленность воды”, стр. 44.)

В следующих далее подразделах рассматриваются различные компоненты продовольственной системы, которые помогают определить те отправные точки, через которые управление

ВРЕЗКА 4 СПЕЦИФИКА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ЗАТРУДНЯЕТ УПРАВЛЕНИЕ ИМИ

Исторически сложилось так, что вода считалась бесплатным ресурсом: таковы были политические, культурные и религиозные взгляды людей. Это нередко приводило к **сбоям рыночного механизма**, т.е. рынки оказывались не в состоянии обеспечить эффективность распределения ресурсов⁵³. В таких ситуациях есть возможность повысить благосостояние одних без ущерба для других. Примером сбоя рыночного механизма является ситуация, когда крупные ирригационные системы, городские системы водоснабжения или гидроэлектростанции взимают с потребителей высокую плату за свои услуги. Стимулов для инноваций у них мало¹. Водопользование может также порождать **негативные внешние эффекты**, когда деятельность одного лица, фирмы или государства влечет издержки для других лиц, никак их не компенсируя. Примером здесь может служить возможное пагубное воздействие водопользования на качество воды и состояние окружающей среды.

Поскольку вода необходима для общества, затраты на нее обычно в массовом порядке субсидируются, хотя для большинства услуг, связанных с водоснабжением (гидроэнергетики, орошения, дренажа и т. д.), требуется государственная инфраструктура и крупные инвестиции для достижения эффекта масштаба, что приводит к образованию естественных монополий. К выбору между созданием государственной или частной монополии, а также к степени ее независимости от правительства разные страны могут подходить очень по-разному. По политическим причинам, в силу культурных традиций и по соображениям справедливости расходы на услуги водоснабжения с пользователей обычно не взимаются, что ставит под угрозу эффективность поддержания водной инфраструктуры и будущие инвестиции. Для исправления этих сбоев рыночного механизма и устранения негативных внешних

эффектов необходимо вмешательство государства, а также соблюдение требований к экологическим попускам. В некоторых случаях вода является **общим** ресурсом. Та или иная группа (обычно это местная община или скотоводы) использует воду и управляет этим ресурсом сообщая, и в этом отношении разные члены группы могут обладать определенными правами, как фиксированными, так и изменяемыми. Когда правила или общинный контроль слабы, может практиковаться “открытый доступ”, который является стимулом для бесплатного использования, ведущего к чрезмерной эксплуатации ресурсов (этот эффект называется также “трагедией ресурсов общего пользования”)⁵⁴. В одной из работ (Ostrom, 1990) показано, что в управлении общими ресурсами решающее значение имеют коллективные действия и четкие правила⁵⁵. Открытый доступ обычно практикуется в тех случаях, когда общий ресурс находится в публичной или государственной собственности, а правила или общественные институты, регулирующие его использование, не прописаны в законе. Общины или группы могут быть лишены своего права на обычное использование ресурса и на исключение внешних пользователей. Водная политика и законодательство должны учитывать сложность, разнообразие и гибкость прав водопользования и признавать права и обязанности групп и общин на управление своими ресурсами. (См., например, FAO, 2016⁵⁶ и Morgera *et al.* 2020⁵¹).

Взаимосвязь между землепользованием и правами на водные ресурсы может оказывать влияние на устойчивое управление водными ресурсами. В частности, ирригационные проекты и организация пунктов водоснабжения для различных групп водопользователей, например для скотоводов, могут подрывать права на воду, что приводит к конфликтам между группами^{57, 58}.

водными ресурсами оказывает влияние на продовольственную безопасность и питание. Помимо продовольственной системы все более важным источником конкуренции за воду является связка “водоснабжение – энергетика – производство продовольствия”, а также производство биотоплива (врезка 5).

Вода как главный элемент первичного производства

На сельское хозяйство приходится около 70% водозаборов в мире, а в странах с низким уровнем дохода и с уровнем дохода ниже среднего – порядка 90% (см. рисунок во врезке 3). Растущий

дефицит пресной воды и усиление конкуренции за нее, особенно в засушливых и полусушливых регионах, резко ограничивают сельскохозяйственное производство. Богарное земледелие является основным источником мирового производства: на его долю приходится более 80% обрабатываемых земель (см. вторую главу) и 60% мирового растениеводства¹⁹. Повышение производительности в богарном земледелии может снизить нагрузку на дефицитные ресурсы пресной воды, используемой для орошения. Это предполагает повышение продуктивности дождевой воды, хотя связанные с водой проблемы, стоящие перед производственными системами, как богарными, так и орошаемыми, в значительной степени (но не полностью) различны.

ВРЕЗКА 5 СВЯЗКА “ВОДОСНАБЖЕНИЕ – ЭНЕРГЕТИКА – ПРОИЗВОДСТВО ПРОДОВОЛЬСТВИЯ” И ПРОИЗВОДСТВО БИОТОПЛИВА

Связка “водоснабжение – энергетика – производство продовольствия” является особым аспектом конкуренции за водные ресурсы. Одним из примеров связи водоснабжения, энергетики и производства продовольствия, отражающей взаимозависимость между этими секторами и возникающие при этом компромиссы, является использование водохранилищ или плотин для целей орошения и гидроэнергетики. Вода, спускаемая для орошения, снижает уровень водохранилищ и выработку гидроэлектроэнергии, а производство гидроэлектроэнергии может сокращать объемы воды, необходимой для производства продовольственных культур на орошаемых землях. За водные ресурсы с ирригацией конкурируют 54% мировых гидроэнергетических мощностей (около 507 000 МВт), особенно в центральной части Соединенных Штатов Америки, Северной Европе, Индии, Центральной Азии и Океании⁶⁵. Причин этому много, и в значительной степени они зависят от временного и пространственного распределения водных ресурсов, включая несогласованность по срокам производственных циклов в гидроэнергетике и ирригации, а также малый объем речного стока. Хорошей иллюстрацией той роли, которую в связке “водоснабжение – энергетика – производство продовольствия” играют временные и пространственные аспекты, являются конфликты в связи с распределением водных ресурсов между странами, расположенными в верховьях и низовьях бассейна реки Сырдарья в Центральной Азии. Кыргызстан, который расположен в верховьях реки, контролирует большую часть водохранилищ, регулирующих речной сток, и накапливает воду летом для нужд гидроэнергетики зимой, что противоречит интересам стран, находящихся в низовьях реки, которым вода необходима летом для орошения⁶⁶. Когда на объем стока влияет регулируемый сброс воды из плотин, под угрозой может оказаться также рыболовство во внутренних водоемах^{67–70}.

Гидроэнергетика может сочетаться с ирригацией, если водохранилища увеличивают доступность воды для производства продовольствия^{65,71}. Одно из недавних исследований Гималайского речного бассейна показало, что гидроэнергетика способствует увеличению производства орошаемых культур и борьбе с наводнениями⁷². Оценка издержек для водоснабжения, производства продовольствия и энергетики при многоцелевом использовании водохранилищ в притоке реки Меконг выявила значительный оросительный потенциал при небольших потерях гидроэнергии⁷³. Однако в этом исследовании не учитывались потери для рыболовства в реке Сесан, которая является важным районом местного рыбного промысла и источником продовольственной безопасности. Сегодня строится много водохранилищ многоцелевого назначения (например, для электрификации в Африке), поскольку в условиях изменения климата в основе политики укрепления водной, энергетической и

продовольственной безопасности должна быть концепция пространственной и отраслевой взаимозависимости^{65,74}.

Другим важным примером взаимосвязи между водоснабжением, энергетикой и производством продовольствия является связь между спросом на биотопливо и сельскохозяйственным водопользованием. Биотопливо пропагандировалось в качестве более чистой альтернативы ископаемому топливу, что вызвало всплеск его производства в начале 2000-х годов. Мировое производство биотоплива растет, но не без проблем, связанных с использованием земельных и водных ресурсов на эти цели и последствиями этого для продовольственной безопасности^{75–78}. Там, где эти ресурсы ограничены, выращивание культур для производства биотоплива может привести к сокращению производства продовольствия⁷⁹.

Фактором, в большей степени ограничивающим производства сырья для биотоплива, может быть не земля, а вода⁸⁰. Для биотоплива нужно в 70–400 раз больше воды, чем для ископаемого топлива, которое оно заменяет⁸¹, хотя это количество варьируется в зависимости от выращиваемого сырья, а также от местоположения. Установлено (Xie *et al.*, 2017), что показатели водного следа у этанола из маниоки, этанола из сахарного сорго и биодизеля из семян ятрофы (все эти культуры выращиваются в разных регионах Китая) для всего жизненного цикла этих продуктов разнятся очень существенно, что обусловлено различиями климата и почв⁸².

Водопотребление происходит во всех звеньях цепочки производства биотоплива, начиная с выращивания сырья и кончая промышленными стадиями производства. Больше всего воды расходуется при выращивании, поэтому важно установить, какая система земледелия используется: богарная или орошаемая⁸³. Богарное производство биомассы не оказывает существенного влияния на круговорот воды, но если биомасса выращивается на орошаемых землях, то это может негативно сказываться на грунтовых и поверхностных водах. Исследования, проведенные в Соединенных Штатах Америки, показывают, что с наибольшим расходом воды сопряжено производство биотоплива из сырья, выращиваемого на орошаемых землях: объем водопотребления там может быть до двух порядков выше, чем в случае сырья, выращиваемого в богарных системах⁸⁴. Потребности в воде для промышленной переработки биотоплива серьезно конкурируют с местными нуждами. После использования эта вода может быть доступна для других целей, но возвратный сток нередко оказывает негативное воздействие, поскольку несет химическое и термическое загрязнение⁸³.

Будущее биотоплива зависит от выбора культур, которые обеспечивают больший выход энергии биотоплива при меньших объемах использования сельскохозяйственных угодий, удобрений и воды.

» Богарное земледелие полностью зависит от осадков. В условиях изменения климата, когда количество осадков и температура меняются⁸⁵, оно оказывается крайне уязвимым к проблемам управления водными ресурсами. Необходимо использовать потенциал водных ресурсов за счет сбора поверхностного стока, сохранения почвенной влаги и дополнительного/недостающего орошения и повысить эффективность водопользования⁸⁶. Более грамотное использование дождевой воды и совершенствование агротехнических приемов могут способствовать удержанию влаги в почве. Отсутствие осадков влияет и на орошаемое земледелие, поскольку источником воды для орошения являются осадки, но у фермеров, имеющих доступ к орошению, больше возможностей повлиять на объемы и сроки полива и повысить эффективность регулирования влажности почвы. Еще один аспект связан с такими формами производства продукции аквакультуры и животноводства, при которых продуктивность воды в этих секторах зависит от эффективного и устойчивого использования водных ресурсов в растениеводстве; об этом говорится в следующих разделах.

Вода для производства продукции животноводства

В секторе животноводства водопользование можно подразделить на непосредственное (хозяйственная и питьевая вода) и косвенное (производство кормов, удобрений, пестицидов и других вводимых ресурсов)⁸⁷. Характер осадков имеет решающее значение для земель, постоянно используемых в качестве лугопастбищных угодий, на которых пасется домашний скот, при этом большая их часть не может быть преобразована в пахотные земли из-за климата, уклона, глубины почвенного слоя или других факторов. По оценкам Mottet *et al.* (2017), выпас скота производится примерно на 2 млрд га лугопастбищных угодий²⁶. В засушливых районах, таких как Сахель, животноводство может быть единственным вариантом превращения скудной и примитивной биомассы в съедобные продукты. Характер осадков играет также важную роль в увеличении объемов связывания углерода в почве. Повысить эффективность водопользования на пахотных землях, устойчивость к внешним факторам, урожайность и объемы связывания углерода в почве может использование навоза⁸⁸.

Поскольку в этом секторе большая часть сельскохозяйственных угодий используется либо в качестве пастбищ, либо для производства кормов, он потребляет также большие объемы воды. Для повышения продуктивности воды и эффективности всех секторов производства продовольствия необходим комплексный подход. Двумя главными стратегиями снижения воздействия животноводства на дефицит воды являются сокращение объема орошаемых кормовых культур и уменьшение потребления воды животными⁸⁹. Другими факторами, влияющими на безвозвратное водопользование, являются виды и породы выращиваемых животных, а также содержание влаги

в кормах и способ их производства. Одна из основных проблем в глобальных или региональных оценках водопользования в животноводстве – огромное разнообразие производственных систем⁸⁹. Партнерством по оценке и улучшению экологических показателей животноводства (ЛЕАП) недавно было разработано руководство по оценке, в котором учтен достаточно широкий спектр разных условий⁸⁷.

Вода для рыболовства во внутренних водоемах

Для поддержания рыболовства во внутренних водоемах необходимо ограничить негативное воздействие других секторов на водные ресурсы. Это требует соблюдения требований к экологическим попускам, обеспечения качества воды и сохранения среды обитания. Различия требований к попускам для разных видов рыб приведут к изменению видовых скоплений и, соответственно, скажутся на уловах⁶⁷. Превращение реки в водохранилище вполне может вызвать полную смену, а нередко и уничтожение определенной водной фауны. Для поддержания рыболовства во внутренних водоемах и уменьшения потерь может потребоваться замена утраченных видов другими, более приспособленными к условиям стоячей воды⁶⁸.

Вода и леса

Проблемы управления водными ресурсами и решения, связанные с продовольствием, выходят за рамки производства первичной сельскохозяйственной продукции и должны рассматриваться в более широком контексте, т.е. на ландшафтном уровне. Леса являются неотъемлемым компонентом круговорота воды и могут играть решающую роль в обеспечении устойчивости управления водными ресурсами и связанными с ними экосистемами, в частности в возвращении в атмосферу выпавших осадков, что помогает стабилизировать и продлить вегетационный период сельскохозяйственных культур. Там, где наблюдается дефицит воды, и в районах, страдающих от засух, важное значение имеют сохранение и высвобождение влаги лесами даже в сухие периоды. Например, в засушливых районах Буркина-Фасо лесовосстановление помогло восстановить продуктивность деградированных земель для сельскохозяйственных нужд и позволило диверсифицировать источники продовольствия, повысив тем самым продовольственную безопасность⁹⁰. Учитывая важную роль лесов в круговороте воды, получение от лесов благ, связанных с водой, лучше всего обеспечивать с помощью целостного, всеобъемлющего и комплексного ландшафтного подхода. Леса и водные ресурсы связаны между собой пространственной зависимостью. Их протяженность и расположение в рамках ландшафта могут принести целый ряд связанных с водой экологических выгод. Леса, находящиеся в верхней части водосбора, приносят пользу не только на местном, но и на ландшафтном уровне, поскольку в этом случае вода в низовьях обычно бывает более высокого

качества. В масштабах бассейна крупные лесные массивы в некоторых величайших бассейнах мира, таких как бассейны рек Амазонки, Конго и Янцзы, являются важными источниками водяного пара для районов, расположенных с подветренной стороны, и, соответственно, жизненно важны для богарного земледелия. Влага, испаряющаяся с суши, может затем выпадать в виде осадков, покрывая расстояние до 5 000 км по направлению ветра⁹¹.

Водопользование в продовольственной производственно-сбытовой цепочке: ключевой фактор безопасности пищевых продуктов и качества воды

Об общем объеме водопользования в пищевой промышленности известно мало. В мире в целом на долю промышленного сектора приходится менее 20% водозаборов (рисунк 3), но в странах с высоким уровнем дохода этот показатель составляет порядка 40% (см. рисунок во врезке 3). Поскольку пищевая промышленность является одним из секторов промышленности, ее доля в водозаборах значительно меньше доли сельского хозяйства. Исследования по вопросам водопользования в пищевой промышленности обычно касаются каких-то конкретных продуктов, например томатного соуса, соков или продуктов из картофеля^{92,93}, и определяют наиболее водоемкие этапы переработки, а не количество воды, используемой на различных уровнях. Пищевая промышленность является водоемкой отраслью. В ней используется питьевая вода и производятся значительные объемы сточных вод на единицу продукции, более 70% которых сбрасывается⁹⁴. Количество конкретного пищевого продукта зависит от целого ряда факторов: от происхождения продукта (животного или растительного), от условий его переработки (сухой или влажной), от вида переработки (минимальная обработка, до готовности или высушивание), от технологии переработки, от процедур очистки и от оборотного использования. Объемы и концентрация сточных вод также сильно разнятся⁹⁵.

Качество воды чрезвычайно важно для производства продовольствия и пищевой промышленности. В пищевой промышленности вода нужна для целого ряда операций, таких как промывка, выпаривание, экстракция и фильтрация⁹⁶, и причиной многих, если не большинства болезней пищевого происхождения может быть использование в производстве, переработке и приготовлении пищевых продуктов воды низкого качества³¹. Качественная вода необходима для производства питательных и безопасных продуктов питания, но этот сектор производит и сточные воды⁹⁶. Ненадлежащее удаление сточных вод в наземные и водные экосистемы наносит ущерб и качеству самой воды⁹⁶⁻⁹⁸. Водные отходы содержат загрязняющие вещества, такие как азот, вещества, вызывающие кислородное

обеднение, и патогенные микроорганизмы, которые проникают в озера и реки⁹⁹. Все это ухудшает качество воды, негативно сказывается на биоразнообразии и снижает производство и качество рыбной продукции¹⁰⁰.

Без надлежащей очистки стоков сброс загрязняющих веществ в воду может привести к их воздействию на человека и ограничить доступ к безопасной питьевой воде, особенно для наиболее уязвимых категорий населения. Люди могут пострадать и от употребления в пищу загрязненных продуктов, например рыбы^{101,102}. Для борьбы с загрязнением воды и защиты экосистем необходимы технологии очистки сточных вод (например, с помощью реакторов или процессов очистки активным илом), которые позволят избежать сброса вредных веществ в водные ресурсы⁹⁷.

Поскольку спрос на воду со стороны перерабатывающих отраслей растет, не менее важно обеспечить экономию воды в пищевой промышленности: зачастую это оказывается главным фактором, побуждающим продовольственные компании поддерживать программы по сохранению водных ресурсов. На первом месте здесь стоят подходы, призванные изменить культуру и порядок работы: совсем небольшие капиталовложения могут обеспечить экономию воды до 30%⁶¹. В качестве примеров можно привести программы информирования и мониторинга, а также краны, которые автоматически блокируют подачу воды, когда они не используются. Есть варианты, позволяющие добиться и более значительного снижения расхода воды, в пределах 50%–80%, в зависимости от технологии^{103,104}. Но в этом случае капиталовложения будут выше, а кроме того, необходимо учитывать влияние этих изменений на качество и безопасность готовой продукции⁶¹. Внутренними стратегиями повышения эффективности водопользования и производительности труда могут быть: i) сокращение расхода воды на основе анализа потребления (карты водных ресурсов); ii) оптимизация планирования; iii) рециркуляция воды; iv) повторное использование воды после очистки; и v) оптимизация планов размещения оборудования и установок⁹⁵.

Использование воды потребителями: связь доступа к воде с продовольственной безопасностью и питанием

Безопасные и надежные практики ВССГ являются первейшей необходимостью для человеческого развития и ведения здорового образа жизни. Отсутствие доступа к безопасной и чистой воде для целей ВССГ является одной из главных причин неполноценного питания, особенно у детей. Диарея напрямую связана с плохой инфраструктурой ВССГ, особенно в странах с низким уровнем дохода, где доступ к чистой воде представляет собой серьезную проблему. По данным Всемирной организации

здравоохранения (ВОЗ), в большинстве стран с низким уровнем дохода диарея является третьей по частоте причиной детской смертности после острых респираторных инфекций и малярии, а также смертности во всех возрастных группах¹⁰⁵. В условиях плохой инфраструктуры для ВССГ потребленная пища может не усваиваться организмом из-за диареи или другой энтеропатии. Болезни, связанные с водой, подрывают производительность труда и экономический рост, усиливая глубокое неравенство и затягивая уязвимые домохозяйства в ловушку нищеты^{106, 107}.

Когда доступ к источникам водоснабжения для бытовых нужд ограничен, эту потребность иногда восполняет вода для орошения. Несмотря на то, что, согласно ряду исследований, использование оросительной воды в домохозяйствах может положительно сказываться на ситуации с ВССГ и питанием, качество такой воды не всегда является достаточным для потребления человеком, что может приводить к неблагоприятным последствиям для здоровья¹⁰⁸⁻¹¹⁰. Особенно это касается случаев, когда оросительная вода используется для бытовых нужд незапланированно. Многоцелевое использование ирригационной системы может приносить определенные выгоды: например, это сокращает общее время, затрачиваемое на сбор воды членами домохозяйства (обычно женщинами), высвобождая его для другой продуктивной деятельности или ухода за близкими, что приводит к улучшению результатов в области питания¹⁰⁸. Важность ВССГ для здоровья, благополучия, продовольственной безопасности и питания более подробно рассматривается ниже в разделе “В фокусе: улучшение доступа к безопасной питьевой воде в сельских районах”, стр. 20. ■

СТРУКТУРА ДОКЛАДА

В этой главе говорится о настоятельной необходимости решения проблемы нарастания перебоев с водой и ее дефицита, а также о проблеме отсутствия равноправного доступа к воде, и изложены основные задачи в области обеспечения устойчивого и инклюзивного управления водными ресурсами. Подчеркнута роль управления во всех звеньях продовольственной производственно-сбытовой

цепочки с точки зрения целей обеспечения продовольственной безопасности и питания. Проведенный обзор ясно показывает, что сельскому хозяйству принадлежит центральная и стабильная роль в управлении водными ресурсами, и что для многих мелких производителей доступ к воде по-прежнему остается связывающим ограничением. Поэтому основное внимание в докладе уделяется вопросам управления водными ресурсами в сельском хозяйстве (которое во всем мире и в большинстве стран является основным потребителем воды), в том числе в орошаемом и богарном земледелии, животноводстве, рыболовстве во внутренних водоемах и аквакультуре. Рассмотрена возможность сбалансированного решения двух задач: обеспечение доступа к воде в сельскохозяйственном производстве, а также экономической, социальной и экологической устойчивости.

Вторая глава посвящена тенденциям и закономерностям возникновения перебоев с водой и ее дефицита, которые сказываются на ситуации в орошаемом и богарном земледелии, соответственно, а также влиянию этих проблем на ситуацию в различных системах производства. В качестве косвенного показателя дефицита пресной воды, который сказывается на орошаемом земледелии, используется показатель водного стресса, а в качестве косвенного показателя перебоев с водой из-за недостаточного количества осадков, которые влияют на ситуацию в богарном земледелии и пастбищном животноводстве, используется показатель частоты сильных засух. Впервые приведены дезагрегированные пространственные данные по показателю ЦУР 6.4.2, касающемуся водного стресса, и показана его связь с производственными системами, расположенными на орошаемых землях. В третьей главе рассматриваются стратегии и технологии управления водными ресурсами в орошаемом и богарном земледелии, в животноводстве, в рыболовстве во внутренних водоемах и в аквакультуре, а в четвертой главе говорится о механизмах управления и институтах, способствующих совершенствованию систем управления водными ресурсами. В пятой главе представлены общие политические механизмы, используемые для повышения эффективности управления водными ресурсами, а также заключения и практические выводы. ■

В ФОКУСЕ:

УЛУЧШЕНИЕ ДОСТУПА К БЕЗОПАСНОЙ ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ В СЕЛЬСКИХ РАЙОНАХ

ПАКИСТАН

Девушка набирает воду из общественного резервуара в лагере для лиц, перемещенных внутри страны в результате наводнения.

©FAO/Truls Brekke

Водные ресурсы играют ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности и питания. Вода в достаточном количестве и соответствующего качества абсолютно необходима для сельскохозяйственного производства, а также для приготовления и переработки пищевых продуктов. Наряду с санитарией и надлежащими методами гигиены решающее значение для правильного питания имеет также доступ к безопасной питьевой воде. Некачественная вода может вызывать ряд заболеваний, передающихся через воду и переносимых при употреблении загрязненной воды, и может стать причиной неполноценного питания, заболеваемости, а иногда и смерти. К числу серьезных инфекций, передающихся через воду, относятся диарея, холера, шигелла, брюшной тиф, гепатиты А и Е и полиомиелит. По оценкам ВОЗ, на долю диареи приходится 3,6% глобального бремени болезней, и ежегодно от них умирают 1,5 млн человек. Порядка 58% из них, т.е. 842 000 смертей в год, включая 361 000 детей в возрасте до пяти лет, обусловлено потреблением небезопасной воды, плохими санитарными условиями и отсутствием гигиены, главным образом в странах с низким уровнем дохода и с уровнем дохода ниже среднего¹¹¹.

Пандемия новой коронавирусной инфекции (COVID-19) также показала важность безопасной воды, которая необходима не только ввиду того, что через воду могут передаваться болезни, но и потому, что одна из простых мер предосторожности – частое мытье рук – помогает предотвратить передачу инфекции, а в отсутствие безопасного источника воды эту



меру вряд ли будут соблюдать и она не будет эффективна. Согласно докладу Детского фонда Организации Объединенных Наций (ЮНИСЕФ) и ВОЗ за 2019 год, в 2017 году на момент проведения обследования у 1,6 млрд человек в приспособлениях для мытья рук не было воды или мыла, а у 1,4 млрд человек приспособлений для мытья рук не было вообще¹¹². В большинстве стран, по которым имеются дезагрегированные данные, доступ к мытью рук в большей степени ограничен в сельских районах по сравнению с городскими.

Задача ЦУР 6.1 состоит в том, чтобы «к 2030 году обеспечить всеобщий и равноправный доступ к безопасной и недорогой питьевой воде для всех». По данным доклада ЮНИСЕФ и ВОЗ за 2019 год, у каждого третьего жителя планеты отсутствует доступ к безопасной питьевой воде, а более половины населения мира не имеет доступа к безопасным услугам в области санитарии¹¹². Доступ к питьевой воде можно описать как наличие воды, доступной на дому или в источнике, до которого можно добраться за определенное время.

В 2017 году у 90% населения планеты был доступ как минимум к базовым услугам в области питьевого водоснабжения, т.е. к улучшенным источникам питьевой воды, отбор воды из которых занимает в общей сложности менее 30 минут; в 2000 году такая возможность была у 82% населения. Отсутствие доступа к питьевой воде может быть проблемой как в городских, так и в сельских районах, но практически всегда это в большей степени затрагивает сельское население. Восемь из десяти человек, не имеющих доступа к базовым услугам, являются жителями сельских районов, и почти половина из них живут в наименее развитых странах. В этих районах доступа к базовым услугам не имеют 19% населения, а в городских районах – 3%. В 17 странах (большинство из которых находятся в субсахарской Африке) доступа к питьевой воде не имеет более половины сельского населения (см. рисунок А)¹¹². Отсутствие доступа к безопасной питьевой воде на дому, особенно в сельских районах, означает, что на то, чтобы добраться до ее источника, уходит значительное время, и обычно этим занимаются женщины. Согласно недавнему докладу Организации Объединенных Наций, это справедливо для всех регионов мира, по которым имеются соответствующие данные, за исключением Восточной и Южной Европы, а также Латинской Америки и Карибского бассейна, где обязанности по сбору воды распределены между полами почти поровну¹¹³.

Задача состоит в том, чтобы у каждого человека был доступ к безопасной воде у себя дома. Более масштабной мерой является предоставление услуг в области водоснабжения, организованных с учетом требований безопасности, то есть обеспечение сельским домохозяйствам доступа к воде,

свободной от загрязнений, которая поступает из бесперебойно функционирующих источников, расположенных на дому^с. Для того чтобы воду можно было считать безопасной, должны быть соблюдены все три условия. Это мера включена в показатель ЦУР 6.1.1, который оценивает долю населения (71%), пользующегося услугами водоснабжения, организованного с соблюдением требований безопасности. В городских районах услугами водоснабжения, организованного с соблюдением требований безопасности, пользуются 85% населения планеты, в сельских же районах этот показатель составляет всего 53%, а в наименее развитых странах, в развивающихся странах, не имеющих выхода к морю, и в МОСТРАГ он значительно ниже (см. рисунок В).

Среди этих регионов самый низкий уровень доступа к услугам водоснабжения, организованного с соблюдением требований безопасности, имеет субсахарская Африка: лишь 12% сельского населения стран этого региона имеют доступ к безопасной питьевой воде. Поскольку еще у 34% есть доступ только к базовым услугам (т.е. к источникам питьевой воды, к которым дорога туда и обратно занимает менее 30 минут), это означает, что более чем у половины сельских жителей этого региона есть всего две альтернативы: это сбор воды либо из источников, дорога к которым занимает более 30 минут, либо из неулучшенных или поверхностных источников. В сельских районах стран Африки к югу от Сахары доступ к безопасной питьевой воде является проблемой более чем для 300 млн человек. Последствиями этого являются риски для здоровья и время, затрачиваемое на то, чтобы принести воду. В одном из тематических исследований указано, что в Камеруне, Чаде и Сенегале в домохозяйствах, не имеющих доступа к питьевой воде, дети значительно чаще болеют диареей, чем в домохозяйствах, где доступ к воде есть¹¹⁴. Связь между распространенностью диареи среди детей и неполноценным питанием хорошо известна: она говорит о том, что даже при наличии продовольствия качество воды очень важно для усвоения пищи и для питания.

Многие страны успешно продвигаются по пути улучшения охвата населения услугами водоснабжения. Глобальный анализ и оценка состояния санитарии и питьевого водоснабжения в рамках Механизма «ООН – Водные ресурсы» (ГЛААС) 2019 года показывает, что страны устанавливают для себя более высокие целевые показатели, например обеспечение услуг питьевого водоснабжения, организованного с соблюдением требований безопасности, а также услуг в области санитарии¹¹⁵. Примерно в половине

с К улучшенным источникам водоснабжения, согласно докладу ЮНИСЕФ и ВОЗ за 2019 год, относятся водопроводная вода, скважины (трубчатые колодцы), защищенные копаные колодцы, защищенные источники, дождевая вода, а также вода в таре или после водоподготовки¹¹².

В ФОКУСЕ

УЛУЧШЕНИЕ ДОСТУПА К БЕЗОПАСНОЙ ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ В СЕЛЬСКИХ РАЙОНАХ

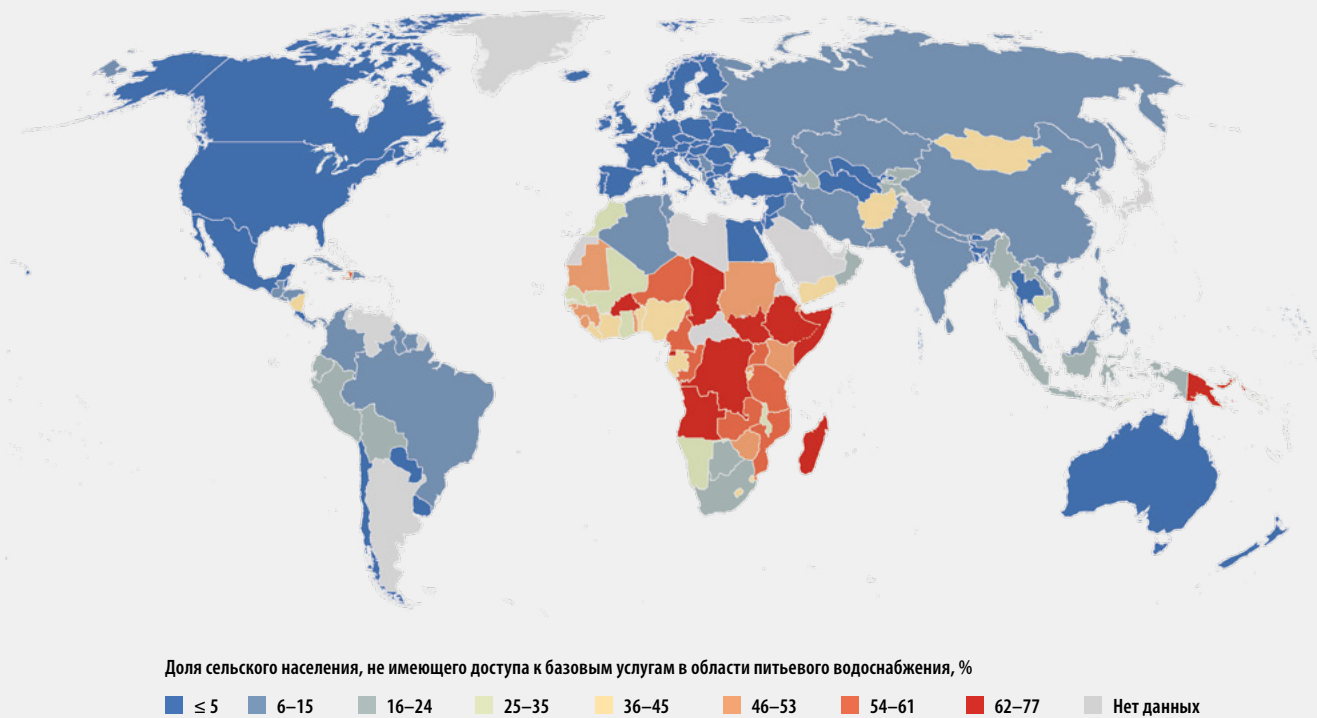
стран установлены целевые показатели по обеспечению к 2030 году всеобщего охвата услугами питьевого водоснабжения: эта задача является более масштабной, чем обеспечение доступа к базовым услугам. Одним из серьезных препятствий для достижения национальных целевых показателей остается недостаток финансирования.

Для того чтобы гарантировать услуги питьевого водоснабжения, организованного с соблюдением требований безопасности, особенно в сельских районах, потребуется время. Поэтому для улучшения качества воды как для тех, у кого нет доступа к базовым услугам, так и для тех, кто имеет доступ к воде, но с высоким риском того, что она может быть загрязнена, необходимы промежуточные решения. По оценкам ЮНИСЕФ и ВОЗ (2019), доступа к питьевой воде из улучшенных источников, свободной от загрязнения, не имеет почти половина сельского населения планеты¹¹². Качество воды является серьезной проблемой для обеспечения доступа жителей сельских районов к услугам водоснабжения, организованного с соблюдением требований безопасности, и выполнения задачи ЦУР 6.1. Для решения этой проблемы необходимы согласованные усилия.

Страны включают сектор ВССГ в национальные планы развития; в отношении питьевой воды более 80% стран сообщают, что их политика или план для городских и сельских районов направлены на обеспечение услуг питьевого водоснабжения, организованного с соблюдением требований безопасности. Национальные планы по организации питьевого водоснабжения в сельских районах есть у 91 страны, и у 77 из них рассчитана смета расходов на реализацию этих планов. Однако достаточное финансирование для осуществления таких планов выделили лишь девять из них; аналогичные проблемы имеют место и с планами по обеспечению питьевой водой городских районов. Данные ГЛААС (2019) также свидетельствуют о том, что в подавляющем большинстве стран для осуществления национальных планов в области ВССГ не хватает людских ресурсов¹¹⁵. Это затруднит достижение намеченных показателей к 2030 году, даже если до этого срока удастся как-то продвинуться в этом направлении.

Вероятно, директивным органам и общинам придется рассмотреть какие-то промежуточные решения по улучшению качества воды, например варианты очистки и

РИСУНОК А ДОЛЯ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ, НЕ ИМЕЮЩЕГО ДОСТУПА К БАЗОВЫМ УСЛУГАМ В ОБЛАСТИ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ, 2017 ГОД



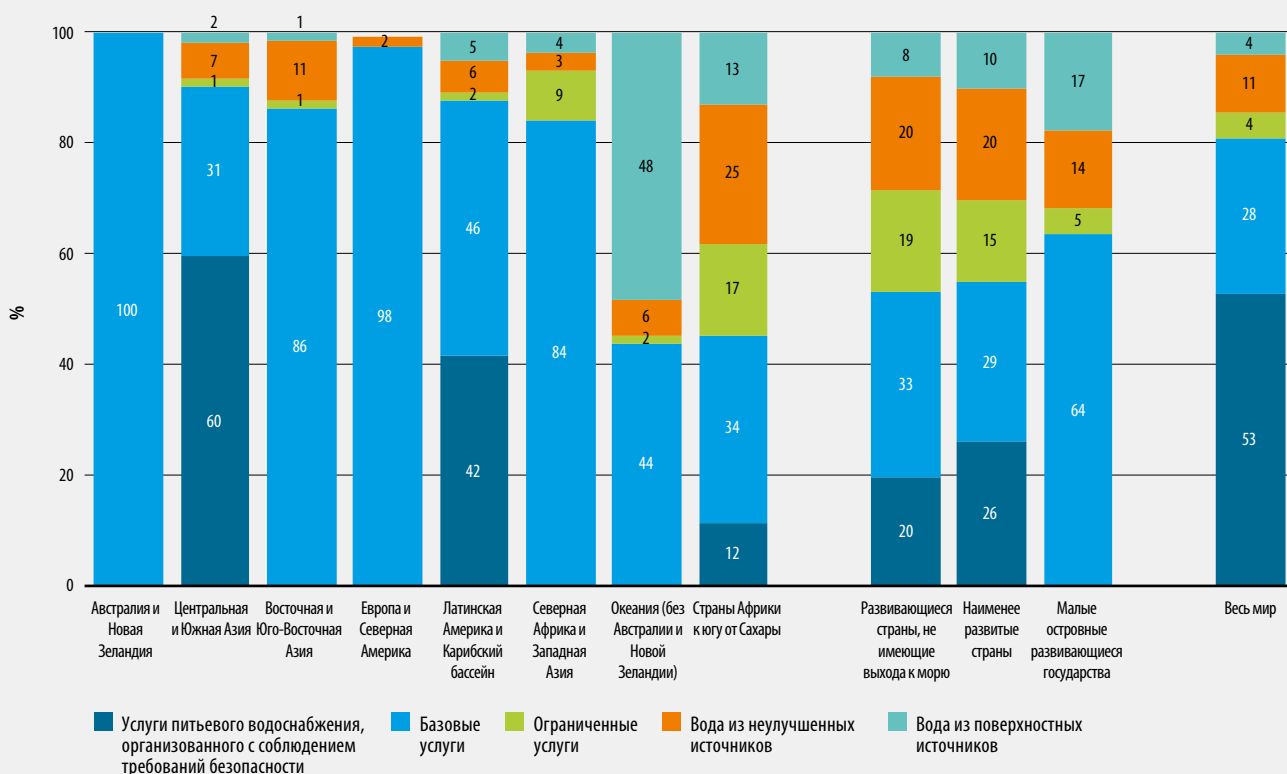
ИСТОЧНИК: разработка ФАО по материалам доклада UNICEF & WHO, 2019, Приложение 3.1¹¹².

безопасного хранения воды в бытовых условиях (ОБХВБ). Если судить по данным за период с 2005 по 2009 год, эта практика широко распространена в западной части Тихого океана (66,8%) и в Юго-Восточной Азии (45,4%), но менее распространена в Восточном Средиземноморье (13,6%) и Африке (18,2%). В странах Африки к югу от Сахары, где многие вынуждены использовать небезопасную воду, для снижения заболеваемости диареей рекомендуется проводить бытовую очистку воды¹¹⁶.

По мнению ВОЗ, перспективными вариантами ОБХВБ являются фильтрация с помощью керамических фильтров, хлорирование и хранение воды в надлежащей таре, солнечная дезинфекция в прозрачных бутылках, термическая дезинфекция (пастеризация) в плитках на солнечных батареях или в отражателях, а также системы, сочетающие химическую флокуляцию и хлорирование¹¹⁷. Но все эти методы ОБХВБ будут эффективны только в том случае, если их применять постоянно. Отмечено (Daniel *et al.*, 2018), что в развивающихся странах социально-экологические факторы, стимулирующие внедрение методов бытовой очистки воды, сложны и взаимосвязаны¹¹⁸.

Многие страны наметили курс на улучшение здоровья и питания населения сельских районов за счет расширения доступа к услугам водоснабжения, организованного с соблюдением требований безопасности. Однако для осуществления национальных планов в области ВССГ директивным органам необходимо будет выделять больше ресурсов. Очистка и безопасное хранение воды в бытовых условиях помогают обеспечить уязвимые группы населения инструментом для самостоятельного повышения безопасности воды. Для того чтобы раскрыть этот потенциал, необходимы решения, эффективные с микробиологической точки зрения, доступные для целевых групп населения и используемые постоянно и устойчиво¹¹⁹. С точки зрения мер политики, эта область нуждается в установлении четких целевых показателей и обеспечении ресурсами. В 2012 году ВОЗ установила, что конкретные целевые показатели в отношении ОБХВБ есть всего у 43% стран, но некоторые из них предпринимают важные политические инициативы по наращиванию масштабов ОБХВБ¹²⁰. ВОЗ также указала те аспекты, в которых, при наличии дополнительной поддержки ключевых элементов политики, могут быть достигнуты более значимые результаты.

РИСУНОК В
ДОЛЯ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ, ИМЕЮЩЕГО ДОСТУП К БАЗОВЫМ УСЛУГАМ В ОБЛАСТИ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ, 2017 ГОД




ИСТОЧНИК: UNICEF & WHO, 2019, рисунок 50¹¹².



СЕНЕГАЛ

Женщины из ассоциации
Jaro Ande Liggeye,
получающей поддержку
от местной
неправительственной
организации Symbiose,
достают из цистерны воду
для полива огорода.

©FAO/Benedicte Kurzen/
NOOR



ГЛАВА 2 ПЕРЕБОИ С ВОДОЙ И ЕЕ ДЕФИЦИТ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

ОСНОВНЫЕ ТЕЗИСЫ

- Более 3 млрд человек живут в сельскохозяйственных районах, где проблема перебоев с водой и ее дефицита стоит остро или очень остро, из них 1,2 млрд, т.е. примерно шестая часть населения планеты, живут в там, где нехватка воды ощущается очень сильно.
- Почти половина из этих 1,2 млрд человек живут в Южной Азии и примерно 460 млн – в Восточной и Юго-Восточной Азии. Действовать нужно незамедлительно, в противном случае эта проблема затронет гораздо больше людей. Для многих необходимым шагом может стать миграция.
- Нехватка воды сказывается на системах сельскохозяйственного производства по-разному. Регулярные засухи являются ограничивающим фактором в неорошаемых районах; то же касается и водного стресса на орошаемых землях, и особенно сильно от этого страдают маргинализированные группы населения, например женщины и скотоводы.
- Способность страны справиться с перебоями с водой и с ее дефицитом определяется рядом факторов: ее подверженностью риску нехватки водных ресурсов, уровнем развития, политическим, социально-экономическим и культурным устройством, а также возможностями инвестировать в сельское хозяйство.
- Где именно и в каком масштабе проявится воздействие изменения климата, сказать сложно, но последствия, вероятно, будут серьезными, поэтому необходимо проведение надежной, гибкой, справедливой и инклюзивной политики управления водными ресурсами.

ПЕРЕБОИ С ВОДОЙ И ЕЕ ДЕФИЦИТ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Как уже говорилось в первой главе, вода в необходимом количестве и надлежащего качества играет центральную роль в обеспечении продовольственной безопасности, питания и охраны здоровья для всех. Вода также является основой функционирования экосистем, от которых зависит жизнь человечества. Поскольку воды становится все меньше, в дальнейшем вероятны усиление конкуренции за нее и споры между пользователями, а также неравенство доступа к воде, что в первую очередь затронет малоимущих жителей сельских районов и другие уязвимые группы населения. В Повестке дня на период до 2030 года растущая озабоченность в связи с дефицитом воды и ее ненадлежащим использованием отражена в задаче 6.4 ЦУР, которая предусматривает необходимость повышения эффективности водопользования и обеспечения устойчивого водозабора. Сильные засухи, усугубляемые изменением климата, вызывают перебои с водой, что сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур и производстве продукции животноводства, особенно у сельской бедноты.

Благодаря усилиям ФАО мониторинг выполнения задачи 6.4 ЦУР теперь возможен с помощью показателя ЦУР 6.4.2, который описывает уровень водного стресса, и в этой главе представлены новые пространственные оценки для орошаемых районов. Поскольку перебои с водой являются главным препятствием для сельскохозяйственного производства и повышения продуктивности в неорошаемых районах, в этой главе рассматривается оценка воздействия периодических засух на богарные пахотные угодья и пастбищные земли. Сельское хозяйство является крупнейшим в мире потребителем воды, и для большинства малоимущих оно является источником средств к существованию, продовольственной безопасности и питания. В разных системах сельскохозяйственного производства связанные с водой проблемы и соответствующие возможности различаются. В этой главе представлен новый взгляд на то, как в мире распределены основные сельскохозяйственные системы (орошаемого и богарного земледелия, ресурсоёмкого и малоресурсоёмкого) и пастбищные угодья, и дан краткий обзор их уязвимости и подверженности водным рискам. Далее рассматривается вопрос о том, как изменение климата усугубляет проблемы перебоев с водой и дефицита воды. Описаны также механизмы управления, институциональная основа и политические условия, которые необходимы для

организации мер реагирования на случай перебоев с водой и ее дефицита. Завершается эта глава обзором проблем с качеством воды, связанных с деятельностью сельского хозяйства, и перечнем возможных мер политики и стратегий управления в этой связи. ■

ПЕРЕБОИ С ВОДОЙ И ЕЕ ДЕФИЦИТ – ПРОБЛЕМЫ ГЛОБАЛЬНОГО ХАРАКТЕРА

Перебои с водой главным образом обусловлены биофизическими факторами (например, количеством осадков) и означают нехватку воды приемлемого качества, а дефицит воды возникает из-за перебоев с водой и множества факторов, определяющих спрос на воду (например, из-за увеличения численности населения), и выражается с помощью различных показателей. В настоящем докладе используются два показателя: разработанный ФАО показатель исторической частоты засух и показатель ЦУР 6.4.2, характеризующий уровень водного стресса. С их помощью измеряются перебои с водой и дефицит воды в богарных и орошаемых районах, соответственно.

ФАО разработала показатель ЦУР 6.4.2, описывающий уровень водного стресса, для измерения антропогенного давления на пресноводные природные ресурсы. Этот показатель рассчитывается на основе общего объема пресной воды (т.е. поверхностных и подземных вод), забираемой всеми секторами, с учетом требований к экологическим попускам. Поскольку индексы водного стресса относятся только к водозаборам из поверхностных и подземных источников, показатель ЦУР 6.4.2 на уровне бассейна является косвенным показателем дефицита воды на орошаемых землях. Для измерения остроты перебоев с водой на неорошаемых пахотных землях и в пастбищных районах^d, в настоящем

^d В настоящем докладе пастбищные земли определяются как лугопастбищные и лесные угодья (см. FAO and IIASA, 2020¹), которые, в свою очередь, включают лугопастбищные угодья, территории, покрытые кустарником, и площади, покрытые травяной растительностью.

докладе используется показатель исторической частоты засух, который на основе данных временных рядов за 1984-2018 годы оценивает вероятность того, что сильной засухой будут затронуты более 30% пахотных земель или пастбищных угодий^e. Если вероятность засухи на богарных пахотных землях составляет 25%, это означает, что сильная засуха вызывает неурожай более чем на 30% площади пахотных земель раз в четыре года.

На рисунках 5, 6 и 7 сведены воедино оба показателя: историческая частота засух и ЦУР 6.4.2 (уровень водного стресса) и показаны системы производства, на состояние которых влияют эти показатели. (Используемая методика изложена в примечаниях к Техническому приложению, стр. 127.) Рисунок 8 дополняет рисунок 7, на котором представлен уровень водного стресса в орошаемых районах: он показывает, в какой мере водный стресс обусловлен деятельностью сельского хозяйства. Безвозвратное водопользование (см. Глоссарий) рассматривается как доля возобновляемых ресурсов пресной воды с учетом требований к экологическим попускам. На рисунке 8 низкий уровень водного стресса не обязательно означает, что сельскохозяйственный сектор не испытывает проблем с водой, поскольку здесь не учитывается конкуренция за водные ресурсы со стороны других секторов^f.

В сочетании с пространственными данными о населении рисунки 5–7 позволяют предположить, что в районах, где из-за серьезных перебоев с водой и ее дефицита сельское хозяйство испытывает большие проблемы в связи с частыми засухами на неорошаемых пахотных и пастбищных землях или очень высоким уровнем водного стресса на орошаемых землях, живут около 1,2 млрд человек. Чуть более половины из этих 1,2 млрд (660 млн человек) проживают в небольших городских центрах, окруженных сельскохозяйственными

угодьями, а остальные 520 млн – в сельских районах^g. Это означает, что примерно каждый шестой человек на планете сталкивается с серьезными перебоями с водой и дефицитом воды в сельском хозяйстве: в зоне риска находятся около 15% сельского населения³.

Из указанных 1,2 млрд человек примерно 520 млн живут в Южной Азии, где в таких странах, как Пакистан и Шри-Ланка, около 80% населения живут в сельскохозяйственных районах, страдающих от нехватки воды^h. Порядка 460 млн человек из сельскохозяйственных районов, страдающих от нехватки воды, живут в Восточной и Юго-Восточной Азии, из них 200 млн – в сельской местности. В Центральной Азии, а также в Северной Африке и Западной Азии в сельскохозяйственных районах, где проблемы перебоев с водой или ее дефицита очень серьезные, проживает около одной пятой населения этих регионов. В Европе, Латинской Америке и Карибском бассейне, Северной Америке и Океании в районах с острой нехваткой воды живут лишь 1–4% населения. В странах Африки к югу от Сахары в районах, страдающих от нехватки воды, живут всего порядка 5% населения. Там большая часть территории относится к неорошаемым землям: это говорит о том, что нехватка воды бывает вызвана сильной засухой или отсутствием орошения. Может показаться, что 5% – это очень мало, но в реальности это означает, что в районах, где сильная засуха каждые три года оказывает катастрофическое воздействие на пахотные земли и пастбища, живут около 50 млн человек. Особенно страдает от засух пастбищная зона: там более половины сельского населения бедны, и основными причинами этого, по-видимому, являются изменчивость климата и высокая уязвимость к засухам⁴.

Если здесь учесть также районы с высокой частотой сильных засух (в дополнение к очень высокой) или с высоким уровнем

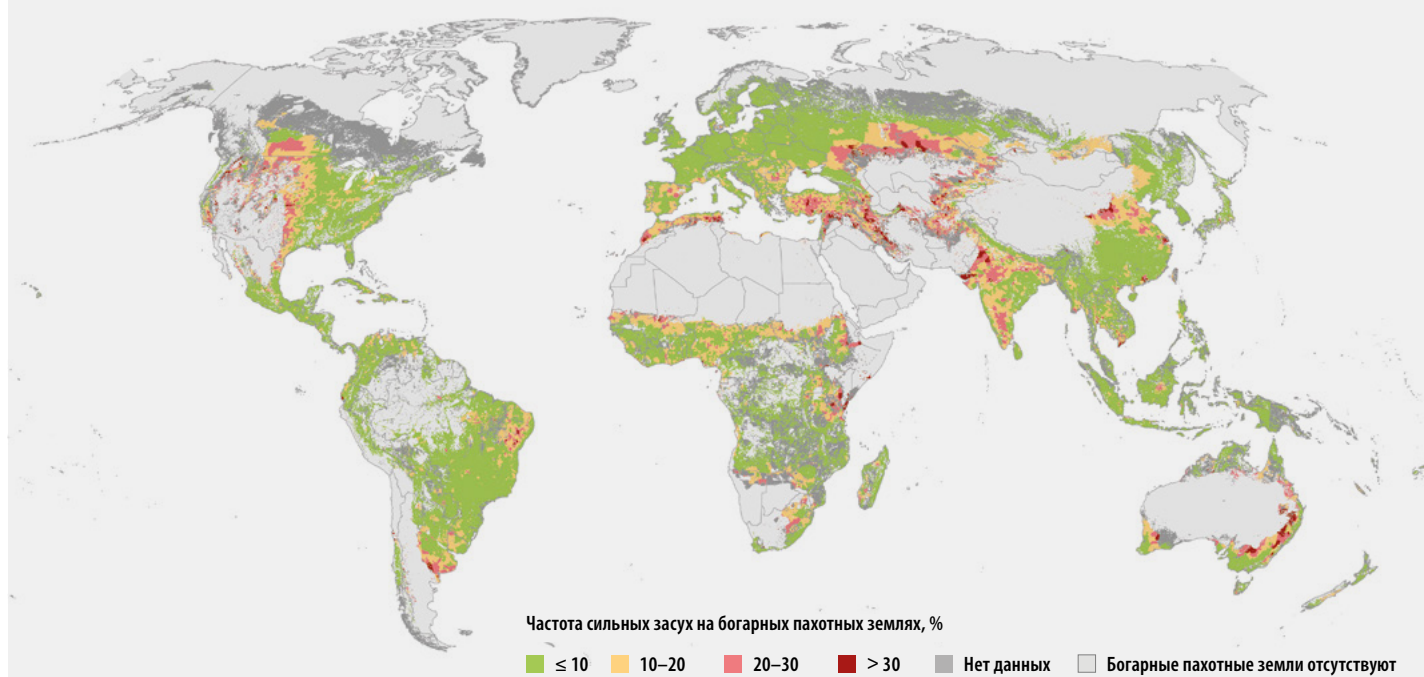
^e Согласно этому определению, сильная засуха в сельскохозяйственном районе возникает тогда, когда индекс здоровья растительности падает ниже 35%, иллюстрируя степень серьезности засухи исходя из состояния растительности и влияния температуры на здоровье растений. Подробнее о структуре этого индекса и используемой методике см. в работе FAO, 2018².

^f Показатель ЦУР 6.4.2 на уровне стран и бассейнов см. на рисунках A3 и A4 Статистического приложения.

^g Итоговые цифры получаются путем расчета численности населения во всех пикселях (где размер каждого составляет 10 × 10 км), которые соответствуют пахотным землям и пастбищам. Учитывая размер пикселя, сюда включаются небольшие городские центры, а также пригородные районы, где ведется сельскохозяйственная деятельность. Таким образом, учитываемое население не является строго сельским.

^h Разбивка по странам численности населения сельскохозяйственных районов, испытывающих острую нехватку воды, приведена в таблице A1 Статистического приложения.

РИСУНОК 5
ИСТОРИЧЕСКАЯ ЧАСТОТА ЗАСУХ НА БОГАРНЫХ ПАХОТНЫХ ЗЕМЛЯХ, 1984–2018 ГОДЫ



ПРИМЕЧАНИЯ. Частота, с которой от сильной засухи страдают более 30% пахотных земель (где посевные площади занимают не менее 5% площади пикселя), показана на карте следующим образом: низкая – если вероятность сильной засухи, затрагивающей пахотные земли, не превышает 10%; средняя – если эта вероятность составляет от 10 до 20%; высокая – от 20 до 30%; очень высокая – более 30%. Этот показатель включает два вегетационных периода сельскохозяйственных культур, объединенных путем выбора большего из двух значений вероятности засухи. Если вегетационный период только один, то используется это единственное значение. Значение “нет данных” относится к пикселям, для которых уровень засухи неизвестен, но, согласно FAO & IIASA, 2020¹, богарные земли на этих площадях есть. Показатель исторической частоты сильных засух рассчитан на основе всей совокупности временных рядов (1984–2018 годы).

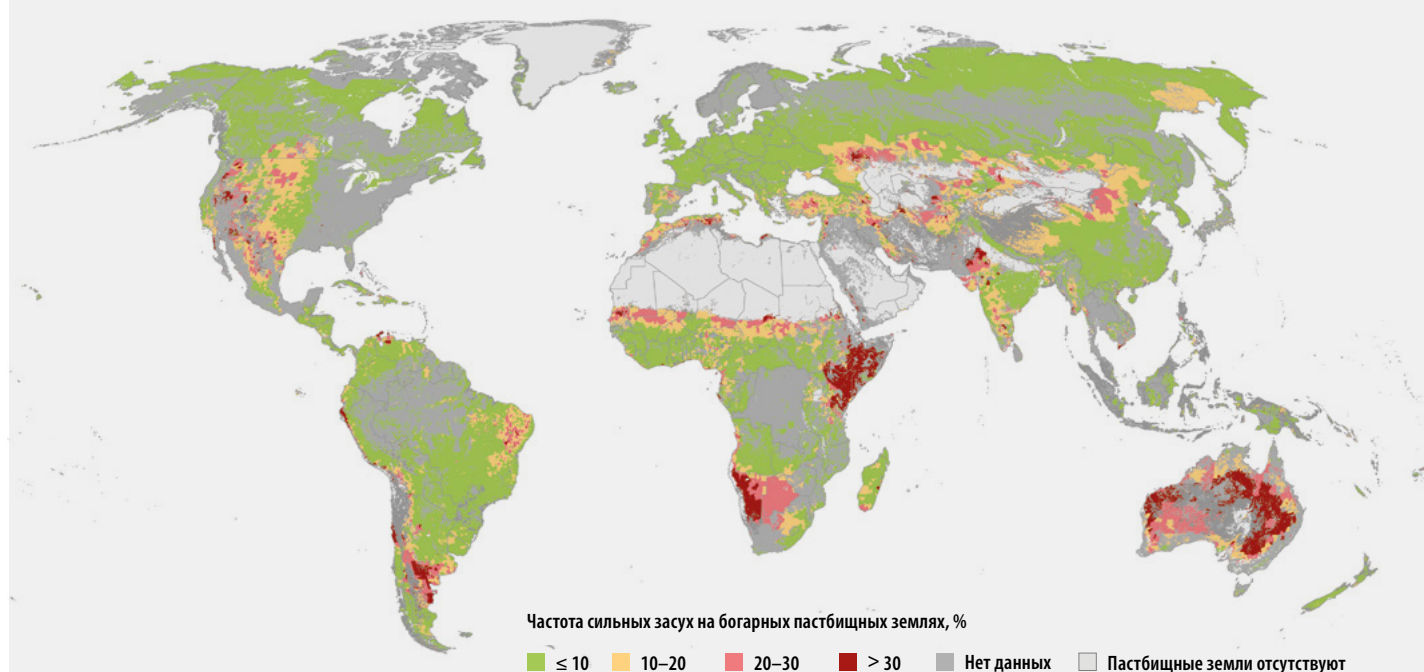
ИСТОЧНИК: разработка ФАО по материалам: FAO, 2019² и FAO & IIASA, 2020¹.

водного стресса, то численность тех, кто сталкивается с этими проблемами, увеличится до 3,2 млрд человек, из которых более 40% (1,4 млрд) живут в сельской местности. Эти цифры можно считать глобальной оценкой потенциального влияния изменения климата на ситуацию с нехваткой воды. Нехватка воды в этих районах, вероятно, будет проблемой для сельскохозяйственных источников средств к существованию и для большинства домохозяйств, и если спрос на воду и практика водопользования не изменятся или не будут найдены альтернативные водные ресурсы, то людям, по-видимому, придется прибегнуть к миграции. Обзоры исследований ситуации в определенных географических регионах показали, что засуха, засушливые периоды, изменчивость режима осадков и экстремальные погодные явления действительно оказывают влияние на миграцию, главным образом за счет воздействия на продуктивность сельского хозяйства⁵. Упорядоченная и регулярная миграция может

способствовать экономическому развитию и улучшению условий жизни, но во время кризиса ее последствия могут быть разрушительными. Эмиграция мужчин может увеличить бремя домашних обязанностей женщин, на плечи которых лягут дополнительные заботы, такие как уход за скотом⁶.

Если говорить о площадях, то частыми засухами затронуты 128 млн га богарных пахотных земель и 656 млн га пастбищ, а высокому или очень высокому уровню водного стресса подвержены 171 млн га орошаемых пахотных земель. Это означает, что регулярные сильные засухи случаются примерно на 11% богарных пахотных и на 14% пастбищных земель, а серьезному водному стрессу подвержено более 60% орошаемых пахотных земель. Более чем на 62 млн га пахотных и пастбищных земель регистрируются высокий и очень высокий уровни водного стресса и высокая и очень высокая частота засух, от которых страдают порядка 300 млн человек.

РИСУНОК 6
ИСТОРИЧЕСКАЯ ЧАСТОТА ЗАСУХ НА БОГАРНЫХ ПАСТБИЩНЫХ ЗЕМЛЯХ, 1984–2018 ГОДЫ



ПРИМЕЧАНИЯ. Пастбищные земли включают районы, классифицируемые как лугопастбищные и лесные угодья (согласно FAO & IIASA, 2020)¹, которые, в свою очередь, включают лугопастбищные угодья, территории, покрытые кустарником, и площади, покрытые травяной растительностью (согласно Latham *et al.*, 2014)⁸. Сумма площадей пастбищных земель в пикселе может быть меньше размера пикселя. Частота, с которой от сильной засухи страдают более 30% лугопастбищных угодий, показана на карте следующим образом: низкая – если вероятность сильной засухи, затрагивающей пастбищные земли, не превышает 10%; средняя – если эта вероятность составляет от 10 до 20%; высокая – от 20 до 30%; очень высокая – более 30%. Этот показатель включает два вегетационных периода сельскохозяйственных культур, объединенных путем выбора большего из двух значений вероятности засухи. Если вегетационный период только один, то используется это единственное значение. Значение “нет данных” относится к пикселям, для которых уровень засухи неизвестен, но пастбищные земли на этих площадях есть. Показатель исторической частоты сильных засух рассчитан на основе всей совокупности временных рядов (1984–2018 годы).

ИСТОЧНИК: разработка ФАО по материалам: FAO, 2019⁷ и FAO & IIASA, 2020¹.

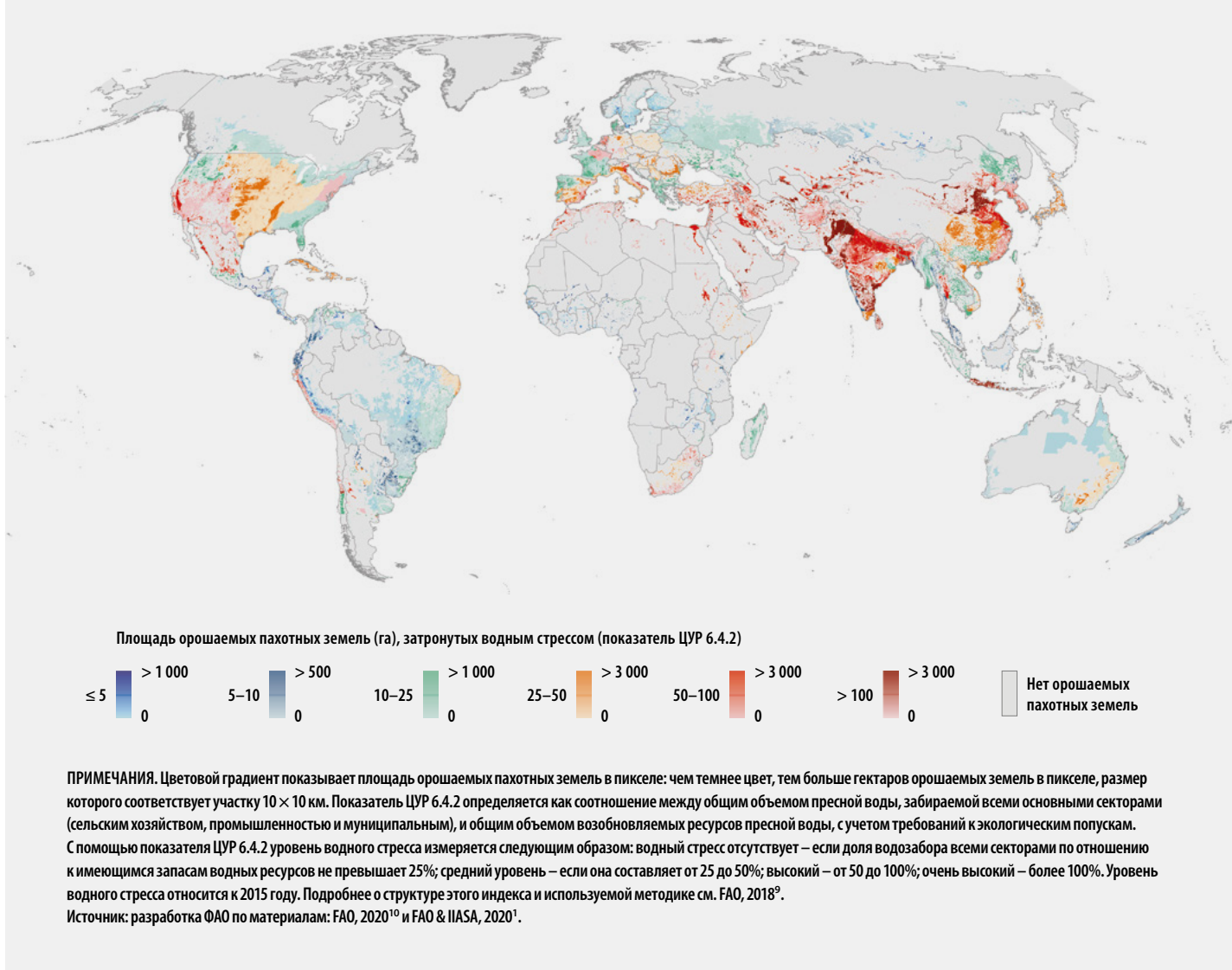
Разнородность проблем с нехваткой воды внутри регионов и в разных регионах

Широкий диапазон цветов на рисунках 5–7, описывающий ситуацию внутри стран и в разных странах, говорит о том, что для оценки масштабов проблемы нехватки воды необходимо использовать наборы пространственных данных. Такие наборы данных могут продемонстрировать различия на субнациональном уровне, т.е. предоставить ту информацию, которая в национальных оценках может быть скрыта, но необходима для определения наиболее проблемных точек и оптимальных вариантов вмешательств. В качестве примеров можно привести некоторые страны Андского региона (Аргентину, Многонациональное Государство Боливия, Чили и Перу) и центральноамериканские страны “сухого коридора” (Гватемалу, Гондурас, Никарагуа и Сальвадор). В Перу

национальный уровень водного стресса очень низок (порядка 1%)⁹, но, как видно из рисунка 7, в районах, расположенных на побережье Тихого океана, где меженный сток крайне мал, уровень водного стресса чрезвычайно высокий. Но именно там живет большая часть населения этой страны и происходит вся основная экономическая деятельность (включая ирригацию и разработку недр)⁹, поэтому в качестве ориентира для разработки политики средняя расчетная оценка уровня водного стресса совершенно неинформативна. Данные для различных систем производства на уровне отдельных стран по районам, подверженным засухе или водному стрессу, см. в таблицах A1 и A2 Статистического приложения.

В одном и том же районе могут быть различные уровни водного стресса и разная частота засух – причем последняя зависит от используемого слоя карты

РИСУНОК 7
ПОКАЗАТЕЛЬ ЦУР 6.4.2: УРОВЕНЬ ВОДНОГО СТРЕССА НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ, 2015 ГОД

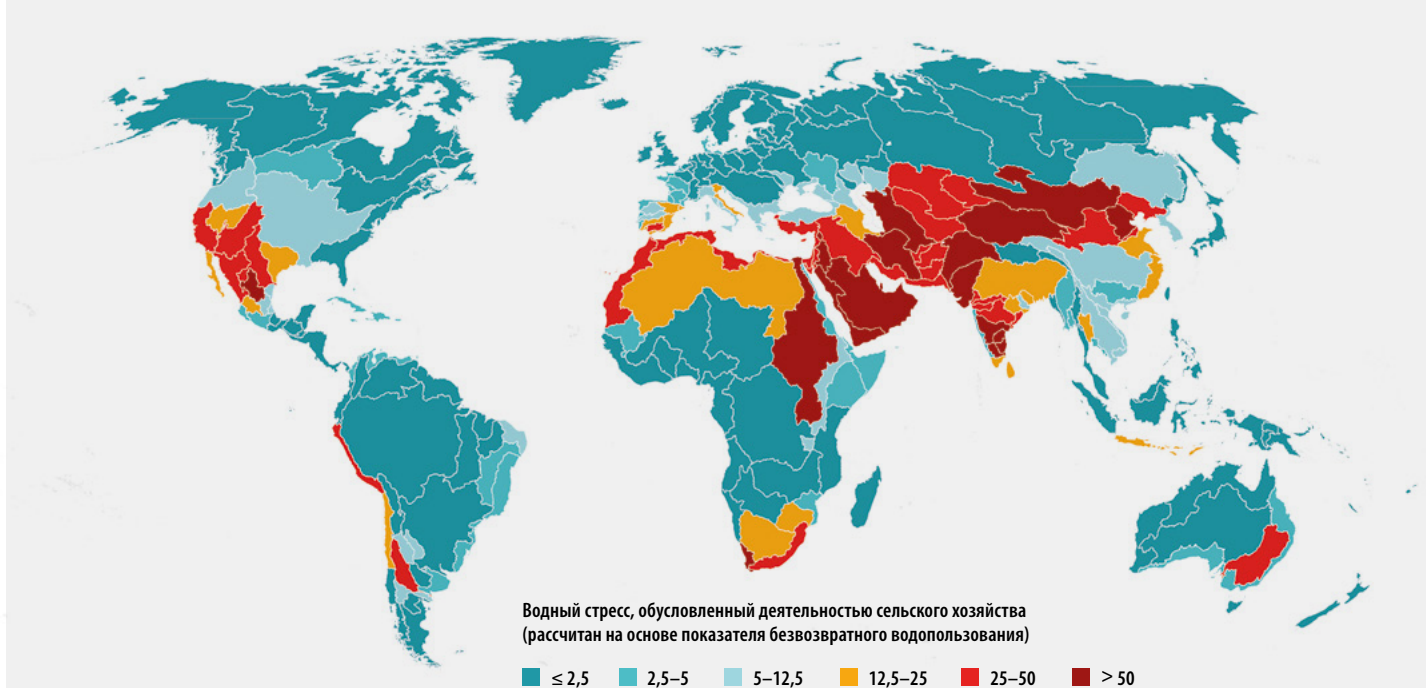


(пахотные земли или пастбища), – что свидетельствует о необходимости использования нескольких индикаторов и отдельного рассмотрения разных систем производства. Большинство стран Сахеля сообщают об отсутствии водного стресса, но из рисунков 5 и 6 видно, что вероятность сильной засухи там находится в диапазоне от средней до высокой. Наиболее уязвимые общины живут в районах, подверженных засухам, и их источники средств к существованию, продовольственная безопасность и питание в значительной степени зависят от сельского хозяйства. Особенно уязвимыми являются те, кто занимается разведением скота, поскольку на

восстановление поголовья, уничтоженного засухой, требуется много времени¹². В животноводстве засуха является причиной почти 90% всего ущерба и потерь¹³.

Вероятность сильной засухи может также сказываться на ситуации в орошаемых районах, поскольку засуха вызывает снижение запасов и качества воды. В Таджикистане засуха 2011 года серьезно повлияла на орошаемое земледелие, так как уровень воды в Нурекском водохранилище резко упал. Из-за недостатка осадков производство пшеницы, ячменя и риса в орошаемых районах сократилось как

РИСУНОК 8
РОЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЕКТОРА В ВОЗНИКНОВЕНИИ ВОДНОГО СТРЕССА,
В РАЗБИВКЕ ПО БАСЕЙНАМ, 2015 ГОД



ПРИМЕЧАНИЯ. Роль сельского хозяйства в возникновении водного стресса определяется как отношение объема пресной воды, потребляемой сельским хозяйством, к общему объему возобновляемых ресурсов пресной воды с учетом требований к экологическим попускам. Этот показатель измеряет роль сельского хозяйства в возникновении водного стресса на уровне бассейна следующим образом: водный стресс отсутствует – если доля забора воды на сельскохозяйственные нужды не превышает 12,5%; средний уровень – если она составляет от 12,5 до 25%; высокий – от 25 до 50%; очень высокий – более 50%. Уровень водного стресса относится к 2015 году.
ИСТОЧНИК: FAO, 2020¹¹.

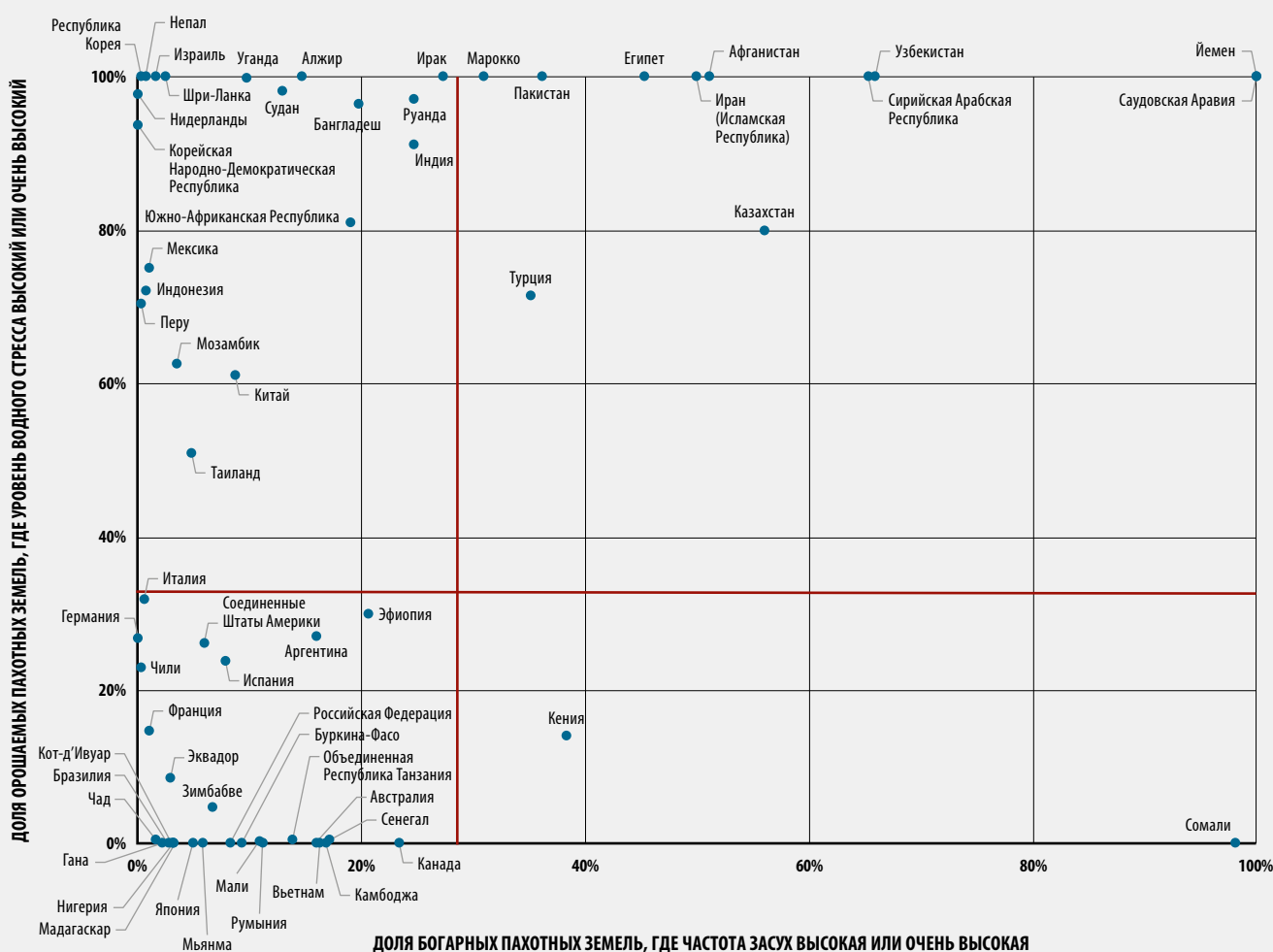
минимум на 75% по сравнению с предыдущими годами¹⁴. Иригационные системы, использующие открытые водные ресурсы (реки, озера и водохранилища), также более уязвимы к засухам, которые приводят к сокращению объемов забираемых поверхностных вод. В Африке, где около 80% оросительных систем используют поверхностные воды¹⁵, в качестве главных буферов, защищающих от засухи, должны выступать водоносные горизонты. Для того чтобы получить более полное представление о проблемах с водой в этих странах, уровень водного стресса и показатель исторической частоты засух лучше рассматривать в комплексе. ■

ПЕРЕБОИ С ВОДОЙ И ЕЕ ДЕФИЦИТ В МЕНЯЮЩИХСЯ УСЛОВИЯХ

Многочисленные проблемы с водой: определение характеристик стран

На рисунке 9 сведены воедино характеристики сельскохозяйственного сектора стран и связанные с ними проблемы с водными ресурсами. Справочная информация о странах позволяет получить представление о масштабах нехватки водных ресурсов в каждой стране и найти подходящие решения. На этом рисунке показана доля богарных и орошаемых пахотных земель в отдельных странах, где частота засух или уровни водного стресса, соответственно, высокие или очень высокие. Для обоих показателей точки отсечения

РИСУНОК 9
ДОЛИ БОГАРНЫХ И ОРОШАЕМЫХ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ В ОТДЕЛЬНЫХ СТРАНАХ, ГДЕ ЧАСТОТА ЗАСУХ ВЫСОКАЯ ИЛИ ОЧЕНЬ ВЫСОКАЯ И УРОВЕНЬ ВОДНОГО СТРЕССА ВЫСОКИЙ ИЛИ ОЧЕНЬ ВЫСОКИЙ, СООТВЕТСТВЕННО



ПРИМЕЧАНИЯ. В выборку включались страны, где численность населения превышает 12 млн человек. Были исключены страны, где высокий и очень высокий уровни нехватки воды наблюдаются на 0-1% пахотных земель (это, в частности, такие страны, как Ангола, Боливарианская Республика Венесуэла, Гватемала, Гвинея, Демократическая Республика Конго, Замбия, Камерун, Колумбия, Малави, Малайзия, Нигер, Польша, Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии, Украина и Филиппины). В этом показателе учтены только площади, по которым имеются данные об исторической частоте засух или об уровне водного стресса. По горизонтальной оси отложены доли богарных пахотных земель в странах, где вероятность сильной засухи высока или очень высока (т. е. превышает 20%). По вертикальной оси отложены доли орошаемых пахотных земель в странах, где уровень водного стресса высок или очень высок (т. е. совокупный водозабор по всем секторам превышает 50% возобновляемых ресурсов пресной воды). Для того чтобы отделить страны, где высокая или очень высокая вероятность сильной засухи или водного стресса затрагивает более трети пахотных земель, в качестве порогового был принят уровень в 0,33, или 33%. Показатели уровня водного стресса относятся к 2015 году¹⁰, а историческая частота засух основана на всех данных временных рядов (1984-2018 годы)⁷. Глобальная разбивка статистических данных по системам сельскохозяйственного производства основана на версии набора данных Модели пространственного распределения производства сельскохозяйственных культур (СПАМ) 2010 года, подготовленной Международным исследовательским институтом продовольственной политики (ИФПРИ)¹⁷.

ИСТОЧНИК: разработка ФАО по материалам: FAO, 2020¹⁰; FAO, 2019⁷; FAO & IIASA, 2020¹ и IFPRI, 2019¹⁷.

- » составляют 33%; они дают представление о серьезности проблемы в этих двух аспектах. Но самое важное на этом рисунке то, в какой квадрант попадает страна.

Страны, попавшие в первый (верхний правый) квадрант на рисунке 9, сталкиваются с двойной проблемой: там высоки и частота сильных засух, и уровень водного стресса. В этой выборке в такой ситуации находятся 11 стран, и все они расположены в Северной Африке и Азии. В девяти из них 100% их орошаемых земель страдают от высокого или очень высокого уровня водного стресса. В этих странах необходимо обеспечить должный учет водных ресурсов (см. Глоссарий), четкое распределение, внедрение современных технологий и переход к менее водоемким культурам, требующим меньших объемов орошения, а также инвестиции в увеличение объемов водоснабжения, например за счет опреснения.

У других стран, где этой двойной проблемы (засухи плюс водный стресс) нет, возможностей может быть больше. Многие страны сообщают об относительно низкой частоте случаев сильной засухи, но о высоком уровне водного стресса (верхний левый квадрант). Там директивные органы могут пойти по пути перехода от орошаемого производства к водосбережению, включая водосберегающие методы выращивания культур и изменение сроков посева и выращиваемых сортов, либо инвестировать в нетрадиционные источники водоснабжения, такие как опреснение воды. Это требует устранения существующих барьеров и создания благоприятной среды за счет введения соответствующего законодательства и нормативных актов, облегчающих финансирование, в целях наращивания масштабов осуществления (подробнее об этом см. главы 4 и 5). В странах, где высокая частота сильных засух и высокий уровень водного стресса наблюдаются лишь на небольших пахотных площадях (нижний левый квадрант), проблемы с нехваткой воды тоже могут возникать, но, скорее всего, на субнациональном уровне. Страны с низким уровнем доступа к услугам орошения и небольшой долей орошаемых пахотных земель могут показывать отсутствие водного стресса, но это не означает, что там вода не является дефицитным ресурсом. У этих стран есть потенциал для расширения систем ирригации либо за счет инфраструктуры для извлечения большего количества поверхностных и подземных вод, либо за счет использования дождевого стока (например, с помощью систем ямочного сбора воды, устройства небольших плотин, водохранилищ и т. д.). В Африке водная инфраструктура для нужд сельского хозяйства остается сравнительно слабо развитой, несмотря на реальный потенциал расширения орошаемых площадей. С помощью существующих или планируемых к строительству плотин для гидроэлектростанций могут быть освоены как минимум 1,4 млн га, и не менее 5,4 млн га будут пригодны для маломасштабного орошения¹⁶. Реализация зависит от

финансирования, источников энергии и цен, а также от наличия рабочей силы (см. главу 3).

Одно из наблюдений общего характера, вытекающих из рисунка 9, состоит в том, что с точки зрения размера затрагиваемых площадей высокий уровень водного стресса является проблемой для большего числа стран, чем высокая частота сильных засух. Однако во многих странах площадь богарных пахотных земель намного больше площади орошаемых. Поэтому даже если доля неорошаемых земель, подверженных риску засухи, невелика, в реальности это может означать, что нехватка воды затрагивает миллионы гектаров. На рисунке 10 представлено сравнение долей богарных и орошаемых пахотных земель, на которых проблема нехватки воды стоит остро или очень остро. В Южно-Африканской Республике, несмотря на то, что орошаемые площади подвергаются большему стрессу (рисунк 9), в абсолютном выражении площадь орошаемых земель, подверженных риску засухи, вдвое превышает площадь орошаемых земель, испытывающих водный стресс. Поэтому рисунок 9 следует интерпретировать только в контексте той системы производства, крупной или мелкой, к которой он относится, т.е. к орошаемым или богарным пахотным землям.

Рисунок 10 показывает также, что проблема нехватки воды как таковая не является определяющей в плане политических приоритетов стран. Во Вьетнаме все пахотные земли, затронутые этой проблемой, являются богарными, хотя орошается более трети всех пахотных земель страны. В социально-экономическом развитии страны орошаемое земледелие играет очень важную роль с точки зрения сокращения масштабов нищеты, обеспечения продовольственной безопасности и питания, обеспечения гендерного равенства в сельских районах, улучшения структуры посевных площадей и охраны окружающей среды. По этим причинам Вьетнам в последние десятилетия инвестирует значительные средства в создание новой инфраструктуры и в восстановление существующих ирригационных систем¹⁸.

В системах сельскохозяйственного производства существуют серьезные различия

На рисунке 9 показаны проблемы с нехваткой воды, с которыми сталкиваются страны на орошаемых и богарных пахотных землях. В этой связи имеет смысл рассмотреть внутренние различия между орошаемым и богарным земледелием, поскольку они будут определять виды сельскохозяйственной деятельности и инвестиционные решения фермеров. В богарных районах фермеры полностью зависят от количества и сроков выпадения осадков и в начале каждого

РИСУНОК 10
ДОЛЯ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ В ОТДЕЛЬНЫХ СТРАНАХ, ГДЕ НАБЛЮДАЕТСЯ НЕХВАТКА ВОДЫ,
В РАЗБИВКЕ ПО СИСТЕМАМ ПРОИЗВОДСТВА



ПРИМЕЧАНИЯ. В выборку включались страны, где численность населения превышает 50 млн человек. Учитывались только площади, где частота засух высокая или очень высокая (для богарных пахотных земель) и уровень водного стресса высокий или очень высокий (для орошаемых пахотных земель).
Источник: разработка ФАО по материалам: ФАО, 2020¹⁰; ФАО, 2019⁷; ФАО & IIASA, 2020¹ и IFPRI, 2019¹⁷.

сезона должны принимать производственные решения в зависимости от ожиданий. Однако у фермеров, имеющих доступ к орошению, больше возможностей повлиять на объемы и сроки полива. На орошаемых землях важными факторами, от которых зависит успех производства сельскохозяйственных культур, являются отсутствие доступа к орошению, различия в правах на водные ресурсы, ежегодный объем речного стока, продуктивность водоносных горизонтов и разнонаправленные потребности в воде^{19,20}. По сравнению с богарными орошаемые районы часто (хотя и не всегда) ассоциируются с более высокой продуктивностью (врезка 6)²¹⁻²³. По этой причине в оценках систем водопользования, подверженных риску нехватки воды, орошаемые и

богарные системы хозяйствования часто рассматриваются по отдельности¹.

Но даже внутри орошаемых и богарных хозяйств существуют различные системы производства и множество технологий: от полностью орошаемого до полностью богарного производства²⁵. Одни фермеры в целях увеличения производства не просто пользуются дождевой водой, никак не вмешиваясь в этот процесс, а практикуют различные методы управления водными ресурсами, получаемыми за счет осадков (отвод, сбор, хранение или повторное использование дождевой

i См., например, ФАО & Earthscan, 2011²⁴.



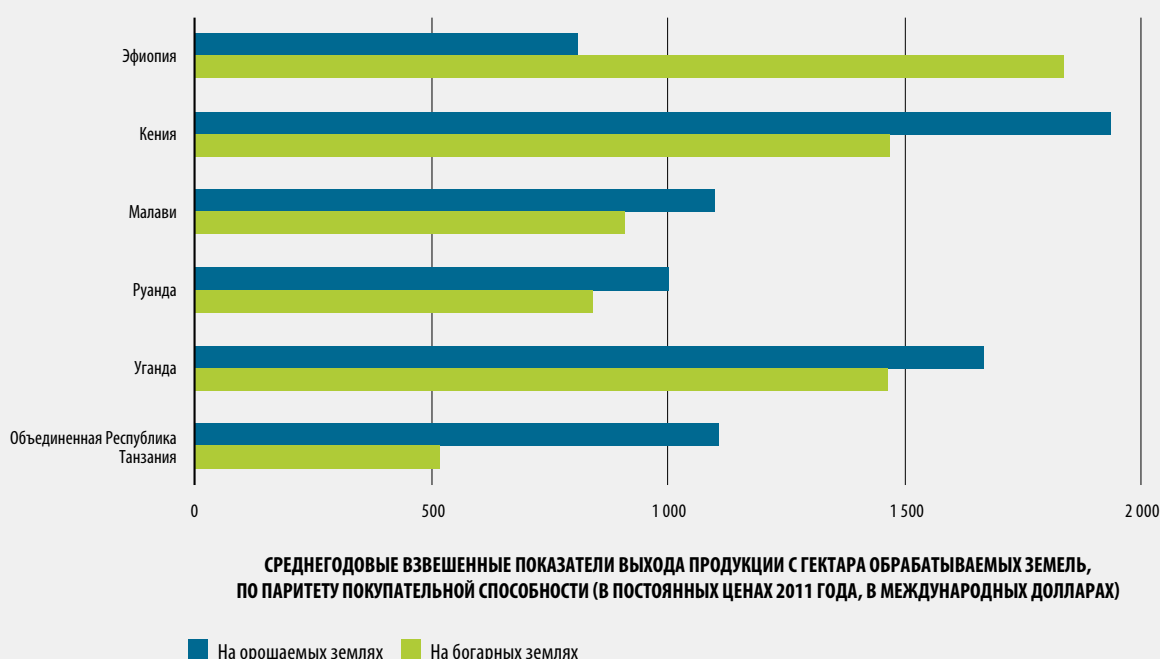
ВРЕЗКА 6 ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕМЕЛЬ В ОРОШАЕМОМ И БОГАРНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ В СТРАНАХ АФРИКИ К ЮГУ ОТ САХАРЫ

Продуктивность сельского хозяйства – понятие комплексное, поскольку выпуск продукции зависит от целого ряда различных факторов производства, включая земельные и трудовые ресурсы, удобрения, химикаты и орошение. Недавнее исследование Всемирного банка показывает, каким образом орошение обеспечивает предсказуемое снижение общей волатильности сельскохозяйственного производства, повышая интенсивность земледелия и содействуя выращиванию высокотоварных культур²⁸. Орошение является важным источником роста мирового сельскохозяйственного производства^{28,29}.

В этой врезке рассматриваются различия в продуктивности земель, т.е. в стоимости продукции растениеводства в расчете на гектар обрабатываемой земли*, в орошаемом и богарном земледелии на основе данных обследования домохозяйств из сельских районов Кении, Малави, Объединенной Республики Танзания, Руанды, Уганды и Эфиопии в период с 2004 по 2014 год. Как и ожидалось, орошаемые площади оказались более продуктивными (см. рисунок в этой врезке); исключение составляет Эфиопия.

Эфиопия сообщает о самом низком из шести стран проценте домохозяйств, использующих орошение (9%), после Уганды и Объединенной Республики Танзания. Почти на половине орошаемых площадей в Эфиопии практикуются традиционные методы, а высокотехнологичные системы, такие как дождевальное и микроорошение, используются очень мало³². Более высокая продуктивность богарных земель может быть также обусловлена возделыванием сочетания различных культур. В Эфиопии высокотоварные культуры, такие как кофе, масличные и зернобобовые, в основном являются богарными³³, а технические (сахарный тростник, хлопок и фрукты) – обычно орошаемые^{32,33}. Овощи и зерновые выращиваются в обеих системах земледелия, но тефф, который является, наверное, главной зерновой культурой в Эфиопии, преимущественно богарный и более ценен, чем другие зерновые^{33,34}. Этот вывод свидетельствует о том, что само по себе орошение не влечет более высокую продуктивность и, в зависимости от уровня других факторов производства (включая сорта сельскохозяйственных культур и оросительные системы), может давать лишь незначительные выгоды по сравнению с богарным земледелием.

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕМЕЛЬ В ОРОШАЕМОМ И БОГАРНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ, 2004–2014 ГОДЫ



* СТОИМОСТЬ продукции растениеводства не эквивалентна чистой себестоимости производства и может включать различные компоненты, например выручку от продажи урожая и стоимость урожая, оставленного на семена. Следует отметить также, что в обследованиях домохозяйств обычно недооценивается доля и вклад средних и крупных фермерских хозяйств^{30,31}. ПРИМЕЧАНИЯ. Оценки по Уганде были усреднены на основании результатов обследований за 2010, 2011 и 2014 годы. Для Малави оценки составлены на основании данных за 2004, 2011 и 2013 годы. Оценки для Объединенной Республики Танзания получены на основе обследований, проведенных в 2009, 2011 и 2013 годах. Для Эфиопии (2014 год), Кении (2005 год) и Руанды (2014 год) использовались данные только одного обследования. ИСТОЧНИК: FAO, 2020³⁵.

ВРЕЗКА 7 ЧТО КРОЕТСЯ ЗА НАБОРОМ ДАННЫХ СПАМ ПО РАЗЛИЧНЫМ СИСТЕМАМ ПРОИЗВОДСТВА

В подготовленном ИФПРИ наборе данных СПАМ, который составлен на основе проекта ФАО «Глобальные агроэкологические зоны» (ГАЭЗ) и работы Международного института прикладного системного анализа (ИИАСА)³⁶, выделено четыре вида систем производства, которые отличаются друг от друга по способам водоснабжения и уровням использования фермерами вводимых ресурсов.

- ▶ **Орошаемое земледелие** – это выращивание сельскохозяйственных культур при полном или частичном контроле полива с использованием современных вводимых ресурсов, таких как новые сорта, удобрения и передовые методы хозяйствования, например сохранение почв и вод.
- ▶ В **ресурсоемком богарном земледелии** используются высокоурожайные сорта, а также некоторые виды тягловой силы и средства механизации. В таких системах обычно применяются удобрения в сочетании с химическими средствами защиты растений от вредителей, болезней и сорняков. Большая часть продукции продается на коммерческих рынках.
- ▶ В **малоресурсоемком богарном земледелии** используются традиционные сорта и ручной труд, а питательные вещества и химические средства защиты растений от вредителей и болезней применяются либо очень мало, либо не используются вообще. Производство осуществляется преимущественно (хотя и не полностью) для собственного потребления.
- ▶ **Натуральное хозяйство на неорошаемых землях** – это малоресурсоемкое богарное земледелие, которым мелкие фермеры занимаются для собственного потребления. Эта категория охватывает фермеров, которые должны выращивать сельскохозяйственные культуры, чтобы прокормиться, но не имеют достаточных вводимых ресурсов или подходящих пахотных угодий.

Распределение орошаемых пахотных земель соответствует Глобальной карте орошаемых площадей (ГКОП, версия 5.0), разработанной ФАО и Франкфуртским университетом³⁷. Доли ресурсоемкого и малоресурсоемкого богарного земледелия рассчитаны на основе общих допущений для отдельных стран и сельскохозяйственных культур, а также на основе данных об использовании удобрений как косвенном показателе ресурсоемкости. В тех случаях, когда площади орошаемых удобряемых и неудодряемых пахотных земель известны, долю богарных земель, на которых практикуется ресурсоемкое земледелие, можно оценить, вычтя площадь орошаемых земель из площади удобряемых²⁷. Распределение

пахотных земель между малоресурсоемким богарным земледелием и натуральным хозяйством на богарных землях основано на заключениях экспертов и критериях пригодности сельскохозяйственных культур, а не на фактическом использовании ресурсов. Поэтому авторами этого доклада было принято решение объединить данные о малоресурсоемком богарном земледелии и натуральном хозяйстве на богарных землях.

В этой методике используется допущение о том, что в большинстве систем орошаемого земледелия (если не во всех) используются современные вводимые ресурсы и передовые методы хозяйствования, даже если фактические данные, подтверждающие это, отсутствуют. Исследуя использование современных сельскохозяйственных вводимых ресурсов в странах Африки к югу от Сахары, Sheahan and Barrett (2017) обнаружили, что фермеры редко используют синергию агрономических решений, которая достигается, например, за счет сочетания орошения с использованием улучшенных семян и неорганических удобрений³⁸. В проекте ГАЭЗ было также установлено, что в условиях орошения могут применяться различные уровни затрат на вводимые ресурсы и разные методы хозяйствования³⁶. Признание этого факта важно для того, чтобы не допустить отнесения орошаемых систем к категории ресурсоемких систем производства и определить мероприятия, способствующие эффективному и продуктивному орошению, а также защите водных ресурсов и устойчивому управлению ими. Кроме того, использование современных вводимых ресурсов не влечет автоматического повышения продуктивности, поскольку неудачные меры экономической политики могут привести к нерациональному выбору культур и неэффективному использованию ресурсов, в частности водных.

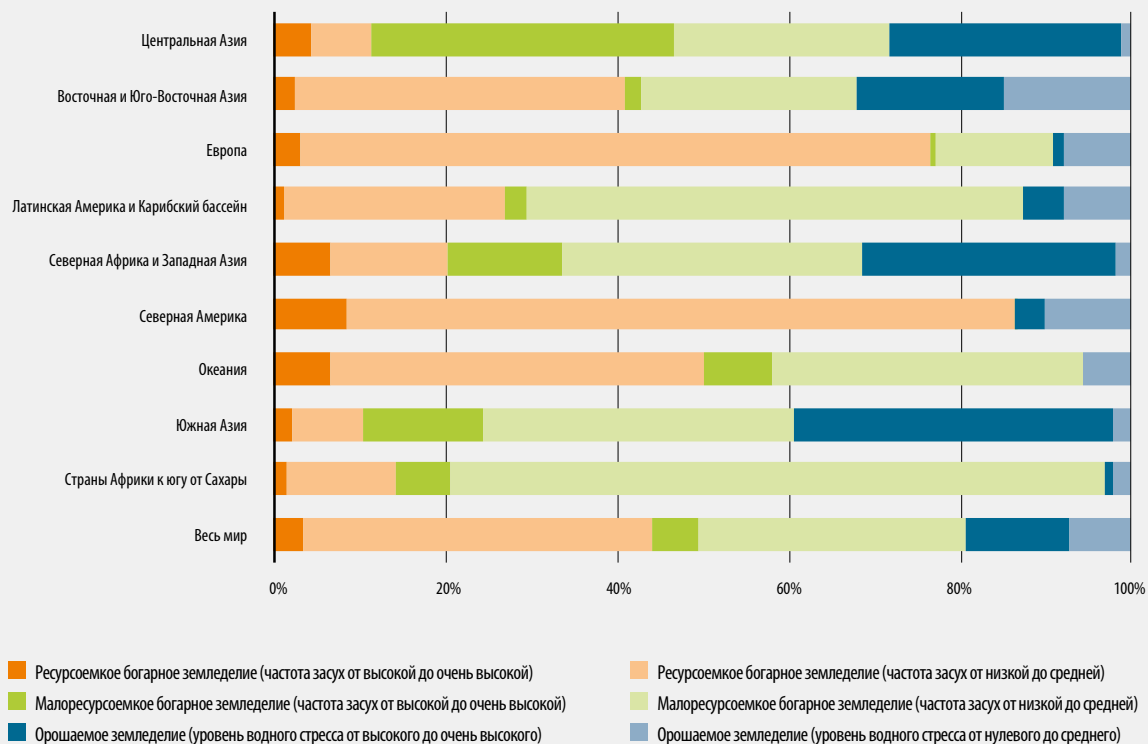
Еще одним ограничением этого набора данных является то, что в нем пахотные земли отнесены всего к двум категориям: либо богарные, либо орошаемые, тогда как в плане управления водными ресурсами в разных хозяйствах используются самые разные системы в диапазоне от полностью богарных до полностью орошаемых²⁶. Между этими двумя категориями есть хозяйства, в которых дополнительное орошение используется только на какой-то части поля; есть и такие, где орошение производится очень часто²⁵.

Несмотря на все эти ограничения, этот набор данных позволяет оценить посевные площади под каждой из систем производства для большой выборки стран. Поэтому он может быть использован в качестве косвенного показателя уровней развития сельского хозяйства в различных районах.

» воды); другие могут этого не делать. Не все фермеры, которые орошают свои поля, делают это одинаково: кто-то орошает чаще и интенсивнее остальных. Они могут использовать различные методы полива и добывать воду из различных источников, что может влиять на ее качество²⁶. (См. Раздел «В фокусе: сельское хозяйство, загрязнение водных ресурсов и засоленность воды», стр. 44.)

Эти отличия являются важнейшими факторами, от которых зависит успех сельскохозяйственного производства, и по мере усиления перебоев с водой и дефицита воды их роль, вероятно, будет только расти. Необходимо провести различие между отдельными системами производства, которые могут быть затронуты проблемой нехватки воды по-разному и иметь различные возможности для реагирования на нее.

РИСУНОК 11
ДОЛЯ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ В РАЗНЫХ РЕГИОНАХ, ОТВЕДЕННЫХ ПОД РАЗНЫЕ СИСТЕМЫ
ПРОИЗВОДСТВА, В РАЗБИВКЕ ПО УРОВНЮ НЕХВАТКИ ВОДЫ



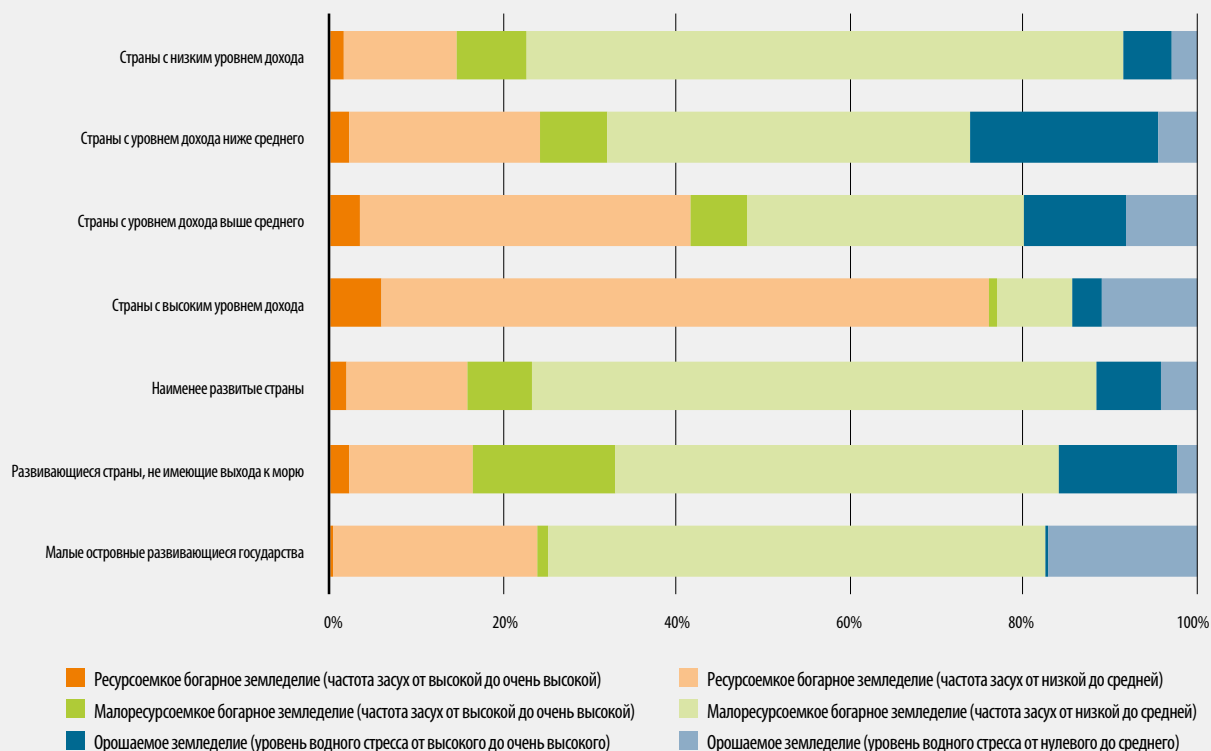
ПРИМЕЧАНИЯ. Частота сильных засух считается высокой или очень высокой, если вероятность сильной засухи, затрагивающей более 30% пахотных земель, превышает 20%. Высокий или очень высокий уровень водного стресса означает, что общий объем водозаборов превышает 50% возобновляемых ресурсов пресной воды. Учитываются только те площади пахотных земель, по которым имеются данные о частоте засух и об уровнях водного стресса. Показатели уровня водного стресса относятся к 2015 году¹⁰, а историческая частота засух основана на всех данных временных рядов (1984-2018 годы)⁷. Глобальная статистика по системам сельскохозяйственного производства основана на версии набора данных СПАМ 2010 года, подготовленной ИФПРИ¹⁷. Океания включает Австралию и Новую Зеландию.
ИСТОЧНИК: разработка ФАО по материалам: ФАО, 2020¹⁰; ФАО, 2019⁷; ФАО & IIASA, 2020¹ и IFPRI, 2019¹⁷.

В этом докладе рассмотрены три системы хозяйствования, которые, согласно разработанному ИФПРИ набору данных СПАМ, отличаются друг от друга по способу водоснабжения и объему вводимых ресурсов: i) орошаемое земледелие; ii) ресурсоемкое богарное земледелие; и iii) малоресурсоемкое богарное земледелие²⁷. Подробнее см. в описании методики СПАМ (врезка 7).

Различные системы производства являются одним из показателей уровня сельскохозяйственного развития страны, а также ее способности справиться с проблемами нехватки воды. В странах, где преобладают ресурсоемкие богарные

системы и орошаемое земледелие, у фермеров более широкий доступ к современным вводимым ресурсам и инфраструктуре, в том числе к ирригационной, а сельскохозяйственные культуры выдерживают более высокие температуры, имеют более высокую урожайность и более стабильны^{24, 28}. Рисунки 11 и 12 составлены на основе рисунков 5 и 7; на них показаны относительные доли каждой из систем производства продукции растениеводства и распространенность перебоев с водой или ее дефицита в каждом регионе мира, с распределением стран по группам в зависимости от уровня дохода. Цвет полоски на диаграмме указывает на степень серьезности перебоев с водой или дефицита воды в каждой из систем.

РИСУНОК 12
ДОЛЯ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ, ОТВЕДЕННЫХ ПОД РАЗНЫЕ СИСТЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА В РАЗНЫХ ГРУППАХ СТРАН, В РАЗБИВКЕ ПО УРОВНЮ НЕХВАТКИ ВОДЫ



ПРИМЕЧАНИЯ. Частота сильных засух считается высокой или очень высокой, если вероятность сильной засухи, затрагивающей более 30% пахотных земель, превышает 20%. Высокий или очень высокий уровень водного стресса возникает, когда общий объем водозаборов превышает 50% возобновляемых ресурсов пресной воды. Учитываются только те площади пахотных земель, по которым имеются данные о частоте засух и об уровнях водного стресса. Показатели уровня водного стресса относятся к 2015 году¹⁰, а историческая частота засух основана на всех данных временных рядов (1984-2018 годы)⁷. Глобальная статистика по системам сельскохозяйственного производства основана на версии набора данных СПАМ 2010 года, подготовленной ИФПРИ¹⁷. Данные о доходах взяты из "Списка экономик" Всемирного банка⁵⁸, а данные о распределении стран по группам – из "Стандартных кодов стран и районов для использования в статистике" Организации Объединенных Наций⁵⁹.

ИСТОЧНИК: разработка ФАО по материалам: ФАО, 2020¹⁰; ФАО, 2019⁷; ФАО & IIASA, 2020¹; IFPRI, 2019¹⁷; United Nations, 1998⁵⁹ и World Bank, 2017⁶⁰.

Системы производства, тип и масштабы перебоев с водой и дефицита воды в разных регионах мира значительно разнятся (рисунок 11). Выделяется в этом смысле Центральная Азия: для этого региона характерны регулярные засухи на территории более чем половины его богарных пахотных земель, где практикуется малоресурсоемкое богарное земледелие, и почти на всех орошаемых площадях уровень водного стресса высокий или очень высокий. Северная Африка и Западная Азия сталкиваются с аналогичными проблемами по обоим параметрам, и в системах орошаемого земледелия водный стресс наблюдается во всех азиатских субрегионах.

В странах с высоким уровнем дохода, например в Европе и Северной Америке, значительные площади пахотных

земель отведены под ресурсоемкое богарное земледелие.

Все это страны с умеренным климатом и с самыми высокими государственными расходами на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) и инвестициями в области сельского хозяйства, выраженными как доля валового внутреннего продукта (ВВП)³⁹. Сельское хозяйство там является также весьма капиталоемким и эффективным³⁹. В странах Африки к югу от Сахары, наоборот, более 80% пахотных земель отведены под малоресурсоемкое богарное земледелие, а орошаются или оборудованы для орошения лишь 3% пахотных земель. Уровень капиталоемкости и средства, выделяемые на сельскохозяйственные исследования, там значительно ниже, чем в странах с высоким уровнем дохода³⁹. Фермеры, особенно женщины, испытывают трудности с

ВРЕЗКА 8 ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ РОЛЬ ТОРГОВЛИ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ ДЕФИЦИТА ВОДЫ

Виртуальная вода – это объем воды, необходимый для производства пищевого продукта, т.е. виртуально “встроенный” в этот продукт⁴¹. Международная торговля сырьевыми товарами подразумевает виртуальные перевозки воды на большие расстояния. В связи с ростом торговли между странами и континентами, а также с переходом на более водоемкие продукты питания вода часто используется для производства экспортируемых товаров. Для регионов, испытывающих дефицит воды, действенным способом восполнения ее нехватки может быть импорт водоемких сырьевых товаров вместо их производства с использованием местных водных ресурсов. При наличии справедливого и инклюзивного доступа к такому импорту виртуальная вода может быть альтернативным источником воды.

Торговля виртуальной водой может также сыграть важную роль в экономии глобальных ресурсов, если сделки происходят между регионами с более высокой продуктивностью воды и регионами с более низкой ее продуктивностью. Общая “экономия воды” за счет торговли составляет около 5% от общемирового объема сельскохозяйственного водопользования^{42,43}. В работе Jackson *et al.* (2014) утверждается, что переоценивать этот эффект не следует, и эти выводы согласуются с долей международной торговли по отношению к потреблению⁴⁴. Всесторонний обзор исследований экономии и потерь воды в торговле продовольствием, проведенный Liu *et al.* (2019), выявил, что экономия воды сокращается, часто не будучи обусловлена дефицитом⁴⁵. Тем не менее эти авторы обнаружили, что глобальная торговля продовольствием снижает нагрузку на пресноводные ресурсы. Для некоторых стран, таких как Алжир, Мексика и Марокко, экономия воды за счет торговли может быть очень существенной⁴²⁻⁴⁴. Еще одно недавнее исследование показало, что страны с более высоким ВВП на

душу населения лучше справляются с водным стрессом, импортируя продовольствие⁴⁶.

В работе Yano *et al.* (2016) вопрос о том, снижают ли остроту дефицита воды модели международной торговли продовольствием в регионе или же, наоборот, усугубляют ее, проанализирован на глобальном уровне⁴⁷. Вывод авторов состоит в том, что Южная Азия, хотя и является чистым импортером виртуальной воды, экспортирует больше продовольствия, произведенного с использованием местной дефицитной воды, чем используется для производства импортных продуктов питания. В международной торговле этот регион не обеспечивает устойчивого использования своих водных ресурсов, что усугубляет дефицит воды. Южная Америка, которая является чистым экспортером виртуальной воды, производит продукты питания, используя обильные водные ресурсы; это говорит о том, что структура ее международной торговли не усугубляет проблему дефицита воды. К регионам, которые смягчают проблему дефицита воды за счет международной торговли, относятся некоторые районы Азии, Северной Африки, Восточной Африки, Западной Африки и Центральной Америки. Как показали Dalin *et al.* (2018), в международной торговле продовольствием задействовано порядка 11% невозобновляемых ресурсов подземных вод, используемых для орошения, из них две трети экспортируются Индией, Пакистаном и Соединенными Штатами Америки⁴⁸. В этом смысле риску особенно подвержены такие страны, как Китай, Иран (Исламская Республика), Мексика и Соединенные Штаты Америки, поскольку они производят и импортируют продовольствие, в производстве которого используется оросительная вода из быстро истощающихся водоносных горизонтов.

доступом к ирригационному оборудованию, механизации и улучшенным семенам и удобрениям, и/или им не хватает навыков и технологий, позволяющих обеспечить удержание влаги в почве. Несмотря на эти проблемы, в странах Африки к югу от Сахары от регулярных засух страдает относительно небольшая доля богарных пахотных земель.

Доступ к ирригации и современным вводимым ресурсам есть и у некоторых стран с низким уровнем дохода и с уровнем дохода ниже среднего (рисунок 12). Например, в странах Южной Азии используются современные средства производства и орошаются 40% пахотных земель, хотя многие из этих стран имеют низкий уровень развития. В большинстве орошаемых районов уровень водного стресса высокий или очень высокий. В странах, испытывающих дефицит воды, важное значение имеют НИОКР в области повышения продуктивности воды, а также устойчивость производства, позволяющая поддерживать влажность почвы и дополнительное орошение,

необходимое для того, чтобы справиться с засушливыми периодами во время роста растений. В целях сокращения водопользования и борьбы с истощением водных ресурсов можно также задействовать потенциал торговли виртуальной водой (врезка 8). В странах, где стимулов для повышения эффективности использования ирригации в целях экономии воды мало, эти стимулы должны создаваться за счет соответствующих мер государственной политики, в частности расширения доступа к услугам по распространению знаний, кредитам и технологиям. Важную роль здесь играет также управление конкурирующими потребностями в воде, особенно в странах с доходом ниже среднего, где водным стрессом затронуты большие площади орошаемых земель, а процесс урбанизации, вероятно, продолжится, поэтому водоснабжение в приоритетном порядке будет обеспечиваться для нужд расширения городов, роста промышленности и туризма. Это приведет к сокращению объема воды, доступной для орошаемого земледелия, а также для городского и

пригородного сельского хозяйства, так как растениеводство будет конкурировать с растущим спросом на земельные и водные ресурсы со стороны других пользователей²⁴, а зависимость от импорта продовольствия, вероятно, возрастет. Поскольку значительная часть городской воды – это вода возвратного использования, ее повторное использование в сельском хозяйстве после очистки имеет большой потенциал, особенно в странах с дефицитом воды⁴⁰.

Если говорить о странах со сходными характеристиками и проблемами в области развития, то в наименее развитых странах распределение систем производства практически такое же, как и в группе стран с низким уровнем дохода, то есть там в значительной степени преобладает малоресурсоемкое богарное земледелие, а доля орошаемых пахотных земель мала (рисунок 12). На этих минимальных орошаемых площадях уже сейчас уровень водного стресса высокий или очень высокий. Эта проблема является общей для развивающихся стран, не имеющих выхода к морю, а дополнительную озабоченность вызывает тот факт, что все больше их систем богарного земледелия страдают от засух, и это делает их особенно уязвимыми к последствиям изменения климата. До 95% общего объема продовольствия этих стран приходится на внутреннее производство⁴⁹, и почти 70% пахотных земель отведено под малоресурсоемкое сельское хозяйство; это говорит о возможности и необходимости преобразований в сельскохозяйственном секторе. Отсутствие выхода к морю затрудняет и удорожает доступ к технологиям, рынкам, информации и кредитам^{50, 51}.

МОСТРАГ также имеют уникальные географические, экономические и социальные характеристики, связанные с их изолированностью или ограниченными природными ресурсами. Размеры их территорий и удаленность от остального мира ограничивают сельскохозяйственное производство и разнообразие сельскохозяйственных товаров и усиливают зависимость от импорта^{52, 53}. Эти страны чаще практикуют орошаемое и ресурсоемкое богарное земледелие: отчасти это объясняется тем, что некоторые МОСТРАГ стараются развивать свою ирригационную инфраструктуру, добычу подземных вод и сбор ливневых вод⁵⁴. Проблем с регулярными засухами и водным стрессом у них очень мало. Однако из-за изменения климата и хищнического использования природных ресурсов им угрожает повышение уровня моря, береговая эрозия и сокращение запасов пресной воды для нужд сельского хозяйства⁵². По прогнозам, в результате изменения климата количество осадков в МОСТРАГ Карибского бассейна и Тихого океана будет неуклонно сокращаться, что является серьезной проблемой для устойчивости богарных систем⁵⁵.

В пределах одного региона и даже одной страны могут также наблюдаться существенные различия в плане

использования вводимых ресурсов, способов орошения и методов хозяйствования, которые сказываются на способности фермеров справиться с перебоями и дефицитом воды. В рамках проекта Всемирного банка “Исследование критериев оценки уровня жизни – комплексные обследования сельского хозяйства” (ИКОУЖ-КОСХ) изучаются различные варианты использования вводимых ресурсов и орошения внутри стран, которые теряются в статистике на макроуровне. В Эфиопии доля домохозяйств, использующих химикаты, колеблется от 16 до 55% в зависимости от региона при среднем показателе по стране в 40%. Большой разброс наблюдается и по неорганическим удобрениям: показатель их использования находится в диапазоне от 20 до 70% (средний показатель по стране – 60%)⁵⁵. Наборы пространственных данных иллюстрируют также неоднородность уровней использования вводимых ресурсов в разных регионах и внутри них (см. рисунки А1 и А2 в Статистическом приложении).

Эти различия обусловлены несколькими разными факторами. К ним относятся цены на вводимые ресурсы и готовую продукцию, доступ к рынкам, инвестиции в инфраструктуру и услуги по распространению сельскохозяйственных знаний. Для снижения рисков, связанных с водными ресурсами, меры политики должны прежде всего обеспечивать поддержку фермеров: гарантированное землепользование и водопользование, кредиты, услуги по распространению сельскохозяйственных знаний. В Бангладеш смягчению последствий засух способствуют более надежные гарантии прав владения и пользования, расширение доступа к услугам по распространению сельскохозяйственных знаний и услугам электроснабжения⁵⁶. Поскольку одним из главных препятствий на пути решения проблем с водой является игнорирование гендерных вопросов и отсутствие у женщин доступа к природным ресурсам, в Бангладеш “Грамин банк” предоставляет малоимущим женщинам небольшие ссуды, которые помогают им принимать решения о распределении ресурсов в изменяющихся экономических и климатических условиях⁵⁷. ■

ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

От серьезных перебоев с водой и ее дефицита страдают почти 1,2 млрд жителей планеты. Изменение климата усугубит эту проблему, поскольку повлечет повышение уровня водного стресса и учащение засух, что создаст дополнительную нагрузку на сельскохозяйственные системы, уже сейчас вынужденные удовлетворять растущий спрос на продовольствие, обусловленный ростом населения и изменениями в рационе питания людей. Под угрозой находятся

как средства к существованию, так и продовольственная безопасность и питание сельских и городских общин. Наиболее уязвимой является сельская беднота⁶¹, что обусловлено ее сильной зависимостью от природных ресурсов, недостаточной устойчивостью к внешним факторам и слабой защитой от связанных с климатом рисков и потрясений, а также дисбалансом сил в плане доступа к природным ресурсам, включая водные и земельные.

Для изучения возможного влияния изменения климата на будущие глобальные водные риски использовались смешанные оценки. В одном из исследований было показано, что связанные с климатом изменения объемов испарения, осадков и стока приведут к тому, что численность населения, которое будет вынуждено обходиться менее чем 500 м³ воды в год, что считается уже “острым” дефицитом воды (см. главу 1, стр. 5)⁶², возрастет на 40%. Другое исследование выявило, что к 2050 году в условиях водного стресса будут жить еще 0,8-3,9 млрд человек⁶³. Авторы этого исследования обнаружили, что во многих регионах (включая Северную и Восточную Африку, Аравийский полуостров и Южную Азию) с приростом температуры до 2 °C сверх доиндустриальных уровней риск возникновения дефицита воды резко возрастает, а затем, с приростом на 4 °C, стабилизируется. Авторы исходили из предположения, что в случае прироста выше этой отметки уровень осадков нигде больше существенно уменьшаться не будет.

В работе Schewe *et al.* (2014) установлено, что при потеплении на 2 °C по сравнению с нынешним уровнем, средний годовой расход (т.е. сток, накопленный в речной сети) будет снижаться, увеличивая дефицит воды в нескольких регионах, в том числе в Средиземноморье, на Ближнем Востоке и в значительной части Южной и Северной Америки⁶². Индия же, Восточная Африка и высокие широты Северного полушария в условиях потепления климата могут рассчитывать на увеличение запасов воды. Для этих моделей характерна значительная неопределенность: одни считают, что дефицит воды в мире удвоится, другие – что изменения будут совсем незначительными. В этих моделях не учитывается междугодичная и сезонная доступность и вариативность водных ресурсов. В работе Fung, Lopes and New (2011) показано, что в разных речных бассейнах воздействия изменения климата существенно разнятся, и в условиях прироста температур на 4 °C сезонность стока может быть более выраженной, чем в случае прироста на 2 °C⁶⁴. Даже там, где среднегодовой сток увеличивается, сухой сезон может стать более напряженным.

j Под термином “нынешний уровень” имеется в виду средний показатель за 1980–2010 годы: за этот период в мире стало теплее примерно на 0,7°C, чем в доиндустриальную эпоху⁶².

Изменение климата существенно скажется и на перебоях с водой. Одно из недавних исследований показало, что изменение климата будет главной причиной усиления засух в 129 странах⁶⁵. К концу XXI века в некоторых частях Южной Америки, Западной и Центральной Европы, Центральной Африки и Австралии засухи, вероятно, учащаются и станут более сильными⁶⁶. Засуха может привести к отрицательному росту экономики, а ее последствия для развития человеческого потенциала и расширения прав и возможностей женщин могут быть долгосрочными или даже постоянными. В странах Африки к югу от Сахары женщины, которые в раннем детстве жили в условиях засух, во взрослом возрасте значительно хуже обеспечены, они меньше ростом, а продолжительность их образования в учебных заведениях ниже⁶⁷. Серьезную озабоченность вызывает тот факт, что эти последствия могут передаваться из поколения в поколение, а дети женщин, пострадавших от засух, с большей вероятностью будут иметь низкий вес при рождении. Изменение климата повышает также риск наводнений. В работе Dankers *et al.* (2014) показано, что во всем мире из-за изменения климата риск наводнений возрастает более чем на половине поверхности суши⁶⁸.

Где именно произойдут эти изменения и каков будет их масштаб, непонятно, но их влияние на водообеспеченность серьезно скажется на урожайности сельскохозяйственных культур на богарных и орошаемых землях⁶⁹. Непосредственное воздействие климата может привести к тому, что от 20 до 60 млн га активно орошаемых пахотных земель будут переведены в категорию богарных⁷⁰. Эти потери можно было бы купировать, задействовав пресноводные ресурсы в других регионах, но для этого потребуются значительные инвестиции в инфраструктуру (например, в дополнительное орошение). Одной из политических стратегий адаптации к изменению климата может быть торговля (врезка 8).⁷¹ Изменение климата также оказывает воздействие на пресноводные экосистемы, на рыбу и другие популяции водных организмов, которые обладают низкой буферной способностью и чувствительны к связанным с климатом потрясениям и изменчивости⁷². Единственной отраслью, для которой последствия изменения климата могут быть благоприятными, является рыболовство во внутренних водоемах (например, это может пойти на пользу некоторым местным и экзотическим видам рыб).

Управлению водными ресурсами будет отведена ключевая роль в обеспечении людям и обществам возможности вносить коррективы в работу различных систем и секторов и в масштабы их деятельности, чтобы противостоять последствиям изменения климата, восстанавливаться после их проявления и предвидеть их результаты⁷³. На местном уровне необходимо расширять корпус данных и научной информации и использовать его для принятия многосторонних решений⁷⁴.

Данных, доказывающих факт изменения климата, может быть достаточно для выбора соответствующих подходов или уровней инвестиций⁶¹. В случаях, когда неопределенность создает проблемы выбора необходимых действий и точек приложения инвестиций, наилучшими вариантами управления водными ресурсами являются надежные и беспроигрышные стратегии. Такие стратегии приносят хорошие результаты при самых разных возможных сценариях и в перспективе, наряду с обеспечением справедливого и инклюзивного подхода, делают сельскохозяйственное производство более устойчивым к внешним воздействиям⁶¹. Хорошим примером является планирование действий на случай чрезвычайных ситуаций в целях адаптации к засухам различной интенсивности и продолжительности. Придание этому подходу определенной гибкости позволит сохранить способность реагирования на будущие события, на изменения климата и гидрологических режимов, а также на остаточный риск⁷³. Поскольку большинство воздействий изменения климата, скорее всего, приведут к изменению круговорота воды, стратегии климатически оптимизированного сельского хозяйства (которые лежат в основе переориентации сельскохозяйственных систем на поддержку развития и обеспечение продовольственной безопасности и питания в условиях изменения климата) следует рассматривать через призму водных ресурсов. ■

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ПЕРЕБОЕВ С ВОДОЙ И ЕЕ ДЕФИЦИТА: БОЛЕЕ ШИРОКИЙ КОНТЕКСТ

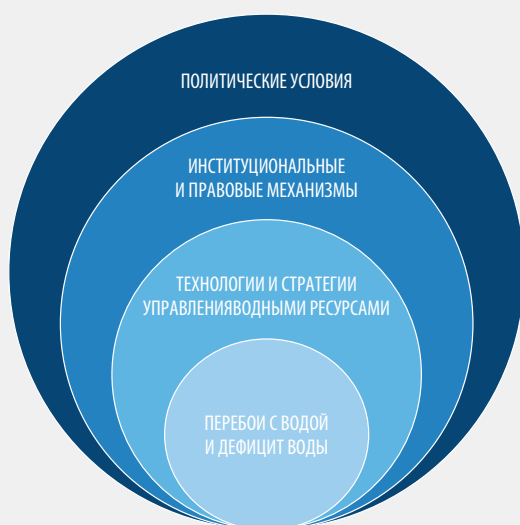
В этой главе показано, что почти шестая часть населения планеты живет в регионах с очень высокой частотой сильных засух или с очень высоким уровнем водного стресса. В связи с ростом населения и экономики, изменениями рациона питания и изменением климата потребности в воде будут только увеличиваться. Поэтому меры отраслевой политики и политики в области водопользования, а также стратегии управления необходимо адаптировать таким образом, чтобы обеспечить удовлетворение потребностей людей и окружающей среды в воде сегодня, завтра и всегда. Это очень большая проблема в сфере управления, и она сопряжена как с серьезными компромиссами, так и с большими возможностями.

Решение, которое будет оптимальным для одного фермера, страны или региона, может не подойти для другого, поскольку в разных системах производства – богарных и орошаемых – ситуация сильно различается, а анализ и предложения по ее улучшению могут быть очень специфичными.

На орошаемых землях решение проблемы дефицита воды потребует как работы с предложением, включая выборочное освоение и использование нетрадиционных водных ресурсов (опресненной морской воды, солоноватой воды, а также повторного использования сточных вод), так и активного управления спросом, которое предусматривает меры по оптимизации существующих систем водоснабжения⁷⁵. Управление спросом требует признания экономической ценности воды и возмещения затрат на нее, а также обеспечения ее экономической доступности и соблюдения прав человека на воду и продовольствие, особенно для малоимущих. Существует также необходимость решения проблемы водоснабжения за счет сохранения связанных с водой экосистем. В богарных системах наиболее подходящим вариантом увеличения производства может быть сохранение воды на уровне хозяйств, позволяющее увеличить просачивание и накопление воды в почве. Повышению водообеспеченности, увеличению сельскохозяйственного производства на уровне домохозяйств и общин и борьбе с последствиями засухи могут также способствовать системы сбора и использования поверхностного стока⁷⁶.

Поиск наиболее подходящего сочетания спроса и предложения будет зависеть от местных условий, и маловероятно, чтобы какой-то один набор вариантов стал оптимальным⁷⁶. Нет смысла и искать универсальный подход на все случаи жизни. Варианты политики и связанные с ними стратегии будут в значительной степени определяться такими факторами, как уровень развития страны, ограниченность водных ресурсов, а также управленческие, политические, социально-экономические и культурные аспекты^{75,77}. Проблему дефицита воды различные заинтересованные стороны рассматривают по-разному и в зависимости от своих сил и возможностей реализуют различные стратегии адаптации и смягчения последствий. Одной из важнейших задач является обеспечение экологических попусков, экосистемных услуг и возвратного использования пресной воды, что зачастую не учитывается из-за отсутствия надлежащей экономической оценки⁷². Поддержка необходимых стратегий управления водными ресурсами требует создания открытой и благоприятной среды на основе комплекса взаимодополняющих мер политики и всеобъемлющей нормативно-правовой базы, которые должны сопровождаться соответствующей системой стимулирования и мерами регулирования, такими как гарантии прав владения и пользования земельными и водными ресурсами. Это подразумевает также создание и укрепление институтов и механизмов, не ограничивающихся традиционными рамками отдельных секторов⁷⁵. Для целей межотраслевой координации и согласованности политики, предполагающей взаимодействие различных пользователей и заинтересованных сторон, необходимы соответствующие механизмы управления, которые позволят определить

РИСУНОК 13 РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕБОЕВ С ВОДОЙ И ДЕФИЦИТА ВОДЫ: ПОЛИТИЧЕСКИЙ КОНТЕКСТ



ИСТОЧНИК: разработка ФАО по материалам: ФАО, 2012, рисунок 2⁷⁶.

основные компромиссы и возможности для синергии и обеспечить эффективное, устойчивое и справедливое управление водными ресурсами. Стратегии спроса и предложения в области водных ресурсов должны быть подкреплены стратегией финансирования для обеспечения необходимых инвестиций.

На рисунке 13 показано, какую роль играет каждый из этих аспектов. Проблема усиления перебоев с водой и ее дефицита (первый круг, снизу) требует комплексного управления водными ресурсами и соответствующих технологий (второй круг). Это, в частности, включает такие меры, как опреснение воды, борьба с загрязнением и повышение эффективности водопользования, обусловленные техническим проектированием и экономикой инвестиций на организационном и управленческом уровнях. На это, в свою очередь, оказывают влияние институциональные и правовые механизмы (третий круг), определяющие права на воду, лицензирование, регулирование, меры стимулирования и институциональное устройство, а также политический климат в целом (четвертый и последний круг), включая общественные предпочтения, приоритеты, меры отраслевой

политики (например, сельскохозяйственной, муниципальной и промышленной) и соответствующие компромиссы.⁷⁶ Имеющиеся технологии и стратегии управления водными ресурсами в сельском хозяйстве (второй круг), позволяющие адаптироваться к усилению перебоев с водой и дефицита воды, рассматриваются в третьей главе. Содержание последних пунктов (третий и четвертый круги) подробнее рассмотрено в четвертой и пятой главах. ■

ВЫВОДЫ

В этой главе показано, что почти 1,2 млрд человек живут там, где из-за серьезных перебоев с водой или ее дефицита сельское хозяйство испытывает большие проблемы, и это ставит под угрозу их жизнь и средства к существованию. Нехватка водных ресурсов варьируется в географическом и временном аспектах: некоторые страны и регионы более уязвимы, чем другие. Большинство из этих 1,2 млрд человек живет в Южной Азии: в таких странах, как Пакистан и Шри-Ланка, в сельскохозяйственных районах, страдающих от нехватки воды, живет около 80% населения. Очень сильно страдают от этого и другие районы Азии и Северной Африки.

В этой главе подробно рассмотрены различные аспекты проблемы перебоев с водой и ее дефицита (регулярные засухи и водный стресс) и их влияние на сельскохозяйственный сектор и положение различных групп населения, в разной степени зависящих от возможностей орошения или количества осадков и использующих разные системы хозяйствования – ресурсоемкие и малоресурсоемкие. Наиболее серьезными проблемами являются очень высокая частота засух и очень высокий уровень водного стресса, соответственно в богарном и орошаемом земледелии. Особенно остро этот вопрос стоит в малоресурсоемком богарном земледелии, которое, как правило, является преобладающей системой производства в странах с низким уровнем дохода, а также у малоимущих и уязвимых групп населения. Вполне вероятно, что дополнительные объемы продовольствия для удовлетворения будущего спроса будут получены за счет повышения продуктивности производства на существующих землях. С увеличением численности населения и ростом экономики модели потребления смещаются в сторону более водоемких продуктов питания, а воздействие изменения климата усиливается, поэтому необходимы будут приспособительные технические решения, позволяющие повысить продуктивность воды на богарных и орошаемых землях, обеспечив соблюдение требований к экологическим попускам (см. третью главу). В свою очередь, это потребует внедрения соответствующих институтов и стимулов (см. четвертую главу). В определенных обстоятельствах в целях сокращения водопользования и борьбы с истощением водных ресурсов можно задействовать потенциал торговли виртуальной водой. ■

В ФОКУСЕ:

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЗАСОЛЕННОСТЬ ВОДЫ

Высокое качество воды является важнейшим элементом достижения ЦУР. Вода хорошего качества необходима для благополучия человека, для использования в сельском хозяйстве, включая животноводство, рыболовство во внутренних водоемах и аквакультуру, а также для промышленных и муниципальных нужд и для поддержки пресноводных экосистем и предоставляемых ими услуг. Загрязнение и засоленность воды являются глобальной проблемой, обострившейся в странах с высоким и низким уровнями дохода и подрывающей экономический рост и социально-экологическую устойчивость и здоровье миллиардов людей⁷⁸. Сельское хозяйство и качество воды тесно связаны между собой, и связь эта является двунаправленной. Ненадлежащие методы ведения сельского хозяйства могут увеличивать содержание загрязняющих веществ (таких как питательные вещества, соли, осадочные вещества, агрохимикаты и патогены) в подземных и поверхностных водах. Во многих странах основным источником загрязнения воды является сельское хозяйство. Сельское хозяйство также может сильно страдать от плохого качества воды, которое приводит к увеличению затрат и снижению рентабельности. Таким образом, оно может быть как причиной загрязнения, так и его жертвой.

Сельское хозяйство как причина загрязнения водных ресурсов

Воздействие сельского хозяйства на качество воды обусловлено функционированием систем растениеводства, животноводства и аквакультуры. Все эти секторы расширили и интенсифицировали свою деятельность в целях удовлетворения растущего спроса населения, обеспечения

экономического роста и потребностей, связанных с изменением рациона питания людей⁷⁸. Основными источниками загрязнения являются растениеводство и животноводство, но определенные проблемы вызывает и аквакультура. Например, в системах производства лосося в Чили последовательно применяются меры биобезопасности. Тем не менее, расширение производства по-прежнему является причиной серьезных санитарных и экологических проблем, включая распространение вируса инфекционной анемии лосося⁷⁹. В ответ на это отрасль поставила перед собой амбициозные цели по постепенному сокращению использования антибиотиков в производстве лосося, и проводятся исследования, призванные способствовать тому, чтобы аквакультура стала как социально, так и экономически устойчивой. Загрязняющие вещества, источником которых является сельское хозяйство (системы растениеводства, животноводства и аквакультуры), могут попадать в водные ресурсы различными путями. Типичными являются следующие пути загрязнения: i) от почвенного раствора – к глубокому просачиванию и питанию подземных вод; ii) из стока, дренажных вод и наводнений – в ручьи, реки и эстуарии; и iii) от естественной или антропогенной эрозии почв – к богатым отложениями потокам⁷⁸. Загрязняющие воду вещества обычно характеризуются как точечные и неточечные (диффузные) источники загрязнения, в зависимости от того, откуда и каким образом они поступают в принимающую среду. Это важный вопрос политики в области контроля качества воды и регулирования загрязнения:

- ▶ **точечный источник загрязнения** возникает в результате идентифицируемой сельскохозяйственной деятельности и непосредственно сбрасывается в принимающие водоемы в конкретной точке, как, например, при стойловом содержании скота в интенсивном

животноводстве. Примерами могут служить отходы, образующиеся на откормочных площадках и других крупных объектах интенсивного животноводства (навоз, навозная жижа и сточные воды), отходы аквакультуры, дренажа и утилизации туш животных;

- ▶ **неточечное (диффузное) загрязнение** возникает от многочисленных неидентифицируемых сельскохозяйственных источников, вклад которых трудно поддается измерению из-за диффузной природы загрязнения. Примерами являются внесение навоза в почву, перемещение частиц почвы, удобрений, пестицидов, бактерий, микроорганизмов и противомикробных соединений путем выщелачивания, а также поверхностный и подземный сток из пахотных земель и пастбищных систем.

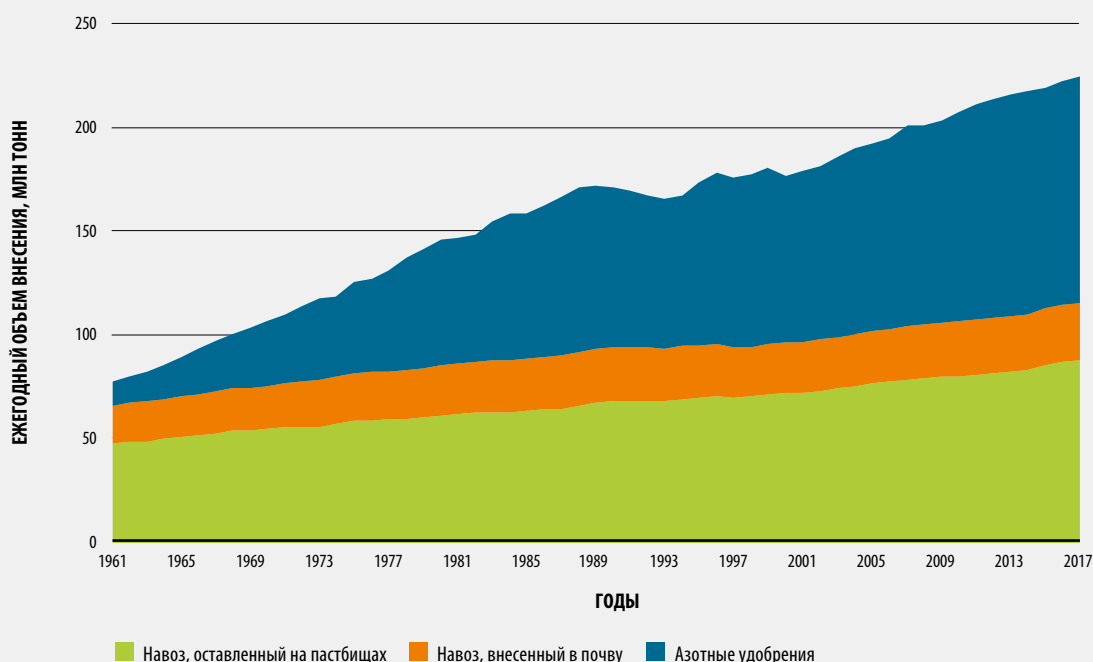
Основными сельскохозяйственными источниками загрязнения воды и основными целями его контроля являются питательные вещества, пестициды, соли, донные осадки, органический углерод, патогенные микроорганизмы, тяжелые металлы и

остатки лекарственных препаратов⁷⁸. Обычно они поступают из диффузных источников^{78,80}.

Использование химических удобрений и навоза для обогащения пахотных земель питательными веществами (азотом, фосфором и калием) в последние десятилетия заметно возросло (см. [РИСУНОК А](#)). Там, где избыток азота и фосфора используется сельскохозяйственными культурами не полностью, эти вещества могут уходить в сток, что отрицательно сказывается на качестве воды⁸¹. Из 115 млн тонн навоза, внесенного в почву в 2017 году, около трети было потеряно в результате выщелачивания или смыва поверхностным стоком⁸².

В сельском хозяйстве также широко используются другие агрохимикаты, например пестициды, которые включают инсектициды, гербициды, фунгициды и регуляторы роста растений⁷⁸. С 1990 года использование пестицидов в мире увеличилось на 80%, но в последнее десятилетие уровень их применения стабилизировался⁸³. Пестициды попадают в »

РИСУНОК А
ПОСТУПЛЕНИЕ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПОЧВЫ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ НАВОЗА И ИСКУССТВЕННЫХ УДОБРЕНИЙ, 1961–2017 ГОДЫ



ПРИМЕЧАНИЯ. Категории “навоз, оставленный на пастбищах” и “навоз, внесенный в почву” позволяют оценить объемы азота, поступающего из навоза, и потери, возникающие в результате выщелачивания и газообразования. Категория “навоз, внесенный в почву” не включает навоз, оставленный на пастбищах, и ограничивается использованием почвы для сельскохозяйственных целей после уборки, хранения и использования навоза.
ИСТОЧНИК: FAO, 2020⁸³.

В ФОКУСЕ

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЗАСОЛЕННОСТЬ ВОДЫ

СЕНЕГАЛ

Фермер опрыскивает растения капусты
органическими пестицидами.

©FAO/Arete/Isak Amin



- » водные ресурсы пятью основными путями: i) переносятся с поверхностным стоком; ii) распространяются за пределы района целевого использования при распылении; iii) выщелачиваются через почвенный профиль; iv) при разливе; и v) переносятся вследствие эрозии почвы⁸⁴. Использование пестицидов позволило расширить сельскохозяйственную деятельность. Однако их ненадлежащее использование может приводить к загрязнению воды опасными для человека токсичными веществами.

Наличие противомикробных препаратов и их использование в разведении наземных и водных животных и в выращивании сельскохозяйственных культур очень важно для здоровья и продуктивности⁸⁵. Но появилась новая проблема, связанная с загрязняющими веществами, которая негативно сказывается на состоянии земельных и водных ресурсов и, соответственно, на биоразнообразии, а также на здоровье человека и его средствах к существованию: это устойчивость к противомикробным препаратам, т.е. ситуация, когда у микроорганизмов (бактерий, грибов, вирусов и паразитов) развивается устойчивость к противомикробным веществам, таким как антибиотики⁸⁶. С устойчивостью к противомикробным препаратам связано порядка 700 тысяч смертей в год⁸⁷. И хотя это явление может происходить естественным образом вследствие адаптации микробов к окружающей среде, нецелесообразное и чрезмерное использование таких препаратов усугубляет ситуацию⁸⁵. Особую озабоченность вызывает тот факт, что две трети объема ожидаемого роста использования противомикробных препаратов, по-видимому, будет приходиться на сектор животноводства⁸⁸. Противомикробные препараты зачастую метаболизируются в организме домашнего скота лишь частично и поэтому могут выводиться в окружающую среду почти в неизменном виде⁸⁹. Основными путями, по которым противомикробные препараты могут попадать в водоток в сельскохозяйственных районах, являются: i) непосредственный сброс неочищенных сточных вод (например, от животноводства); и ii) косвенный путь через поверхностный сток: либо с пахотных земель, удобренных неочищенным навозом или навозной жижей, либо с пастбищ, на которых скот оставляет навоз.

Засоленность почв и сельское хозяйство

Засоленные почвы есть более чем в 100 странах; по оценкам, их общая площадь в мире составляет порядка 1 млрд га⁹⁰. Растворенные минеральные соли появляются в воде естественным образом в различных концентрациях в зависимости от источника (например, грунтовые воды), местоположения и времени года⁹¹. В результате мобилизации

и концентрации соли могут ухудшать качество воды в пресноводных водоемах, таких как водно-болотные угодья, ручьи, озера, водохранилища и эстуарии⁷⁸. Они могут также негативно сказываться на росте растений, поскольку, накапливаясь в корнеобитаемой зоне, не позволяя растениям извлекать из засоленной почвы достаточное количество воды⁹².

Засоление почв, обусловленное деятельностью сельского хозяйства, является серьезной проблемой и может происходить в результате различных процессов, включая i) чрезмерное использование грунтовых вод в прибрежных районах, приводящее к интрузии морских вод в пресные водоносные горизонты; ii) избыточное орошение, повышающее уровни грунтовых вод из засоленных водоносных горизонтов, в результате чего просачивание засоленных грунтовых вод в водооток увеличивается и, соответственно, вызывает их засоление⁷⁸; и iii) транспирацию оросительной воды растениями или ее испарение из почвы, в результате чего большинство растворенных солей остается в почве, в отсутствие дренажа вызывая ее засоление. Если происходит засоление, то для вымывания солей из корней сельскохозяйственных культур необходимо дополнительное орошение, что еще больше усугубляет дефицит воды⁹⁰.

Одной из особенностей продуманных оросительных систем является устройство дренажа (естественного или искусственного), который позволяет удалять излишки поверхностных и подземных вод с орошаемых земель. Он помогает поддерживать оптимальный для роста сельскохозяйственных культур уровень влажности, не допуская заболачивания, позволяет сгладить плохие механические свойства почвы и контролировать ее засоление. Развитие ирригации должно сочетаться с расширением использования дренажа и сохранением, а также рециркуляцией пресной воды при повторном использовании дренажных вод^k. Увеличить концентрацию солей в дренажных водах в орошаемых районах, а также в стоке и при просачивании на богарных землях может и избыток удобрений⁷⁸. По сравнению с производством орошаемых культур роль аквакультуры и животноводства в засолении воды (за исключением производства кормов для животных) незначительна и сопряжена лишь с локализованными эффектами в районах интенсивного производства продукции животноводства и аквакультуры⁷⁸.

Меры по борьбе с засолением почв включают выщелачивание солей путем обильного орошения, использование химикатов, внесение органического вещества, а также биологические методы, такие как посев солеустойчивых растений, трав и

^k Подробное руководство по вопросам дренажа и борьбе с засолением см. в работе Tanji & Kielen, 2002⁹³.

кустарников⁹⁰. В Египте и Ираке для борьбы с повышением уровня грунтовых вод и предотвращения засоления почв установлены поверхностные и глубинные дренажные системы. Используя Карту засоления почв мира, ФАО в сотрудничестве с рядом стран ведет работу по изучению факторов, показателей и методов классификации засоления почв с целью подготовки страновых данных для составления национальных карт засоления почв⁹⁴.

Сельское хозяйство как жертва загрязнения водных ресурсов

Низкое качество воды представляет угрозу для здоровья человека и окружающей среды, продуктивности сельского хозяйства и водных экосистем. Небезопасное использование сточных вод в сельском хозяйстве может приводить к накоплению микробиологических и химических загрязняющих веществ в сельскохозяйственных культурах, продукции животноводства, почвах и водных ресурсах и, в конечном итоге, к серьезным последствиям для здоровья потребителей продовольствия и работников сельского хозяйства. Кроме того, оно может усиливать устойчивость к противомикробным препаратам. По данным Okorogbona *et al.* (2018), неочищенные сточные и некачественные грунтовые воды отрицательно сказываются на росте овощных культур, в том числе огурцов. При орошении дождевой водой растения огурца достигали высоты, вдвое превышающей прежнюю⁹⁵. Качество воды влияет также на общий объем потребления воды и здоровье скота. Вообще говоря, домашний скот может переносить плохое качество воды, но определенные соединения (например, растворенные твердые вещества) могут влиять на рост, лактацию и воспроизводство, что сопряжено с экономическими потерями для производителей⁹⁶. Таким же образом плохое качество воды может повлиять и на производство продукции аквакультуры. Эвтрофикация водоемов, обусловленная поверхностным стоком с сельскохозяйственных угодий, первоначально может стимулировать продуктивность рыб. Но если этот процесс не остановить, то он приведет к ухудшению состояния окружающей среды и потерям для рыбного хозяйства.

Присутствие в воде взвешенных органических и неорганических веществ нарушает функционирование ирригационных систем, засоряя затворы, дождевальные головки и капельницы⁹². Кроме того, эти частицы могут вызывать водную коррозию и зарастание трубопроводов и насосов, а также заполнять каналы и канавы, что сопряжено с необходимостью дорогостоящих дноуглубительных работ и технического обслуживания. Скорость просачивания воды в почву, проницаемость которой и без того нарушена, снижают также донные отложения⁹². Оросительные системы,

использующие заборную воду с высокой концентрацией солей, могут создавать проблему засоления в орошаемых пахотных землях, если соль накапливается в корнеобитаемой зоне сельскохозяйственных культур до уровней, которые растения не могут переносить.

Решения проблемы загрязнения воды, обусловленного деятельностью сельского хозяйства

Проблема загрязнения воды, связанного с деятельностью сельского хозяйства, сложна и многогранна, и для ее эффективного решения необходим целый ряд мер. Эти меры, наряду с сохранением или минимизацией уровня загрязняющих веществ в системах водоснабжения, должны обеспечивать возможность удовлетворения растущего спроса на продовольствие. Это потребует усилий как со стороны директивных органов, так и со стороны фермеров. При этом действовать надо с наименьшими издержками для общества в целом (включая издержки соблюдения фермерами своих обязательств и определяемые политикой транзакционные издержки) и с учетом соображений справедливости и социальной компенсации⁹⁷.

Важную роль в предотвращении выбросов загрязняющих веществ хозяйствами играет внедрение передовых методов и технологий сельскохозяйственного производства (например, позволяющих сократить выщелачивание нитратов и фосфора)⁷⁸. Примерами полезных агротехнических приемов являются: i) методы сохранения почв и вод, такие как нулевая или минимальная обработка почвы, и другие виды земледелия, способствующие уменьшению эрозии, например террасирование склонов и агролесоводство; ii) устройство растительных фильтрующих полос, которые уменьшают поверхностный сток, помогают восстановить водно-болотные угодья и обеспечивают дренаж; и iii) устройство зеленых береговых полос, которые уменьшают вымывание питательных веществ в водотоки. Восстановленные водно-болотные угодья также оказались эффективным инструментом борьбы с вымыванием азота из пахотных земель в поверхностные воды⁹⁸⁻¹⁰¹, поскольку растительность поглощает азот, а увлажненная почва усиливает денитрификацию. Они также могут способствовать восстановлению водного биоразнообразия и связанной с ним фауны и флоры.

Определенные агрономические и экономические возможности создает также большое количество навоза, производимого во всем мире. Первостепенную роль играет повышение продуктивности животноводства и водопользования, а также улучшение плодородия почв и рациональное использование питательных веществ

(количество, размещение, форма и сроки внесения в почву питательных веществ для растений)¹⁰². Основу, на базе которой можно выстраивать соответствующие национальные стратегии с учетом местной специфики, обеспечивают руководства ЛЕАП по оценке потоков питательных веществ и по оценке воздействия эвтрофикации и подкисления на товаропроводящую цепь животноводства¹⁰³.

Ненадлежащее использование этих методов и систем может приводить к загрязнению систем водоснабжения. Фермеры могут быть лично заинтересованы в том, чтобы загрязнение водных ресурсов было сведено к минимуму, например чтобы иметь незагрязненную питьевую воду для скота, но обычно такие экосистемные услуги они обеспечивают недостаточно. Для оказания влияния на методы хозяйствования как в рамках фермы, так и на уровне ландшафта могут потребоваться меры регулирования, экономические инструменты, образование и повышение осведомленности, соглашения о сотрудничестве, а также исследования и инновации⁷⁸. В Китае в проведении общенациональной кампании 2005–2015 годов было задействовано 65 000 работников служб распространения знаний, 1 000 участников сотрудничества и 130 000 работников агробизнеса, которые оказывали содействие почти 21 млн фермеров во внедрении комплексных методов управления растениеводством и почвенными ресурсами¹⁰⁴. Благодаря этим методам средняя урожайность (кукурузы, риса и пшеницы) увеличилась почти на 12%; в результате чистое увеличение производства зерна составило 33 млн тонн. Объем вносимого в почву азота был сокращен на 15–18%, что позволило сэкономить 1,2 млн тонн азотных удобрений. Выигрыш от увеличения производства зерна и снижения использования азотных удобрений составил эквивалент 12,2 млрд долл. США.

Типичными нормативными документами являются стандарты качества воды, разрешения на сброс загрязняющих веществ, обязательные виды природоохранной деятельности, ограничения на ведение сельскохозяйственной деятельности или размещение хозяйств, а также ограничения на сбыт и продажу опасных продуктов⁷⁸. Проведенный недавно анализ свидетельствует о том, что сочетание различных подходов (нормативных требований, экономических стимулов и информирования) обеспечивает более значимые результаты, чем просто нормативные требования^{97, 105}. В целях повышения экономической эффективности контроля загрязнения, содействия развитию инноваций и обеспечения доступа менее обеспеченных домохозяйств можно было бы укрепить и шире использовать такие экономические инструменты, как налоги на загрязнение окружающей среды, целевые субсидии, сборы и торговля качеством воды. В случае диффузного загрязнения применение таких инструментов

является сложной задачей, но есть несколько инновационных подходов, которые могут обеспечить практические решения.

Отправной точкой в деле обеспечения качества воды может стать принцип “загрязнитель платит”. В этом случае загрязнение становится дорогостоящим; это либо создает стимул его уменьшить, либо обеспечивает поступление средств на смягчение последствий загрязнения и компенсацию связанных с ним общественных издержек (например, с помощью налога на загрязнение). Применение этого принципа сопряжено с рядом проблем, включая трудности с идентификацией загрязнителей, а также с проведением достоверных оценок стоимости загрязнения¹⁰⁵. Решение частично основывается на оценке затрат и выгоды от уменьшения загрязнения воды; кроме того, необходимо определить, кто будет нести эти расходы, а кто получит выгоду.

Решающую роль в переходе к более эффективному управлению рисками, связанными с диффузным загрязнением водных объектов, должно сыграть центральное правительство¹⁰⁵. Здесь можно рекомендовать следующие меры:

- ▶ всеобъемлющее руководство национальной политикой и решительный курс на улучшение качества воды в целях обеспечения надлежащих сигналов для местных органов власти, заинтересованных сторон и инвесторов;
- ▶ внедрение нормативно-правовой базы и обязательных минимальных стандартов качества воды, устанавливающих ориентиры для повышения эффективности работы, а также инновации и инвестиции в качество воды;
- ▶ обеспечение возможностей для взаимодействия заинтересованных сторон (из сельскохозяйственного и природоохранного секторов, а также водопользователей) и выделение ресурсов для вовлечения общества с целью управления предполагаемыми и фактическими рисками и достижения консенсусных решений;
- ▶ информирование об изменениях в политике и предоставление возможности использовать разные варианты внедрения минимальных стандартов: это позволит подготовить почву для дальнейших шагов и уменьшить возражения со стороны заинтересованных сторон;
- ▶ начальное финансирование со стороны государства и пространство для экспериментов с целью распространения инновационных технических и политических подходов, позволяющих минимизировать затраты на управление качеством воды, среди широкого круга домохозяйств, особенно из числа наиболее уязвимых (например, можно запустить пилотные проекты по повторному использованию сточных вод).



НИГЕР

Фермер переливает
воду из колодца
в ведро для полива.
©FAO/Giulio Napolitano





ГЛАВА 3 РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ С ВОДОЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Основные тезисы

- Инновационные методы управления водными ресурсами в растениеводстве, животноводстве, рыболовстве во внутренних водоемах и аквакультуре обладают большим потенциалом в плане повышения устойчивости к изменению климата и формирования устойчивых продовольственных систем, особенно если их сочетать с оптимальным использованием вводимых ресурсов, грамотной агротехникой, рациональным использованием почв, а также с созданием благоприятных условий.
- На богарных пахотных землях повышению урожайности может способствовать сбор и сохранение поверхностного стока в сочетании с передовой агротехникой. По данным одного из исследований, в богарном земледелии такие подходы позволяют увеличить мировое производство пищевой энергии на 24%, а если их сочетать с активным использованием орошения — более чем на 40%.
- В орошаемых районах повысить продуктивность воды могут экономически эффективные и устойчивые инвестиции в реконструкцию и модернизацию оросительных систем.
- Широкие возможности для повышения продуктивности воды открывает животноводство: это достигается за счет более эффективного использования пастбищных земель, кормов и питьевой воды, укрепления здоровья животных, а также интеграции систем растениеводства, животноводства и аквакультуры.
- С точки зрения компенсации дефицита воды все большее значение приобретают инвестиции в возвратное водопользование, например в аквакультуру и нетрадиционные источники, такие как повторное использование и опреснение воды.
- Расширить возможности фермеров позволяют информационно-коммуникационные технологии: они помогают оптимизировать управление водными ресурсами, повысить производительность труда, доходы и продовольственную безопасность, улучшить питание и усилить экологическую устойчивость.

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ С ВОДОЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Во второй главе доклада показано, что из-за засух или водного стресса многие регионы испытывают серьезную нехватку воды. Увеличение численности населения, повышение доходов, рост урбанизации, изменения в рационе и изменение климата могут усугублять водные риски, и как все это повлияет на производственные системы, еще только предстоит выяснить. Для того чтобы агропродовольственные системы могли удовлетворить потребности растущего населения с соблюдением принципов инклюзивности и устойчивости, необходимы серьезные преобразования. Такие преобразования могут включать технологические изменения и инновации, но в значительной степени будут определяться и механизмами управления, институциональной основой и политическими условиями (подробнее об этом см. в четвертой и пятой главах доклада). В этой главе рассматриваются технологии и методы хозяйствования, позволяющие справиться с переборами с водой и ее дефицитом в сельском хозяйстве и добиться устойчивого обеспечения продовольственной безопасности и питания. Проведена оценка вариантов для различных систем производства (богарного и орошаемого земледелия, животноводства, рыболовства во внутренних водоемах и аквакультуры) в условиях разных проблем с водой. Завершается глава анализом роли аквакультуры в решении проблемы нехватки воды и обеспечении устойчивости продовольственных систем. ■

НОВЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕБОЕВ С ВОДОЙ И ЕЕ ДЕФИЦИТА

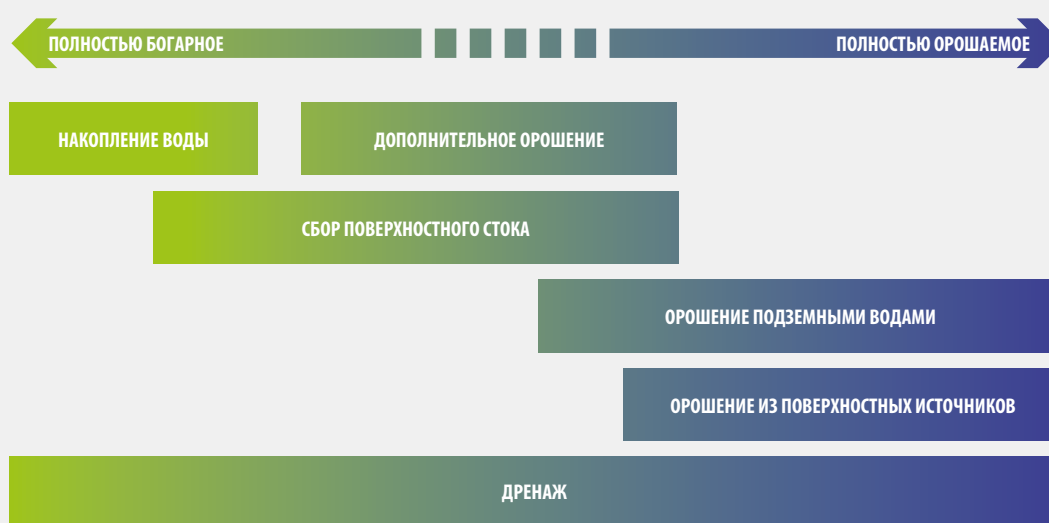
Почти шестая часть населения планеты живет там, где уровень водного стресса очень высок или случаются сильные засухи, угрожающие экономическому росту, продовольственной безопасности и питанию, а также средствам к существованию. Эти проблемы должны решаться в увязке с борьбой с изменением климата, которое усугубит перебои с водой и ее дефицит и негативно скажется на сельскохозяйственном производстве, особенно в низкоширотных и тропических регионах¹⁻³. Ключевую роль играет повышение устойчивости управления водными ресурсами в орошаемых районах, но немаловажно также

обеспечить рациональное водопользование на богарных пахотных и пастбищных землях. Возможности повышения урожайности есть как в орошаемом, так и в богарном земледелии, для разных культур и в разных регионах⁴⁻⁶.

Решающее значение для сокращения разрыва в урожайности имеет рациональное водопользование. Внедрение фермерами новых методов будет зависеть в том числе от таких факторов, как: i) доступность воды; ii) водный риск; iii) уровень неопределенности в условиях изменения климата; iv) затраты на другие вводимые ресурсы; и v) чистая прибыль от стратегий управления водными ресурсами. Наличие стабильного, но ограниченного доступа к воде стимулирует фермеров повышать эффективность водопользования и сокращать потребление. Чем выше водный риск, тем больше у фермеров стимулов к изменениям в водопользовании и управлении водными ресурсами. Изменения могут затрагивать и другие вводимые ресурсы, включая труд и энергию. В конечном итоге на решение о внедрении новых стратегий управления водными ресурсами повлияют затраты и связанная с ними чистая прибыль⁷.

Не все водные риски могут быть устранены фермерами самостоятельно, и не всегда всё зависит от решений фермеров. В ряде случаев необходимо вмешательство и инициативы государства. Небольшие колебания урожайности из-за изменчивости осадков можно устранить на уровне обычных внутрихозяйственных решений, но более серьезные водные риски, сопряженные со значимым ущербом, могут потребовать участия правительств⁸. Фермеры могут не понимать текущей ситуации и будущих тенденций в области водоснабжения и спроса на воду. Государственные инвестиции в организацию учета водных ресурсов, т.е. в проведение систематической оценки их состояния и тенденций в этой области, и обнародование результатов этой работы, наряду с кампаниями по повышению осведомленности, критически важны для устранения водных рисков, борьбы с изменением климата и вовлечения фермеров в устойчивое водопользование (см. главу 4)^{9,10}. Правительства могут также сыграть важную роль в устранении барьеров, не позволяющих фермерам участвовать в управлении водными ресурсами; одним из таких барьеров может быть слабый доступ к рынкам.

РИСУНОК 14 ВИДЫ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: ОТ БОГАРНОГО ДО ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ



ПРИМЕЧАНИЯ. Блоки, окрашенные преимущественно в зеленый цвет, соответствуют практикам водопользования на богарных землях в условиях, когда фермеры могут использовать те или иные формы орошения. Блоки, окрашенные преимущественно в синий цвет, соответствуют практикам орошения в полностью орошаемых районах или случаям, когда у фермеров в богарных районах есть определенный доступ к орошению.

ИСТОЧНИК: разработка ФАО по материалам *Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*, 2007, рисунок 1.1¹¹.

В следующих далее разделах рассматриваются технические решения и стратегии управления фермерскими хозяйствами на богарных и орошаемых землях. Четкой грани между богарными и орошаемыми системами земледелия нет, а характер использования воды включает целый спектр вариантов: от полностью богарного до полностью орошаемого земледелия и их сочетаний с животноводством, лесным и рыбным хозяйством, а также взаимодействия с важными экосистемами¹¹. На [рисунке 14](#) показан весь спектр вариантов водопользования: от полностью богарного (зеленым) до полностью орошаемого земледелия (синим). Переход цвета от зеленого к синему соответствует практикам, в рамках которых фермеры используют как дождевую воду, так и оросительную, т.е. не полностью полагаются на осадки или орошение, а выбирают какие-то промежуточные варианты.

Начало спектра – это полностью богарное хозяйство: фермеры используют только дождевую воду, сохраняя ее в целях поддержания необходимой влажности почвы (блок “Накопление

воды” на [рисунке 14](#)). Далее идут фермеры из богарных районов, занимающиеся сбором дождевой воды или поверхностного стока (т.е. пользуются водой из поверхностного источника или водоносного горизонта) для дополнительного орошения с целью повышения урожайности. Эта дополнительная пресная вода имеет и другие виды применения в случае интеграции с аквакультурой и животноводством. (Дальнейшее обсуждение роли аквакультуры и интегрированных систем земледелия см. в разделе “В фокусе: Аквакультура в контексте устойчивого водопользования в продовольственных системах”, стр. 79). В полностью орошаемых системах у фермеров есть доступ к недорогим поверхностным или подземным источникам (см. блоки, окрашенные преимущественно в синий цвет). Важным дополнением ко всем вариантам является устройство дренажа. На богарных землях фермеры могут минимизировать сток в горизонт грунтовых вод, увеличив поглощение воды корнями растений. Если в орошаемых системах фермеры вносят в почву слишком много воды, уровень грунтовых вод и засоленность почвы будут определяться

дренажом. (См. раздел “В фокусе: Слишком много воды? Наводнения, заболачивание и сельское хозяйство”, стр. 104)

Инновационные методы управления водными ресурсами должны быть направлены на i) сокращение безвозвратного водопользования в сельском хозяйстве в целях увеличения объема воды, доступной другим пользователям, и ii) повышение устойчивости систем производства к усилению перебоев с водой и ее дефициту. Управление водными ресурсами должно сочетаться с наиболее передовыми агротехническими приемами (использование засухоустойчивых сортов, правильный посев и т. д.), повышением экологической устойчивости за счет уменьшения объемов донных наносов и загрязняющих веществ, оздоровлением почв, сокращением поверхностного стока и пополнением запасов неглубоко залегающих грунтовых вод. Необходимы инвестиции, целесообразные с экономической, социальной и культурной точек зрения: это требует создания сильных институтов и механизмов управления, которые гарантировали бы справедливое распределение благ, укрепление продовольственной безопасности и улучшение питания, а также устойчивые источники средств к существованию. По всем видам сельскохозяйственных инвестиций руководством для заинтересованных сторон могут служить утвержденные Комитетом по всемирной продовольственной безопасности “Принципы ответственного инвестирования в агропродовольственные системы”¹². ■

РЕАЛИЗАЦИЯ ПОТЕНЦИАЛА БОГАРНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

В сельском хозяйстве богарное земледелие является преобладающим способом производства: на его долю приходится порядка 80% всех пахотных земель (см. рисунок 11 на стр. 37). Фермеры, особенно мелкие, имеют ограниченное влияние на объемы и сроки полива¹³. Главная проблема для них состоит в том, чтобы приспособиться к изменчивости погоды, температуры и режима осадков. По глобальным оценкам, из-за экстремальных погодных явлений, влияющих на количество осадков и температуру, колебания урожайности основных культур, в том числе кукурузы, риса, сои и пшеницы, могут составлять от 18 до 43 процентов¹⁴. По мере усиления перебоев с водой и ускорения темпов роста населения и экономики все сельскохозяйственные системы, особенно богарные, будут вынуждены использовать воду более продуктивно. Во второй главе проведено различие между малоресурсоемким и ресурсоемким богарным земледелием. Проблема перебоев с водой в равной степени затрагивает обе эти системы производства, но разница заключается в способности ее решить. В ресурсоемком земледелии у фермеров больше возможностей инвестировать в оптимизацию водопользования и улучшение агротехнических приемов, чтобы обеспечить максимально эффективное использование скудных осадков.

Урожайи на богарных землях по-прежнему ниже, чем на орошаемых (рисунок 15), и на глобальном и региональном уровнях наблюдаются значительные разрывы в урожайности^{5,15}. Считается, что такие разрывы в значительной мере являются отражением классификации систем земледелия на малоресурсоемкие и ресурсоемкие. В Африке, Восточной и Юго Западной Европе, а также в некоторых частях Азии, где разрывы в урожайности главным образом обусловлены сочетанием нехватки воды и питательных веществ, имеются большие возможности для ее повышения^{5,15,16}. В регионах с умеренным климатом, таких как Западная Европа и Северная Америка, где значительное количество пахотных земель являются богарными и по большей части практикуется ресурсоемкое земледелие (см. рисунок 11 на стр. 37), урожайность зерновых культур часто превышает 6 тонн с гектара против среднемирового показателя в 4 тонны¹⁷. Если в Центральной и Западной Европе лето засушливое, дополнительное орошение помогает избежать снижения урожайности¹⁸. В Восточной Европе урожайность остается более низкой; это означает, что раскрытие огромного потенциала этого региона будет зависеть от новых механизмов сельскохозяйственного водопользования и технологических преобразований.

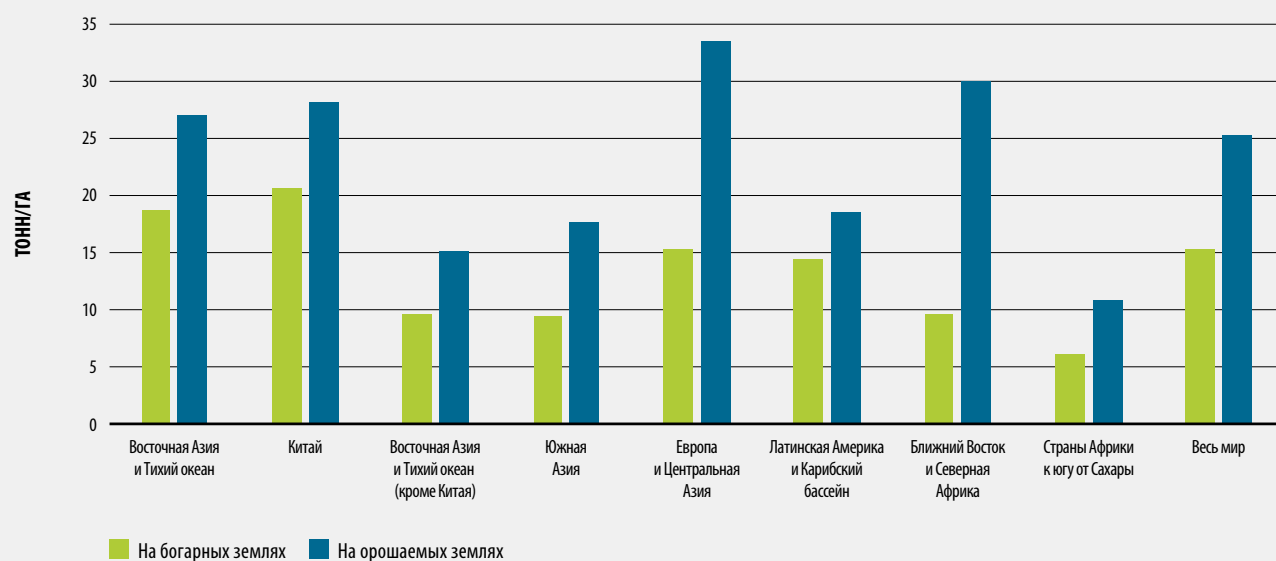
В тропических районах урожайность зерновых в одних странах часто превышает 5 тонн с гектара, а в других не достигает и до 2 тонн. Это говорит о том, что биофизические ограничения, с которыми связана низкая урожайность в богарном земледелии, особенно в странах с низким уровнем дохода из тропических регионов, могут быть преодолены в том числе с помощью надлежащих методов водопользования в сочетании с передовой агротехникой.

Оптимальное использование дождевой воды для повышения урожайности богарных культур

В богарном земледелии есть две общих стратегии повышения урожайности: i) накопление или сбор поверхностного стока и инфильтрация воды в корнеобитаемую зону; и ii) экономное использование воды за счет увеличения поглощающей способности растений и/или уменьшения потерь воды при испарении и дренаже в корнеобитаемой зоне. Если проблема в избытке воды, то стратегии заключаются не в перераспределении воды, а в ее отведении. На рисунке 16 показаны возможные варианты выращивания сельскохозяйственных культур в разных системах земледелия: от полностью богарного до смешанного, т.е. когда фермеры частично используют дополнительное орошение.

Оптимальное использование дождевой воды достигается за счет применения почво- и водосберегающих технологий (см. первый блок слева на рисунке 16), которые помогают

РИСУНОК 15
УРОЖАЙНОСТЬ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В РАЗНЫХ РЕГИОНАХ, 2012 ГОД



ИСТОЧНИК: FAO, 2018, таблица S 2.1¹⁹.

контролировать доступ воды в корнеобитаемую зону сельскохозяйственных культур. Террасирование склонов, агролесоводство, контурная обработка почвы, почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие – все эти методы могут изменять и увеличивать содержание воды в почве с целью сохранения влаги и предотвращения эрозии²¹. Минимизировать испарение может также органическое мульчирование, т.е. укладка на поверхности почвы слоя растительных остатков или других органических материалов. Со временем, по мере разложения остатков, они увеличивают влагоудерживающую способность почвы, повышая ее эффективность²². Органическое мульчирование также обеспечивает почву питательными веществами и ограничивает рост сорняков, поскольку препятствует проникновению света на поверхность почвы, что повышает эффективность водопользования^{22,23}.

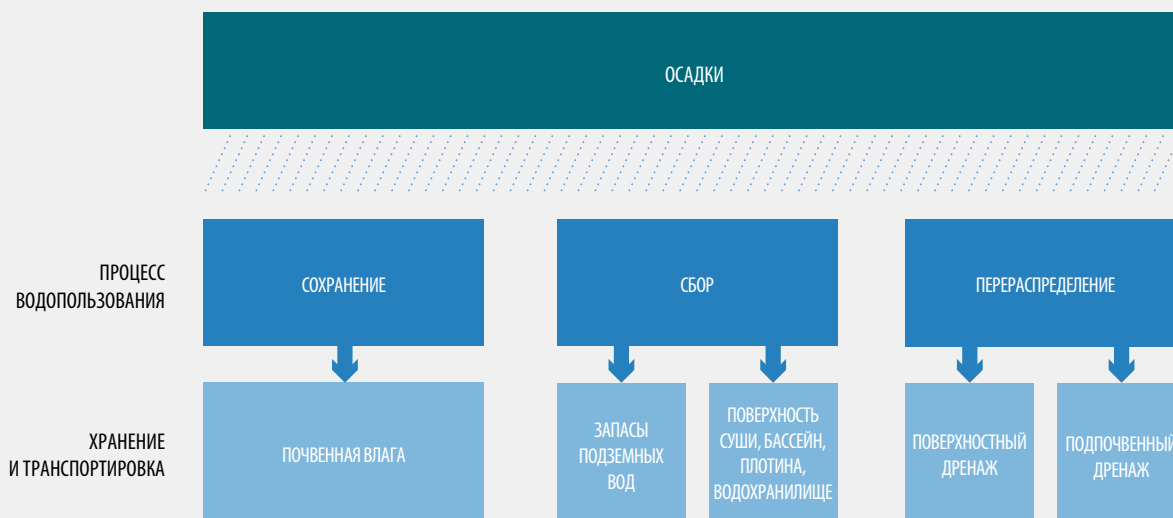
Сбор поверхностного стока включает сбор дождевой воды или стока (см. блок “Сбор” на рисунке 16): эта вода может быть отведена напрямую, распределена по полям или собрана и сохранена¹.

¹ Глобальный обзор передовых методов сбора поверхностного стока, доказавших свою эффективность, см. в работе Liniger & Studer, 2013²⁴.

В сочетании с передовой агротехникой эффективный сбор поверхностного стока может повысить урожайность культур, особенно в период скудных осадков^{25,26}. Устройство небольших внутрихозяйственных прудов для сбора поверхностного стока позволяет также объединить растениеводство с производством рыбной продукции и организовать водопой для скота. Такие меры повышают устойчивость к изменению климата и доход мелких фермеров²⁷⁻²⁹.

Обычно проводится различие между сбором поверхностного стока *in situ*, который представляет собой сбор дождевой воды на фермерских угодьях, и сбором поверхностного стока *ex situ*, когда дождевую воду собирают за пределами хозяйств. При сборе поверхностного стока *ex situ* вода используется для смягчения последствий засушливых периодов, защиты водных источников, подпитки грунтовых вод, межсезонного орошения и обеспечения возможности многократного использования²¹. В этих случаях для сбора воды устраивают микрозапруды на поверхности почвы, заглубленные резервуары, пруды, а также сооружения для водоотвода и пополнения запасов подземных вод. Этим обычно занимаются общины или отдельные фермеры, и для надлежащего

РИСУНОК 16
ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В БОГАРНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ



ИСТОЧНИК: разработка ФАО по материалам Barron, 2020²⁰.

внедрения этих методов и поддержания функционирования соответствующих систем им необходимы информация, обучение и повышение осведомленности²⁴. Например, в Тыграе, регионе на севере Эфиопии, испытывающем нехватку воды, правительство отдает приоритет различным системам сбора поверхностного стока *ex situ*, большинство которых находится в ведении личных фермерских хозяйств. Такие системы помогают повысить продуктивность растениеводства и животноводства, способствуют диверсификации сельскохозяйственных культур и доступу к пунктам водоснабжения³⁰. Однако результаты зависят от участия фермеров и других заинтересованных сторон в процессах планирования, внедрения и использования этих систем³¹. В странах Сахеля ФАО проводит программу “Один миллион цистерн”, направленную на развитие систем сбора и хранения дождевого стока в интересах уязвимых общин³². Задача состоит в том, чтобы миллионы людей в Сахеле, особенно женщины, получили доступ к безопасной питьевой воде и возможность расширить сельскохозяйственное производство, укрепили свою продовольственную безопасность, улучшили питание и повысили устойчивость к внешним воздействиям.

Собранная таким образом вода может быть впоследствии использована для дополнительного орошения в случае скудных осадков (врезка 9). Сбор поверхностного стока *in situ* включает различные технологии (устройство микрорезервуаров, дамб, широких гряд и борозд) и методы хозяйствования, включая вспашку или добавление органического вещества в почву.

Сочетание водосбережения и сбора поверхностного стока может быть весьма эффективным. По оценкам Rost *et al.* (2009), сокращение испарения на 25% и сбор 25% стока может увеличить производство сельскохозяйственных культур на 19%³⁸. В работе Jägermeug *et al.* (2016) показано, что только за счет сохранения почвенной влаги глобальный объем производства пищевой энергии на богарных землях можно увеличить на 3-14%³⁹. Эти авторы обнаружили также, что сочетание сбора поверхностного стока *in situ* и *ex situ* может увеличить объем производства пищевой энергии на 7-24%. При самом смелом сценарии (все эти меры вместе взятые, в том числе более активное орошение) мировое производство пищевой энергии может увеличиться на 41%.

ВРЕЗКА 9 РОЛЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ БОГАРНЫХ СИСТЕМ К ВНЕШНИМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

Там, где осадков недостаточно, дополнительное орошение обеспечивает необходимую влажность почвы и, таким образом, повышает продуктивность воды^{21,33}. Если бы дополнительное орошение было устроено на всех богарных пахотных землях, то мировое производство зерновых можно было бы увеличить на 35%. Наибольшим потенциалом в этом отношении обладают Африка и Азия³⁴. Даже относительно небольшое дополнительное орошение может существенно повысить урожайность сельскохозяйственных культур. В одном из примеров из Сирийской Арабской Республики увеличение урожайности составляет до 400%³⁵.

В индийском штате Западная Бенгалия благодаря устройству небольших прудов для хранения дождевой воды для дополнительного орошения урожайность горчицы удвоилась, а на

рисовых полях возросла на 20%³⁶. Это позволило также на 34% увеличить доходы фермеров. Все больше фермеров рассматривают возможность выращивания ряда высокорентабельных овощей в сухой сезон. Этот подход позволил также высвободить больше воды для садоводства, животноводства, разведения рыбы и бытовых нужд.

В Зимбабве дополнительное орошение снижает риск полной потери урожая с 20 до 7% и повышает продуктивность воды почти на треть, особенно в сочетании с использованием неорганического азота³⁷. Таким образом, несмотря на его недостаточное использование, дополнительное орошение является одной из важнейших стратегий, позволяющих реализовать потенциал богарных культур и продуктивности воды²¹.

Доступ к экономически эффективному использованию дождевого стока и технологиям дополнительного орошения на богарных землях может позволить фермерам инвестировать в удобрения и высокоурожайные сорта. Помимо методов водопользования на продуктивность сельскохозяйственных культур влияют их собственные свойства (например, генетический прирост, как в случае улучшенных сортов) и применяемая агротехника, включая различные факторы производства. Без надлежащих агротехнических приемов сбор поверхностного стока *in situ* и сохранение почв и вод могут увеличить урожайность культур лишь незначительно^{40,41}.

Еще одним важным дополнением к сбору и сохранению поверхностного стока является перераспределение воды (последний блок справа на рисунке 16). Фермеры сочетают сбор и сохранение воды с дренажом, чтобы избежать паводков во время сильных дождей, а устройство террас на склонах может также выполнять функцию дренажа.

Для сбора поверхностного стока, а также для сохранения почв и вод пригодны почти 20% пахотных земель в мире, а наиболее перспективны в этом смысле обширные территории Восточной Африки и Юго-Восточной Азии⁴². В этих регионах сбор поверхностного стока на пахотных землях может обеспечить увеличение производства на 60-100%. Однако эти методы могут привести к сокращению потоков поверхностных и подземных вод, поэтому любому их внедрению должен предшествовать учет водных ресурсов. Во многих неорошаемых районах усилия по обеспечению устойчивого

производства богарных культур предпринимаются на протяжении десятилетий. В Эфиопии уже более 40 лет на цели сохранения почвенных и водных ресурсов направляются государственные инвестиции, фермеры участвуют в этом своим трудом, выделяются средства по линии международного развития. В результате под террасное земледелие отведено примерно 20% пахотных земель страны⁴³. Площадь пахотных земель, на которых применяются передовые методы хозяйствования на местном и глобальном уровнях, остается неизвестной. Глобальные данные о сельскохозяйственных угодьях, оборудованных системами для поверхностного и подземного дренажа, также скудны. ■

ОРОШАЕМОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ: ПОЧЕМУ УРОЖАЙНОСТЬ БЫВАЕТ РАЗНОЙ

Орошение очень важно для адаптации к изменению климата, а также для повышения продуктивности земель и водных ресурсов. Орошаемыми являются лишь около 20% всех пахотных земель (см. рисунок 11, стр. 37), но на их долю приходится более 40% производства в стоимостном выражении⁴⁴. В некоторых районах ирригацией обусловлено более половины стоимости сельскохозяйственной продукции. Это связано с большей продуктивностью орошаемых земель по сравнению с богарными, более высокими и стабильными урожаями при большей интенсивности растениеводства, а также с

ТАБЛИЦА 2
СРЕДНЯЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ВОДЫ ДЛЯ НЕКОТОРЫХ КАТЕГОРИЙ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Категория пищевых продуктов	Продуктивность воды			
	Масса (кг/м ³) ⁱ	Энергетическая ценность (ккал/м ³) ⁱⁱ	Белки (г/м ³) ⁱⁱ	Экономическая ценность (долл. США/м ³) ⁱⁱⁱ
Сахаросные культуры	5,49	1 566	0,0	0,141
Овощи	4,22	1 013	50,6	1,173
Корнеплоды или клубнеплоды с высоким содержанием крахмала	2,92	2 411	37,9	0,445
Фрукты	1,15	527	6,1	0,433
Зерновые	0,68	2 197	54,8	0,113
Масличные культуры	0,45	1 296	65,1	0,103
Зернобобовые	0,30	1 027	64,7	0,106
Орехи	0,12	298	7,8	0,179

ⁱ Значения для продукции растениеводства, полученные на основе среднемирового голубого и зеленого водного следа согласно данным, представленным в работе Mekonnen & Hoekstra, 2011⁴⁵. Физическая продуктивность воды по весу продукции, содержащей влагу. Все продукты являются первичными (например, сахаросные культуры включают сахарный тростник и сахарную свеклу, но не включают переработанные продукты, такие как сахар-сырец и рафинированный сахар). Эти данные усреднены за период 1996–2005 годов.

ⁱⁱ Рассчитывается на основе продуктивности воды и пищевой ценности продуктов.

ⁱⁱⁱ Рассчитывается на основе продуктивности воды и цены производителя на соответствующий продукт. Пищевая ценность и цена производителя взяты из базы данных ФАОСТАТ¹⁷.

ИСТОЧНИК: Mekonnen & Neale, 2020⁵⁰.

возделыванием высокотоварных культур⁴⁴. Возможности для повышения эффективности и продуктивности земель и водных ресурсов весьма значительны. Проблема здесь в том, как повысить эффективность производства без ущерба для устойчивости.

Повышение продуктивности воды в орошаемом земледелии

Повышение продуктивности использования оросительной воды может обеспечить более высокие урожаи при меньших затратах воды либо путем повышения урожайности, либо путем уменьшения сезонной эвапотранспирации, либо за счет сочетания этих факторов. В мире наблюдается серьезный разрыв в продуктивности воды при производстве разных культур (таблица 2), что находит свое отражение в больших различиях в урожайности, результатах в области питания и стоимости литра потребляемой воды. На рисунке 17 показана экономическая продуктивность воды в производстве орошаемых зерновых культур: зеленым обозначена высокая продуктивность воды, т.е. когда на единицу стоимости продукции приходится меньшее количество используемой воды, а желтым и красным – низкая продуктивность.

Вода является одним из нескольких факторов производства товара, и для выращивания определенных культур одни агроэкологические зоны подходят лучше других.

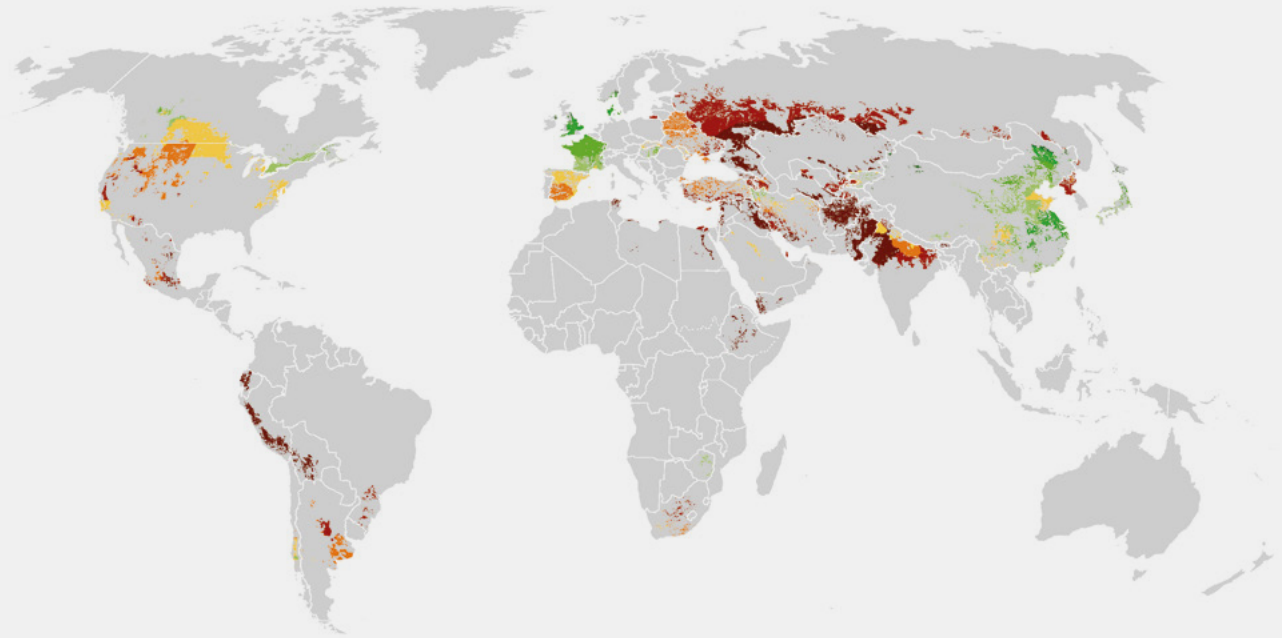
В отношении пшеницы, которая, как видно из рисунка 17, является наиболее водоемкой культурой⁴⁵, почти все регионы сообщают о низкой экономической продуктивности воды. Единственным исключением здесь являются те европейские территории, где пшеница составляет половину всего производства зерновых в стоимостном выражении¹⁷. Аналогичная картина наблюдается и по ячменю: везде, кроме Европы и некоторых районов Китая, красный цвет свидетельствует о низкой продуктивности воды. В производстве кукурузы высокую продуктивность воды демонстрируют страны с высоким уровнем дохода из Северной Америки и Европы, а страны с низким уровнем дохода и с уровнем дохода ниже среднего из Азии, Южной Америки и субсахарской Африки сообщают о более низкой продуктивности. Для Африки это является серьезной проблемой, поскольку показатели неполноценного питания и отсутствия продовольственной безопасности там значительно выше⁴⁶, а кукуруза составляет более трети от общего объема производства зерновых в стоимостном выражении¹⁷. По рису картина иная: в Азии и Южной Америке продуктивность воды такая же, как в некоторых частях Европы и Северной Америки. В Азии рис составляет почти две трети от общего объема производства зерновых культур¹⁷ и играет центральную роль в обеспечении средств к существованию миллионов мелких фермеров.

Более высокая продуктивность воды для большинства культур в странах с высоким уровнем дохода в Северной



РИСУНОК 17
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ВОДЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ НЕКОТОРЫХ ОРОШАЕМЫХ
КУЛЬТУР В РАЗНЫХ РЕГИОНАХ

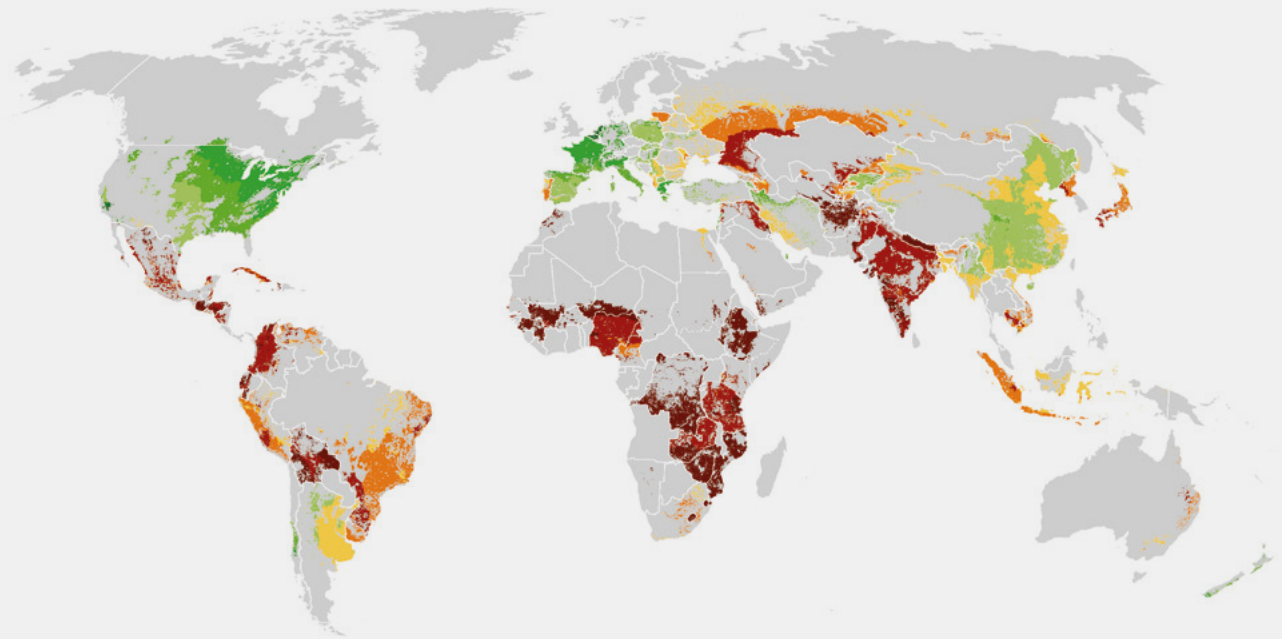
А. ЯЧМЕНЬ



Экономическая продуктивность воды (долл. США/м³)

■ ≤ 0,05 ■ 0,05–0,075 ■ 0,075–0,1 ■ 0,10–0,15 ■ 0,15–0,2 ■ 0,2–0,25 ■ 0,25–0,35 ■ > 0,35

В. КУКУРУЗА

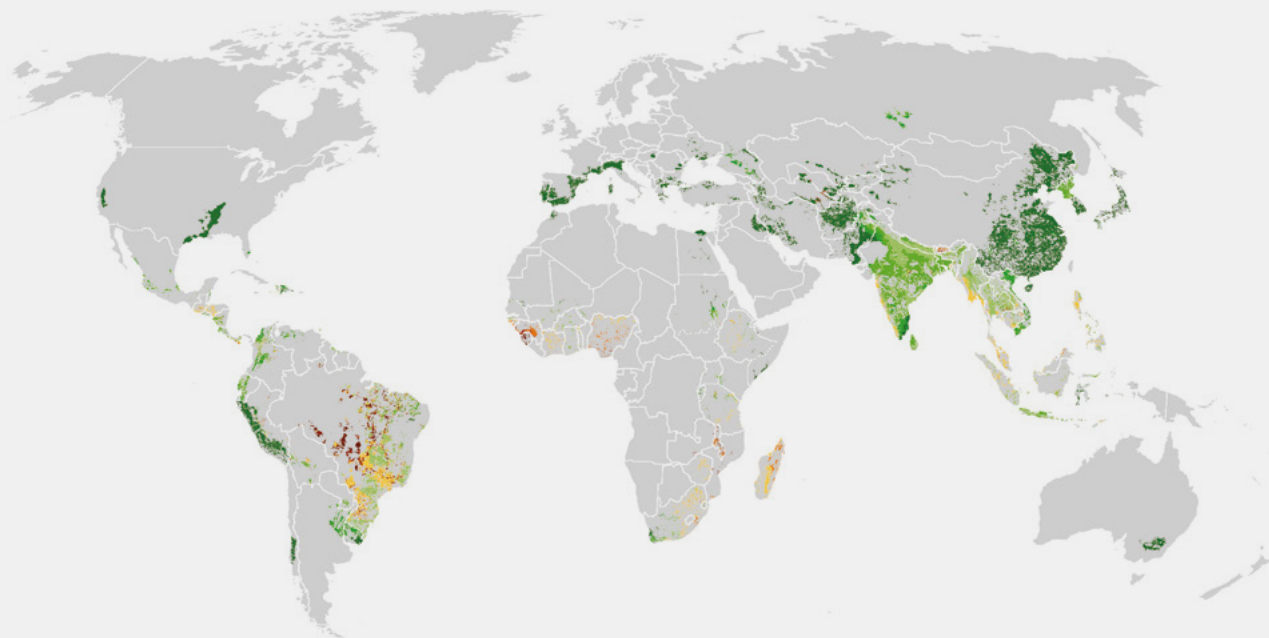


Экономическая продуктивность воды (долл. США/м³)

■ ≤ 0,05 ■ 0,05–0,075 ■ 0,075–0,1 ■ 0,10–0,15 ■ 0,15–0,2 ■ 0,2–0,25 ■ 0,25–0,35 ■ > 0,35

РИСУНОК 17
(ПРОДОЛЖЕНИЕ)

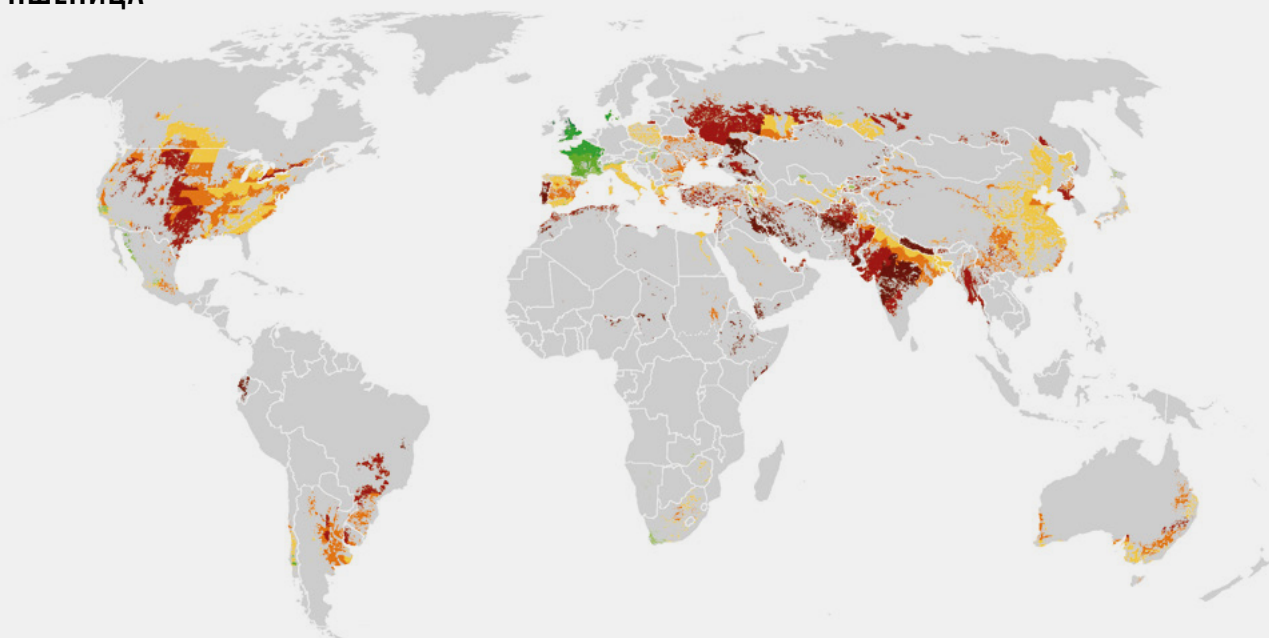
С. РИС



Экономическая продуктивность воды (долл. США/м³)

■ ≤ 0,05 ■ 0,05–0,075 ■ 0,075–0,1 ■ 0,10–0,15 ■ 0,15–0,2 ■ 0,2–0,25 ■ 0,25–0,35 ■ > 0,35

D. ПШЕНИЦА



Экономическая продуктивность воды (долл. США/м³)

■ ≤ 0,05 ■ 0,05–0,075 ■ 0,075–0,1 ■ 0,10–0,15 ■ 0,15–0,2 ■ 0,2–0,25 ■ 0,25–0,35 ■ > 0,35

ПРИМЕЧАНИЯ. Экономическая продуктивность воды определяется как стоимость сельскохозяйственной культуры в долларах США на единицу потребляемой воды (общая эвапотранспирация за вегетационный сезон данной культуры). Преобразование значений физической продуктивности воды (измеряемой в кг/м³) в экономическую продуктивность воды (измеряемую в долл. США/м³) произведено с использованием среднемировых цен каждой из культур, взятых из базы данных ФАОСТАТ¹⁷. Эти данные усреднены за период 1996–2005 годов.

ИСТОЧНИК: Mekonnen & Neale, 2020⁵⁰, по материалам Mekonnen & Hoekstra, 2011⁴⁵.

- » Америке и Западной Европе может быть обусловлена более широким доступом к потребляемым факторам производства, эффективным орошением, использованием улучшенных сортов сельскохозяйственных культур и более эффективным управлением почвенными и водными ресурсами. У фермеров же из субсахарской Африки, которым и без того приходится работать в условиях неплодородных почв и нерационального водопользования, может быть еще и ограниченный доступ к высокоурожайным сортам культур, удобрениям, пестицидам, механизации и рынкам сбыта. Вариабельность удельного расхода воды на единицу продукции в рамках стран и регионов может быть обусловлена целым рядом факторов, в том числе:
- i) климатическими условиями, такими как испарение, количество и сроки полива дождевой и/или оросительной водой, а также температура воздуха;
 - ii) свойствами почв, их текстурой и содержанием органического вещества;
 - iii) использованием культиваров сельскохозяйственных культур, поскольку сорта и культивары имеют различную урожайность и потребность в воде;
 - iv) методами управления почвенными и водными ресурсами, которые влияют на количество воды в почве или на способность корней извлекать ее и уменьшать эвапотранспирацию с почв; и
 - v) другими агротехническими приемами, такими как сроки посева или посадки культур и внесения удобрений⁴⁷⁻⁴⁹.

Несмотря на значительные улучшения продуктивности воды, разрыв между фактической и достижимой продуктивностью на единицу потребляемой воды сохраняется. На рисунке 18 показана фактическая продуктивность воды (синим) и разрывы в экономической продуктивности воды (серым) для орошаемых культур в разных регионах. Наименьшие разрывы в продуктивности воды отмечены в Австралии и Новой Зеландии, Европе и Северной Америке, а наибольшие для большинства культур – в Латинской Америке и Карибском бассейне, Северной Африке, Западной Азии и субсахарской Африке. Ликвидация разрывов в урожайности может способствовать обеспечению продовольственной безопасности и питания в большинстве стран, но в отношении некоторых культур это может быть более актуальным⁵¹. Фермеры и политики могут отдавать приоритет тем культурам, выращивание которых будет наиболее выгодным с экономической точки зрения.

Например, в Европе один из самых больших разрывов в продуктивности воды наблюдается по сорго и пшенице, что частично связано с изменением климата⁵². Но если пшеница составляет половину производства зерновых в стоимостном выражении, то объемы производства сорго незначительны¹⁷. С другой стороны, в странах субсахарской Африки самый высокий разрыв в продуктивности воды отмечен по ячменю и пшенице, а по сорго этот разрыв меньше, чем в других регионах. Сорго и пшеница составляют почти треть производства зерновых в Африке в стоимостном выражении, а на ячмень едва приходится 3%.

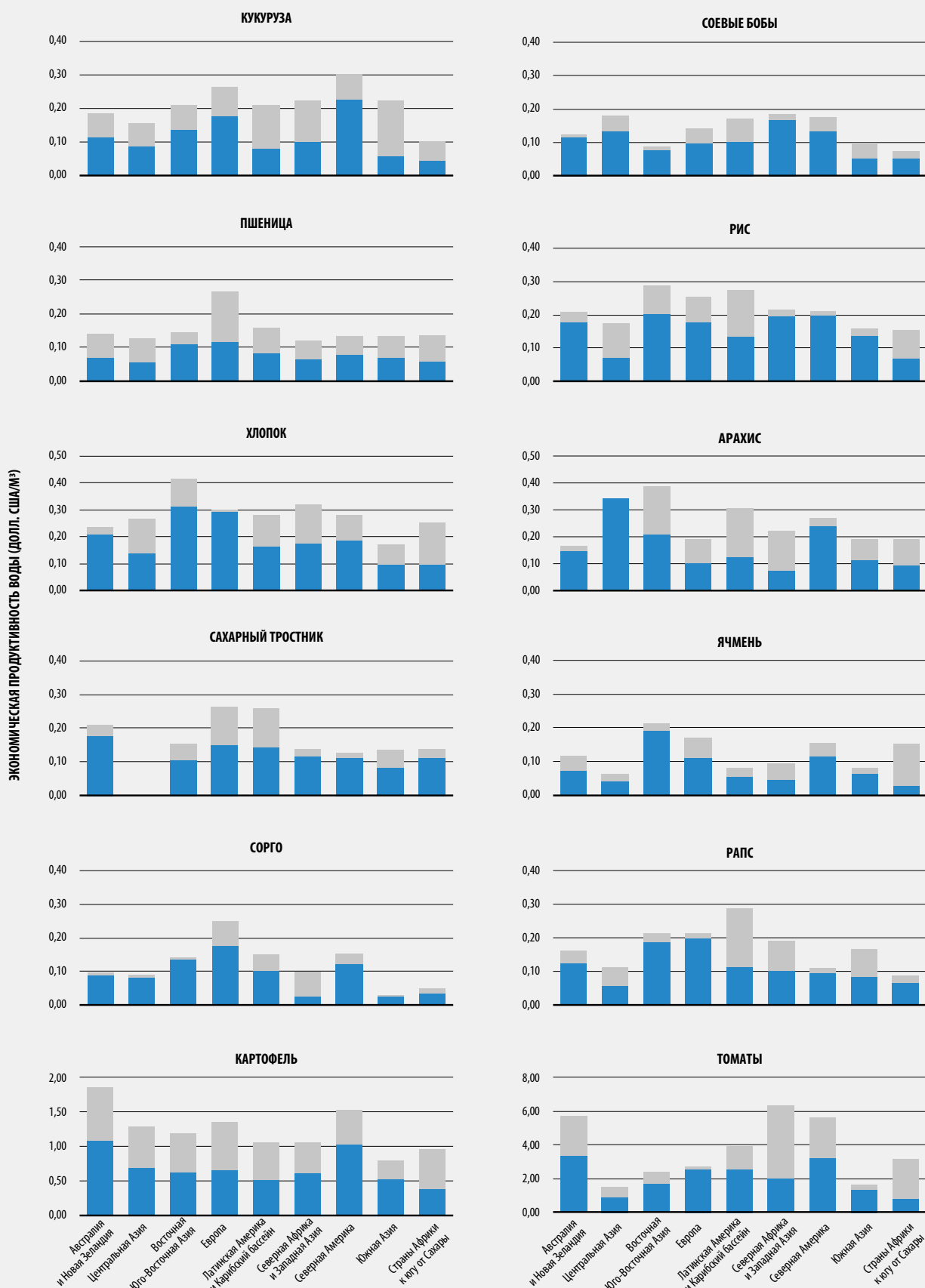
Эти результаты свидетельствуют о том, что сокращение разрыва в продуктивности воды для пшеницы в Европе и странах Африки к югу от Сахары может принести наибольшие экономические выгоды и улучшить продовольственную безопасность и питание, особенно в последнем регионе. Необходимо учитывать издержки, связанные с ликвидацией этих разрывов, особенно в отношении пшеницы в Европе, где продуктивность воды уже очень высока по сравнению с другими регионами.

Различные системы орошения для различных условий

Ирригационной системы, которая была бы идеальна в любых ситуациях, не существует. Выбирая наиболее подходящую для себя систему орошения, фермеры должны учитывать несколько факторов: почвенные, водные и климатические условия, виды выращиваемых сельскохозяйственных культур, финансовые возможности, цены на энергоносители и источники энергии, труд, эффективность применения, эффект масштаба, а также глубину, с которой откачивается вода, и т.п.⁵³. Тремя основными методами орошения являются: поверхностное орошение, дождевальное орошение и микроорошение (например, капельное). При поверхностном орошении вода течет по поверхности почвы под действием силы тяжести. Дождевальное орошение осуществляется разбрызгиванием или распылением капель воды. Микроорошение – это частый микрополив, производимый капанием или распылением воды, который обычно только смачивает часть почвы⁵⁴. Четвертым методом является подпочвенное орошение, при котором вода подается ниже поверхности почвы с целью повышения уровня грунтовых вод ближе к корнеобитаемой зоне растений⁵⁴. В таблице 3 приведены некоторые достоинства и недостатки различных оросительных систем.

Решения фермеров об инвестициях в системы орошения зависят от связанных с этим затрат. В этом смысле могут оказаться полезными исследования целесообразности таких затрат. В работе Amosson *et al.* (2011) рассмотрено пять распространенных систем орошения, используемых в Техасе, Соединенные Штаты Америки⁵³. Авторы обнаружили, что полив по бороздам является менее капиталоемким по сравнению с другими системами, но при этом он менее эффективен и более трудоемок. Центральные-поворотные оросительные системы (в таблице 3 они называются передвижными дождевальными установками) более эффективны и сокращают агротехнические операции, компенсируя связанные с ними дополнительные затраты. Энергосберегающее прецизионное орошение – это наиболее выгодный тип поворотных оросительных систем. Для большинства культур из-за высоких инвестиций и

РИСУНОК 18
ФАКТИЧЕСКАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ВОДЫ И РАЗРЫВЫ В ПРОДУКТИВНОСТИ ВОДЫ ДЛЯ НЕКОТОРЫХ ОРОШАЕМЫХ КУЛЬТУР В РАЗНЫХ РЕГИОНАХ



ПРИМЕЧАНИЯ. Синим показана фактическая экономическая продуктивность воды, а серым – разрыв в продуктивности воды. Разрывы в продуктивности для разных культур и в разных регионах оценивались как разница с эталонными показателями продуктивности воды, установленными для условий, предполагающих отсутствие водного стресса. Эти данные усреднены за период 1996–2005 годов.

ИСТОЧНИК: Mekonnen & Neale, 2020⁵⁰, по материалам Mekonnen & Hoekstra, 2011⁴⁵.

ТАБЛИЦА 3
ТИПИЧНЫЕ ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ РАЗЛИЧНЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Тип системы	Общее описание	Достоинства	Недостатки
Поверхностное орошение			
Полив по бороздам	Вода течет по склону по небольшим каналам, устроенным между рядами культур ⁶¹ .	Низкие капитальные и эксплуатационные затраты; вода течет по небольшим каналам.	Высокая трудоемкость; меньше возможностей для контроля водного режима; эрозия почвы; возможные потери стока и фильтрационные потери.
Полив затоплением	Полив осуществляется практически на ровной поверхности поля и может включать накопление воды в понижениях в течение длительного времени.	Эффективность в случае грамотного проектирования; меньшая трудоемкость, чем при поливе по бороздам.	Запруживание; необходимость выравнивания рельефа, если поле расположено на склоне.
Полив напуском по полосам	Вода течет между невысокими земляными валиками, разделяющими расположенное на склоне поле на прямоугольные полосы с хорошим дренажом в конце.	Меньшая трудоемкость и меньшие потери стока, чем при поливе по бороздам; легче регулировать глубину инфильтрации.	Вода течет по всей поверхности почвы.
Дождевальное орошение			
Стационарные системы	Частый полив небольшим количеством воды для удовлетворения потребностей растений.	Хороший контроль водного режима; возможность автоматизации и частого орошения; подходят для полей сложной конфигурации.	Высокие капитальные затраты; система может мешать полевым работам.
Полустационарные системы	Медленное орошение во время набора воды для полива. Завершив полив одного участка, система перемещается на соседний для следующего набора воды.	Капитальные затраты ниже, чем в других дождевальных системах.	Трудоемкость выше, чем в других дождевальных системах; сильная неравномерность орошения в ветреную погоду; большая глубина орошения.
Передвижные дождевальные установки ¹	Установка медленно передвигается по полю и орошает его.	Высокая равномерность орошения; низкая трудоемкость.	Высокие капитальные и эксплуатационные затраты; не подходят для полей сложной конфигурации; потенциальные потери воды в ветреную погоду и в результате испарения.
Системы для микроорошения			
Поверхностное капельное орошение	Вода подается на поля по трубам под давлением и медленно разбрызгивается малыми дозами по поверхности почвы с помощью капельниц, расположенных рядом с растениями ⁶² .	Отличный контроль водного режима; возможность частого полива.	Высокие капитальные затраты; требует чистой воды или очистки и фильтрации.
Подпочвенное капельное орошение	Вода подается по заглубленным оросительным трубкам или по капельной ленте, расположенным в корнеобитаемой зоне растений или ниже ⁶³ .	Высокоэффективный и равномерный полив; снижение испарения с поверхности; меньше сорняков и болезней растений ⁶⁴ .	Более высокие капитальные затраты, чем при поливе по бороздам; требует регулярных проверок и тщательного технического обслуживания.

¹ Включая поворотные, линейные и энергосберегающие системы прецизионного орошения.

ИСТОЧНИК: разработка ФАО по материалам Björneberg, 2013⁵⁴.

» небольшого выигрыша в эффективности подпочвенное капельное орошение может применяться только там, где поворотные системы установить невозможно.

В странах Африки к югу от Сахары, где инвестиции в крупномасштабные ирригационные проекты зачастую оказываются неэффективны, мелкие фермеры осваивают и расширяют собственные системы орошения⁵⁵.

Оросительные системы мелких фермеров могут иметь более низкие издержки на единицу продукции по сравнению с государственными системами^{56, 57} и обеспечивать гораздо более высокую внутреннюю норму доходности (28%), чем крупные ирригационные системы, функционирующие на базе плотин (7%)⁵⁸. Они повышают урожайность и доходы, а также снижают риски, связанные с изменчивостью климата (врезка 10). Правительства должны оказывать этому

ВРЕЗКА 10 ОРОШЕНИЕ В ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ: ДАННЫЕ ИЗ СТРАН АФРИКИ К ЮГУ ОТ САХАРЫ

В странах Африки к югу от Сахары орошается всего порядка 3% пахотных земель (см. рисунок 11 на стр. 37), но оросительные системы мелких фермеров быстро растут. Вкладывая в это собственные средства, фермеры получают доступ к грунтовым водам неглубокого залегания, а также к воде из рек, озер и водохранилищ. Для мелких фермеров такие системы являются привлекательным решением, поскольку предполагают использование простого и дешевого инвентаря (ведер, леек, ирригационных насосов с педальным приводом, капельных систем) и технологий почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия, таких как террасирование склонов и сбор дождевой воды *in situ*. Более 80% фермеров, орошающих свои поля, практикуют ручной полив с помощью ведер и леек, хотя растет спрос и на более механизированные системы.

В Буркина-Фасо 170 000 фермеров, в основном мелких, орошают 10 000 га овощных культур, используя ведра, лейки и

небольшие мотопомпы. Это позволило утроить производство овощей в период с 1996 по 2005 год, а доходы фермеров в сухой сезон увеличились на 200–600 долл. США. В Гане под мелкомасштабным орошением находятся 185 000 га пахотных земель, на которых в основном выращиваются овощи в сухой сезон; этим с выгодой для себя занимаются около полумиллиона мелких фермеров. Это добавляет к доходу домохозяйств от 175 до 840 долл. США в год. В Объединенной Республике Танзания более 700 000 фермеров берут воду из рек и колодцев, используя ведра и лейки для полива овощей в общей сложности на 150 000 га. Половина средств мелких фермеров в сухой сезон поступает от продажи орошаемых овощей. В Замбии частные оросительные системы орошают 90 000 га земель, и 20% мелких фермеров, выращивающих овощи в сухой сезон, зарабатывают на 35% больше тех, кто полагается исключительно на осадки.

ИСТОЧНИК: Giordano *et al.*, 2012³⁶.

всяческую поддержку, в том числе путем устранения рыночных барьеров и содействия созданию подходящих и доступных кредитных механизмов, которые позволяли бы мелким фермерам подключаться к таким инициативам. Кроме того, правительствам следует принимать нормативные акты, обеспечивающие экологическую устойчивость этих инициатив (Врезка 10)⁵⁵.

В Азии крупномасштабные финансируемые государством системы поверхностного орошения по ряду причин находятся в упадке, в том числе из-за плохого технического обслуживания со стороны правительств. Многие из них не предусматривали возможности должным образом удовлетворить потребности фермеров и не смогли обеспечить достаточного количества воды для полива сельскохозяйственных культур⁵⁹. Их реконструкции препятствуют низкий уровень предоставления услуг и неэффективность механизмов управления. В результате фермеры непосредственно используют подземные воды. Это помогает повысить эффективность и производительность их труда, но оказывает чрезмерную нагрузку на ресурсы подземных вод⁶⁰. Решение этих проблем потребует модернизации старых оросительных систем, а также последовательных, эффективных и реалистичных мероприятий, инвестиций и мер политики.

Одним из агротехнических приемов, увеличивающих продуктивность воды, является дефицитное орошение, обеспечивающее оптимальное водопользование. Дефицитное орошение (другое его название – регулируемое орошение на грани водного стресса) является способом максимально повысить продуктивность воды⁶⁵. Культура подвергается воздействию некоторого уровня водного стресса либо в течение определенного периода, либо в течение всего вегетационного сезона. В этом случае любое снижение урожайности будет незначительным по сравнению с теми выгодами, которые обеспечивает отвод сэкономленной воды на другие культуры⁶⁶. Исследования показывают, что для плодовых деревьев экономия воды получается выше, чем для травянистых культур, которые почти всегда несколько проигрывают в урожайности. К другим полевым культурам, пригодным для дефицитного орошения, относятся хлопок и сорго⁶⁶. Преимуществами дефицитного орошения являются также снижение случаев грибковых заболеваний и меньшие потери питательных веществ, контролируемые сроки посева и улучшение сельскохозяйственного планирования⁶⁷. Поскольку реакция разных культур на водный стресс может очень сильно различаться, дефицитное орошение требует точных знаний о влагоемкости и содержании солей в почве, а также о свойствах сельскохозяйственных культур^{65–68}.

Инвестирование в устойчивые методы орошения в интересах укрепления источников средств к существованию и охраны окружающей среды

Принято считать, что повышение эффективности орошения за счет применения современных технологий, таких как капельное орошение, обеспечивает существенную экономию воды, которая в этом случае высвобождается для других целей⁶⁶. Выгода на уровне фермерских хозяйств действительно может быть существенной, но тщательный водоучет в масштабе бассейна показывает, что общий расход воды для орошения имеет тенденцию к увеличению, что сокращает возвратный сток другим пользователям, в том числе окружающей среде. Когда эффективность орошения повышается, большая часть воды, ранее “растрачиваемой” из-за неэффективного орошения, возвращается в систему через восполнение запасов подземных вод, рек и дренажных сетей и нередко повторно используется для орошения³³. Кроме того, поскольку современные оросительные системы стимулируют фермеров к переходу на более водоемкие культуры, расширению посевных площадей или увеличению интенсивности земледелия, это приводит к повышению доходов фермеров, но при этом увеличивает и безвозвратное водопользование⁶⁹⁻⁷³. Без системы водораспределения новое орошение часто приводит к увеличению водозабора на уровне бассейна. Такая ситуация наблюдается, например, в бассейне реки Инд в Пакистане⁷⁴, и на юге Испании, в Андалусии⁷¹.

Все это отнюдь не означает, что орошение должно быть неэффективным, но следует поощрять те меры, которые, при ограничении водопользования, способствуют укреплению источников средств к существованию в сельских районах (см. главу 4). Например, в одном из исследований было подсчитано, что комплексное управление водными ресурсами (рациональное использование дождевого стока в сочетании с модернизацией систем орошения) может обеспечить увеличение мирового производства пищевой энергии на 10% с соблюдением требований к экологическим популкам⁷⁵.

Кроме того, передовые технологии орошения обеспечивают серьезные преимущества, и их развитию необходимо содействовать, поскольку они i) часто позволяют экономить рабочую силу; ii) позволяют точно и экономично применять удобрения и химикаты; iii) минимизируют выщелачивание нитратов и других загрязняющих веществ; iv) снижают затраты на перекачку воды и экономят энергию; и v) позволяют фермерам диверсифицировать производство, перейдя на высокоотоварные культуры, что повышает объем производства в денежном выражении (врезка 11)⁶⁶. Если уровень внедрения таких технологий остается низким,

то главным образом это является следствием недостаточной осведомленности об этих преимуществах, а также других экономических и структурных ограничений. Для того чтобы обеспечить устойчивость инвестиций в передовые ирригационные технологии, они должны предусматривать надежный учет водных ресурсов, ограничение добычи, оценку неопределенностей, оценку компромиссов, а также глубокое понимание стимулов и поведения водопользователей (см. главу 4)⁷⁶. ■

КОМПЛЕКСНЫЕ ПОДХОДЫ К ПОВЫШЕНИЮ ПРОДУКТИВНОСТИ ВОДЫ НА УРОВНЕ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ В БОГАРНОМ И ОРОШАЕМОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Водохозяйственная деятельность наиболее эффективна в сочетании с оптимальным использованием вводимых ресурсов и грамотным управлением растениеводством. Эффективность ограниченного ресурса достигает своего максимума тогда, когда ситуация со всеми остальными вводимыми ресурсами оптимальна⁸³. Совершенствование управления водными ресурсами должно сочетаться с надлежащим управлением другими вводимыми ресурсами. Решающую роль в повышении продуктивности воды играют современные высокоурожайные культуры. Во время зеленой революции важную роль в повышении урожайности основных культур сыграл переход на современные сорта, а также более активное использование орошения и агрохимикатов. Серьезное влияние на удельный расход воды на единицу продукции оказывает также содержание питательных веществ в почве. В работе Sadras (2004) это продемонстрировано на примере урожая пшеницы в регионе Малли, Австралия, где разрыв между достижимой и фактической продуктивностью воды был частично обусловлен поливом и содержанием азота в почве⁸⁴.

Есть несколько комплексных подходов, которые позволяют фермерам, особенно в небольших богарных хозяйствах, устойчиво повышать продуктивность воды²⁵. В этих подходах передовая агротехника сочетается с более эффективным управлением почвенными и водными ресурсами, что позволяет интенсифицировать производство за счет комплексного управления плодородием почв, повышения эффективности водопользования и разнообразия сельскохозяйственных культур. Врезка 12 иллюстрирует влияние методов агротехники на урожайность, эвапотранспирацию и продуктивность воды.

ВРЕЗКА 11 ПРЕИМУЩЕСТВА СОВРЕМЕННОГО ОРОШЕНИЯ: ДАННЫЕ ИЗ ИНДИИ, КИТАЯ И СОЕДИНЕННЫХ ШТАТОВ АМЕРИКИ

В китайской провинции Хэбэй использование подпочвенного капельного орошения позволило снизить эвапотранспирацию соответственно на 26 и 15% по сравнению с паводковым и поверхностным капельным орошением, что увеличило продуктивность воды на 25%⁷⁷. Кроме того, благодаря уменьшению испарения увеличились выход зерна и образование биомассы; таким образом, этот метод может быть использован для решения проблемы дефицита воды.

В Индии полевые испытания, проведенные в 2012 и 2013 годах в городе Коимбатур, показали, что капельное орошение увеличивает выход зерна почти на 30%, удваивает продуктивность воды и позволяет использовать на 27% меньше воды по сравнению с традиционным производством риса⁷⁸. Кроме того, это на 40% увеличивает доходность инвестиций. Другое полевое исследование, проведенное в районе Сирса штата Харьяна, продемонстрировало экономические преимущества капельного орошения, показав, что в хлопководстве оно рентабельнее полива по бороздам, поскольку на 25% сокращает затраты на выращивание и обеспечивает экономию воды и электроэнергии на 33%⁷⁹. Кроме того, оно

позволяет уменьшить рост сорняков и эрозию почв. Однако отсутствие дотаций на оборудование и фермерских ноу-хау ограничивает доступ к этой технологии.

По данным одного из исследований, проведенных в Калифорнии, США, подпочвенное капельное орошение повышает урожайность культур и продуктивность воды за счет более рационального водопользования и контроля за использованием удобрений⁸⁰. Другое исследование, проведенное в Калифорнии в долине Сан-Хоакин, показало, что урожайность томатов в условиях капельного орошения примерно на 20% выше, чем при дождевальном орошении с использованием аналогичного количества воды⁸¹. Было также установлено, что, в зависимости от разницы в урожайности и процентных ставках, при капельном орошении прибыль с гектара была на 867–1 493 долл. США выше, чем при дождевальном. Однако переход на капельное орошение не обеспечивает практически никакой экономии воды на гектар. В работе Luhach *et al.* (2004) рекомендовано при выращивании фруктов использовать дождевальные установки ввиду экономической целесообразности, снижения нагрузки на водные ресурсы и сокращения эксплуатационных и трудовых затрат⁸².

В агротехнике и использовании питательных веществ важнейшими являются, в частности, следующие факторы:

- ▶ своевременный посев и сбор урожая в соответствии с количеством осадков, одновременное выращивание нескольких культур, когда это возможно, с целью использования почвенной влаги и восстановления питательных веществ почвы, а также перенос посевного сезона на периоды, когда испарение меньше^{68, 85, 86};
- ▶ шаг посева и ориентация рядов, обеспечивающие оптимальную плотность посадки (пространство между растениями) и высокую однородность насаждений;
- ▶ выбор сортов сельскохозяйственных культур с высоким потенциалом урожайности и/или устойчивых к засухам и/или быстрее растущих под древесным пологом^{87–89};
- ▶ пространственное распределение и зональное растениеводство, выявление и исключение полей, которые дают стабильно более низкие урожаи, в целях повышения эффективности использования воды на единицу продукции⁸⁶;
- ▶ рациональное использование питательных веществ, поскольку их содержание в почве влияет на удельный расход воды на единицу продукции, а также на борьбу с сорняками и вредителями.

Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие

Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие может повысить эффективность использования воды и питательных веществ благодаря минимальному разрушению структуры почвы (т. е. отсутствию обработки почвы), сохранению постоянного надпочвенного покрова из растительных остатков и живой мульчи, а также диверсификации видов растений.^m Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие быстро набирает популярность: оно практикуется уже почти на 180 млн га в 79 странах⁹³. Основными причинами этого являются высокая факторная производительность и хорошая продуктивность воды, снижение издержек производства и увеличение рентабельности, а также повышение стабильности урожая. В Китае благодаря практикам почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия увеличение урожайности пшеницы, кукурузы и риса составило от 2 до 8%⁹⁴. В Индии этот подход существенно снизил издержки производства для фермеров и повысил продуктивность оросительной воды⁹⁵.

^m Подробнее о почвозащитном и ресурсосберегающем земледелии см. FAO, 2020⁹².

ВРЕЗКА 12

ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИКИ НА ЭВАПОТРАНСПИРАЦИЮ, УРОЖАЙНОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ВОДЫ: ДАННЫЕ ИЗ АРГЕНТИНЫ И ИНДИИ

В исследовании, проведенном в Аргентине, изучено влияние уменьшения междурядья на урожайность кукурузы, эвапотранспирацию и продуктивность воды при различных водных и азотных режимах⁹⁰. Изменение урожайности зерна при узкорядном посеве (35 см против 70 см) колебалось в диапазоне от 0 до 23% и было более выраженным у богарных культур, выращиваемых в условиях ограниченности водных ресурсов, и/или культур, испытывающих дефицит азота (т.е. неудобряемых). Узкорядный посев увеличивал эвапотранспирацию культур на начальных стадиях роста на 8%, а внесение азотных удобрений

на нее не влияло. При уменьшении междурядья дополнительное повышение продуктивности воды для зерна составляло до 17%. Этот эффект был более выраженным при выращивании в условиях дефицита азота и/или ограниченности водных ресурсов, но незначительным для удобряемых и орошаемых культур.

В работе Van Dam *et al.* (2006) смоделирован рост культур для разных дат посева (в период между 10 ноября и 10 декабря) в округе Сирса, Индия⁹¹. Ранний посев увеличивал выход зерна и, в сочетании с небольшим увеличением эвапотранспирации в процессе выращивания, повышал продуктивность воды на 20%.

Противозероэрозийная обработка почвы может способствовать сохранению почвенной воды, улучшению качества почв и повышению урожайности сельскохозяйственных культур, а также уменьшению испарения⁹⁶⁻¹⁰⁰. Выпас скота на улучшенных пастбищах, полученных в результате лугопастбищного севооборота в условиях почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия, увеличивает производство мяса на единицу пастбищ при меньших выбросах парниковых газов (ПГ)¹⁰¹. Влияние на продуктивность воды зависит от конкретных условий и воздействия на эвапотранспирацию и урожайность^{50, 102}. Внедрение практик почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия может оказаться проблематичным в странах Африки к югу от Сахары и Южной Азии, поскольку там растительные остатки используются в качестве корма для скота или бытового топлива¹⁰³⁻¹⁰⁵. Другими проблемами являются рост сорняков и необходимость привлечения дополнительной рабочей силы при отказе от гербицидов, что особенно сильно сказывается на нагрузке женщин¹⁰⁶. Успех почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия часто зависит от выбора агроэкологических регионов и типов почв, где внедрение этих методов может пройти легко. Помочь также может разработка пакетов услуг для конкретной местности и информирование фермерского сообщества и широкой общественности о преимуществах этого подхода.

Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие может также способствовать повышению устойчивости сельскохозяйственных систем к изменению климата. Во многих случаях оно позволяет сократить выбросы парниковых газов в сельскохозяйственных системах и повысить их роль в качестве поглотителей углерода^{101, 107}. Почвозащитное и

ресурсосберегающее земледелие может также способствовать повышению устойчивости сельскохозяйственных систем к изменению климата. Во многих случаях оно позволяет сократить выбросы парниковых газов в сельскохозяйственных системах и повысить их роль в качестве поглотителей углерода¹⁰⁸. Оценка потенциальных преимуществ внедрения усовершенствованных стратегий хозяйствования, описанных в этой главе, представлена во [врезке 13](#). ■

ПРОДУКТИВНОСТЬ ВОДЫ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

В пересчете на количество килограммов производимого продукта на кубометр воды у продуктов животноводства продуктивность воды ниже, чем у сельскохозяйственных культур (см. показатели из [таблицы 4](#) и [таблицы 2](#)).

У сельскохозяйственных культур продуктивность воды находится в диапазоне от 0,12 кг/м³ для орехов до 5,49 кг/м³ для сахара, а у продукции животноводства – от 0,07 кг/м³ для говядины до 1,05 кг/м³ для молока. После молока наибольшая продуктивность воды у яиц и тилапии. В зависимости от системы производства продуктивность воды для тилапии может существенно варьироваться. Например, при выращивании в аэрированных прудах продуктивность воды ниже¹¹⁰. В рыболовстве и аквакультуре расчет водопотребления не такой простой, как в растениеводстве и животноводстве, поскольку в этом случае приходится учитывать корма, энергию, а также уровень циркуляции и расхода воды. Подробнее вопросы водопользования в рыбном хозяйстве рассмотрены в разделе “В фокусе: Аквакультура в

Данные о системах богарного и орошаемого земледелия, представленные на рисунках 5 (стр. 28) и 7 (стр. 30), позволяют оценить долю пахотных земель, урожайность которых можно повысить с помощью различных видов оросительных и водохозяйственных технологий и методов. (Разбивка по странам доли пахотных земель, занятых под каждым типом производства и испытывающих нехватку воды, приведена в таблице A2 Статистического приложения, стр. 138). Ожидаемое повышение урожайности может быть достигнуто за счет инвестиций в расширение орошаемых площадей, реконструкции оросительных систем, а также потенциального внедрения следующих технологий и методов хозяйствования: i) капельное орошение; ii) дождевальное орошение; iii) сбор поверхностного стока; iv) использование засухоустойчивых сортов; v) использование жаростойких сортов; vi) почвозащитная обработка земли; vii) комплексное управление плодородием почв (т.е. сочетание химических удобрений, растительных остатков и навоза/компоста); и viii) прецизионное земледелие (определение см. в разделе “Как сделать так, чтобы инновации, коммуникации и технологии работали на общее благо”, стр. 75).

Анализ, представленный на рисунках в этой врезке, показывает, какие результаты могут быть достигнуты к 2030 году на соответствующих площадях в случае использования указанных технологий. Этот прогноз составлен с использованием разработанной ИФПРИ Международной модели анализа политики в сфере сельскохозяйственных товаров и торговли (ИМПАКТ). Процесс моделирования и модель ИМПАКТ подробно описаны в Техническом приложении (стр. 127).

Согласно этим прогнозам, инвестиции в реконструкцию и модернизацию оросительных систем будут несколько выше в

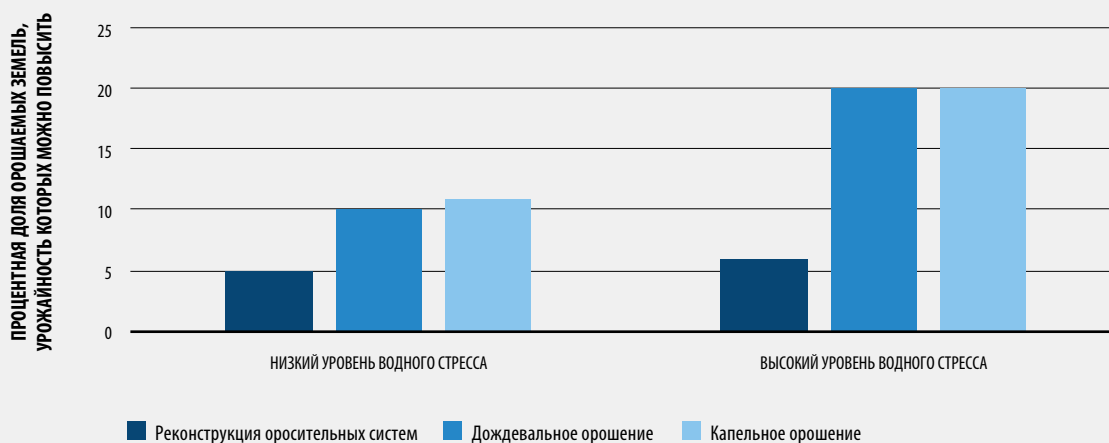
условиях высокого уровня водного стресса, чем в условиях низкого, поскольку в первом случае инвестиции могут иметь более высокую отдачу. Ожидаемые объемы инвестиций в капельное и дождевальное орошение выше также на орошаемых землях с высоким уровнем водного стресса. Там, где вода в изобилии, инвестиции могут не принести отдачи, а там, где воды мало, внедрение новых технологий позволяет фермерам лучше контролировать урожай и эффективность применения соответствующих методов для выращивания более ценных культур и получения более высоких урожаев. Для того чтобы инвестиции обеспечивали экономию воды в водосборном бассейне, выделение средств должно производиться на основании данных учета и распределения водных ресурсов (см. главу 4). Инвестиции также должны сопровождаться социально-экономическим анализом с учетом местных требований и условий.

Модели для сбора поверхностного стока и использования засухоустойчивых сортов были рассчитаны только для богарных земель. Прогнозируемый уровень внедрения этих подходов оказался выше в малоресурсоемком богарном земледелии; это говорит о том, что они могут быть выгодны мелким фермерам. Что касается использования засухоустойчивых сортов, прогнозируемая доля площадей получилась существенно выше в богарных районах с высоким риском засух как в ресурсоемком, так и в малоресурсоемком земледелии.

Выращивание жаростойких сортов культур повышает урожайность как на богарных, так и на орошаемых землях. Усиление частоты засух коррелирует с более высоким испарением и температурой, хотя выгоды могут быть больше в регионах, подверженных частым засухам, и особенно актуальны

ПРОЦЕНТНАЯ ДОЛЯ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ, УРОЖАЙНОСТЬ КОТОРЫХ К 2030 ГОДУ МОЖНО ПОВЫСИТЬ С ПОМОЩЬЮ ИНВЕСТИЦИЙ В ОТДЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

А. Варианты для орошаемых земель

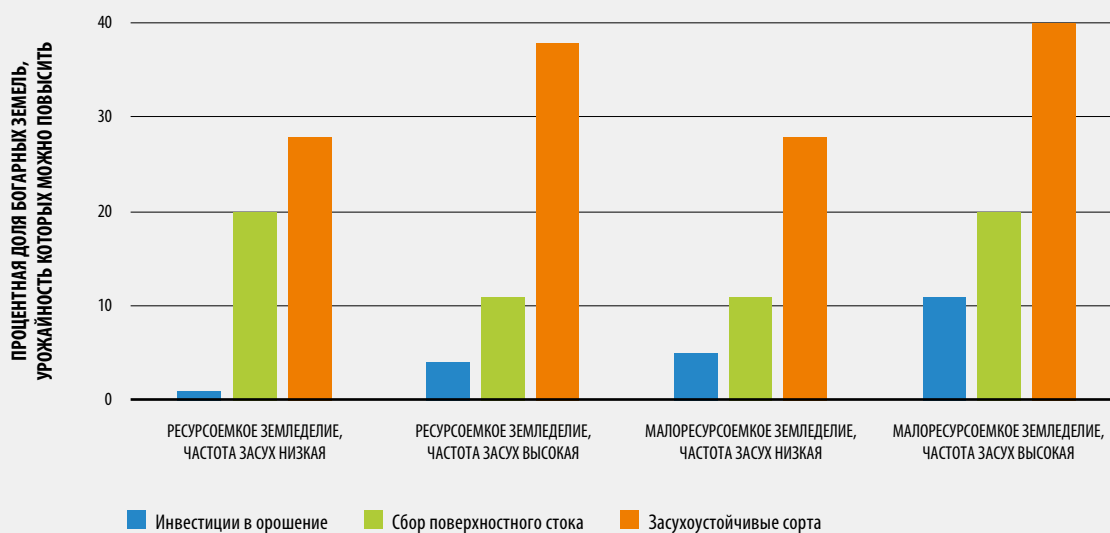


ВРЕЗКА 13 (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

для малоресурсоемкого земледелия. Почвозащитная обработка земли повышает урожайность на орошаемых и богарных землях, а в богарном земледелии более перспективна в малоресурсоемких системах в районах, где бывают засухи; соответственно, это может быть хорошим решением для мелких фермеров. Комплексное управление плодородием почв может повысить урожайность везде, особенно в районах с низким уровнем водного стресса, но каких-то четких закономерностей в данном случае выявить не удалось. Согласно этим прогнозам, самым выгодным вариантом является прецизионное земледелие, поэтому в орошаемых системах, позволяющих обеспечить должный контроль полива, его применяют чаще всего.

Рассмотренные инвестиции, технологии и методы хозяйствования могут быть полезны во всех системах производства, в разной степени испытывающими нехватку воды. И хотя сами по себе проблем перебоев с водой и ее дефицита в период с 2020 по 2030 год они не решат, с их помощью можно существенно улучшить положение миллионов фермеров, ведущих свое хозяйство на орошаемых и богарных землях. В разных странах их преимущества могут существенно различаться; это говорит о том, что стратегии водопользования необходимо выстраивать в точном соответствии со спецификой конкретных орошаемых и богарных систем, местным потенциалом и условиями, а также проблемами в области водоснабжения.

В. Варианты для земель, которые в настоящее время являются богарными



С. Варианты, возможные как на богарных, так и на орошаемых землях

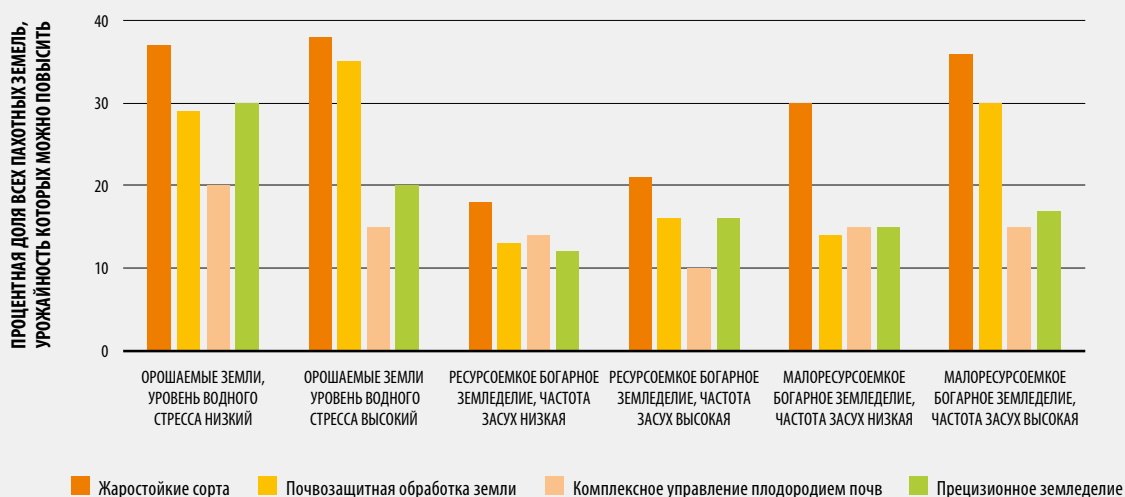


ТАБЛИЦА 4
СРЕДНЯЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ВОДЫ ДЛЯ НЕКОТОРЫХ ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОВОДСТВА

Пищевой продукт	Продуктивность воды			
	Масса (кг/м ³) ⁱ	Энергетическая ценность (ккал/м ³) ⁱⁱ	Белки (г/м ³) ⁱⁱⁱ	Экономическая ценность (долл. США/м ³) ⁱⁱⁱ
Американский сомик	0,16	216	24,8	–
Говядина	0,07	101	9,2	0,166
Сливочное масло	0,19	1 491	0,0	0,828
Курятина	0,26	373	32,9	0,316
Яйца	0,35	502	39,1	0,310
Молоко	1,05	591	34,8	0,309
Свинина	0,19	519	19,6	0,263
Баранина	0,10	199	13,4	0,254
Тилапия (сырой вес)	0,30	288	60,3	–

ⁱ Показатели по продуктам животноводства и рыбного хозяйства взяты из работ Mekonnen & Hoekstra, 2012¹¹¹ и Lemoalle, 2008¹¹⁰, соответственно.

ⁱⁱ Рассчитывается на основе продуктивности пресной и дождевой воды и пищевой ценности продуктов животноводства.

ⁱⁱⁱ Рассчитывается на основе продуктивности воды и цены производителя на соответствующий продукт животноводства. Пищевая ценность и цена производителя взяты из базы данных ФАОСТАТ¹¹².

ПРИМЕЧАНИЕ. Для рыбопродуктов пищевая ценность и содержание белка рассчитаны на основании данных Лаборатории нутрициологии Министерства сельского хозяйства США¹¹³. ИСТОЧНИКИ: Mekonnen & Neale, 2020⁵⁰ и Lemoalle, 2008¹¹⁰.

» контексте устойчивого водопользования в продовольственных системах», стр. 79.

Если рассматривать этот вопрос с точки зрения производства пищевой энергии, то у сельскохозяйственных культур продуктивность воды обычно выше, чем у продуктов животноводства. По содержанию белка первое место занимает тилапия (см. таблицу 4), и продуктивность воды у нее выше, чем у американского сомика. Относительно высокие показатели также у молока, яиц и курятины. Экономическая продуктивность воды (в долларах США на кубометр воды) у продуктов животноводства часто выше, чем у сельскохозяйственных культур; исключение составляют фрукты, овощи, а также корнеплоды или клубнеплоды с высоким содержанием крахмала. Глобальный спрос на продукцию животноводства (как и на корма для животных) растет, что создает потенциальное бремя для пресноводных ресурсов. Необходимы меры по дальнейшему повышению продуктивности воды у продуктов животноводства.

Возможности повышения продуктивности воды в животноводческих системах

В производстве продукции животноводства используются различные подходы, предполагающие разные схемы

водопользования. Источником корма для скота может быть выпас и/или производство кормов на богарных или орошаемых землях. В смешанных системах производства животные поедают пожнивные остатки и побочные продукты, а навоз используется в качестве удобрения. Под пастбища используется более трети свободной ото льда территории суши на планете¹¹⁴. Скот пасется примерно на 2 млрд га пастбищ и лугов, две трети которых непригодны для посева сельскохозяйственных культур. На этих территориях животноводство является единственным способом использования дождевой воды для производства продовольствия. Помимо использования значительной доли сельскохозяйственных земель, животноводство использует также большие объемы воды¹¹⁵. В отличие от растениеводства, животноводство зачастую не рассматривается в качестве объекта управления сельскохозяйственным водопользованием, несмотря на многочисленные возможности для повышения продуктивности воды и улучшения экологических показателей. Животноводство также является мощным ресурсом для обеспечения устойчивости к внешним воздействиям, поскольку позволяет смягчить влияние засух на сельскохозяйственное производство и средства к существованию фермеров, в том числе за счет мобильности животных, борьбы с болезнями и охраны здоровья животных, рационального использования кормов и воды, а также стратификации производства с целью снижения нагрузки на пастбища в засушливых районах¹¹⁶.

Во многих пастушеских сообществах одной из главных стратегий, обеспечивающих доступ к рассредоточенным на больших территориях пастбищам и водным источникам, является мобильность, которая особенно важна во время сильных засух¹¹⁷.

На пастбищных землях надлежащий контроль за сезоном выпаса, интенсивностью и частотой использования и распределением пастбищ может способствовать улучшению растительного покрова, уменьшению эрозии почв и поддержанию или повышению качества и доступности воды¹¹⁸. Содержание животных предполагает заботу об улучшении их здоровья и грамотную зоотехнику^{115, 119}. Выбор подходящего рациона может также решить сразу две задачи: повысить продуктивность воды в секторе и обеспечить экономию воды за счет улучшения методов хозяйствования и ликвидации разрыва в урожайности кормовых культур. Исследование, проводившееся в 2001–2011 годах в Санта-Катарине, Бразилия, показало, что с помощью определенных стратегий в области питания можно сократить водный след свиноводства на 18% и (с точки зрения питания) более чем на 20% повысить продуктивность воды¹²⁰. В другом исследовании, которое проводилось на севере Германии, было установлено, что увеличение надоев молока в сочетании с кормлением животных травой и кукурузным силосом существенно повышает продуктивность воды на молочных фермах по сравнению с выпасом и кормлением концентратами¹²¹. В смешанных системах, сочетающих растениеводство с животноводством, продуктивность воды можно повысить за счет грамотного подбора видов кормов, улучшения их качества и источников, повышения продуктивности кормовой воды и рационального использования пастбищ^{119, 122}. Эти методы повышают эффективность землепользования и водопользования и значительно сокращают выбросы парниковых газов.

Поскольку большая часть воды в животноводстве предназначена для животных, то главным является эффективное использование воды, накопленной в цистернах и резервуарах, дождевой воды и воды невысокого качества для животноводства¹¹⁵. Важными стратегиями водосбережения являются экономия воды с помощью соответствующих устройств для подачи питья (например, чашечных и клапанных поилок), а также техническое обслуживание и ремонт поилок с целью недопущения утечек воды. Помимо изменения рациона животных и модернизации систем подачи воды для питья можно также обеспечить затенение в загонах и на откормочных площадках и регулирование температуры в помещениях, где содержатся животные¹¹⁵. Снизить водопотребление и уязвимость к дефициту воды можно также за счет рациональной очистки, использования моек высокого давления или рециркуляции воды, а нагрузку на источники в условиях дефицита снизит использование

воды из альтернативных источников. Предпринимая попытки повысить продуктивность воды в сельском хозяйстве, следует учитывать различия между системами и оптимизировать использование ресурсов в разных компонентах этих систем¹²². Успех внедрения мероприятий может зависеть от того, насколько в них учтены соответствующие институты, меры политики и гендерные вопросы¹¹⁹. ■

ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СИТУАЦИЮ В НЕСЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ СФЕРЕ

Взаимосвязь сельскохозяйственных ландшафтов с экосистемными функциями

Системы сельскохозяйственного производства являются основными движущими силами целого ряда желательных и нежелательных изменений в окружающей среде. Богарные пахотные земли и пастбища могут существенным образом повлиять на биоразнообразие и качество воды¹²³. Некоторые водохозяйственные стратегии могут иметь негативные последствия. Такие децентрализованные мероприятия, как устройство цистерн для дождевой воды и сбор ливневых вод, даже если их масштаб невелик, могут оказывать негативное воздействие на водный баланс водосборного бассейна, если их не сочетать с другими мерами (например, с восстановлением экосистем, расположенных в верховьях бассейна). Крупные программы сбора поверхностного стока в небольших объемах, такие как система регулирования стока с водосбора в штате Андхра-Прадеш и других частях Индии, оказывают существенное воздействие на общую гидрологическую ситуацию и наличие воды ниже по течению¹²⁴ и могут серьезно повлиять на продуктивность речного рыболовства. Однако имеющиеся данные неоднозначны, поэтому здесь необходимы новые инструменты моделирования и сбор полевых данных^{125, 126}.

Повышение эффективности сельскохозяйственного водопользования может приводить и к благоприятным изменениям в окружающей среде. Например, в водосборном бассейне Котхапалли на юге Индии водохозяйственные мероприятия в сельском хозяйстве позволили уменьшить донные наносы в реках, что оказало очень положительное влияние на экологию водотока в реках и срок службы водохранилищ¹²⁵. Грамотное управление водными ресурсами может также способствовать существенному сокращению выбросов парниковых газов. Например, в рисоводстве

ВРЕЗКА 14 ЛЕСА КАК ПРИРОДНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ РЕШЕНИЕ

Будучи ключевыми элементами круговорота воды, леса и деревья занимают центральное место в природно-ориентированных решениях в области водопользования. Устойчивое управление лесными ресурсами может способствовать не только улучшению качества и количества воды и ее своевременной подаче, но и снижению рисков наводнений, эрозии почв и береговой эрозии, а также засух. Моховые леса, произрастающие в тропических и субтропических районах на склонах гор, увеличивают поступление воды в водосборный бассейн, поскольку находятся в полосе конденсации туманов и снижают эвапотранспирацию¹³⁰.

Кроме того, леса и деревья улучшают качество воды благодаря повышению инфильтрации и уменьшению загрязнения воды, обусловленного сельскохозяйственными стоками, эрозией и седиментацией; это оказывает значительное воздействие на биоразнообразие. В качестве примера можно привести важную роль прибрежных лесов в обеспечении продуктивности водных ресурсов на Тихоокеанском северо-западе Северной Америки, где наличие лесополос обеспечивает необходимые параметры (температуру воды,

содержание питательных веществ, морфологию и субстрат русел) для поддержания рыболовства во внутренних водоемах, в частности ловли лосося. Природно-ориентированные решения, связанные с лесами, могут также повышать устойчивость людей и выращиваемых ими культур к изменению климата и экстремальным погодным условиям. В прибрежных районах леса могут смягчать воздействие штормовых волн, береговой эрозии и вторжения соленых вод в результате повышения уровня моря, т.е. всего того, что оказывает воздействие на сельское хозяйство. Мангровые экосистемы могут защитить прибрежные поселения от воздействия ветровой и волновой эрозии, а также от других угроз¹³¹. Прибрежная растительность, особенно мангровые леса, обладает большим потенциалом в плане очистки сточных вод, удаления химических загрязнений и смягчения последствий загрязнения прибрежных районов и эрозии почв^{132, 133}. Восстановление мангровых лесов может сочетаться с аквакультурой: устройство прудов с саженцами мангровых деревьев является экономически эффективным и экологически чистым вариантом очистки сточных вод аквакультуры¹³⁴.

одним из наиболее перспективных методов сокращения выбросов является сокращение или прерывание периодов затопления полей, поскольку это снижает продукцию бактериального метана и, соответственно, выбросы метана^{127, 128}. Есть несколько подходов, в которых учитывается взаимосвязь между сельскохозяйственными ландшафтами, использованием ресурсов и экосистемными функциями. Природно-ориентированные решения имеют в своей основе естественные механизмы и поддерживаются самой природой; в них используются или имитируются естественные процессы, призванные внести свой вклад в совершенствование управления водными ресурсами. Такие решения могут включать сохранение или восстановление природных экосистем и/или усиление или создание естественных процессов в модифицированных или искусственных экосистемах¹²⁹. Они могут оказывать положительное каскадное воздействие на сельское хозяйство, биоразнообразие, продовольственную безопасность и окружающую среду. Но несмотря на то, что они получают все более широкое признание, их массовое внедрение все еще сталкивается с некоторыми проблемами. Звучат призывы перейти к новой парадигме, в рамках которой леса, торфяники и другие экосистемы должны рассматриваться как регуляторы круговорота пресной воды в масштабах от местного до континентального, с использованием ландшафтного

подхода с участием многих заинтересованных сторон (врезка 14). С точки зрения создания благоприятных условий природно-ориентированные решения – это меры того же ряда, что и другие варианты управления водными ресурсами. Они могут предусматривать перенаправление инвестиций, введение платы за экосистемные услуги, а также внедрение устойчивых методов сельскохозяйственного производства и поддерживающих мер политики¹²⁹.

Управление стоком и борьба с наносами и эрозией

Одним из недооцененных преимуществ рачительного сельскохозяйственного водопользования является его роль в аккумуляции поверхностного стока и борьбе с наносами. Системы аккумуляции стока и экстремальных осадков помогают справиться не только с нехваткой воды во время засух, но и с наводнениями; кроме того, они способствуют увеличению производства биомассы и удержанию питательных веществ¹³⁵. Борьба с наносами призвана смягчить такие последствия эрозии и седиментации, как потеря ценного верхнего слоя почвы (из-за которой снижаются продуктивность и водоудерживающая способность земель) и ущерб, причиняемый инфраструктуре, например гидроэлектростанциям и водоочистным сооружениям. Седиментация может также ухудшать качество

воды в результате стока наносов в ручьи, озера и прибрежные зоны, уменьшать емкость резервуаров для хранения воды и усугублять ущерб от наводнений¹³⁶.

Исследование, проведенное в Эфиопии, показало, что сбор поверхностного стока и технологии сохранения почв и вод, такие как устройство дамб и почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие, способствуют удержанию и сокращению стока наносов на 45–90%⁴¹. На юге Африки сток наносов и поверхностный сток были сокращены соответственно на 80 и 60%⁴⁰. Метаанализ, результаты которого представлены в работе Joshi *et al.* (2008), охватывал более 600 микроводоразделов в Индии; он показывает, что сток наносов сократился в среднем на 45%, а объем удержания верхнего слоя почвы составил 1,1 тонны на гектар¹³⁷. Это исследование также выявило положительную взаимосвязь между участием и выгодами от развития водосборных бассейнов: было показано, что участие заинтересованных сторон в процессах развития помогает избежать негативного влияния действий одной группы фермеров на положение других групп. Другим методом сохранения почв и вод является устройство травяных полос и живых изгородей из деревьев и кустарников: это еще одно природно-ориентированное решение, которое, помимо содействия сохранению влаги и предотвращения эрозии на склонах²⁵, может значительно сократить сток наносов¹³⁸. Устройство насаждений вдоль водных путей может значительно улучшить качество воды для рыбы. В бассейне реки Зарка, Иордания, устойчивое использование пастбищных угодий способствовало увеличению съедобной биомассы, связыванию углерода и/или стабилизации наносов¹³⁹.

Масштабировать эти результаты до уровня водораздела и далее – задача непростая¹⁴⁰. Для этого, в частности, существенно не хватает данных по тропическим и субтропическим сельскохозяйственным регионам, а также по микро- и среднемасштабным водоразделам (от 0,01 до 100 км²)¹⁴¹. Отсутствует долгосрочный ландшафтный мониторинг по всем регионам и системам производства, который был бы особенно ценен в странах с низким уровнем дохода и в наименее развитых странах, где сельское хозяйство проходит процесс быстрых преобразований.

Регулирование нагрузки по питательным веществам в сельском хозяйстве

Сельскохозяйственное производство может нарушать естественный круговорот питательных веществ (азота и фосфора), что вызывает опасения в связи с возможным загрязнением воды в результате избыточной нагрузки питательными веществами и эвтрофикации. Ожидается, что в результате роста численности населения и улучшения благосостояния эти проблемы будут обостряться. В странах с низким уровнем дохода темпы роста

выше: согласно прогнозам, увеличение нагрузки по азоту может составить до 118%, а по фосфору – до 47%¹⁴². Это страны с самым высоким ростом численности населения, определяющим спрос на продовольствие и объем сельскохозяйственного производства. Обеспечение продовольственной безопасности, питания и экологической устойчивости потребует решения проблемы загрязнения окружающей среды, связанного с деятельностью сельского хозяйства.

Этому могут способствовать такие водохозяйственные мероприятия, как устройство растительных полос, инфильтрационных канав/бассейнов и искусственное заболачивание, поскольку это помогает задержать избыток питательных веществ, особенно азота и фосфора (которые являются наиболее распространенными загрязнителями воды), и, тем самым, снизить загрязняющую нагрузку из точечных источников, также известную под названием “диффузное загрязнение”¹³⁸. Эффективность таких технологий различна и обычно зависит от конкретного проекта и местного ландшафта, но в системах сельскохозяйственного производства в Европе и Северной Америке они применяются достаточно широко.

Снижению избыточной нагрузки по питательным веществам и улучшению качества воды может способствовать интеграция аквакультуры в системы сельскохозяйственного производства¹⁴³. Например, в системах “рыба–рис” присутствие рыбы улучшает круговорот и циркуляцию питательных веществ. Это сокращает необходимость использования пестицидов и связанные с этим затраты, подавляет рост сорняков на рисовых полях и улучшает плодородие почв. Однако управлять такими системами сложнее. Подробнее о загрязнении воды в результате деятельности сельского хозяйства см. в разделе “В фокусе: Сельское хозяйство, загрязнение водных ресурсов и засоленность воды”, стр. 44. ■

СОКРАЩЕНИЕ ДЕФИЦИТА ВОДЫ ЗА СЧЕТ НЕТРАДИЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ

В условиях растущего спроса на воду все более популярным становится использование нетрадиционных источников, таких как очищенные сточные воды и опресненная вода. Большинство видов водохозяйственной деятельности связано с производством сточных вод, потенциально пригодных для вторичного использования, например в сельском хозяйстве. Если бы все эти объемы воды можно было использовать повторно, это существенно снизило бы нагрузку на ресурсы пресной воды и уменьшило бы ее дефицит, при условии, что оценки,

осуществляемые в рамках учета водных ресурсов, подтвердят, что возвратный сток не выполнял экологической функции.

Повторное использование воды

Считается, что с ростом населения и развитием урбанизации объемы сточных вод будут существенно увеличиваться. Страны с высоким уровнем дохода очищают порядка 73% своих сточных вод. В странах с уровнем дохода выше среднего этот показатель составляет 54%, а в странах с уровнем дохода ниже среднего – только 28%. Примерно 80% сточных вод во всем мире сбрасывается без надлежащей очистки^{144, 145}. В 2019 году прогнозировалось создание новых мощностей для повторного использования воды в общей сложности на 7,5 млн м³/сутки. Наибольшая доля в этом объеме приходится на Китай (3,7 млн м³/сутки), за ним следуют Соединенные Штаты Америки (880 000 м³/сутки) и Индия (680 000 м³/сутки)¹⁴⁶. По большей части это третичная очистка и/или глубокая доочистка сточных вод, что является отражением общей тенденции: необходимость в глубокой доочистке обусловлена потребностями промышленности в воде более высокого качества, а также спросом со стороны сельского хозяйства.

Точные данные по объемам повторного использования воды в сельском хозяйстве найти трудно, но известно, что неочищенные или частично очищенные сточные воды поступают примерно на 10% общей площади орошаемых земель в мире, что составляет более 30 млн га в 50 странах^{144, 147}. Наиболее важным преимуществом повторного использования воды в сельском хозяйстве на протяжении десятилетий было снижение нагрузки на источники пресной воды¹⁴⁸.

Новый подход к повторному использованию воды в сельском хозяйстве был предложен с появлением циркулярной экономики, в которой применяется модель поддержания ценности продуктов, материалов и ресурсов до тех пор, пока это практически осуществимо, а отходы сокращаются или даже исчезают совсем¹⁴⁹. Очищенные сточные воды легко доступны для сельского хозяйства, в том числе для орошения. Возможность повторного использования воды для орошения повышает уверенность в том, что вода будет доступна круглый год, даже во время засухи. Питательные вещества могут быть восстановлены из осадка сточных вод (твердых веществ биологического происхождения) и повторно использованы в качестве удобрения: этот метод широко практикуется во многих странах¹⁵⁰. В Европе в сельском хозяйстве было использовано более четверти образовавшегося в 2017 году осадка сточных вод¹⁵¹. Одним из неоспоримых преимуществ этого подхода является рекуперация энергии, например производство биогаза из перерабатываемых отходов на уровне хозяйств.

Очистка сточных вод в соответствии с потребностями конечных пользователей (соответствие целевому назначению) – это реалистичный вариант использования нетрадиционных источников воды, питательных веществ и энергии для сельского хозяйства. Повторное использование воды в сельском хозяйстве из пригодных для использования очищенных сточных вод является беспроблемной стратегией, поскольку в ее основе лежат улучшение санитарно-гигиенических условий (системы сбора воды), работа очистных сооружений, повторное использование химических элементов (азота и фосфора) и получение воды для более ценных видов использования. Однако в культурах некоторых стран использование очищенных сточных вод для орошения продовольственных культур по-прежнему неприемлемо. При наличии надежных каналов коммуникаций негативное отношение к использованию нетрадиционных источников воды в производстве продовольствия можно изменить с помощью мер государственного регулирования и вовлечения заинтересованных сторон. Кроме того, для содействия развитию и внедрению передовых практик необходимо определить с оценкой критериев качества воды, потенциальным воздействием на окружающую среду и вопросами регулирования.

Действующие меры политики в области использования рекуперированной воды весьма фрагментарны и во многих странах неполны, что, как правило, тормозит развитие¹⁵². Поэтому необходимо разработать как политические механизмы, так и принципы планирования, с помощью которых правительства, муниципалитеты и группы пользователей водных ресурсов смогут организовать рециркуляцию сточных вод для нужд орошаемого земледелия. Способствовать внедрению необходимых технологий с учетом местных потребностей и условий могут программы подготовки кадров и наращивания потенциала, реализуемые по местным и международным каналам. Для устранения барьеров и создания благоприятных условий потребуются принятие соответствующего законодательства и нормативных актов, которые обеспечат возможность финансирования внедрения.

Опреснение воды

Опреснение – это удаление из воды растворенных в ней твердых веществ (преимущественно неорганических солей) и других загрязнителей. Источниками воды для опреснения могут быть морская вода, солоноватая вода (поверхностные и подземные воды) и дренажно-сбросные воды с оросительных систем. Аристотель в своей знаменитой “Метеорологике”, написанной примерно в 350 году до н. э., описал процесс дистилляции, т.е. удаления солей и других соединений с целью получения пресной воды. С тех пор опреснение воды стало одной из главных технологий городского водоснабжения, особенно в пустынных и засушливых регионах. Поскольку количество морской воды практически не ограничено, опреснение является

перспективным решением извечной проблемы: вода в изобилии, но для питья она непригодна¹⁵³. В мире насчитывается порядка 16 000 опреснительных установок, производящих около 100 млн кубометров питьевой воды в сутки для 5% населения планеты, из них 48% находятся на Ближнем Востоке и в Северной Африке^{154, 155}. С 2018 года в мире было заключено более 400 контрактов на реализацию проектов по опреснению воды, и в первой половине 2019 года были введены новые мощности на 4 млн кубометров в сутки¹⁴⁶.

Основным способом получения пресной воды является дистилляция, т.е. выпаривание и перегонка соленой воды с последующей конденсацией паров и их превращением в чистую воду. В 1950-х годах для этих целей были разработаны мембранные процессы, такие как электродиализ и обратный осмос. При электродиализе отделение солей от воды происходит под действием электрического тока. При обратном осмосе вода под давлением проходит через полупроницаемую мембрану, которая не пропускает большую часть солей¹⁵⁶. В отличие от дистилляции, современные мембранные методы требуют очень мало энергии для получения пресной воды, но утилизация извлеченных из воды солей является одной из главных экологических проблем¹⁵⁷.

Главным препятствием для опреснения всегда была стоимость этого процесса. Его применение в сельском хозяйстве ограничивается небольшим количеством территорий, на которых выращиваются некоторые высокотоварные культуры, и требует государственных субсидий на капитальные затраты¹⁵⁶. Однако в последние десятилетия опреснение воды стало гораздо более эффективным и рентабельным благодаря растущему спросу, усовершенствованию технологий, сокращению затрат и энергопотребления, увеличению размеров опреснительных установок до крупных и мегамощностей и более выгодным условиям реализации проектов¹⁵⁸. Одно из исследований 2008 года показало, что в течение почти трех десятилетий затраты на опреснение воды последовательно снижаются, а в крупных опреснительных установках стоимость опреснения составляет 0,5–2,0 долл. США за кубометр, в зависимости от размера установки¹⁵⁹. По оценкам, приведенным в более позднем исследовании, стоимость опресненной воды колеблется в пределах 0,5–1,5 долл. США за кубометр¹⁶⁰. По стоимости опреснение солоноватой воды подходит для сельскохозяйственного производства лучше, чем опреснение морской воды. Мембранные технологии и использование энергии из возобновляемых источников, например солнечной, сделали опреснение воды более целесообразным с экономической точки зрения, особенно при выращивании высокотоварных культур, таких как тепличные овощи. Фермеры это приветствуют, поскольку опреснение позволяет удалить соли (особенно натриевые и солянокислые), которые повреждают почву, замедляют рост растений и вредят окружающей среде¹⁶¹.

В ряде стран, включая Австралию, Испанию, Китай и Мексику, опресненная вода используется сейчас с выгодой для сельского хозяйства. В работе Dévora-Isiordia *et al.* (2018) подсчитана стоимость опреснения воды (0,338 долл. США/м³) и рассмотрено ее использование в сельском хозяйстве в Соноре, Мексика¹⁶². Авторы пришли к выводу, что опреснение целесообразно только в случае выращивания высокоурожайных и высокорентабельных культур, таких как овощи (например, помидоры и перец чили), и с применением капельного орошения. В хозяйствах, практикующих методы комплексной агроаквакультуры, пробуют использовать соленую воду для выращивания солеустойчивых культур¹⁵². Важную роль в стимулировании таких начинаний играют меры политики и регулирования, ориентированные как на государственные проекты, так и на создание благоприятных условий для частного сектора и обмена знаниями¹⁵². Государственно-частные партнерства также помогают снизить инвестиционные риски.

Опреснение воды может оказывать негативное воздействие на окружающую среду (например, в результате сброса минерализованных сточных вод, образующихся при опреснении, и выбросов парниковых газов). Технологические и управленческие решения, позволяющие уменьшить такое воздействие, существует, но в этой области необходимы соответствующие стандарты и проведение оценок воздействия (местных и региональных)¹⁵⁶, а также исследования сбросов минерализованных сточных вод и постоянный мониторинг сточных вод. ■

КАК СДЕЛАТЬ ТАК, ЧТОБЫ ИННОВАЦИИ, КОММУНИКАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ РАБОТАЛИ НА ОБЩЕЕ БЛАГО

Поскольку сельское хозяйство становится все более наукоемким, а фермерам приходится принимать все более сложные решения в отношении земельных и водных ресурсов, выбора культур и способов их выращивания, а также покупки вводимых ресурсов и продажи своей продукции, потребности в информации будут только расти. Так как ведение сельского хозяйства всегда привязано к конкретной местности, то информация тоже должна быть адаптирована к соответствующему контексту¹⁶³. Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) обладают большим потенциалом для повышения производительности сельского хозяйства и сохранения природных ресурсов, в том числе водных.

Термин ИКТ – это общее понятие, за которым может стоять что угодно: от радио до спутниковых снимков, от мобильных телефонов до обмена информацией через службы обмена сообщениями и электронных денежных переводов¹⁶³. В Индии автоматизированная система “Нано Ганеш” позволяет фермерам дистанционно включать и выключать свои ирригационные насосы и получать информацию об использовании воды и электроэнергии. Она также позволяет им организовать своевременный полив, чтобы удовлетворить потребности сельскохозяйственных культур. В 2015 году это устройство использовали около 20 000 фермеров, а расчетное соотношение выгод и затрат составило 6:1¹⁶³. Использование этой системы может принести дополнительные возможности для получения дохода, например за счет установки, ремонта, обучения и демонстрации, а также возможности трудоустройства для женщин.

В прецизионном земледелии используются другие инструменты ИКТ, например Глобальная система позиционирования (GPS), спутники, датчики и аэрофотосъемка, с помощью которых фермеры получают необходимую информацию для принятия управленческих решений на местах^{163, 164}. В основе прецизионного земледелия лежат технологии определения состояния почвы и урожая, обеспечивающие минимальное воздействие на природу и окружающую среду. Эти технологии в основном используются в богатых странах, но некоторые из них обладают большим потенциалом и в странах с низким уровнем дохода. Многие из них применяются только в крупных хозяйствах, но есть и такие, которые могут использовать и мелкие фермеры. В качестве примера можно привести беспроводные сенсорные сети, т.е. группы небольших сенсорных устройств, или узлов, которые собирают данные. Эта технология не только довольно дешева (некоторые устройства стоят менее 100 долл. США), но и может работать на батарейках и альтернативных источниках энергии, что крайне важно для стран с низким уровнем дохода¹⁶⁵. Беспроводные датчики могут также использоваться в аквакультуре для мониторинга уровня кислорода, приливных течений, температуры, поведения рыб и состояния воды. Норвежская фирма “АКВА”, специализирующаяся на разведении промысловых рыб, использует датчики со встроенной камерой, позволяющие обнаружить несъеденный корм в рыбных садках¹⁶⁶. На основании этой информации поступающие от датчиков сигналы могут остановить подачу корма, что позволяет улучшить организацию рыбоводства и оптимизировать закупки кормов. Датчики также могут адаптироваться к точной частоте кормления рыбы с течением времени¹⁶³.

Еще одним инструментом, позволяющим собирать, обрабатывать и анализировать данные, касающиеся

урожайности сельскохозяйственных культур и вводимых ресурсов, являются спутниковые технологии. Однако для мелких фермеров их использование проблематично из-за высоких первоначальных затрат и технических требований. Следует обеспечить инклюзивный подход и эффективность всего спектра возможностей и ресурсов, необходимых мелким производителям. Примером использования спутниковых технологий является недавно разработанный ФАО портал открытых данных об использовании водных ресурсов WaPOR – общедоступная база данных, использующая данные спутниковых наблюдений (врезка 15)¹⁶⁷.

Благодаря технологическому прогрессу и глобальному распространению таких инструментов ИКТ, как методы работы с геопространственными данными, повысилась эффективность сбора и анализа данных и обмена ими; кроме того, появилась возможность визуализировать эту информацию и понять, как ее можно использовать в сельском хозяйстве¹⁶³. Расширился массив датчиков в смартфонах: теперь в них есть барометры и термометры, которые могут собирать информацию о погоде с точной привязкой к местности. По мере совершенствования таких инструментов ими начинают пользоваться мелкие фермеры, у которых есть мобильные телефоны. Но одной из проблем здесь по-прежнему является доступ к данным.

В ее решении важная роль принадлежит как государственному, так и частному секторам. Интеграция ИКТ в национальные программы, создание благоприятных условий и разработка совместимых и простых в использовании цифровых систем – все это может способствовать улучшению доступа к данным. Одним из примеров является начатая в 2013 году инициатива “Глобальные открытые данные для сельского хозяйства и питания”, пропагандирующая политику открытых данных и открытого доступа в государственном и частном секторах. Другой пример – запущенная в 2014 году инициатива Open Ag Data Alliance (“Открытые данные для сельского хозяйства”), призванная помочь фермерам получить доступ к своим данным и контроль над ними¹⁶³. Начатый в 2008 году проект некоммерческой организации Digital Green позволяет специалистам по распространению знаний и фермерам загружать в интернет видеоролики для обмена знаниями о передовых методах ведения сельского хозяйства. По состоянию на июнь 2020 года услугами этой организации были охвачены 1,8 млн мелких фермеров из 15 200 деревень Индии, 90% из которых женщины¹⁶⁸. Клубы ФАО “Димитра”, используя мобильные телефоны и радиостанции для обмена информацией, занимаются расширением прав и возможностей сельских общин, особенно женщин и молодежи. У людей разных возрастов доступ к ИКТ различен: обычно их охотнее осваивает молодежь, но это можно обратить в преимущество, используя в качестве инструмента обучения в общинах. ■

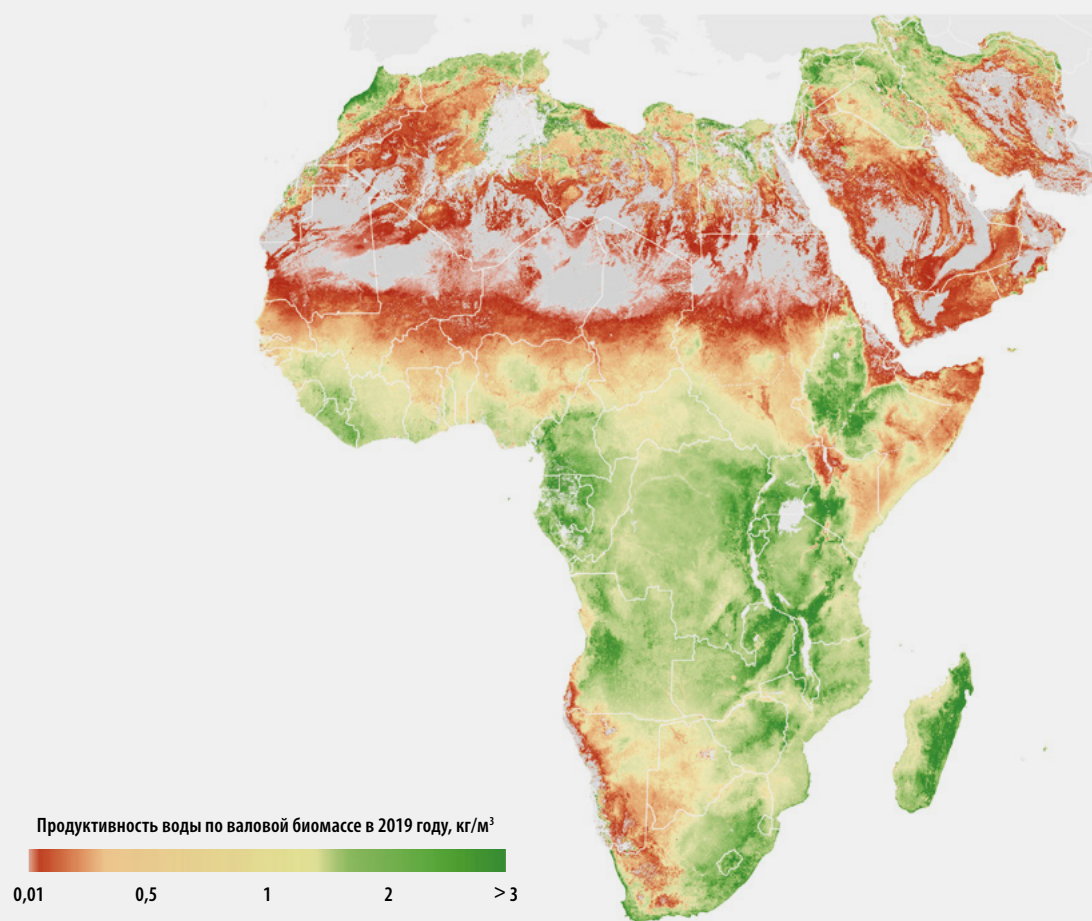
ВРЕЗКА 15

ПОРТАЛ ОТКРЫТЫХ ДАННЫХ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ (WAPOR):
ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ В ЦЕЛЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ВОДЫ

Платформа FAO WaPOR обеспечивает открытый оперативный доступ к базе данных по продуктивности воды и к тысячам слоев карт. Она позволяет осуществлять прямые запросы данных, анализировать временные ряды, получать региональную статистику и загружать необходимые данные по ключевым параметрам, связанным с продуктивностью воды и земельных ресурсов¹⁶⁹. Для всей Африки и Ближнего Востока информация предоставляется в пиксельном формате практически в реальном времени; благодаря этому WaPOR позволяет поставщикам услуг оказывать помощь фермерам в получении более стабильных урожаев и улучшении условий жизни. Власти же получают информацию, необходимую для модернизации оросительных систем, а государственные учреждения могут с ее помощью повышать эффективность использования природных ресурсов.

На рисунке в этой врезке показаны различия в продуктивности воды в разных регионах, измеренные с помощью WaPOR. На желто-зеленых участках продуктивность воды высокая, т.е. в производстве единицы продукции объем безвозвратного водопользования небольшой, а урожайность на полях составляет не менее 1 кг продукции на кубометр затрачиваемой воды. Красно-оранжевым показаны поля с недостаточной урожайностью: продуктивность воды там низкая, что может быть обусловлено плохой агротехникой. Для улучшения ситуации на территориях, обозначенных красным, имеет смысл проанализировать практики, применяемые на зеленых участках, и попробовать их распространить в более широких масштабах.

ПРОДУКТИВНОСТЬ ВОДЫ ПО ВАЛОВОЙ БИОМАССЕ, 2019 ГОД



ПРИМЕЧАНИЯ. Годовая продуктивность воды по валовой биомассе – это отношение количества продукции (общего объема производства биомассы), произведенной за год, к общему объему воды, потребленной в процессе производства (фактической эвапотранспирации). Граница между Республикой Судан и Республикой Южный Судан пока окончательно не определена.

ИСТОЧНИК: FAO, 2019¹⁷⁰.

» ВЫВОДЫ

Удовлетворить будущий спрос на продовольствие, не причиняя дальнейшего ущерба окружающей среде, возможно, но это потребует серьезных преобразований в водохозяйственной деятельности. В этой главе рассмотрены варианты технологических решений и новые методы водопользования, позволяющие справиться с перебоями с водой и с ее дефицитом в орошаемом и богарном земледелии, животноводстве, рыболовстве во внутренних водоемах и в аквакультуре, а также обеспечить устойчивое развитие сельскохозяйственного производства, улучшение ситуации с продовольственной безопасностью и питанием и повышение устойчивости к изменению климата. В этой связи возникает ряд важных вопросов.

Во-первых, несмотря на преобладание богарного земледелия, в таких системах сохраняются значительные разрывы в урожайности. С учетом местных потребностей и условий, хороший потенциал в плане повышения урожайности имеет более рациональное водопользование в сочетании с грамотной агротехникой, особенно в странах Африки к югу от Сахары, в Восточной Европе и некоторых частях Азии, где разрыв в урожайности наибольший.

Во-вторых, несмотря на то, что на орошаемых землях урожай выше и стабильнее, чем на богарных, серьезные разрывы в урожайности остаются и там, а значит, ситуацию можно существенно улучшить и в орошаемом земледелии, особенно в странах Африки к югу от Сахары, в Северной Африке и Западной Азии, а также в Латинской Америке и Карибском бассейне. Нужны инвестиции в учет и распределение водных ресурсов, эффективное орошение, высокоурожайные и устойчивые сорта сельскохозяйственных культур, необходимые удобрения и пестициды, а также в улучшение механизмов управления почвенными и водными ресурсами. Нагрузку на

пресноводные ресурсы можно ослабить в том числе с помощью нетрадиционных источников.

В-третьих, значительное количество воды используется в животноводстве, особенно в производстве кормов, поэтому там есть большие перспективы в плане повышения продуктивности воды. В животноводстве могут быть приняты такие меры, как повышение эффективности использования пастбищных земель, улучшение охраны здоровья животных и методов зоотехники, эффективное обеспечение кормами и питьевой водой, а также интеграция систем растениеводства, животноводства и аквакультуры.

Существует также необходимость в комплексных подходах к увеличению продуктивности богарных и орошаемых земель и повышению экологической устойчивости с учетом возможностей и ресурсов производителей. Такими подходами являются, в частности, почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие и различные природно-ориентированные решения, включая агролесоводство и рациональное использование почвенных и водных ресурсов, способствующее устойчивой интенсификации производства. В-четвертых, важная роль в принятии фермерами сложных решений, касающихся земельных и водных ресурсов, принадлежит ИКТ.

Стратегии рационального водопользования способствуют укреплению межотраслевых институтов и механизмов, предусматривающих эффективное взаимодействие с пользователями и другими заинтересованными сторонами, а также обеспечение экономической доступности воды и соблюдение права человека на доступ к воде, особенно для наиболее уязвимых групп населения. Наконец, стратегии управления спросом и предложением в области водных ресурсов требуют финансирования для осуществления необходимых и ответственных инвестиций. Эти вопросы подробнее рассматриваются в следующих двух главах. ■

В ФОКУСЕ:

АКВАКУЛЬТУРА В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ

Аквакультура и водопользование

Аквакультура, или разведение водных организмов, включает выращивание как животных (в том числе рыб, ракообразных и моллюсков), так и растений (в том числе морских водорослей и пресноводных макрофитов). И если в сельском хозяйстве используется преимущественно пресная вода, то продукция аквакультуры может производиться как в пресной, так и в солоноватой и морской воде. Несмотря на то, что вода необходима для любой аквакультуры, а в интенсивном рыбоводстве (например, при выращивании сома с высокой плотностью посадки) водопользование является безвозвратным, многие другие технологии аквакультуры либо i) предполагают возвратное водопользование, то есть не связаны с забором воды из окружающей среды, либо ii) интегрированы с другими видами сельскохозяйственного производства, т.е. предусматривают производство сразу нескольких продуктов с помощью одного и того же количества воды.

Аквакультура является источником высококачественной и питательной пищи¹⁷¹, и в различных агроэкосистемах и экономических условиях производится целый спектр продукции аквакультуры, отражающий культурные различия, требования рынка и потребительские предпочтения. Аквакультура разнообразна по своей сути, использует самые разные методы и практикуется во всем мире. В ней используются разительно отличающиеся друг от друга системы производства, такие как пруды, садки и выростные каналы. В аквакультуре выращивается более

600 видов рыб, но по большей части, как и в сельском хозяйстве, производство ориентировано на несколько “основных” видов, таких как тилапия, карп, креветки, двусторчатые моллюски и морские водоросли. В 2018 году на долю 20 наиболее популярных видов приходилось свыше 80% мирового производства¹⁷².

Говоря об устойчивом водопользовании в аквакультуре, важно понимать два основных вида различий. Во-первых, аквакультура делится на системы с откормом и системы без откорма. Системы с откормом обычно более интенсивны, чем системы без откорма, и отличаются от них эффективностью использования вводимых ресурсов, в том числе воды. Системы без откорма особенно важны с точки зрения эффективности водопользования, поскольку фильтраторы и всеядные виды (например, карп и тилапия) используют естественную продуктивность водоемов. Вторым основным отличием является среда для выращивания, т.е. пресная или соленая вода. Мировое производство культивируемой рыбы (т.е. рыбы, предназначенной для потребления человеком) главным образом представляет собой пресноводную аквакультуру во внутренних водоемах. В 2018 году в аквакультуре во внутренних водоемах было выращено 51,3 млн тонн культивируемой рыбы, т.е. 62,5% ее общего мирового производства (в 2000 году этот показатель составлял 57,9%)¹⁷³.

Существенные различия есть и в системах производства. Садковое разведение и морские системы, в которых рыба и другие водные животные выращиваются в плавучих или



В ФОКУСЕ

АКВАКУЛЬТУРА В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ

ЕГИПЕТ

Молодые растения и рыба, выращиваемые
в теплице на аквапонной ферме,
ориентированной на достижение устойчивости
и использование чистой энергии.

©FAO/Khaled Desouki



» стационарных сооружениях, погруженных в воду (в водохранилищах, озерах и реках), также могут считаться системами возвратного водопользования, наряду с товарным рыбоводством, в котором водопользование может быть более эффективным за счет надлежащего мониторинга и грамотных управленческих решений. Чаще всего рыбу разводят в земляных или копаных прудах, но там, где условия позволяют, для этих целей также широко используются врытые емкости, наземные емкости, огороженные участки водоемов и садки. Одной из технологий, позволяющих сэкономить большую часть воды, является рециркуляционная аквакультура. В ней используются резервуары, насосы и фильтры для хранения, циркуляции и очистки воды; рециркуляционную воду можно использовать повторно, не меняя. В зависимости от технологии и интенсивности производства водопотребление в таких системах может быть в 100 раз ниже, чем в проточных¹⁷⁴. В некоторых созданных недавно сверхинтенсивных системах для производства килограмма рыбы требуется всего 300 литров новой воды, а иногда и того меньше. Традиционные рыбоводческие хозяйства под открытым небом, переоборудованные и реконструированные в системы рециркуляционной аквакультуры, сообщают о расходе 3 м³ воды на килограмм рыбы. В традиционных проточных системах для разведения форели обычно используется около 30 м³ на килограмм произведенной рыбы в год¹⁷⁴. Недостатками рециркуляционной аквакультуры является ее высокая технологическая сложность и дороговизна, но экономия воды там действительно довольно значительная.

Вариантами интеграции сельского хозяйства и аквакультуры могут быть, например, системы “животноводство–рыбоводство”, “птицеводство–рыбоводство” и “рисоводство–рыбоводство”¹⁷⁵. Еще одним подходом является аквапоника, позволяющая сочетать рыбоводство с выращиванием растений без грунта. Продукция одной подсистемы, которая в ином случае могла бы уйти в отходы, становится вводимым ресурсом для другой подсистемы, что повышает продуктивность воды. Растительная продукция в таких системах обычно является основной, а рыба выращивается для получения дополнительной культуры, а также обогащает сточные воды питательными веществами, которые могут принести пользу сельскохозяйственному компоненту.

Такая интеграция повышает эффективность использования земельных и водных ресурсов, имеющих в распоряжении фермера. За счет поступления рыбных отходов вода обогащается органическими питательными веществами, что позволяет увеличить производство растительной продукции и снизить потребность в дополнительных удобрениях¹⁷⁶. Существуют примеры

интеграции сельского хозяйства с аквакультурой на пустынных и засушливых землях: в таких системах безвозвратное водопользование сокращено на 80–90% по сравнению с традиционной аквакультурой¹⁷⁷.

Одна из таких систем находится в Египте. Это крупное, почти полностью изолированное хозяйство, сочетающее сельскохозяйственное производство с аквакультурой: тилапию выращивают в аквариумах, соединенных с прудами, в которых растет специальный плавающий папоротник азолла. Этот папоротник используется в качестве корма^{178, 179}. Азолла – это космополитный гидрофит, поглощающий питательные вещества из воды и способный накапливать атмосферный азот, т.е. в буквальном смысле создающий удобрение из воздуха. Эта вода используется для орошения винограда, оливковых деревьев, апельсинов и манго¹⁸⁰.

Интеграция сельского хозяйства с аквакультурой может быть особенно актуальна в горных и отдаленных районах со сложными температурными условиями, где распространены нищета и неполноценное питание. Например, интеграция и диверсификация аквакультуры позволяет выращивать рис и рыбу на одном террасированном рисовом поле, а разведение без откорма водных видов позволяет обогатить рацион местного населения и способствует развитию сельской экономики¹⁸¹.

С точки зрения устойчивого водопользования важным моментом является то, что в определенных случаях продукцию аквакультуры можно производить там, где земля или вода были бы непригодны для других видов сельскохозяйственной деятельности. В некоторых странах (например, в Китае и Египте) аквакультура в соленой воде практикуется в районах, где почвенные условия и химические свойства доступной почвенной влаги непригодны для производства других видов продовольствия, таких как зерновые культуры или корма для животных^{182, 183}. В этих случаях обычно выращивают тилапию или креветок. В сезонных поймах и прибрежных зонах затопления аквакультура может стать сельскохозяйственной стратегией, позволяющую сделать эти малопродуктивные земли продуктивными.

Использование соленых и щелочных водных ресурсов для производства продовольствия и обеспечения средств к существованию

Во многих местах по всему миру почвы становятся непригодными для выращивания сельскохозяйственных

культур, и одной из основных причин этого является их засоление, т.е. увеличение концентрации солей¹⁸⁴. Это часто происходит там, где оросительная вода содержит растворенные соли, повышающие pH почвы (щелочной), что еще сильнее снижает ее плодородие. В мире насчитывается около 950 млн га засоленных и щелочных земель, что составляет треть общей площади суши^{182, 183}. Вариантов использования засоленных почв несколько, и одним из интересных является производство продукции аквакультуры. Существует много успешных примеров развития аквакультуры на щелочных почвах. Внедрение аквакультуры повышает продуктивность земель и, соответственно, сельской экономики за счет увеличения общего объема производства¹⁸⁵.

Другим вариантом является выращивание артемии – водного животного, которое живет в соленой воде и используется в качестве корма в аквакультуре. Артемия обитает повсюду в мире и широко применяется в качестве живого корма для личинок морских и пресноводных ракообразных и рыб. Ее использование считается критически важным для успешного производства продукции аквакультуры. Сбор и использование цист (яиц) артемии стали важным источником средств к существованию и дохода для тех, кто живет поблизости от солоно-щелочных прибрежных, озерных и связанных с ними водоемов, и эта система демонстрирует большой потенциал для развития средств к существованию без использования пресной воды¹⁸⁶.

Аквапоника как технология совместного выращивания рыбы и овощей

Аквапоника – это объединение аквакультуры с гидропоникой в единую систему, в которой не используется грунт: рыба обеспечивает питательные вещества для растений, а растения очищают воду для рыбы. Соединение этих двух отдельных систем производства обеспечивает рециркуляцию всей воды. Ничего не уходит в сток, не теряется при насыщении, сорняки отсутствуют, а испарение сведено к минимуму. Овощи, выращиваемые на аквапонике, потребляют примерно на 90% меньше воды, чем полевые культуры; плюс к этому в таких системах производится второй продукт¹⁷⁹. Дополнительная экономия воды обеспечивается за счет того, что из аквапонических систем вообще не происходит сброса сточных вод, ни от рыб, ни от растений. Это положительно сказывается на состоянии водосборного бассейна и предотвращает его загрязнение питательными веществами и химикатами.

Но несмотря на то, что аквапоника является эффективной водосберегающей технологией, применять ее можно не везде, и подходит она не для всех культур и не для всех производителей. Лучше всего использовать ее для выращивания пресноводных рыб и высококачественных и дорогостоящих овощей и трав, а вот для зернобобовых и зерновых культур она подходит меньше¹⁷⁹. Сдерживающим фактором являются более высокие издержки, связанные с масштабированием крупных аквапонических систем. Но во многих частях земного шара, особенно там, где земельные и водные ресурсы скудны, этот метод оказался экономически целесообразным¹⁷⁹. Успешные примеры его применения есть в Барбадосе, Индонезии, Саудовской Аравии и Соединенных Штатах Америки, где продемонстрированы адаптивность и эффективность этой интегрированной модели ведения сельского хозяйства¹⁸⁷.

Совместное выращивание рыбы и риса в целях укрепления источников средств к существованию и улучшения питания

Интеграция аквакультуры и сельского хозяйства – подход не новый. В условиях усиления нагрузки на земельные и водные ресурсы, которое усугубляется изменением климата, такая интеграция открывает возможности для создания более устойчивых продовольственных систем на основе новых, более передовых методов хозяйствования, позволяющих не только нарастить производство, но и обеспечить социально-экономические и экологические преимущества¹⁸⁸. Популярность совместного выращивания рыбы и риса продолжает расти, особенно в Китае, Лаосской Народно-Демократической Республике и на Мадагаскаре, где местным заинтересованным сторонам и общинам коренных народов сообщество удалось добиться успехов в этом направлении. В Китае рисоводство все чаще сочетается с выращиванием новых высокотоварных видов, требующих использования кормов, таких как китайский мохнаторукий краб и речной рак. В Гвинее интеграция рисоводства и рыбоводства используется для разработки технологий увеличения производства рыбы¹⁸⁸. Поскольку такие системы обеспечивают эффективное использование ресурсов и значительные выгоды¹⁸⁹, они обладают большим потенциалом для развития, особенно в Африке¹⁹⁰. В Буркина-Фасо, Гвинее Бисау, Мали и Уганде совместное выращивание риса и рыбы принесло весьма обнадеживающие результаты.

На практике совместное выращивание риса и рыбы обычно представляет собой рыбоводство,

осуществляемое одновременно с возделыванием риса, но бывают и системы с рыбосевооборотом. На затопляемом рисовом поле роют желоба для рыбы, которая может перемещаться вдоль гряд риса, питаясь насекомыми и улитками, аэрируя почву и насыщая кислородом воду, что способствует увеличению урожайности риса. Одним из важных с точки зрения водопользования преимуществ совместного выращивания риса и рыбы является то, что оно требует примерно на 30-50% меньше удобрений и пестицидов, а это оказывает непосредственное влияние на состояние водосборного бассейна, поскольку уменьшает его загрязнение.¹⁹¹ Кроме того, при одном и том же объеме безвозвратного водопользования производятся два отдельных продукта: рыба и рис. В сочетании с агроэкологическим подходом совместное выращивание риса и рыбы, как и другие виды интеграции сельского хозяйства и аквакультуры, не только помогает сократить масштабы голода и нищеты, но и обеспечивает социальные и экологические преимущества¹⁹². Некоторые системы получили международное признание за их вклад в развитие культуры, сельского хозяйства и охраны окружающей среды и были объявлены системами сельскохозяйственного наследия мирового значения¹⁹³.

Таким образом, аквакультура может обеспечивать множество преимуществ в плане устойчивого водопользования, в том числе:

- ▶ в интегрированных системах, сочетающих растениеводство с аквакультурой, используемая в аквакультуре вода может использоваться повторно для выращивания сельскохозяйственных культур и производства дополнительных продуктов питания без изменения количества воды (при условии ее рециркуляции);
- ▶ аквакультура возможна в том числе в тех районах, где пресноводные культуры выращивать нельзя, например в районах затопления соленой водой или там, где вода щелочная;
- ▶ новые усовершенствованные технологии, такие как рециркуляционная аквакультура, увеличивают экономию воды за счет рачительного управления водными ресурсами и повторного использования воды;
- ▶ аквакультура без откорма уменьшает углеродный след, поскольку обеспечивает производство продовольствия на более низких трофических уровнях; правда, при этом рыба дольше набирает вес¹⁹⁴.
- ▶ некоторые виды аквакультуры предусматривают возвратное водопользование, то есть не сопряжены с изъятием воды из агроэкосистемы (например, садковая аквакультура).




ЭФИОПИЯ

Фермер выкачивает
из пруда воду для
полива рассады.

©FAO/Tamiru Legesse





ГЛАВА 4

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Основные тезисы

- Поскольку спрос на воду растет, а противоречия между пользователями усиливаются, все более важную роль в обеспечении устойчивого, эффективного и справедливого водопользования приобретают механизмы управления.
- Разработка любой эффективной стратегии управления водопользованием должна начинаться с учета и аудита водных ресурсов, т.е. с анализа их состояния, тенденций и ситуации вокруг них в обществе в целом.
- Ключевую роль в регулировании конкуренции за водные ресурсы, обеспечении справедливого доступа к ним и управлении экосистемными услугами будут играть правила, способствующие координации действий различных субъектов и организаций как в сельском хозяйстве, так и в других секторах.
- Стимулами для эффективного и устойчивого водопользования на орошаемых и богарных землях могут быть гарантированные права владения и пользования земельными и водными ресурсами в сочетании с тщательно продуманными системами ценообразования и торговли водой.
- Удачным решением может стать передача вопросов управления водными ресурсами в ведение органов самоуправления населения, поскольку это обеспечит учет местных условий и потребностей заинтересованных сторон, особенно женщин, которые по-прежнему недопредставлены в соответствующих структурах и находятся в уязвимом положении.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В главе 3 представлены различные решения в области управления водными ресурсами, способствующие не только снижению водных рисков и повышению продуктивности воды в богарном и орошаемом земледелии, животноводстве, рыболовстве во внутренних водоемах и аквакультуре, но и обеспечению экологической устойчивости. Относительный потенциал этих решений будет зависеть от целого ряда факторов, включая местные агроклиматические условия, перебои с водой и ее дефицит, тип системы сельскохозяйственного производства и преимущества различных стратегий. Важны будут и внешние факторы, в том числе ситуация в международной торговле и изменение климата, а также структура управления, институциональные механизмы и политические условия.

В этой главе рассматривается необходимость эффективного управления и сильных институтов, гарантирующих устойчивое и эффективное использование водных ресурсов и справедливое распределение связанных с этим благ. Представлен обзор возможностей, проблем и последствий применения существующих инструментов и мер, позволяющих справиться с дефицитом воды, включая установление цен на воду, которое должно обеспечить контроль спроса и возмещение затрат, а также инструменты распределения, такие как права на водные ресурсы и лимиты водопользования, предназначенные для защиты этого ресурса и его качества и обеспечения равноправного доступа. Речь пойдет о механизмах управления водными ресурсами не только в системах орошаемого земледелия, но и в богарном земледелии, животноводстве, рыболовстве во внутренних водоемах и в аквакультуре, а также о влиянии избытка воды на ситуацию в сельском хозяйстве. Общий политический механизм в области управления водными ресурсами представлен в главе 5. ■

РОЛЬ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ НЕХВАТКИ ВОДЫ

Как видно из рисунка 13 (стр. 43), для сокращения перебоев с водой потребуются серьезные преобразования,

предполагающие технологические изменения и управленческие инновации, регулируемые общими политическими, институциональными и правовыми механизмами. Вопросы, касающиеся водных ресурсов, обычно затрагивают интересы множества сторон и институтов (в качестве примера можно привести водосборные бассейны, находящиеся на территории нескольких административных регионов или даже нескольких стран), и по поводу ролей государственных и частных субъектов нередко возникают споры и конфликты в связи с политическими аспектами мер экономической политики.

Обеспечение вклада водных ресурсов в продовольственную безопасность и питание будет сопряжено со значительными проблемами в области управления на местном уровне и выше (врезка 16)¹. Учреждениям различных уровней необходимо будет решать проблемы продолжающейся деградации почв в орошаемых районах, ухудшения состояния пресноводных экосистем и устойчивого водопользования. Обсуждение вопросов усиления конкуренции за пресноводные ресурсы, в том числе между сельским хозяйством и городами, потребует твердой политической воли, сближения позиций и межотраслевого сотрудничества. Директивные органы и регуляторы должны получать информацию о потребностях, оперативном потенциале и важности различных секторов, особенно в отношении тех групп людей, у которых отсутствуют достаточные политические рычаги воздействия (например, рыбаков)^{2,3}. Опираясь на полученные данные об использовании воды в сельском хозяйстве и о потребностях в разработке технологий для сбора поверхностного стока и орошения, Иордания в сотрудничестве с ФАО развивает национальный, региональный и местный потенциал в целях решения проблемы дефицита воды, уделяя особое внимание фермерам и животноводам⁴.

Передача полномочий провинциальным или районным органам государственного управления еще больше усложняет процесс управления водными ресурсами, что приводит к необходимости принятия горизонтальных и вертикальных решений в организациях, занимающихся водохозяйственной деятельностью, сельским хозяйством и земельными ресурсами¹. Необходимо усилить как вертикальную координацию и интеграцию (начиная с отраслевого уровня



ВРЕЗКА 16

УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В обсуждениях, усилиях и предлагаемых решениях проблем с водой вопросы водохозяйственной деятельности преобладают, однако аспект управления в них не рассматривается. На рубеже веков управление водными ресурсами стало для международного сообщества важнейшим вопросом, решение которого будет иметь последствия для продовольственной безопасности и питания, а также для экономического развития. Управление – это формальные и неформальные правила, организации и процессы, посредством которых государственные и частные структуры формулируют свои интересы и принимают решения. Управление водными ресурсами – это процессы, структуры и институты, задействованные в принятии решений по вопросам водных ресурсов и предоставлению услуг водоснабжения и охватывающие политические, административные, социальные и экономические сферы деятельности наряду с формальными и неформальными системами и механизмами⁵.

Комитет по всемирной продовольственной безопасности ФАО признал важность проблем управления, обратившись к Группе экспертов высокого уровня по вопросам продовольственной безопасности и питания с просьбой подготовить к своей сорок второй сессии в 2015 году доклад по водным ресурсам и продовольственной безопасности¹. В этом докладе проблемы управления были признаны одним из главных элементов укрепления продовольственной безопасности и улучшения питания.

Активизировались усилия по поддержке национальных и международных механизмов управления в секторе водоснабжения. В этом контексте предпринимаются следующие инициативы:

- ▶ ФАО при поддержке Глобального экологического фонда, Международной гидрологической программы Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры, Международной ассоциации гидрогеологов и Всемирного банка реализует проект “Рациональное использование подземных вод”. Его цель состоит в том, чтобы включить в повестку директивных органов вопрос о необходимости организации управления для сохранения тех социально-экономических выгод, которые обеспечивают подземные воды, и предотвращения надвигающегося кризиса водоснабжения. В рамках этого проекта, осуществляемого с 2011 года, была разработана Глобальная рамочная программа действий, комплекс политических и институциональных

принципов, рекомендаций и примеров передовой практики, призванных улучшить механизмы использования подземных вод и управления этими ресурсами на всех уровнях⁶.

- ▶ Фонд управления водными ресурсами – начатая в 2005 году совместная инициатива Программы развития Организации Объединенных Наций и Стокгольмского международного института воды – имеет своей целью оказание странам политической поддержки и консультативных услуг, а также накопление знаний и создание потенциала для совершенствования механизмов управления водными ресурсами на уровне правительств и гражданского общества, а также среди учреждений Организации Объединенных Наций⁷.
- ▶ Организация экономического сотрудничества и развития запустила инициативу по управлению водными ресурсами – международную многостороннюю сеть участников из различных секторов (государственного, частного и некоммерческого), созданную для обмена передовым опытом в области совершенствования механизмов управления в секторе водоснабжения⁸.
- ▶ Наряду с существующими партнерствами в области управления речными бассейнами (такими как инициатива по бассейну Нила), для отслеживания трансграничного сотрудничества стран по вопросам использования рек, озерных бассейнов и трансграничных водоносных горизонтов используется показатель ЦУР 6.5.2, с помощью которого оценивается охват оперативных механизмов в трансграничных бассейнах.

Эти инициативы способствуют распространению знаний и эффективному управлению водными ресурсами. Однако важнейшие связи между водными ресурсами, сельским хозяйством и продовольственной безопасностью⁵, в них учтены недостаточно, что особенно затрудняет управление водными ресурсами. Распределение водных ресурсов зависит от более широких политических аспектов экономических проблем, например от цен на энергоносители. Странам рекомендуется рассмотреть возможность включения в свои меры политики и рамочные программы, а также в механизмы сотрудничества с ФАО и другими партнерами вопросов управления водными ресурсами в интересах обеспечения продовольственной безопасности, достаточного питания и устойчивого развития сельского хозяйства.

» и уровня речного бассейна и кончая ирригационными системами и домохозяйствами), так и горизонтальную между секторами (сельское хозяйство, домохозяйства и промышленность). Кроме того, в некоторых засушливых районах мира климат становится еще суше, а характер осадков становится все более изменчивым и экстремальным, что требует надежного и гибкого управления водными ресурсами, а также инновационных технологий и финансирования для освоения новых источников.

Системам управления водными ресурсами по-прежнему присущи фрагментация и конфликты. Контроль над земельными и водными ресурсами очень важен с точки зрения расстановки политических сил и сказывается на положении менее влиятельных групп. Особенно серьезные проблемы в плане пользования водными ресурсами испытывают мелкие фермеры и другие уязвимые группы: женщины, молодежь, мигранты и коренное население. В значительной мере способствовать обеспечению инклюзивного, равноправного и устойчивого водопользования могут соответствующие водохозяйственные стратегии, механизмы управления, инновации и меры политики. Поскольку в любой программе, ориентированной на решение проблемы перебоев с водой и ее дефицита, центральное место должны занимать учет и аудит водных ресурсов, следующий далее раздел посвящен описанию их роли в водохозяйственной деятельности и в совершенствовании механизмов управления.

В последующих разделах рассматриваются инструменты и стратегии совершенствования механизмов управления и решения проблем нехватки воды и конкуренции за нее в сельском хозяйстве. Так как решение проблемы дефицита воды и конкуренции за нее подразумевает распределение пресной воды и управление водозабором, возможные варианты сначала оцениваются для орошаемого земледелия. Далее в этой главе рассматриваются вопросы управления водными ресурсами в богарном земледелии, животноводстве, аквакультуре и рыболовстве во внутренних водоемах. ■

ПРОЗРАЧНЫЙ УЧЕТ И АУДИТ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

В основе эффективного управления водными ресурсами должен быть их тщательный и добросовестный учет, т.е. систематическое изучение круговорота воды, а также ситуации и будущих тенденций в области предложения воды, спроса на нее, ее доступности и использования⁹. Учет водных ресурсов абсолютно необходим в качестве ориентира для любых мер политики и мероприятий, направленных на

решение проблемы дефицита воды, особенно в сельском хозяйстве¹⁰. Без понимания истинного положения вещей с обеспеченностью водными ресурсами общества рискуют получить чрезмерно оптимистичные оценки и последующее избыточное распределение прав на водные ресурсы, что приведет к серьезным перебоям с водой во время засух. Грядущее изменение климата, вероятно, отменит все те гидрологические допущения, на которых были основаны права на водные ресурсы⁹.

Однако учет водных ресурсов может принести пользу только в том случае, если он станет частью более общего процесса совершенствования механизмов управления. По сравнению с учетом водных ресурсов их аудит является шагом вперед, поскольку предполагает анализ тенденций в области водоснабжения, спроса на воду, ее доступности и использования в более широком контексте, включающем вопросы управления, институты, государственные и частные расходы, законодательство и общие политические аспекты экономических проблем¹¹. Сочетание учета и аудита может обеспечить основу для более реалистичного, устойчивого, эффективного и справедливого управления водными ресурсами.

Несмотря на то, что информация здесь имеет решающее значение, государственные ведомства, в том числе занимающиеся вопросами сельского хозяйства, санитарии и охраны окружающей среды, редко пользуются общей базой данных⁹. Из-за неправильного представления об объемах и распределении воды нагрузка на ресурсы и снижение доступности воды зачастую недооцениваются. Учет и аудит водных ресурсов необходимы для обеспечения согласованности политики и ведения единой базы данных, пригодной для планирования или принятия решений заинтересованными сторонами. Восемь стран региона Ближнего Востока и Северной Африки используют учет и аудит водных ресурсов в целях сокращения потребления воды и повышения продуктивности ее использования¹². В Исламской Республике Иран учет и аудит водных ресурсов привлекли внимание к таким вопросам, как КПД оросительных систем в хозяйствах, истощение подземных вод и несоответствие между наличием воды и рекомендациями правительства. В Иордании в результате учета водных ресурсов были выявлены проблемы с качеством воды и предложена возможность несколько увеличить орошение за счет сбора поверхностного стока.

Учет и аудит водных ресурсов сопряжены с рядом проблем. Во-первых, ввиду динамического характера и неопределенности как самих физических процессов, связанных с водой, так и общественных реакций на них (речь идет, в том числе, о статических запасах воды, темпах истощения и пополнения запасов водных ресурсов, состоянии

инфраструктуры и потребительском спросе) долгосрочная количественная оценка водных ресурсов становится особенно сложной. Поэтому водохозяйственные планы должны быть динамичными и ориентированными на решение конкретных проблем⁹. Во-вторых, в странах с низким уровнем дохода, где инфраструктура и институты развиты хуже, а крупные ирригационные системы обслуживают большое количество мелких фермеров, определение объемов водопользования может быть дорогостоящим и представлять серьезные препятствия для регулирования водохозяйственной деятельности. В-третьих, для расчета экологических попусков и соответствующего распределения водных ресурсов необходимы более детальное понимание гидрологических и экосистемных потребностей (что нередко выходит за рамки возможностей инженеров-ирригаторов и специалистов по водному хозяйству) и модели затрат и доходов. Учет водных ресурсов – это итерационный процесс, требующий постоянного совершенствования для повышения его полноты и точности.

Если же говорить об аудите водных ресурсов, то он, в отличие от их учета, требует еще и социальной информации, как качественной, так и количественной, а также наличия квалифицированных кадров с высоким уровнем мотивации¹¹. Сбор и обработка информации о водных ресурсах требуют ресурсов, навыков и терпения, поскольку такие данные зачастую разрознены, поступают из различных источников и имеют разное качество. Общая стоимость программ учета и аудита водных ресурсов очень сильно варьируется и зависит, в частности, от масштаба и целей программы, затрат на организацию работ группой по осуществлению и необходимости в сборе первичной и вторичной информации. Достижения в области кибертехнологий (например, дистанционное зондирование, дроны, электронные распределенные базы данных и смартфоны с поддержкой GPS) снижают затраты и обеспечивают получение информации даже в отдаленных районах, где отсутствуют сети и программы биофизического и социального мониторинга. С их помощью происходит также пополнение и уточнение глобальных и региональных баз данных бесплатной информацией, созданию которой подключается все больше ученых¹¹.

Поскольку учет и аудит водных ресурсов зависят от конкретной ситуации, существуют различные подходы к их организации, а стандартная методика на этот счет отсутствует. В 2017 году ФАО выпустила справочник, который может стать хорошим подспорьем для любой организации в таких вопросах, как использование учета и аудита водных ресурсов впервые, сочетание учета и аудита водных ресурсов, а также пересмотр и, возможно, усовершенствование уже существующего порядка учета или аудита водных ресурсов¹¹. ■

ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ДЕФИЦИТА ВОДЫ В ОРОШАЕМОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Вода должна считаться экономическим благом, имеющим свою ценность и свою цену. Необеспеченность прав на водные ресурсы, неравенство, неоправданные субсидии и неадекватное возмещение издержек подрывают водную инфраструктуру и инвестиции в водохозяйственные проекты. Это может привести к непродуктивному водопользованию и избыточному орошению¹³. В сочетании с поддержкой сельского хозяйства – т.е. с политическими трансфертами, увязанными с производством, например, с государственной поддержкой цен на водоёмкие культуры (такие как рис) или субсидиями на оросительные технологии или топливо, – все это также может стать причиной чрезмерного использования и нерационального распределения ресурсов. В Индии господдержка цен на рис и субсидии на приобретение вводимых ресурсов привели к избыточному водопользованию и ухудшению состояния окружающей среды¹⁴.

Для решения проблем дефицита и конкуренции за ресурсы есть много разных механизмов и инструментов. Это могут быть инструменты и стимулы, связанные с распределением, в том числе права на водные ресурсы и лимиты водопользования, продаваемые разрешения, лицензии, реформа систем социальной защиты и другие меры, включая регулирование качества воды и ее охрану¹. Выбор инструментов и социальных и правовых систем (как официальных, так и неофициальных) может повлиять на доступность и качество воды для сельского хозяйства, продовольственную безопасность и питание, а также на доступ к воде для малообеспеченных, уязвимых и маргинализированных групп населения. Введение мер регулирования, требующих высоких затрат на их соблюдение, повышает риск деградации и незаконного забора подземных вод¹⁵.

Распределение водных ресурсов может производиться на самых разных уровнях: от определения национальных приоритетов и распределения между странами в общих речных бассейнах до распределения между индивидуальными пользователями на уровне бассейна (врезка 17)¹. Плохо подобранные инструменты распределения могут нарушить функционирование существующих систем. Во время сильных засух и в условиях водного стресса инструменты рыночной экономики могут отдавать приоритет секторам, имеющим наибольшую экономическую ценность (таким как городское водоснабжение и промышленные предприятия), ограничивая использование воды в сельском хозяйстве¹⁶. Задача состоит в том, чтобы вода в приоритетном порядке предоставлялась для производства продовольствия и

ВРЕЗКА 17

ЭВОЛЮЦИЯ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В МАРОККО: ПРОИЗВОДСТВО МОРКОВИ В ПРОВИНЦИИ БЕРРЕЧИД

Марокко занимается вопросами управления взаимосвязью водоснабжения, энергетики и производства продовольствия на национальном и субнациональном уровнях. На субнациональном уровне совместное использование водоносных горизонтов представляет собой новый режим управления на основе контракта, который поощряет заинтересованные стороны брать на себя ответственность за регулирование и улучшение механизмов использования ресурсов подземных вод. Это является частью более широких планов регионального развития и управления речными бассейнами в интересах обеспечения согласованности поставленных задач и предпринимаемых действий.

В марокканской провинции Берречид Агентство по делам водных бассейнов обсуждает условия контрактов на использование водоносных горизонтов, регулируя действия и интересы участников из секторов сельского хозяйства и энергетики. Главным вопросом в этих обсуждениях является неравный доступ к воде; в относительно благополучном положении при этом находятся производители моркови. Согласно оценкам, производство моркови требует от 5 000 до 15 000 кубометров пресной воды на гектар и

занимает значительную часть пахотных земель. Несмотря на использование капельного орошения, высокий спрос на воду привел к чрезмерной эксплуатации водоносного горизонта.

ФАО оказывает поддержку Агентству по делам водных бассейнов в вопросах преобразования контракта на использование водоносных горизонтов и создания на его основе нового альянса между всеми заинтересованными сторонами, который обеспечит обмен информацией и укрепление доверия и сотрудничества. Задача состоит в том, чтобы с помощью экономических стимулов (например, путем диверсификации сельского хозяйства) или привлечения ассоциаций фермеров к учету водных ресурсов побудить заинтересованные стороны улучшить показатели удельного расхода воды на единицу продукции. Это указывает на потенциал объединения усилий различных субъектов, в частности структур из секторов водоснабжения, энергетики и производства продовольствия, с целью выявления ключевых проблем, связанных с водоносными горизонтами, и поиска оптимальных путей дальнейших действий, включая вопросы инвестиций и финансов.

ИСТОЧНИКИ: Bojic & Vallée, 2019¹⁸ и IAV Hassan II, 2019¹⁹.

обеспечения основных потребностей малоимущих и уязвимых групп населения.

Там, где состояние рек ухудшается из-за нарушений стока, стоки необходимо восстанавливать для удовлетворения экологических потребностей и сохранения видового изобилия и разнообразия, поддерживающего другие услуги речной экосистемы³. В большинстве стран с высоким уровнем дохода и в некоторых странах с низким уровнем дохода в настоящее время действуют требования к экологическим попускам, хотя с политической точки зрения их введение может быть проблематичным^{3, 17}.

Роль прав пользования водными и земельными ресурсами и прав на водные ресурсы

Обсуждение вопросов распределения, перераспределения и справедливого предоставления услуг водоснабжения происходит в контексте прав на водные ресурсы, связанных с правами на землю. Право на водные ресурсы – это законное право на добычу и использование воды из природных источников, таких как реки, ручьи и водоносные горизонты²⁰. Как и в случае с правом пользования водными ресурсами, в понятие прав на водные

ресурсы входят несколько различных видов прав, включая годовые лицензии (на использование воды на основе соответствующих регламентов), договоры поставки и ведомственный контроль (юридическое право агентства по ирригации на использование воды)¹⁰. Из-за их связи с собственностью права на водные ресурсы сегодня являются причиной разногласий между странами всех уровней дохода. В настоящем докладе право пользования водными ресурсами (врезка 18) является более широким понятием, дополняющим понятие прав на водные ресурсы. При этом ни один из этих терминов не следует путать с правом человека на воду, вытекающим из международных норм в области прав человека.

В мире растущего спроса права пользования водными и земельными ресурсами могут стать важнейшим элементом системы эффективного использования и надежного, равноправного и устойчивого доступа к воде. Эти права допускают возможность корректировок посредством рыночных механизмов, а механизм ценообразования, отражающий истинную ценность воды, служит пользователям стимулом для контроля и более эффективного и продуктивного водопользования²¹. Поскольку право пользования требует согласия пользователей на любое перераспределение и предусматривает компенсацию любых трансфертов, оно расширяет возможности пользователей и повышает экономическую ценность воды – но при условии,

ВРЕЗКА 18 ЧТО ТАКОЕ ПРАВА ПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

Прежде чем рассматривать вопрос о правах пользования водными ресурсами, полезно подробнее остановиться на том, что вообще означает термин “права владения и пользования”. Права владения и пользования определяют характер доступа к различным природным ресурсам и их использования, а также то, каким образом они соотносятся друг с другом посредством формальных и неформальных правил и соглашений¹⁰. Чаще всего этот термин касается прав владения и пользования землей. Определений термина “права владения и пользования землей” довольно много. В кратком определении ФАО это “определяемые законом или обычаем взаимоотношения между людьми (как отдельными лицами, так и группами лиц), касающиеся земли”²⁴. В настоящем докладе предлагается следующее определение термина “права пользования водными ресурсами”: “определяемые законом или обычаем взаимоотношения между людьми (как отдельными лицами, так и группами лиц), касающиеся водных ресурсов”¹⁰.

В сельском хозяйстве практикуется большинство видов пользования водными ресурсами. В странах с высоким уровнем дохода фермеры могут пользоваться традиционными формальными правами на водные ресурсы (вытекающими из прав землепользования), современными правами на водные ресурсы (правами, основанными на долгосрочных разрешениях, действующими в течение 12–30 лет и более) или коллективными контрактами на водоснабжение, такими как частно-общественная собственность, реализуемыми через ассоциации водопользователей. В странах с низким уровнем дохода у фермеров меньше шансов воспользоваться современными формальными правами на водные ресурсы, но обычные или неформальные права у них есть (как, например, в Индии)¹⁰, особенно в отношении подземных вод. Эти

права могут носить гибкий характер, быть предметом сделки и легко адаптироваться в зависимости от местных, социальных и экологических условий. Бывают также стабильные местные механизмы распределения воды, которые могут играть важную роль в урегулировании конфликтов, поскольку доступ к воде осуществляется через сложный комплекс социальных и взаимных отношений (например, через вождя племен, старейшин и местные органы власти).

По сравнению с подходом, опирающимся на права на водные ресурсы, который обычно реализуется по принципу “сверху вниз” и под эгидой государства, права пользования водными ресурсами, напротив, осуществляются по принципу “снизу вверх” и ориентированы на интересы пользователя; они в большей степени отражают сложность, которая присуща сфере водных ресурсов, и подразумевают целостный подход к проблеме водных ресурсов и их устойчивого и инклюзивного использования. Рассматривая права пользования водными ресурсами, следует также учитывать, что есть страны, где в вопросах эксплуатации водных ресурсов и их использования доминирует местное законодательство, в дополнение к официальным механизмам, таким как разрешения, контракты на водоснабжение и концессии.

Права пользования водными ресурсами касаются доступа и использования, а управление охватывает более широкие социально-экономические процессы и силы, определяющие статус водных ресурсов. Права пользования водными ресурсами одновременно и влияют на управление ими, и сами находятся под влиянием управления. До тех пор, пока не будет достигнуто четкое понимание того, что собой представляют права пользования водными ресурсами, все попытки реформ управления, скорее всего, обречены на неудачу.

что соответствующие государственные институты и правоприменительные механизмы функционируют должным образом. Для фермеров это является стимулом для инвестиций, в частности в орошение, рациональное использование земельных и почвенных ресурсов, более передовые технологии и борьбу с деградацией природных ресурсов^{22,23}. Гарантии прав на водные ресурсы могут также способствовать развитию ИКТ, таких как управление ирригационными системами в режиме реального времени и составление карт водных ресурсов с помощью спутниковых технологий, искусственного интеллекта и инструментов на основе блокчейна.

Традиционные официальные права на водные ресурсы (врезка 18) по-прежнему актуальны¹⁰. Права на воду связаны с правами землепользования, поэтому формальный механизм и связанные с этим бюрократические процедуры

не являются необходимыми: лицо, обладающее правом землепользования, имеет право и на пользование водой на соответствующей территории. Землевладельцы должны отстаивать свои права на водные ресурсы перед третьими лицами без вмешательства со стороны водохозяйственной администрации. Традиционные официальные права на водные ресурсы зачастую бывают недостаточны для обеспечения доступа. На большинстве территорий, испытывающих дефицит воды, существуют системы прав пользования водными ресурсами, но те из них, которые официально не признаны или не прописаны в законе, более уязвимы для посягательств и экспроприации²⁵. Механизм установления прав должен быть прозрачным, безопасным и обеспечивающим защиту мелких водопользователей, которые должны иметь возможность договариваться о льготах или компенсациях. Общинные права пользования водными ресурсами могут обеспечить поддержку

коренным народам, местным общинам и женщинам, которые зачастую не знают своих прав на водные ресурсы или не могут их отстаивать.

В целях решения проблем, связанных с владением и использованием земельными и водными ресурсами, ФАО разработала Добровольные руководящие принципы ответственного регулирования вопросов владения и пользования земельными, рыбными и лесными ресурсами в контексте национальной продовольственной безопасности (ДРП РВ)²⁶. Они предусматривают совершенствование политических и правовых механизмов с общей целью обеспечения продовольственной безопасности для всех и реализации права на достаточное питание. В работе Young (2015) изложен детальный план реализации прав на водные ресурсы (покупка и продажа прав на воду) в бассейне реки Мюррей-Дарлинг в Австралии²⁷. В ней подчеркивается важность обеспечения прозрачности процесса распределения воды с учетом потерь при испарении и экологических последствий, включая качество воды и сток в море. Это обеспечивает прозрачность на случай изменений количества и качества воды, доступной каждому ирригатору. Поскольку права пользования водными ресурсами зависят от конкретных условий и географического положения, ситуация в Австралии может сильно отличаться от ситуации в других странах, особенно в странах с низким уровнем дохода. Мелкие пользователи обычно неохотно идут на то, чтобы официально зарегистрировать свое водопользование, опасаясь, что за это будет взиматься плата. Это может поставить под угрозу доступ к воде, поскольку во многих странах внедряются режимы регистрации прав на водные ресурсы^{1,28}.

Есть еще одна трудность помимо тех, которые связаны с проведением реформ в этой сфере: вода обычно рассматривается как природное достояние, а пользование ею, как правило, субсидируется, а это препятствует обеспечению прав на водные ресурсы. По сложившейся практике определенные группы заинтересованных сторон извлекают выгоду из системы существующих субсидий и распределения водных ресурсов²⁹. Доступ и права владения и пользования нередко связаны с политическими механизмами, различными альянсами, интересами и группами влияния. В сельскохозяйственном секторе приоритет может отдаваться наиболее производительным и крупным водопользователям, а не мелким производителям, особенно женщинам, что ставит под угрозу их средства к существованию и продовольственную безопасность. Эту ситуацию можно исправить, внедрив подход, предусматривающий равенство прав всех пользователей по территориальному принципу с учетом целевого использования (например, для целей обеспечения продовольственной безопасности и питания) и продуктивности воды. Такой подход согласуется с установленными принципами в этой сфере, включая право человека на воду и питание^{30,31}.

Права пользования водными ресурсами могут способствовать согласованности политики разных секторов. Очевидным примером здесь является увязка права землепользования с правами на пользование водой, поскольку эти ресурсы влияют друг на друга¹⁰. Четко определенные права пользования водными ресурсами могут способствовать улучшению ирригационных технологий, связанных с подачей, отводом и учетом воды, а также институциональных механизмов управления водными ресурсами, особенно в странах с низким уровнем дохода. *Прежде* чем инвестировать в устройство новых оросительных систем, необходимо наладить механизмы учета и распределения водных ресурсов. Без гарантированных прав на водные ресурсы новые технологии могут фактически увеличивать водопотребление. Выделяя больше воды для более рентабельных видов использования, например для выращивания фруктов и овощей, можно получить определенные экономические выгоды. Но при этом существует риск увеличить безвозвратное водопользование, что негативно скажется на положении мелких производителей и женщин. Можно также улучшить качество воды за счет сокращения водозабора, регулирования уровней грунтовых вод и поддержания базисного стока в реках (то есть той части стока, которая поддерживается выходом грунтовых вод).

Экономические инструменты: перераспределение стимулов для фермеров

Экономические инструменты могут быть стимулом для изменения поведения производителей ради достижения желаемых гидрологических показателей¹⁵. Такие схемы могут приносить регулятору доход (за счет налогов) или быть для него затратными (субсидии), либо предусматривать платежи только между фермерами (торговля). В отсутствие обязательного и принудительного осуществления прав пользования водными ресурсами может оказаться, что инструменты стимулирования трудно реализовать на практике, а их результаты плохо поддаются количественной оценке, поэтому обычно они используются не сами по себе, а в увязке с соответствующими мерами регулирования, позволяющими вести мониторинг и обеспечивать соблюдение установленных норм.

Водные рынки: проблемы и возможности

Там, где есть запасы пресной воды, производители могут передавать друг другу свои права на них. Механизмами такой передачи могут быть аренда и продажа прав на водные ресурсы, аукционы, водные банки, блочное ценообразование и торговля качеством воды. В этом случае вода рассматривается как товар, который потребители могут передавать друг другу по рыночной цене²¹. В определенных обстоятельствах и в некоторых странах рынки, будучи экономически эффективными и гибко реагирующими на изменения механизмами, могут успешно обеспечивать распределение воды. Когда пользователи сами могут принимать решения

о покупке или продаже, те из них, кто продает, делают это добровольно; если же вопросы перераспределения или экспроприации воды находятся в ведении центральных органов власти, такой вариант невозможен. Таким образом, рыночный механизм может быть инструментом смягчения конфликтов на этой почве, но рынков воды, которые функционировали бы достаточно давно и накопили соответствующий опыт в этой связи, очень мало³².

Исключение составляет Камп-де-Таррагона, Испания, где рыночные механизмы обеспечивают надлежащее распределение ресурсов и гибкий подход к конкуренции за различные виды водопользования наряду с высокой экономической эффективностью. Основу для развития этого рынка обеспечивает сотрудничество между бенефициарами и управляющими организациями³².

Анализ водного рынка Рио-Гранде в Техасе, Соединенные Штаты Америки, за период 1954–2012 годов показывает, что его функционирование способствовало переориентации на более ценные и продуктивные культуры. Наиболее активным этот рынок был во времена засух, когда он обеспечивал порядка 30% доходов в соответствующих округах³³. В Соединенных Штатах Америки среднегодовой объем торговли водой в 12 западных штатах в период с 1987 по 2008 год оценивается в 406 млн долл. США³⁴. Ежегодный объем сделок с водой варьировался в диапазоне от менее чем 1 млн долл. США в Монтане и Вайоминге до почти 40 млн долл. США в Аризоне, Колорадо, Неваде и Техасе, а в Калифорнии превышал 223 млн долл. США. Размер этого рынка очень значителен в Австралии: в 2017–2018 годах общая стоимость водных рынков оценивается примерно в 1,7 млрд долл. США³⁵.

При этом существуют важные предпосылки для успешного функционирования водного рынка и справедливого распределения водных ресурсов. Например, в Чили (новые) права на водные ресурсы выставляются на аукцион, и получает их тот, кто предложит самую высокую цену; это делается с тем расчетом, что такой механизм должен обеспечивать справедливое распределение водных ресурсов, поскольку к этому рынку может присоединиться любой желающий³⁶. Это нередко наносит ущерб фермерам, ведущим натуральное хозяйство; их экономическую выгоду здесь подсчитать трудно. Важно здесь то, как построен регламент осуществления деятельности на рынке и каким образом контролируется его соблюдение. В Чили спекулянты накапливают права водопользования, при этом регистрация и отслеживание этих прав практически не ведутся³⁷. В одном из исследований, проведенных в долине реки Лимари в Чили, было установлено, что снятие ограничений на торговлю водой между районами привело

бы к росту благосостояния на 8–32% за счет вклада сельского хозяйства в региональный ВВП³⁸.

В Австралии создание рынков воды в бассейне реки Мюррей-Дарлинг ухудшило общую ситуацию и повлекло затраты на природоохранные мероприятия из-за избыточного распределения прав. В целях повышения эффективности и высвобождения запасов воды для соблюдения требований к экологическим попускам значительные объемы государственных инвестиций были направлены на организацию орошения³⁹.

Анализ показывает, что избыточные права было бы гораздо дешевле и эффективнее выкупить. Размер субсидий на развитие инфраструктуры почти в 2,5 раза превышает стоимость приобретения воды⁴⁰. Анализ показывает, что избыточные права было бы гораздо дешевле и эффективнее выкупить. Размер субсидий на развитие инфраструктуры почти в 2,5 раза превышает стоимость приобретения воды⁴⁰. В бассейне Мюррей-Дарлинг продемонстрированы выгоды от функционирования водных рынков, а также важность правильной последовательности реформ и определения прав на водные ресурсы и их объема.

Принципы рационального использования грунтовых вод сложнее, чем принципы регулирования систем поверхностных вод, что обусловлено недостатком необходимой информации. При наличии ограничений на забор воды из водоносного горизонта рынки подземных вод могут улучшать доступность орошения грунтовыми водами, особенно для малообеспеченных и мелких фермеров. Негативными аспектами здесь являются монопольная власть местных продавцов воды и сочетание водных рынков с субсидиями на электроэнергию без установления норм использования, что приводит к чрезмерной эксплуатации грунтовых вод (врезка 19). Издержки, связанные с истощением запасов грунтовых вод, могут быть несоразмерно велики для малообеспеченных и мелких фермеров. В худшем случае чрезмерная добыча грунтовых вод может привести к прекращению орошения во многих прибрежных районах (как произошло, например, в Марокко и Тунисе)⁴¹.

Меры политики, призванные ограничить чрезмерную добычу, обычно требуют государственного финансирования, а также инструментов регулирования и соответствующих стимулов. Они включают ограничения на устройство новых скважин или орошаемых площадей, права и разрешения на забор воды, сертификацию орошаемых площадей и учет скважин. Удешевления учета можно добиться с помощью косвенных измерений и передовых информационных технологий, таких как дистанционное зондирование, особенно в засушливых районах. Контроль за увеличением количества скважин требует сильной политической воли и наличия персонала на

ⁿ Пересчитано по курсу 2019 года (1 доллар США = 1,44 австралийского доллара).

ВРЕЗКА 19 ВЛИЯНИЕ РЫНКОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАВНОПРАВНОГО ДОСТУПА К ВОДЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ: ПРИМЕРЫ КИТАЯ И ИНДИИ

В Индии водные рынки в сельском хозяйстве практически полностью ограничиваются торговлей грунтовыми водами. Они неформальны и локализованы, но обслуживаемая ими территория оценивается в 8,4–13 млн га, что составляет около 14–22% общей площади земель, орошаемых грунтовыми водами. Ежегодная стоимость продаваемой оросительной воды в Индии составляет порядка 1,7 млрд долл. США, и еще 2,6 млрд долл. США в год поступает от ирригационных услуг, осуществляемых по найму⁴². Воздействие варьируется, но рынки подземных вод могут улучшать доступность орошения подземными водами, особенно для малоимущих и мелких фермеров, что смягчает их уязвимость к дефициту воды⁴³. Кроме того, наличие таких рынков позволяет фермерам повышать продуктивность. Было доказано, что покупатели воды более эффективно ее используют, а продавцы работают эффективнее, чем контрольная группа владельцев насосов, которые не продают воду⁴⁴. Несмотря на эти преимущества, в условиях льготных тарифов на электроэнергию функционирование рынков подземных вод может иметь негативные последствия ввиду чрезмерной эксплуатации ресурсов

подземных вод, которая сокращает возможность их будущего использования в сельском хозяйстве⁴⁵. Повышение продуктивности подземных вод может сократить потребление и чрезмерную добычу, но для этого необходим строгий учет.

На севере Китая рынки подземных вод также растут довольно быстро. По данным одного из опросов, в 2004 году воду продавали 18% трубчатых колодцев, и в том же году 77% воды, откачиваемой из частных скважин, продавалось на рынке подземных вод⁴⁵. Этот анализ показывает, что фермеры, покупающие воду на рынках подземных вод, используют ее меньше, чем те, у кого есть собственные трубчатые колодцы. Урожайность у покупателей воды не пострадала; это говорит о том, что покупатели воды пытаются повысить эффективность водопользования. Рынки подземных вод на севере Китае не являются монополистическими: малоимущие сельские домохозяйства в состоянии купить там недорогую оросительную воду. Другой анализ показал, что рынки подземных вод в Китае приносят продавцам умеренную прибыль, обеспечивая покупателям, особенно беднякам, возможность орошения по разумным ценам⁴⁶.

местах, а также постепенного введения санкций в отношении нарушителей. Количество скважин можно сократить, выкупив их. Инструменты, основанные на стимулах, включают налоги, сборы, изъятие земель из сельскохозяйственного производства, торговлю разрешениями на забор грунтовых вод и совместное несение затрат в целях стимулирования рационального использования водных ресурсов. Во [врезке 20](#) представлены два примера рационального использования грунтовых вод в Соединенных Штатах Америки.

Всесторонний анализ реформы управления использованием подземных вод, представленный в работе Molle and Clossas (2017), дал авторам основания полагать, что вариант совместного управления пользователями и государством является более перспективным при условии сочетания следующих факторов: i) угроза санкций в соответствии с законом, обычно увязанная с природоохранными мерами или соглашениями/договорами о совместном использовании водных ресурсов; ii) сильная засуха или экологический кризис, в условиях которых вмешательство государства становится более оправданным и приемлемым; iii) снижение транзакционных издержек; iv) ограниченное количество пользователей и относительная социальная однородность; v) наличие достаточных ресурсов для предоставления стимулов, дополняющих нормы регулирования и санкции; vi) возможность

разбивки водоносного горизонта на более мелкие участки и раздельного управления их использованием – при наличии действенных норм регулирования и стимулов, обеспечивающих эффективность водопользования; vii) достоверная и прозрачная информация о водных ресурсах; и viii) установление согласованной системы подотчетности и обеспечение прозрачности в отношении обоснованности принимаемых мер, а также распределение затрат и совместное использование выгод⁴¹.

Следует отметить, что многие рыночные механизмы использования поверхностных и подземных вод появились относительно недавно, и по мере накопления опыта соответствующие подходы будут совершенствоваться. Все больше фирм инвестируют в водные рынки или поддерживают их: это говорит о том, что эти рынки развиваются²¹. Внедрение рыночных механизмов в сфере водных ресурсов, будь то водные аукционы, водные банки или другие формы возмездной передачи прав водопользования, – процесс сложный и требующий специальных знаний по каждому местоположению водного источника, включая социально-экономические, политические, правовые, гидрологические и экологические условия, а также различные категории прав пользования водными ресурсами. Поскольку нагрузка на водные ресурсы будет расти, а возможности

ВРЕЗКА 20

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В СОЕДИНЕННЫХ ШТАТАХ АМЕРИКИ

В Верхнем республиканском районе природных ресурсов штата Небраска, США, используется целый ряд инструментов, позволяющих сдерживать процесс снижения уровня грунтовых вод и соблюдать условия соглашения со штатами Колорадо и Канзас о поверхностном стоке. Такими инструментами являются мораторий на бурение новых скважин, система разрешений на бурение скважин, налоги на "использование, заселение и владение участками суши на земной поверхности", ограничения на откачку грунтовых вод для официальных и неофициальных водных рынков, а также проекты по увеличению стока. В целях стимулирования передовых методов хозяйствования расходы на приобретение почвенных влагомеров субсидируются. Ключом к успеху является активное участие общин и поддержка мониторинга и правоприменения. Этот район соблюдает договор между штатами, минимизируя воздействие на водопользователей. Однако долгосрочная проблема снижения уровня грунтовых вод остается нерешенной, и хотя сегодня она стоит не так остро, как прогнозировалось, уровень грунтовых вод в этом районе до сих пор стабилизировать не удается. Одной из проблем было избыточное первоначальное распределение, поскольку многие пользователи накапливали большие объемы воды впрок, что

уменьшало стимулы к ее экономии. Район попытался решить эту проблему путем введения ограничений на перенос в учете⁴⁷. Для успеха реформ в области водных ресурсов очень важно с самого начала обеспечить правильное с гидрологической точки зрения распределение и гибкость в вопросах корректировки допущенных ошибок, связанных с избыточным распределением.

Управление по делам водоносных горизонтов округа Эдвардс, штат Техас, США, контролирует уровни грунтовых вод и родниковых стоков, необходимые для выживания нескольких исчезающих видов. Забор воды ограничивается лимитами на откачку грунтовых вод и продаваемыми разрешениями. В отношении торговли водой в законодательстве штата были установлены конкретные ограничения. При этом были минимизированы транзакционные издержки, создана платформа для онлайн-торговли и условия для гибкого расходования пользователями распределяемых объемов воды. Обнародование данных о водопользовании повысило прозрачность, укрепило доверие и помогло обеспечить заинтересованность со стороны участников программы. Управлению по делам водоносных горизонтов округа Эдвардс удалось поддерживать минимальный родниковый сток даже во время засух⁴⁷.

традиционных подходов к их разработке приближаются к своему пределу, эксперименты и инновации в области создания рынков водных ресурсов, вероятно, продолжатся.

Установление цен на воду: проблемы и возможности

Установление цен на воду, т.е. взимание платы за право пользования водой, может служить инструментом возмещения прямых (водоснабжение и инфраструктура) и косвенных издержек (экологических, социальных и альтернативных)⁴⁸. Кроме того, это может способствовать сохранению водных ресурсов, более устойчивому их использованию и решению проблем дефицита, а также стимулировать инвестиции в альтернативные, менее водоемкие культуры или водосберегающие технологии. В сельском хозяйстве установить цены на воду трудно по политическим и культурным причинам, а также по соображениям справедливости. Во многих странах не установлено национальной цены на воду, поскольку она может сильно варьироваться внутри страны и в различных ирригационных системах. Некоторые страны вообще не устанавливают цену на воду несмотря на необходимость инвестиций в инфраструктуру и технологии, которые требуют масштабного частного и государственного финансирования⁴⁹.

В определенных регионах или в конкретной местности ценовая эластичность спроса на воду в сельском хозяйстве может быть низкой (например, в случаях, когда в общем объеме затрат на производство сельхозпродукции доля затрат на воду невелика), особенно в краткосрочной перспективе. В этих обстоятельствах повышение цены на воду может не дать особых результатов в плане сокращения водопотребления⁴⁸. Более действенным инструментом здесь будут стимулирующие тарифы, поскольку они не просто ориентированы на возмещение затрат, а увязаны с тем, как платят водопользователи и передаются ли правильные ценовые сигналы. Эти тенденции являются отражением передачи полномочий по управлению водопользованием с центрального уровня на региональный или местный, увеличения инвестиций в водоснабжение со стороны частного сектора и финансирования крупных инвестиций в водное хозяйство в рамках государственно-частных партнерств. Все это говорит не только о важности установления цен на воду, но и о необходимости строгого их регулирования, гарантирующего защиту общественных интересов⁴⁹.

Добиться увеличения объемов возмещения затрат со стороны пользователей может быть очень трудно. В большинстве

**ТАБЛИЦА 5
МЕТОДЫ УСТАНОВЛЕНИЯ ЦЕН НА ВОДУ**

Метод ценообразования	Краткое описание	Достоинства	Недостатки
Рыночное ценообразование	Цены определяются косвенно с помощью децентрализованного механизма ценообразования (например, рынка), а также на основе спроса и предложения.	Может сигнализировать о дефиците воды и альтернативных издержках. Может быть весьма эффективным с точки зрения поддержания валовой стоимости орошаемого земледелия во время засух и перераспределения воды от пользователей с более низкой продуктивностью воды к пользователям с более высокой продуктивностью.	Требует соответствующих механизмов поддержки рынка, включая обеспечение прозрачности цен и торговли, а также своевременной и точной информации о поставках, что может быть сопряжено с большими затратами.
Фиксированный тариф	Цена устанавливается на основе стоимости выхода продукции, вводимых ресурсов, площади орошаемых земель или самой земли.	Достаточно простая и недорогая с точки зрения реализации и управления процедура ⁵² . Сокращение расходов на мониторинг и правоприменение.	Прямые стимулы экономить воду практически отсутствуют.
Объемный тариф	Цена устанавливается на основе объемов добытой или использованной воды.	Создает стимулы для экономии воды и изменения методов ведения сельского хозяйства в пользу более эффективного водопользования.	Требует, чтобы водохозяйственные органы устанавливали цены, контролировали добычу и собирали плату за воду.

ИСТОЧНИК: разработка ФАО по материалам Rosegrant, 2020⁵³.

случаев не возмещаются даже затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание⁵⁰. С помощью разумных механизмов можно обеспечить перераспределение воды с зерновых культур в пользу более ценных видов использования, гибко приспосабливаясь к меняющимся условиям⁵¹. Продвижение идеи о необходимости оплаты за эксплуатацию водных ресурсов и услуги водоснабжения требует, помимо введения мер регулирования и санкций, поддержания соответствующего уровня качества услуг водоснабжения и внятного объяснения, как именно используются поступающие средства в интересах водопользователей. Решающую роль в обеспечении оптимального возмещения затрат и устойчивого использования водных ресурсов играют такие параметры системы ценообразования, как структура тарифов и уровень цен. Основные методы ценообразования представлены в [таблице 5](#).

В ряде стран в рамках мер реагирования на дефицит воды введены цены на воду. В Австралии четкие ценовые сигналы и эффективные рынки водных ресурсов считаются важнейшими факторами повышения эффективности водопользования и поощрения пользователей к мерам по адаптации к изменению климата⁹. В Израиле в целях стимулирования экономии воды Комиссия по водным ресурсам устанавливает цену на воду, используя трехуровневую систему учета в соответствии

с объемами потребления (объемный тариф, см. [таблицу 5](#)). Для фермеров установлены дифференцированные тарифы на питьевую воду на конкретных участках. По данным одного из докладов ФАО, первые 60% распределяемой воды обходятся в 0,20 долл. США/м³, 60–80% – в 0,25 долл. США/м³ и 80–100% – в 0,30 долл. США/м³⁵⁴. В орошении нет принципиальной разницы, устанавливает ли цены на воду водохозяйственная организация, а затем хозяйства выбирают, сколько воды им использовать, и ситуацией, когда такая организация выделяет (продаваемые) права или квоты на водопользование, а хозяйства принимают решения о предельных издержках. Выбор режима контроля зависит от его относительной эффективности. Если и есть какое-то преимущество ценового контроля перед количественным (или наоборот), то оно может быть обусловлено недостатком информации или информационной асимметрией, неопределенностью в отношении транзакционных издержек или неравным распределением рисков между водопользователями^{55–58}.

Объемные тарифы на воду для орошения бывает трудно реализовать по ряду причин. Во-первых, в ирригационных системах стоимость прав на воду уже включена в стоимость орошаемых земель. Владельцы рассматривают установление цен на оросительную воду как экспроприацию этих прав, которая приводит к капитальным убыткам хозяйств²³. Попытки установить

цены нередко встречают решительный отпор со стороны ирригаторов, что затрудняет поддержание эффективной системы цен²³. Во-вторых, затраты на измерения и мониторинг могут быть непомерно высокими, особенно во многих странах с низким уровнем дохода. Наконец, проблема дефицита воды часто решается путем выделения квот, а цены в основном используются для регулирования водопользования в объемах, превышающих эти квоты, а не для нормирования использования дефицитной воды⁵⁹. Это особенно касается поверхностных вод, поскольку с подземными водами этот механизм реализовать затруднительно.

Причинами преобладания этого подхода являются его прозрачность и возможность обеспечить справедливое распределение в тех случаях, когда воды не хватает⁶⁰. Кроме того, квоты могут напрямую увязать водопользование с другими ресурсами, приведя их в соответствие с результатами учета водных ресурсов, что позволит уменьшить потери дохода по сравнению с ценовым регулированием. Например, в Греции рост цен на воду привел к серьезному снижению доходов населения⁶¹. Исследование, проведенное в Китае, выявило, что для обеспечения экономии воды необходимо было существенно повысить цены на воду, однако такое увеличение привело к существенному снижению доходов мелких фермеров⁶². В странах с высоким уровнем дохода фермеры в такой ситуации могут сократить водопотребление в производстве соответствующей культуры, внедрить водосберегающую технологию орошения, перейти на производство менее водоемких культур или заменить состав выращиваемых культур на более рентабельные. В странах с низким уровнем дохода эти варианты могут оказаться недоступными или слишком дорогостоящими. Если установленные цены достаточно высоки, чтобы вызвать значительные изменения распределения (или обеспечить возмещение капитальных затрат), это может серьезно повлиять на доходы фермеров⁶²⁻⁶⁵.

Поэтому повышение цен на воду должно происходить постепенно в течение нескольких лет, чтобы у фермеров было время адаптироваться, а комплексное управление с участием общин должно гарантировать учет интересов каждого. Чтобы избежать негативных последствий и обеспечить оказание экосистемных услуг, платежи за них можно рассматривать как дополнение к системе стимулирующего ценообразования (см. главу 5)⁴⁸.

Распределение квот можно сочетать с ценовой политикой. Пока такой подход не применялся, но потенциальным механизмом распределения может быть брокерская деятельность, или пассивный рынок водных ресурсов. Если водохозяйственная организация располагает точной информацией о совокупном спросе и предложении, такой механизм не только создаст стимулы для эффективного распределения воды, но и обеспечит защиту доходов фермерских хозяйств⁶⁶. В отличие от системы оплаты по объемному тарифу, здесь фермеры получают материальный

стимул для сокращения водопользования в целях борьбы с загрязнением. Если спрос превышает базовое право на водные ресурсы, пользователи платят экономически обоснованную цену, которая устанавливается исходя из стоимости воды в альтернативных видах использования. Если же пользователи используют меньше воды, то получают взамен ту же экономически обоснованную цену. Базовые права на водные ресурсы устанавливают ограничение на водопользование в бассейне или системе, позволяя поддерживать или уменьшать его объем⁶⁷. Пассивный рынок отличается от официальных рынков водных ресурсов тем, что покупателю не нужно искать продавца, а продавцу не нужно искать покупателя. Вместо этого каждый фермер просто определяет объем своего водопользования по цене, установленной руководством, вне зависимости от цены конкретного рынка воды.

Коллективное управление: объединение фермеров для организации орошения

Управление водными ресурсами осуществляется в том числе через местные организации водопользователей, такие как организации по управлению водохозяйственной деятельностью в водосборном бассейне, фермерские и рыболовецкие объединения и группы водопользователей, известные также под названием “ассоциации водопользователей”. Они могут играть важную роль в управлении ресурсами, особенно на местном и общинном уровнях. В работе Ostrom (1990)⁹ показано, что коллективные действия играют огромную роль в управлении общими ресурсами⁶⁹. Между различными заинтересованными сторонами (фермерами, рыбаками и т. д.), имеющими разные цели, часто возникают споры¹. Урегулированием споров между различными группами интересов, а также обеспечением прозрачности, подотчетности и справедливого и инклюзивного участия должны заниматься органы управления.

Управление водными ресурсами требует анализа, планирования и действий на местном уровне, в которых центральная роль принадлежит местным группам. Важным вкладом ассоциаций водопользователей в рациональное использование водных ресурсов и в управление ими является их способность объединять фермеров, особенно мелких, для управления общей ирригационной системой. Члены ассоциаций добиваются синергетического эффекта, объединяя свои финансовые, технические, физические и людские ресурсы для организации орошения. С этой целью могут быть задействованы и другие местные гидрологические системы, такие как речные или водные бассейны. Через ассоциации водопользователей легче получить доступ к кредитам для финансирования инвестиций в орошение, позволяющих улучшить водохозяйственную деятельность.

• Обзор упомянутых там хорошо известных и проверенных временем восьми принципов см. во врезке 1 в работе FAO, 2017⁶⁸.

ВРЕЗКА 21 АССОЦИАЦИИ ВОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ПРИНОСЯТ ПОЛЬЗУ, НО ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРЕБУЮТ ВНИМАНИЯ: ДАННЫЕ ИЗ АЗИИ

Передача вопросов управления орошением ассоциациям водопользователей и другим фермерским объединениям может способствовать более справедливому доступу к воде и охране водных ресурсов. Кроме того, это помогает учесть потребности пользователей и состояние ресурса¹. Однако положительных результатов удается достичь не всегда, поскольку они зависят от управления водными ресурсами в более широком контексте.

Опыт Филиппин показывает, что децентрализованные ирригационные ассоциации успешнее справляются с такими проблемами, как бесплатное использование, урегулирование конфликтов и обеспечение соблюдения установленных правил, чем ассоциации, контролируемые центральными властями⁷⁹. Те ассоциации, которые могут устанавливать правила и вводить санкции за их нарушение (например, имеющие полномочия на отказ в предоставлении воды или на установление платы за водопользование), с большей вероятностью добиваются широкого участия фермеров в коллективной работе, успешно разрешают конфликты без помощи со стороны, эксплуатируют ирригационные системы и осуществляют их техническое обслуживание, а также обеспечивают соблюдение правил.

Другие тематические исследования, посвященные ассоциациям водопользователей, более пессимистичны в отношении перспектив успеха. Обзор 108 примеров из 20 азиатских стран показал, что из всего спектра оценок воздействия успешными оказались только 43

случая передачи управления ирригацией⁸⁰. Авторы исследования заключили, что успех достигался при наличии ряда специфических факторов, которые либо невозможно воспроизвести в других обстоятельствах, либо они слишком дорогостоящи и потому непрактичны. Поиск “волшебной” формулы создания успешной ассоциации водопользователей не принесет результатов, поскольку такие структуры невозможно сконструировать искусственно.

Во многих случаях реформы, проводимые путем передачи управления, непрозрачны. Бывает, что меры политики и программы не переведены на местные языки, что приводит к информационной асимметрии между богатыми и бедными фермерами. В результате местные элиты получают несправедливое преимущество в занятии руководящих постов. В работе Shah *et al.* (2002) утверждается, что передача управления ирригацией ассоциациям пользователей вряд ли принесет хорошие результаты, если речь идет о мелких фермерах в странах с низким уровнем дохода, даже при наличии соответствующих предпосылок, как то: благоприятствующая нормативно-правовая база, гарантии прав собственности, местное управление, наращивание потенциала и передача управления^{81,82}. Эти авторы утверждают, что успех более вероятен в крупном производстве высокотоварных культур, чем в мелкомасштабном сельском хозяйстве с участием тысяч фермеров-бедняков.

Члены ассоциаций, особенно мелкие фермеры, могут усилить свои рыночные позиции в переговорах с крупными водопользователями и органами регулирования. Однако те, кто практикует возвратное водопользование (например, рыбаки), практически не имеют представления о том, каким образом происходит управление водохозяйственной деятельностью и как при этом распределяются затраты и выгоды.

Данные тематических исследований свидетельствуют о том, что создание ассоциаций водопользователей привело к увеличению урожайности^{70,71}, повышению эффективности использования водных ресурсов, увеличению производства в засушливый год⁷² и более эффективному урегулированию конфликтов⁷³. В пакистанской провинции Пенджаб благодаря созданию ассоциаций водопользователей на уровне водотока урожайность в хозяйствах, расположенных в конце водотока, увеличилась на 10%, а в хозяйствах, использующих грунтовые воды, на 8%⁷⁴. Благотворную роль может сыграть также передача управления водными ресурсами суббассейна общинным ассоциациям

водопользователей, фермерским группам или другим субъектам частного сектора, но имеющиеся данные на этот счет неоднозначны (врезка 21). Улучшения обусловлены представлением интересов сторон в ассоциациях водопользователей. Например, если в процессе принятия решений исключаются интересы рыболовства, то уловы снижаются.

Есть несколько тенденций, которые могут помочь определить, при каких условиях ассоциации водопользователей будут действовать успешно. Реализация по принципу “сверху вниз” обычно не приносит особенных результатов, поскольку может подрывать подлинную руководящую роль ассоциации, а также равноправие и инклюзивное участие членов⁷⁵. Как показал обзор функционирования таких ассоциаций в странах Африки к югу от Сахары, они с большей вероятностью будут эффективны, когда их структура и принципы работы предусматривают участие потенциальных членов и демонстрируют более качественные услуги поставки воды, благодаря чему участие фермеров не ограничивается уплатой взносов⁷⁵. Повышение качества

услуг за счет развития инфраструктуры и технологий, а также преимущества, обеспечиваемые благодаря повышению инклюзивности, подотчетности, наращиванию потенциала и урегулированию конфликтов, – все это создает стимулы, побуждающие пользователей участвовать в таких ассоциациях и платить за это. Участие в проектировании оросительной системы может помочь пользователям, организаторам орошения и должностным лицам найти экономически доступные инфраструктурные и управленческие решения, включающие технологические инновации и механизацию. Ротация управленческих кадров в оросительных системах с большей вероятностью приводит к успеху, когда правление избирается самими фермерами, управленческий персонал состоит из квалифицированных специалистов, а правовые механизмы позволяют справиться с растущей сложностью систем (врезка 21)⁷⁶. Не менее важно также четко распределить роли и обязанности, прописав их в соглашениях между агентством по ирригации и ассоциацией водопользователей. Потенциал сохранения водных ресурсов повышается, когда цели прав пользования водными ресурсами и услуг водоснабжения ясны и обеспечены, вода оценивается как экономическое благо, а потребление на уровне хозяйств и бассейнов контролируется с помощью водосберегающих технологий.

Поскольку результаты работы ассоциаций водопользователей могут быть достаточно разнообразными (см. врезку 21), необходимо всячески поощрять формирование этих структур таким образом, чтобы они становились инклюзивными и децентрализованными общинными организациями. Этому будут благоприятствовать соответствующие социально-экономические условия, динамика капитала, местный контроль и обеспечение соблюдения прав на воду, надлежащего оказания услуг и уплаты сборов, создание возможностей для мониторинга, а также четкие правовые основания. Эффективность деятельности ассоциаций зависит также от того, насколько их члены чувствуют свою ответственность и причастность к общему делу, а также от отношения соответствующих государственных органов и их подотчетности перед ассоциациями водопользователей как поставщиками услуг.

Крайне важно расширять участие женщин в ассоциациях водопользователей и фермерских организациях, поскольку они по-прежнему недопредставлены в этих структурах и находятся в уязвимом положении. Одним из возможных подходов здесь является использование фиксированных гендерных квот, а также развитие у женщин таких навыков, как коммуникация и ведение переговоров, с целью содействия их участию и формированию лидерских качеств^{77,78}. Необходимо также повышать осведомленность мужчин о том, что текущее распределение гендерных ролей ущемляет права женщин и, в противовес этому, демонстрировать, почему гендерные квоты могут пойти на пользу как женщинам, так и мужчинам.

Большую пользу может принести создание чисто женских групп, которые обеспечат женщинам новые возможности для выражения своего мнения. Там, где, наряду с ассоциациями водопользователей, есть такие группы, их следует вовлекать в процесс принятия решений. В Таджикистане женщины начали обучать молодежь техникам орошения. В ряде случаев их роль стала неформально институционализированной, общины их принимают, и некоторые женщины даже получают зарплату⁷⁷. ■

НЕ ТОЛЬКО ОРОШЕНИЕ: УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В БОГАРНЫХ И ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ

Политика и управление в области водохозяйственной деятельности в сельском хозяйстве по-прежнему в основном ориентированы на орошение, а механизмы масштабное водораздела или бассейна – на распределение и рациональное использование пресной воды из рек, озер и подземных источников⁸³. Управление водохозяйственной деятельностью обычно находится в ведении министерств водных ресурсов и касается таких вопросов, как крупномасштабное орошение, питьевое водоснабжение и гидроэнергетика. Результатом такого подхода стало ограничение инвестиций и инноваций в области управления, политики, институтов, практики и технологий в интересах поддержки мелких фермеров в богарных районах и в секторах возвратного водопользования, например в рыболовстве во внутренних водоемах и аквакультуре.

Учреждения по управлению водохозяйственной деятельностью в богарном земледелии

Нерегулярность осадков, их недостаточное количество становится все более острой проблемой для богарного земледелия. Ожидается, что усиление изменчивости климата приведет к увеличению частоты и тяжести засух, экстремальных осадков, погодных катаклизмов и наводнений, что может полностью разрушить рынки и повысить производственные риски. (Обсуждение последствий наводнений в сельском хозяйстве см. в разделе “В фокусе: Слишком много воды? Наводнения, заболачивание и сельское хозяйство”, стр. 104) На пастбищных угодьях аномалии осадков представляют также угрозу для животноводства. Страны с низким уровнем дохода особенно уязвимы к водным рискам ввиду слабости институциональных механизмов и сильной зависимости от

малоресурсоемкого богарного земледелия⁸⁴, которое остается источником средств к существованию для большинства сельской бедноты.

Необходима действенная интеграция, способствующая инвестициям в управление водными ресурсами во всех видах земледелия, от богарного до орошаемого. Когда все внимание уделяется планированию ресурсов речных бассейнов, вопросы рационального использования водных ресурсов в богарных районах отходят на второй план. Обычно такое бывает на уровнях ниже масштаба речного бассейна, в хозяйствах площадью менее пяти гектаров, с небольшими водосборами. Поэтому управлению водными ресурсами в масштабах водосбора и бассейна необходимо уделять не менее пристальное внимание⁸³.

Потенциальные выгоды от инвестиций в водохозяйственную деятельность в сельском хозяйстве будут наибольшими в сочетании с другими методами, такими как использование улучшенных или высокоурожайных сортов культур, нулевая обработка почвы и восстановление органического вещества почвы. Улучшения могут быть достигнуты за счет синергии, но для получения полной отдачи от водохозяйственной деятельности необходимо также учитывать вопросы землевладения и землепользования, собственности на водные ресурсы и доступа к рынкам⁸³. Так как проблему перебоев с водой и деградации земель в богарных районах невозможно решить только с помощью мероприятий на уровне фермерских хозяйств, то предпочтительным подходом является управление водосборными бассейнами на уровне общин⁸⁵. Это включает также сохранение и восстановление лесов на уровне водосбора, особенно в крупных бассейнах, и требует новых инвестиций в планирование и управление водными ресурсами в богарном земледелии. Улучшение водохозяйственной деятельности в богарном земледелии также требует государственных инвестиций в инфраструктуру и доступа к дорогам, связывающим фермеров с рынками. Для этого фермерские организации, меры финансовой политики и другие институциональные механизмы должны идти рука об руку с достижениями в области политики (см. главу 5).

Все больше внимания уделяется сейчас рациональному использованию дождевой воды и другим инвестициям в модернизацию технологий богарного земледелия. В 2005 году индийская Национальная комиссия по делам фермеров внедрила комплексный подход к управлению водохозяйственной деятельностью в водосборных бассейнах, в рамках которого особое внимание уделялось сбору дождевой воды и улучшению состояния почв в богарных районах, подверженных засухам⁸³. Через год было создано Национальное управление по делам богарных районов – центральный орган по вопросам стратегического планирования для проектов развития водосборных бассейнов и богарного земледелия страны. Это управление содействует конвергенции различных государственных проектов и, соответственно,

выступает в качестве координатора работы всех органов, организаций, министерств и ведомств, участвующих в реализации программ водохозяйственной деятельности^{85,86}. Появляется все больше фактов, свидетельствующих о важности переориентации управления водными ресурсами на модернизацию сельского хозяйства в богарных районах, в том числе животноводства (см. следующий раздел).

Управление животноводством во время засух

Скот относится к важнейшим источникам средств к существованию скотоводческих и других общин. Во время чрезвычайных ситуаций, таких как засуха, условия содержания скота и производства продукции животноводства могут резко ухудшаться из-за нехватки кормов и воды. Смертность скота может быть высокой, а восстановление поголовья – чрезвычайно трудным. Без превентивной поддержки возможны и более долгосрочные последствия⁸⁷. Поскольку пастбищных и других животноводов мерами чрезвычайной помощи зачастую поддержать невозможно, первостепенную роль приобретают обеспечение готовности и планирование на случай чрезвычайных ситуаций, а также организация мер реагирования. Повлиять на способность использовать животноводческие активы в любой чрезвычайной ситуации, например во время засухи, могут меры национальной политики, нормативные акты и институты. Ветеринарные услуги и меры политики в области налогообложения, маркетинга и экспорта – все это оказывает влияние на источники средств к существованию, связанные с животноводством. Однако меры по осуществлению наиболее адекватных вмешательств зачастую отсутствуют. Улучшить водохозяйственную деятельность в животноводстве, особенно во время засух, можно с помощью целого ряда стратегий управления. Ниже рассмотрены некоторые из них.

Вовлечение представителей общин и местных институтов.

Эффективный подбор, планирование и осуществление мероприятий в области животноводства требуют участия местных общин, особенно маргинализированных или уязвимых групп, которые держат скот или могут извлечь выгоду из получения доступа к домашнему скоту или продуктам животноводства. Участие общин в выборе сферы охвата программ является эффективным средством обеспечения справедливого распределения выгод⁸⁷. Важнейшую роль в организации мер чрезвычайной помощи и рациональном использовании природных ресурсов, в том числе пастбищных и водных, могут играть основанные на обычае институты или институты коренных народов. Их участие необходимо для поддержания нормальной деятельности и обеспечения средств к существованию. В Объединенной Республике Танзания скотоводческий центр “Энгарезеро Масаи” создал общинную организацию, которая занимается вопросами устойчивого

управления природными ресурсами и животноводством, развитием туризма, сохранением и развитием знаний коренных народов и обычного права местной общины⁸⁸.

Поиск и картографирование водных источников и создание систем раннего предупреждения. В районах, подверженных засухам, пространственные данные и географические информационные системы для картографирования водных объектов (включая подземные источники) являются важным шагом на пути к формированию базы знаний для смягчения последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с водными ресурсами, и составления отчетов о них⁸⁹. В районах, подверженных засухам, пространственные данные и географические информационные системы для картографирования водных объектов (включая подземные источники) являются важным шагом на пути к формированию базы знаний для смягчения последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с водными ресурсами, и составления отчетов о них⁸⁹. Прогнозировать чрезвычайные ситуации могут системы раннего предупреждения, благодаря которым можно подготовиться к стихийным бедствиям и смягчить их последствия. Они могут также помочь в информировании о мерах чрезвычайной помощи⁸⁷.

Надежное и гибкое право доступа к земле и другим природным ресурсам. Поскольку пастбищные скотоводы используют землю и другие природные ресурсы коллективно, чувство собственности в его узком смысле (то есть право контролировать ресурс полностью и единолично) не соответствует их традициям и образу жизни⁹⁰. Права собственности пастбищных скотоводов понимаются как частично совпадающие, часто вложенные в другой набор прав на другой ресурс, и действующие с различными полномочиями и функциями. Доступ к ресурсам должен быть достаточно гибким, чтобы в переговорах можно было учесть различные права, которые нередко частично совпадают. Следует также расширить участие женщин в землевладении и землепользовании и в принятии решений. Пятилетняя совместная программа ФАО, Международного фонда сельскохозяйственного развития (МФСР), организации «ООН-Женщины» и Всемирной продовольственной программы (ВПП) направлена на расширение земельных прав женщин в Гватемале, Кыргызстане, Либерии, Непале, Нигере, Руанде и Эфиопии посредством проведения информационно-пропагандистской работы, информационно-просветительских кампаний и профессиональной подготовки⁹¹.

Разработка национальных руководств и стандартов по вопросам организации мер реагирования на водные риски в секторе животноводства. В некоторых странах такие руководства уже есть. Они могут стать подспорьем для реализации проектов в области животноводства, в том числе для разработчиков политики и директивных органов. В целях дополнения

существующих руководств и разработки новых в 2005 году был создан проект «Руководящие указания и стандарты, касающиеся действий в чрезвычайных ситуациях в области животноводства» (ЛЕГС). Руководит этим проектом специальная руководящая группа, в состав которой входят ФАО, Африканский союз, Международный центр Файнштейна, Международный Комитет Красного Креста и европейская организация «Ветеринары без границ»⁹². Глобальная сеть, в которую входят свыше 1 500 организаций и частных лиц, консультируется с целым рядом заинтересованных сторон. Проект нацелен на оказание оперативной помощи в защите и восстановлении поголовья скота в пострадавших от кризиса общинах, а также на повышение качества и улучшение условий жизни населения в результате осуществления проектов в области животноводства в кризисных гуманитарных ситуациях. В рамках этого проекта были подготовлены два основных продукта: справочник и учебная программа. Справочник содержит стандарты, руководящие принципы и инструменты для разработки, реализации и оценки мероприятий в области животноводства в условиях быстро и медленно наступающих бедствий, таких как наводнения и засухи. Он включает вопросы оценки, поиска адекватных мер реагирования, а также технические аспекты, включая сокращение поголовья, ветеринарные услуги, воду, корма, стойбища и возобновление запасов⁹². Учебная программа состоит из серии региональных трехдневных учебных курсов, которые проводятся в Азии, Африке и Латинской Америке.

Управление в интересах интеграции рыбоводства во внутренних водоемах, аквакультуры и ирригационных систем

Воздействие ирригации на рыбоводство во внутренних водоемах и аквакультуру может быть очень глубоким как в позитивном, так и в негативном плане. Ирригация изменяет геоморфологию, гидрологию и землепользование, водные среды обитания и содержание питательных веществ, что, в свою очередь, оказывает влияние на рыбоводство во внутренних водоемах. В большинстве случаев продуктивность снижается из-за недостаточной осведомленности или недостаточного внимания к воздействию ирригации на рыбоводство во внутренних водоемах, а также вследствие особенностей проектирования и эксплуатации таких систем^{2,93}. В оценках воздействия ирригационных систем на окружающую среду редко учитывается фактор рыбоводства во внутренних водоемах⁹⁴. Но несмотря на эти ограничения, ирригация может создавать возможности для рыбоводства во внутренних водоемах и обеспечения средств к существованию за счет изменения экономических условий и институциональных механизмов, которые влияют на то, как, кем и в какой степени могут использоваться рыбные ресурсы⁹⁵.

ТАБЛИЦА 6
ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ АСПЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ, СВЯЗАННЫХ С ИРРИГАЦИЕЙ, НА РЫБОЛОВСТВО ВО ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМАХ И АКВАКУЛЬТУРУ

Аспект управления	Ограничение интеграции орошения с рыболовством во внутренних водоемах и аквакультуре	Орошение способствует развитию рыболовства во внутренних водоемах и аквакультуре
Использование площади водохранилища	Резервируется только для аккумуляции воды	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Среда обитания, созданная для содействия рыболовству ▶ Зарыбление с целью содействия рыболовству ▶ Наличие специально отведенных мест для садковой аквакультуры ▶ Организация любительского рыболовства
Забор воды	Спуск воды из водохранилищ и откачка воды из рек/водоемов производится только для нужд орошения	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Минимальные уровни воды в водохранилищах поддерживаются для сохранения популяции рыб и водной экосистемы ▶ Минимальные стоки в реках для поддержания жизни рыб и функционирования водных экосистем ▶ Создание укрытий для рыбы и водно-болотных угодий
Использование оросительной воды	Использование разрешено только для полевых культур	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Разрешено использование воды в диверсифицированных системах производства, включая аквакультуру ▶ Разрешено совмещение рисоводства с рыбоводством
Перепрофилирование орошаемых угодий	Никаких отклонений от производства первичной продукции растениеводства не допускается	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Разрешены модификации, позволяющие организовать производство вторичных культур (например, устройство каналов для рыбы на рисовых полях) ▶ Разрешен перевод земель под устройство прудов для рыбы
Проектирование гидротехнических сооружений	Самая низкая стоимость проектирования и строительства; ориентация только на водоснабжение	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Конструкции, приспособленные или спроектированные с учетом необходимости обеспечить проход рыбы вверх и вниз по течению ▶ Дополнительные меры (строительство рыбопропускных каналов), необходимые для формирования и поддержания связей
Эксплуатация гидротехнических сооружений	Приоритет отдается операциям, максимально увеличивающим объемы водоснабжения для нужд орошения, независимо от других экосистемных услуг	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Сохранения минимальных стоков в водотоках для поддержания экологии водной среды ▶ В важнейшие периоды миграции рыб вверх по течению открываются шлюзы ▶ Шлюзы работают таким образом, чтобы минимизировать ущерб для рыбы, мигрирующей вверх по течению

ИСТОЧНИК: Funge-Smith & Baumgartner, 2018².

В орошаемом районе на северо-западе Бангладеш почти все фермеры-рисоводы заменили производство риса аус (он выращивается в период с апреля по июль) выращиванием сеголетков, продолжая производить рис сортов аман (август – ноябрь) и боро (декабрь – март). В этом есть три преимущества: i) сеголетков выращивают в начале сезона разведения рыбы, когда спрос на них со стороны владельцев прудов высок; ii) один цикл производства рыбы прерывает цикл производства риса, снижая выживаемость вредителей (в этом случае у выращиваемых впоследствии культур будет меньше проблем с вредителями); и iii) производство сеголетков гораздо более продуктивно, чем выращивание риса аус².

Значительное влияние на структуры управления водными ресурсами, а также на степень интеграции рыболовства во внутренних водоемах и аквакультуре с ирригационными системами могут оказывать национальные и региональные законы и меры политики (таблица 6). В одних странах и регионах интеграцию управления природными ресурсами поощряют, в других предпочитают отдельный подход. Например, в Камбодже и Шри-Ланке поощряется интеграция рисоводства с рыбоводством, и одним из приоритетных направлений национальной политики стало устройство общинных рыбных заповедников как средства повышения продуктивности рыбного промысла на рисовых полях⁹⁶. Есть страны, где

площади рисовых полей не разрешается использовать ни для рыболовства, ни для переоборудования под рыбоводство⁹⁷, либо введен особый запрет на деятельность, связанную с рыболовством, например на размещение рыбных садков в ирригационных каналах⁹⁸. ■

ВЫВОДЫ

Несмотря на очевидные взаимосвязи между многочисленными функциями водных ресурсов, управление ими на всех уровнях по-прежнему осуществляется фрагментарно. Обязанности, связанные с водными ресурсами, распределены между несколькими секторами, и в принятии решений действенная координация между учреждениями-исполнителями и на трансграничном уровне является скорее исключением, чем правилом. В том, что касается управления водными ресурсами, поведение различных субъектов является результатом политического и стратегического выбора разных секторов, которые зачастую действуют разобщенно.

В этой главе признается необходимость активизировать усилия по внедрению инклюзивного подхода к управлению водными ресурсами, поскольку само по себе оно менее эффективно с точки зрения решения возникающих проблем, а так как различные секторы (в том числе водоснабжение, продовольственный и энергетика) очевидно связаны между собой, то ни один из них не может функционировать изолированно. Решения проблем с водой чаще всего лежат вне сферы водных ресурсов. Поэтому в настоящей главе рассмотрены пути совершенствования механизмов управления водными ресурсами и связь этих механизмов с эффективностью и равноправием, а также с обеспечением прав человека на воду,

санитарию и питание. Доступу к оросительной и дождевой воде, особенно для малоимущих и мелких фермеров, а также смягчению проблем нехватки воды может способствовать целый ряд механизмов и инструментов, например права на водные ресурсы, рыночные инструменты, права пользования водными ресурсами и создание ассоциаций водопользователей. В тех случаях, когда распределение водных ресурсов производится ненадлежащим образом, правила водопользования отсутствуют или цены не отражают истинной стоимости воды, эти механизмы могут усугублять чрезмерную эксплуатацию ресурсов поверхностных и подземных вод. Основные выгоды зачастую достаются более крупным фермерам, которые используют больше воды, удобрений и энергии, что только усиливает неравенство.

В этой главе подчеркнута необходимость тщательного и прозрачного учета водных ресурсов и анализа управления ими в целях создания механизмов подотчетности и прозрачности в отношении обоснованности принимаемых мер, а также распределения затрат и совместного использования выгод. Важно также поощрять правозащитный подход к управлению водными ресурсами, уделяя особое внимание уязвимым группам населения, таким как мелкие производители, женщины и коренные народы. Такая концепция прав пользования водными ресурсами может обеспечить целостный подход к пониманию связей людей с водными ресурсами и служить надежным элементом системы равноправного и эффективного водопользования. Эти меры должны сочетаться с реалистичными инструментами водного рынка и реальной угрозой применения санкций в соответствии с законом, которые обычно увязаны с природоохранными мерами и соглашениями или договорами о совместном использовании водных ресурсов. ■

В ФОКУСЕ:

СЛИШКОМ МНОГО ВОДЫ? НАВОДНЕНИЯ, ЗАБОЛАЧИВАНИЕ И СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Периодичность гидрологических явлений и последствия наводнений

Вода играет жизненно важную роль в сельском хозяйстве и не менее важную роль в экосистемах, но эти роли не всегда совместимы. Одним из примеров здесь являются наводнения, которые могут поддерживать хорошее состояние водно-болотных угодий за счет переноса и последующего осаждения богатых питательными веществами донных отложений, которые очень важны для жизни животных и растений. Вместе с тем наводнения могут вызывать долговременные экономические трудности для различных субъектов продовольственной системы, связанные с потерей скота и продукции растениеводства, а также с ущербом для хранилищ продовольствия и промышленных и коммерческих предприятий^{99, 100}. Но сельскому хозяйству вредят не все наводнения: в ряде стран Африки к югу от Сахары и Азии практикуются системы земледелия, основанные на затоплении, которое улучшает состояние почв за счет речных отложений, обогащающих питательными веществами их верхний слой, благодаря чему земли становятся более плодородными. По оценкам, в странах Африки к югу от Сахары в результате наводнений орошается 25 млн га земель¹⁰¹. Кроме того, наводнения могут восполнять и подпитывать запасы подземных вод и подземных водоносных горизонтов, а также способствовать развитию рыболовства во внутренних водоемах и создавать среду обитания диких животных¹⁰².

Несмотря на все это, наводнения являются серьезной проблемой для общества, поскольку чаще всего они

причиняют ущерб. Термин “наводнение” имеет различные определения, но обычно этим словом обозначают временное затопление водой части суши¹⁰³. С точки зрения размеров затопленного участка и продолжительности вызывающих это затопление осадков можно провести различие между длительными и локальными внезапными наводнениями¹⁰⁴. Пространственный и временной аспекты наводнений в значительной степени определяют их воздействие – как благотворное, так и разрушительное.

Сельскохозяйственный сектор особенно уязвим к стихийным бедствиям, и увеличение частоты экстремальных погодных явлений, таких как наводнения, в последние десятилетия создает серьезную проблему для сельскохозяйственных систем. Образующаяся после наводнений стоячая вода обычно делает пахотные земли непригодными для использования и затрудняет содержание скота, который в отсутствие надлежащих укрытий, ветеринарной помощи или достаточных кормов легко становится жертвой болезни или голода. Наводнения часто сопряжены с загрязнением воды и ускоренной деградацией почв и могут приводить к эрозии верхнего слоя почвы на основных площадях, что причиняет необратимый ущерб среде обитания. Особенно пагубно они сказываются на положении бедняков, большая часть которых живет в сельских районах и зависит от сельского хозяйства как источника продовольствия и дохода. Многим из них приходится тяжело работать, чтобы восстановить утерянное или поврежденное из-за наводнений: семена, инструменты, домашний скот, корма для животных, рыбу в прудах или рыболовные снасти.

Несмотря на то, что на национальном и международном уровнях было предпринято много усилий с целью оценки воздействия стихийных бедствий, в том числе наводнений, на сельское хозяйство и его подсекторы (растениеводство, животноводство, внутреннее и морское рыболовство, аквакультуру и лесное хозяйство), информации об этом пока мало. Обзор 74 оценок потребностей, проведенных после стихийных бедствий в 53 развивающихся странах в период с 2006 по 2016 год, показал, что сельское хозяйство и его подсекторы принимают на себя 23% общего ущерба и потерь от средних и крупных стихийных бедствий, связанных с климатом (наводнениями, засухами и тропическими штормами)¹⁰⁵. Ущерб может выражаться в затратах на замену и/или ремонт материальных активов, а потери – это происходящие в результате стихийного бедствия изменения в экономических потоках, например снижение производства сельскохозяйственных культур (включая потерю рыбы из затопленных рыболовных прудов). Ущерб сельскохозяйственным активам составляет 16% от общего ущерба во всех секторах, и почти треть всех потерь от стихийных бедствий приходится на подсекторы сельского хозяйства.

Относительная экономическая важность засух и наводнений по сравнению с другими бедствиями зависит от того, в какой мере они затрагивают подсекторы сельского хозяйства (рисунок А). В животноводстве в период с 2006 по 2016 год основной причиной потерь и ущерба (86%),

безусловно, были засухи. Однако в растениеводстве и рыбном хозяйстве относительно более серьезный ущерб по сравнению с другими бедствиями наносят именно наводнения: ими были обусловлены почти две трети всего ущерба и потерь, которые понесли производители сельскохозяйственных культур, и 44% ущерба и потерь для рыболовства и аквакультуры. В абсолютном выражении наиболее пагубным бедствием для растениеводства стало наводнение 2010 года в Пакистане (размер ущерба – 4,5 млрд долл. США), за которым следует засуха 2008–2011 годов в Кении (1,5 млрд долл. США). В последние годы мировое производство сельскохозяйственных культур серьезно пострадало от таких явлений, как наводнения 2015 года в Мьянме (572 млн долл. США) и наводнения 2014 года в Боснии и Герцеговине (255 млн долл. США). В обоих случаях затраты возникали вследствие снижения урожайности и позднего сева из-за ограничения доступа к пахотным землям.

В период с 2005 по 2015 год потери в результате сокращения производства продукции растениеводства и животноводства в развивающихся странах после стихийных бедствий оцениваются примерно в 96 млрд долл. США. Двадцать процентов этих потерь, т.е. примерно 19,5 млрд долл. США, были обусловлены наводнениями (рисунок В)¹⁰⁵. В Азии масштабы снижения производства из-за наводнений были больше, чем в Африке, Латинской Америке и Карибском бассейне.

РИСУНОК А
УЩЕРБ И ПОТЕРИ В РАЗЛИЧНЫХ ПОДСЕКТОРАХ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ОТ РАЗНЫХ ВИДОВ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ, 2006-2016 ГОДЫ

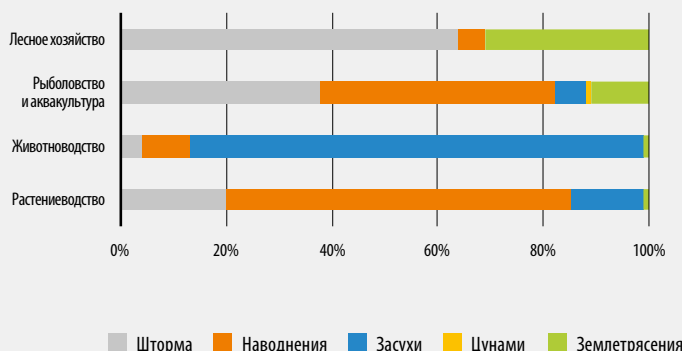
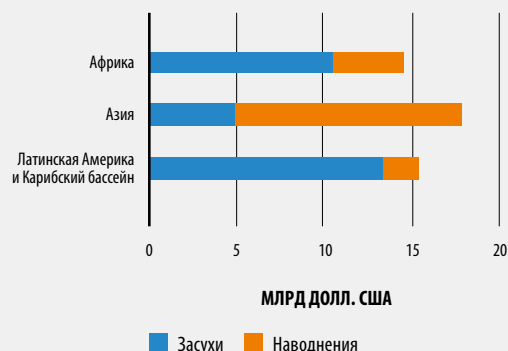


РИСУНОК В
СНИЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ИЗ-ЗА ЗАСУХ И НАВОДНЕНИЙ В РАЗНЫХ РЕГИОНАХ, 2005–2015 ГОДЫ



ПРИМЕЧАНИЕ: термин “рыболовство” включает рыболовство во внутренних водоемах и морское рыболовство.
ИСТОЧНИК: FAO, 2018¹⁰⁵.

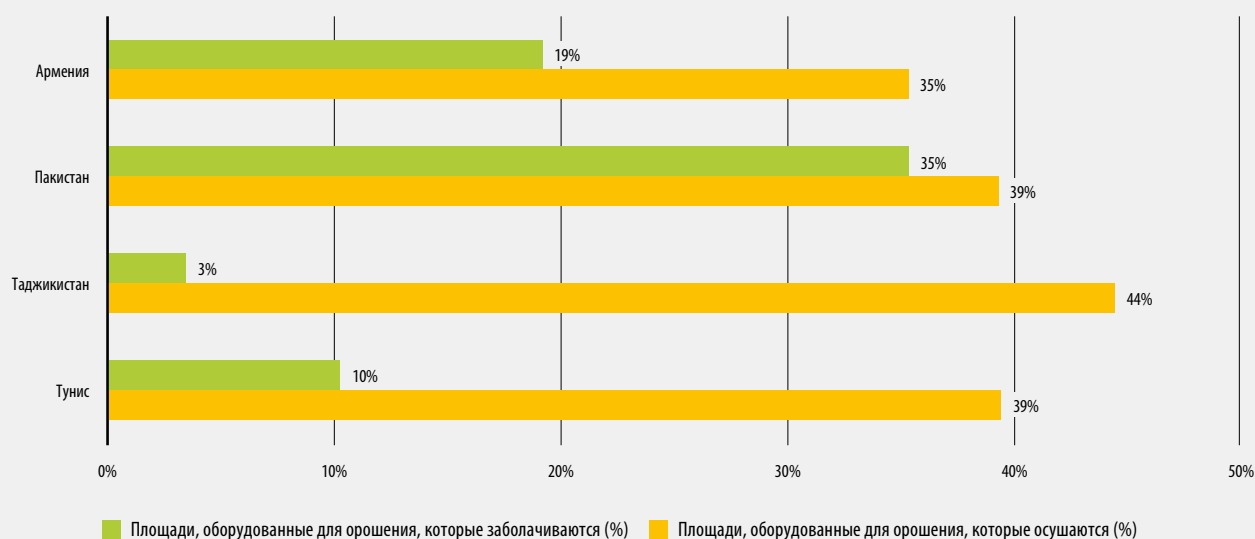
СЛИШКОМ МНОГО ВОДЫ? НАВОДНЕНИЯ, ЗАБОЛАЧИВАНИЕ И СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Все больше внимания уделяется природохозяйственным мерам борьбы с наводнениями, позволяющим обеспечить устойчивое решение этих проблем и смягчить риски наводнений на участках, расположенных в низовьях рек¹⁰⁶. Основной принцип состоит в организации воздействия на речной сток в масштабе водораздела. Мероприятия в верховьях водораздела могли бы уменьшить затопление ниже по течению, но не защитили бы от наводнений местные поймы¹⁰⁷. Природохозяйственные меры борьбы с наводнениями являются одной из форм борьбы с наводнениями на уровне водораздела и включают такие мероприятия, как: i) уменьшение образования стока на склонах холмов; ii) аккумуляция воды во время паводкового стока рек; и iii) ограничение связи между источниками стока и потенциальными зонами затопления. Но будут ли природохозяйственные меры борьбы с наводнениями эффективны в более крупных водосборных бассейнах, остается неясным¹⁰⁷. Применяя эту стратегию, важно учитывать потенциальные негативные последствия для водных экосистем и рыболовства во внутренних водоемах. Эти меры опираются на увязку паводочного цикла со средой обитания, т.е. на то, что случающийся в нужное время паводок нужной продолжительности обеспечит такое функционирование экосистемы, что она будет в состоянии предоставить обитателям пищу и питательные вещества.

Уменьшение производства, не связанное с экстремальными гидрологическими явлениями: заболачивание

Количественно это оценить трудно, но влияние изменчивости осадков и водопроницаемости почв на сельское хозяйство может быть сопоставимо с влиянием засух и наводнений, но без связанных с этими явлениями крайностей. Например, заболачивание может снижать продуктивность сельского хозяйства, если в корнеобитаемой зоне растений находится слишком много воды, которая ограничивает доступ кислорода¹⁰⁸. Австралия зафиксировала снижение урожайности на целых 80%, а исследование, проведенное в Индии, показало увеличение урожайности риса, пшеницы, хлопка, сахарного тростника и пшеницы благодаря устройству подземного дренажа; в результате был сделан вывод о том, что на осушенных полях урожайность была значительно выше, чем на неосушенных^{109, 110}. Заболачивание считается одним из основных препятствий на пути устойчивого развития сельского хозяйства, поскольку оно ограничивает рост растений и снижает урожайность. Последствия заболачивания усугубляются засолением, так как в условиях

РИСУНОК С
ЗАБОЛАЧИВАНИЕ И ОСУШЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ В НЕКОТОРЫХ СТРАНАХ



ПРИМЕЧАНИЕ. Приведены самые последние имеющиеся данные: по Армении – за 2006 год, по Пакистану – за 2006–2008 годы, по Таджикистану – за 2009 год, по Тунису – за 2000 год.
ИСТОЧНИКИ: FAO, 2020¹¹⁵ и ICID, 2018¹¹⁶.

СЕРБИЯ

Пострадавшие от наводнения посадки недалеко от деревень Ямена и Сремска Рача на северо-западе Сербии.
©FAO/Igor Salinger



переувлажнения почв поглощение солей и их концентрация в побегах значительно увеличиваются, что препятствует росту растений или даже приводит к их гибели¹¹¹⁻¹¹³.

Несмотря на актуальность проблемы заболачивания, полные данные о ее масштабах в разных странах отсутствуют. В тех немногих странах, по которым сведения об этом есть, заболочена значительная часть орошаемых площадей: например, в Пакистане – до 35% (рисунок С). Это подчеркивает необходимость в устройстве надлежащих дренажных систем в ирригационных проектах. Но заболачивание – проблема не только орошаемых площадей, и для директивных органов оценка распространенности этого явления в сельскохозяйственных районах и использование данных дистанционного зондирования могут служить подспорьем для определения степени серьезности этой проблемы и возможных мер борьбы с ней¹¹⁴.

Для поддержания и повышения продуктивности орошаемого земледелия необходимо сочетать ирригацию с устройством дренажа, поскольку организация орошения и проблемы дренажа тесно связаны: i) чрезмерное или

неэффективное орошение является причиной заболачивания; и ii) организация орошения связана с системой удаления сточных вод¹¹⁷. Одним из реалистичных вариантов является минимизация дренажных стоков за счет повышения эффективности орошения и повторного использования дренажных вод на уровне хозяйств и поддержания здоровья почв. Подробное обсуждение многочисленных вариантов устройства дренажных систем выходит за рамки настоящего доклада, но его можно найти в работе Smedema, Vlotman and Rycroft (2004)¹¹⁸. На Великой Китайской равнине дренаж является основой комплексных мер борьбы с засухами, заболачиванием, засоленностью почв и засолением грунтовых вод¹¹⁹. Но если заболачивание сохраняется или дренаж не выполняет своих функций, как бывает, например, в богарных районах, подверженных переувлажнению, то существует возможность адаптировать системы растениеводства или пастбищного скотоводства и к таким условиям тоже. Например, эффективному и экономичному выращиванию сельскохозяйственных культур на заболоченных землях могут способствовать методы селекции растений, а также обычная или генная инженерия¹⁰⁸.



УЗБЕКИСТАН

Фермер ухаживает за семейным яблоневым садом, используя современную технологию капельного орошения.

©FAO/Rustam Shagaev





ГЛАВА 5

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО И ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ: ПОЛНАЯ КАРТИНА. ПОЛИТИКА И ПРИОРИТЕТЫ

Основные тезисы

- Для обеспечения рационального использования водных ресурсов нужны координация и согласованность политики между секторами, подсекторами сельского хозяйства и территориями, а также эффективные механизмы управления, позволяющие регулировать вопросы их взаимозависимости и находить необходимые компромиссы.
- Сельское хозяйство играет центральную роль, которая обусловлена управлением ландшафтами и использованием воды этим сектором. Необходимы более согласованные стратегии деятельности в области богарного и орошаемого земледелия, животноводства, лесного хозяйства, рыболовства во внутренних водоемах и аквакультуры.
- Стимулы очень важны: любые субсидии должны стимулировать инвестиции в повышение продуктивности воды и способствовать удовлетворению требований к экологическим попускам для обеспечения устойчивости; определенную роль в поддержании экосистемных функций могут играть платежи за экологические услуги, особенно в границах водосборных бассейнов.
- Приоритеты политики водопользования будут зависеть от конкретных водных рисков (водный стресс, засухи, наводнения или проблемы с качеством воды), а также от систем сельскохозяйственного производства, уровня развития и политического устройства страны.
- Производители, работающие на 128 млн га (т.е. на 11%) богарных пахотных земель, которые страдают от периодических засух, могут существенно выиграть от использования методов сбора и сохранения поверхностного стока.
- Скотоводы, работающие на 656 млн га (т.е. на 14%) страдающих от засух пастбищных земель, могут применить ряд методов хозяйствования, позволяющих смягчить последствия засух и повысить продуктивность воды, например улучшить здоровье животных. На богарных землях, как на пахотных, так и на пастбищных, одним из ключевых направлений политики является обеспечение готовности к засухам.
- На 171 млн га (т.е. на 62%) орошаемых пахотных земель, где уровень водного стресса высок или очень высок, следует в первую очередь заняться совершенствованием механизмов управления и созданием эффективной и справедливой системы распределения водных ресурсов, а затем — восстановлением и модернизацией ирригационной инфраструктуры и внедрением инновационных технологий. Ожидается, что в странах Африки к югу от Сахары орошаемые площади увеличатся к 2050 году более чем вдвое, что принесет пользу миллионам мелких фермеров.

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО И ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ: ПОЛНАЯ КАРТИНА. ПОЛИТИКА И ПРИОРИТЕТЫ

В предыдущих главах показано, насколько острыми и серьезными являются проблемы усиления перебоев с водой и ее дефицита для сельскохозяйственных систем и окружающей среды во многих регионах мира. Ожидается, что демографическое давление, урбанизация, изменение рациона питания людей и изменение климата усугубят эти проблемы. Но несмотря на усиление конкуренции за водные ресурсы, сельское хозяйство и впредь останется самым крупным водопользователем: его объем забора воды, который в настоящее время составляет 70% от всего водозабора в целом, продолжает расти. Сельскохозяйственный сектор (растениеводство, животноводство и лесное хозяйство) управляет большей частью ландшафтов в водосборных бассейнах. Решение проблем перебоев с водой и ее дефицита должно опираться на сочетание добросовестного учета и аудита водных ресурсов, подходящих технологий обработки воды и рационального водопользования, в которых важная роль принадлежит сельскохозяйственному сектору. Как показано в третьей главе, существует целый спектр технических вариантов и стратегий управления, позволяющих выстроить модели водопользования в соответствии с потребностями различных пользователей и с учетом требований к экологическим попускам. Однако внедрение комплексных технических решений происходит не в вакууме. Внедрение и реализация, как показано в четвертой главе, зависят от соответствующих институтов и политических аспектов экономических проблем, связанных с водой, а также от согласования стимулов для эффективного и устойчивого водопользования. В этой главе рассматривается наиболее широкий аспект воздействия, представленный на [рисунке 13](#) (стр. 43); особое внимание уделено вопросам согласованности политики и определению политических приоритетов.

За последние 25 лет парадигма управления водными ресурсами сместилась в сторону усиления координации и создания децентрализованных и комплексных подходов на основе широкого участия сторон. ЦУР и Повестка дня на период до 2030 года придали новый импульс дискуссиям о взаимосвязанности многих секторов, а фокус внимания был перемещен на необходимость углубления межотраслевой координации и согласованности политики. В частности, задача 6.4 ЦУР, касающаяся водопользования и дефицита воды, тесно связана с задачей 2.4 ЦУР: “к 2030 году обеспечить создание устойчивых систем производства продуктов питания и внедрить методы ведения

сельского хозяйства, которые позволяют повысить жизнестойкость и продуктивность и увеличить объемы производства, способствуют сохранению экосистем, укрепляют способность адаптироваться к изменению климата, экстремальным погодным явлениям, засухам, наводнениям и другим бедствиям и постепенно улучшают качество земель и почв”.

Уже давно понятно, что вода становится все более дефицитным и ограниченным ресурсом, а проблема перебоев с водой – все более острой для богарного земледелия и животноводства; несмотря на это, включение этих вопросов в политическую повестку, даже в сельскохозяйственном секторе, все еще идет медленно. В силу уникальных характеристик этого ресурса (о них шла речь в первой главе) во всем мире вода серьезно недооценивается. Во многих странах плата за воду не взимается вообще. И поскольку цены не отражают ее истинной стоимости, вода используется не по назначению, а инвестиции в новую инфраструктуру и решение проблемы дефицита воды практически не производятся. Кроме того, дефицит воды будет порождать противоречия между пользователями, поэтому эта глава начинается с обоснования необходимости согласования мер политики в области водопользования, принимаемых в различных секторах, подсекторах сельского хозяйства и на различных территориях. В этой главе рассматриваются политика и практика, позволяющие повысить эффективность управления водными ресурсами в сельском хозяйстве, а также способы выстраивания системы частных стимулов для фермеров в соответствии с главной целью, которая состоит в оптимизации водопользования.

Далее, после освещения вопросов согласованности политики и создания стимулов для более эффективного и устойчивого водопользования, следует описание возможностей осуществления мероприятий и инвестиций в управление сельскохозяйственным водопользованием на основе анализа и обсуждения содержания предыдущих глав. В контексте изложенных во второй главе проблем, касающихся риска засух в богарном земледелии и пастбищном животноводстве, а также водного стресса в орошаемых районах, в этой главе описаны политические стратегии для конкретных ситуаций. Для этого использован комплексный подход, учитывающий специфику “всего сельского хозяйства в целом”, подчеркнута важная роль природно-ориентированных решений и показано, почему интересы рыболовства во внутренних

водоемах и аквакультуры хорошо согласуются с требованиями к экологическим попускам. ■

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КООРДИНАЦИИ МЕР ПОЛИТИКИ В ОБЛАСТИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ, СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА, ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ПИТАНИЯ

Необходимость обеспечения согласованности политики различных секторов

Поведение различных субъектов является результатом политического и стратегического выбора разных секторов, которые зачастую действуют разобщенно. К проблеме сокращения дефицита воды добавляется необходимость повышения согласованности их работы за счет координации различных политических, законодательных и налоговых мер, влияющих на водохозяйственную деятельность. Серьезное воздействие на предложение воды и спрос на нее могут оказывать многие меры политики, в частности налоги на электроэнергию, торговые соглашения, сельскохозяйственные субсидии и стратегии борьбы с нищетой. Несмотря на то, что они могут иметь серьезные последствия для водопользования, их роль зачастую не учитывается (врезка 22). Необходимо обеспечить интеграцию процессов принятия решений, поскольку различные ведомства принимают решения по вопросам ирригации и промышленного или муниципального водопользования, не принимая во внимание их кумулятивное воздействие на спрос и качество воды. Без такой интеграции связанные с водой экосистемы оказываются под возрастающим давлением, связанным с увеличением потребностей в воде со стороны городов, промышленности и сельского хозяйства, что серьезно влияет на их способность предоставлять услуги, необходимые для достижения ЦУР.

Сокращению потенциальных негативных последствий, являющихся результатом мер политики в каждом секторе, и, соответственно, обеспечению экономии ресурсов и минимизации компромиссов может способствовать горизонтальная интеграция между секторами². Тесная взаимосвязь секторов водоснабжения, энергетики и производства продовольствия является одной из главных причин, объясняющих необходимость обеспечения согласованности политики. Меры политики в области сельского хозяйства оказывают непосредственное влияние на ситуацию в секторах водоснабжения и энергетики: в качестве примера можно привести случай, когда такие меры активно поощряют выращивание водоёмких культур (например, риса), что приводит к чрезмерному использованию воды и энергии, необходимой для откачки грунтовых вод³. Повышение цен на энергоносители может уменьшить забор воды из водоносных горизонтов (откачиваться будет меньше) и, тем самым, снизить чрезмерную нагрузку на ресурсы грунтовых вод⁴. Недорогие насосы на солнечных батареях могут существенно изменить эту взаимосвязь, увеличив добычу подземных вод. В этом случае сельское хозяйство сможет использовать еще больше пресной воды. Не допустить усиления дефицита воды и стать подспорьем для принятия эффективных решений в условиях неопределенности могут интегрированные информационные системы по вопросам сельского хозяйства и ирригации, к которым получают доступ все основные секторы, чья деятельность связана с водопользованием. Принятию прозрачных и разумных решений и учету гидрологических ограничений и требований к экологическим попускам могут способствовать услуги в области обработки и передачи данных и управления знаниями по вопросам связи “водоснабжение – энергетика – производство продовольствия”.

Субсидии часто обосновываются необходимостью обеспечения общественных благ. Они считаются стимулами для внедрения новых технологий, повышения продовольственной безопасности и поддержки доходов мелких фермеров и призваны уравновесить те минусы, которые связаны со слаборазвитой инфраструктурой²⁷. Как показано во врезке 22, субсидии на приобретение сельскохозяйственных производственных ресурсов могут способствовать увеличению производства и повышению рентабельности, но при этом могут приводить к неэффективности, чрезмерной эксплуатации и непроизводительному использованию водных ресурсов, что влечет за собой серьезные

ВРЕЗКА 22 СТИМУЛЫ, ДЕФИЦИТ ВОДЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ВОДЫ В РЕГИОНЕ БЛИЖНЕГО ВОСТОКА И СЕВЕРНОЙ АФРИКИ

В регионе Ближнего Востока и Северной Африки (БВСА) возобновляемые ресурсы пресной воды на душу населения составляют менее 10% от среднемирового показателя⁵. Высокие субсидии на воду и электроэнергию в сочетании со слабостью механизмов контроля и правоприменения подрывают стимулы для эффективного водопользования во всем регионе. Наличие этих субсидий поощряет чрезмерную эксплуатацию водных ресурсов и во многих странах способствует сохранению модели их использования по низким ценам и с низкой продуктивностью^{6,7}.

Из-за занижения цен на топливо при добыче подземных вод и недооценки стоимости воды объемы ее добычи в большинстве стран БВСА превышают возможности возобновляемых ресурсов, что приводит к истощению водоносных горизонтов^{5,8}. В сельском хозяйстве плата за водопользование не отражает ни определяемой дефицитом стоимости воды, ни расходов на ее подачу⁹. У фермеров практически отсутствуют стимулы для экономии воды, и, если это приносит прибыль, они зачастую выращивают водоемкие культуры, что задерживает внедрение водосберегающих ирригационных технологий¹⁰.

Приоритетом правительств стран региона БВСА является национальная самообеспеченность основными продуктами питания, которая достигается в основном за счет субсидирования производства зерновых: господдержка цен производителей сочетается с субсидиями на приобретение вводимых ресурсов, а также с контролем за импортом и государственными закупками. Вопрос самообеспеченности зерновыми культурами с целью снижения зависимости от импорта занимает центральное место в сельскохозяйственной политике ряда стран БВСА, включая Алжир¹¹, Египет^{12,13}, Исламскую Республику Иран¹⁴, Сирийскую Арабскую Республику¹⁵ и Тунис¹⁶.

Отсутствие стимулов для эффективного водопользования и повышения продуктивности воды и высокие требования к орошению этих культур привели к тому, что чрезмерное использование воды стало нормой. В результате водоносные горизонты оказались серьезно истощены, что повлекло важные последствия, особенно для мелких производителей^{5,17}.

По сравнению с политикой, поощряющей выстраивание производства в соответствии со сравнительными преимуществами, преобладание производства зерновых (особенно пшеницы), стимулируемое дорогостоящими системами субсидий, влечет значительные потери ВВП¹⁷.

Поскольку в этом регионе тарифы на воду самые низкие в мире, применяемые там модели водопользования приводят к очень низкой экономической продуктивности воды. Несмотря на то, что уровни физической продуктивности воды высоки по сравнению с глобальными показателями, сельское хозяйство обеспечивает самую низкую экономическую отдачу от воды, при этом на его долю приходится почти 80% водопользования в этом регионе, что

превышает среднемировой показатель, составляющий примерно 70%^{7,17}.

Одно из исследований ФАО показывает, что наиболее прибыльными культурами в расчете на кубометр воды являются фрукты и овощи: для них экономическая продуктивность воды колеблется в диапазоне от 1,07 долл. США/м³ до 6,18 долл. США/м³. Самая низкая экономическая продуктивность воды у зерновых культур, а именно у пшеницы и риса (около 0,35 долл. США/м³). На сегодняшний день низкая стоимость воды в сочетании с поддержкой производства зерновых культур приводит к тому, что водопользование оказывается никак не связанным с экономической продуктивностью воды¹⁷.

В более раннем исследовании экономическая продуктивность воды основных сельскохозяйственных культур в Египте, Иордании и Ливане сравнивалась с количествами используемой воды¹⁸. Результаты показали, что у основных орошаемых продовольственных культур Египта (включая пшеницу, кукурузу, сахарную свеклу и рис), производство которых сопряжено с потреблением большей части воды, экономическая продуктивность воды самая низкая. У овощей же продуктивность воды оказалась самой высокой, а в их производстве использовалась очень небольшая доля сельскохозяйственной воды (см. рисунок в этой врезке). В этом исследовании аналогичные результаты были получены в иорданской провинции Карак, где четыре орошаемые культуры – ячмень, пшеница, оливки и помидоры – занимают 85% пахотных земель, а их производство потребляло 95% пресной воды, но экономическая продуктивность воды у них была самой низкой, тогда как у овощей продуктивность воды была выше, а потребление оросительной воды – менее 5%.

Низкие тарифы на воду и высокие энергетические субсидии в сочетании с ненадлежащим учетом и контролем водных ресурсов (или вообще с отсутствием учета и контроля) лишают фермеров стимулов к освоению более эффективных технологий орошения. Данные ФАО свидетельствуют о том, что переход на современные методы орошения, например на дождевальное или локальное, идет медленно, особенно в странах с низким уровнем дохода или с сильным дефицитом воды. В Египте, Марокко и Сирийской Арабской Республике более чем на 70% орошаемых земель используется поверхностное орошение, а в Йемене более эффективные схемы практически отсутствуют²¹. Фермеры в регионе БВСА в основном мелкие, финансовых стимулов для инвестиций в технологии у них нет. Еще больше ослабляет стимулы фрагментация земель²².

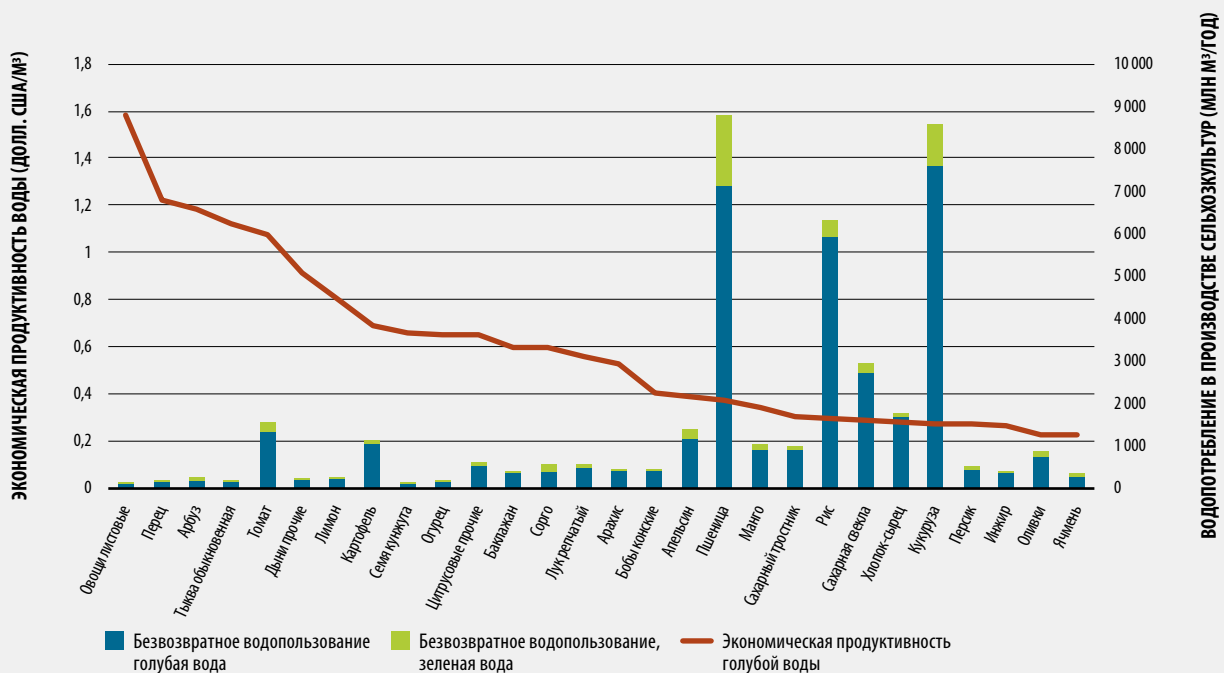
В ряде случаев политика самообеспеченности основными культурами привела к крайнему истощению водных ресурсов и массовым перемещениям населения. Именно так обстоит дело в Сирийской Арабской Республике, где важную роль в деградации природных ресурсов сыграла политика, главным образом направленная на самообеспеченность пшеницей. В ряде исследований было показано, как государственная политика,

**ВРЕЗКА 22
(ПРОДОЛЖЕНИЕ)**

направленная на стимулирование интенсивного орошения сельскохозяйственных культур (пшеницы и хлопка), привела к катастрофическому снижению уровней грунтовых вод^{15,23}. Это ограничило возможность сирийских фермеров справиться с тяжелой засухой, обрушившейся на Ближний Восток в 2007–2009 годах. Ситуация еще больше усугубилась в 2008 году, когда правительство отменило субсидии на дизельное топливо (а это

основной вид топлива, используемый в ирригации); в результате цены на него подскочили на 300%^{15,24}. И если на положении других стран региона эта засуха сказалась лишь незначительно^{24,25}, то в Сирийской Арабской Республике она привела к тому, что в 2009 году порядка 300 000 человек вынуждены были перебраться из сельских районов в города, а 60–70% деревьев в районах Эль-Хасака и Дейр-эз-Зор оказались заброшенными²⁶.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ВОДЫ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ ОСНОВНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ЕГИПТЕ, СРЕДНИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗА 2007–2011 ГОДЫ



ИСТОЧНИКИ: по материалам Elbehri & Sadiddin, 2016¹⁸, чьи расчеты основаны на данных FAOSTAT¹⁹ и Mekonnen & Hoekstra, 2011²⁰.

» экономические и социальные последствия. Правительства часто поддерживают крупные субсидии на частные блага, такие как электроэнергия, удобрения и кредиты, при этом важные общественные блага (например, инвестиции в исследования, строительство дорог и образование) отходят на второй план; это создает стимулы, способствующие неэффективности и нерациональному использованию природных ресурсов, в том числе воды. Это касается и частного водопользования: наличие дешевой или бесплатной оросительной воды для фермеров

по-прежнему искажает стимулы, что приводит к чрезмерному использованию и загрязнению водных ресурсов²⁸. Это может способствовать выращиванию более водоемких культур. Субсидии на электроэнергию и водоснабжение приводят к чрезмерной эксплуатации грунтовых вод, что, в свою очередь, вызывает оседание грунта, засоление и деградацию земель и водных ресурсов. В Индии, где субсидии на добычу грунтовых вод, по оценкам, превышают бюджет на образование, они способствуют неустойчивой добыче²⁹. Если субсидии

предоставляются широким слоям населения или вопросы их адресности проработаны плохо, то большинство выгод достается крупным фермерам, которые используют больше воды, удобрений и энергии²⁷. Субсидии на воду – это значительные издержки для общества. Согласно консервативной оценке Глобальной инициативы по субсидиям, в период с 2004 по 2008 год ежегодные субсидии на орошение в индийском штате Андхра-Прадеш составляли в среднем 300 млн долл. США³⁰. (Результаты государственной политики в области водопользования в регионе Ближнего Востока и Северной Африки см. во [врезке 22](#).)

Важнейшим компонентом согласованности политики в области устойчивого водопользования являются надлежащие стимулы. Урегулирование многих связанных с водой проблем в сельском хозяйстве и в экономике в целом потребует переосмысления стимулов, определяющих решения в области водопользования. Для этого необходимо учесть ту роль, которую вода играет за пределами сельскохозяйственного производства, т.е. для экосистем в более широком смысле и для общества в целом, поскольку стимулы могут создаваться за счет мер политики, касающихся не только водопользования.

Потребность в согласованности велика также во всех подсекторах сельского хозяйства

Необходима также более тесная интеграция между подсекторами сельского хозяйства. Будучи самым крупным водопользователем, сельское хозяйство является и крупнейшим бенефициаром субсидий и мер политики в области водопользования. Их воздействие на ситуацию в разных подсекторах сельского хозяйства очень различается, поскольку такие меры политики обычно ориентированы на поддержку орошаемого земледелия в ущерб другим системам производства, в частности рыболовству во внутренних водоемах и богарному земледелию. Одним из примеров компромисса, иллюстрирующего необходимость координации, является взаимосвязь между орошением и рыболовством во внутренних водоемах. Несмотря на то, что после Зеленой революции расширение орошаемых площадей во всем мире принесло странам с низким уровнем дохода значительные выгоды с точки зрения продовольственной безопасности, эти выгоды, вероятно, оказались частично скомпенсированы потерями в области рыболовства во внутренних водоемах. Повестка дня на период до 2030 года может стать отправной точкой для инклюзивного междисциплинарного диалога, который необходим для обсуждения компромиссов и поиска сбалансированных решений на основе единых и достоверных данных³¹.

В сельскохозяйственном секторе основная часть управляемого водопользования приходится на орошаемое земледелие. Орошаемое земледелие действительно оказывает влияние на остающуюся после эвапотранспирации долю осадков, которая просачивается в почву в виде грунтовых вод или поверхностного

стока. Но орошение оказывает и более непосредственное воздействие, связанное с забором грунтовых вод, который через плотины и водоотводы влияет на поверхностные стоки и экосистемы. Как уже говорилось в начале этого доклада, в настоящее время порядка 41% мирового потребления оросительной воды происходит в ущерб требованиям к экологическим попускам³². Таким образом, орошение – там, где оно присутствует в водном бассейне, – играет центральную роль в учете водных ресурсов, который, в свою очередь, должен быть основой их устойчивого распределения. В отношении экологических попусков и экосистемных услуг следует отметить наличие окна возможностей для осуществления мер по исправлению допущенных ранее ошибок в проектировании и эксплуатации ирригационных систем, что позволит повысить производительность орошаемого земледелия и его пользу с точки зрения содействия улучшению питания. Это могут быть технические и политические меры по обеспечению действенной интеграции рыболовства и аквакультуры в орошаемых районах, включая i) изменение конструкции и функционирования инфраструктуры подачи и хранения воды в целях улучшения связности систем и водных потоков; ii) создание или улучшение мест обитания и укрытий для рыбы (искусственных или образуемых путем обустройства естественных углублений) на орошаемых площадях и вокруг них; и iii) пересмотр мер политики, регулирования и управления ирригационными системами для обеспечения возможности осуществления таких изменений.

Хорошим решением может стать интеграция рыболовства в ирригационные системы, поскольку это позволит разводить сеголетков для аквакультуры. Во всем мире производство и сбыт огромного количества качественных сеголетков способствует развитию аквакультуры. Сеголетки из инкубаторов сейчас настолько дешевы, что их можно в больших количествах использовать в водоемах, например в водохранилищах, для организации деятельности, получившей название “товарное рыболовство”. В Азии с целью увеличения производства рыбы активно разводят сеголетков на ирригационных плотинах³³⁻³⁵. В Мексике систематически запускают сеголетков в водохранилища и создают центры по производству рыбопосадочного материала исключительно для этих целей³⁶. Поскольку потенциал у этого направления огромен и пока полностью не реализован, на эту тему разработаны международные руководства в поддержку ответственных методов запуска посадочного материала в водохранилища и другие открытые водоемы³⁷.

Свою роль в переосмыслении подходов к водопользованию сыграть также расширение координации не только в орошаемом земледелии, но и в сельскохозяйственных стратегиях в целом. Доля пахотных земель, требующих орошения, может быть уменьшена за счет внедрения инноваций, повышающих продуктивность богарного земледелия. Рациональное использование и сохранение лесов в верховьях

бассейнов позволит улучшить состояние водных ресурсов ниже по течению. Здесь возникает проблема более общего характера, а именно необходимость согласования деятельности многих секторов и заинтересованных сторон, оказывающих влияние на водохозяйственную деятельность, оказание услуг и спрос. Примером, особенно актуальным в контексте сельскохозяйственного водопользования, является возвратное водопользование и технологии повторного использования воды.

Необходимость согласованности деятельности на различных территориях: комплексные подходы

Важное значение имеет выстраивание системы частных стимулов в соответствии с реальными издержками. Для этого необходимо скорректировать размеры субсидий и цены: это позволит повысить устойчивость водопользования. Но это вряд ли решит проблему во всей ее полноте, поскольку поведение одного водопользователя может повлиять на доступность воды для других пользователей этого водного бассейна, находящихся ниже по течению. По этой причине в настоящем докладе особое внимание уделяется требованиям к экологическим попускам и системам распределения воды, которые должны функционировать на основе данных учета водных ресурсов; это важное условие для повышения устойчивости водохозяйственной деятельности. Это, в свою очередь, позволит применить более комплексный подход, учитывающий деятельность различных водопользователей в данном водосборном бассейне, включая возвратное водопользование и воду, необходимую для поддержания экосистемных услуг.

Одним из примеров комплексного подхода является управление оросительными системами, поддерживающее заданные уровни производства продовольствия, а также другие экологические и экосистемные услуги^{38,39}. Такие услуги могут быть очень разными по характеру, начиная с функций регулирования (например, таких как восполнение запасов подземных вод и регулирование паводков) и заканчивая обеспечиваемыми экосистемными услугами (полив небольших садов, водопой для скота, рыболовство во внутренних водоемах и аквакультура). Особенно привлекательным вариантом является развитие рыболовства во внутренних водоемах (как промышленного рыболовства, так и товарного рыболовства) и аквакультуры на базе оросительных систем, поскольку это может обеспечить увеличение производства рыбной продукции с минимальными дополнительными затратами на водоснабжение или вообще без них. В качестве примеров положительного воздействия орошения на развитие рыболовства во внутренних водоемах можно привести Шри-Ланку⁴⁰, крупные водохранилища Лаосской Народно-Демократической Республики и Таиланда, в которых успешно разводят местную тайландскую селедочку⁴¹, а также

водохранилище озера Кариба, ресурсами которого пользуются Замбия и Зимбабве: в этот водоем была запущена неместная танганьикская озерная сардина⁴². Оценивая эти вмешательства, необходимо также учитывать потери речного рыболовства и рыболовства в пойменных зонах, вызванные перекрытием водотоков для создания водохранилищ.

Целью управления водохозяйственной деятельностью в водосборном бассейне является обеспечение устойчивого использования ресурсов на основе комплексного экосистемного подхода, ядром которого является понимание общих взаимодействий между биотическими (включая человека) и абиотическими факторами. Проблемы неравенства между общинами в плане их социально-экономического статуса и доступа к воде, ресурсам и услугам, обусловленным их местоположением, лучше всего решать на уровне водосборного бассейна. Управление водохозяйственной деятельностью в водосборном бассейне обеспечивает основу для понимания и согласования взаимосвязей между различными системами землепользования, а также для совместных действий и принятия решений в условиях конкуренции за ресурсы, особенно водные. Тщательный анализ условий и динамических процессов в водосборном бассейне в среднесрочной и долгосрочной перспективе позволит разработать и осуществить меры по сохранению экосистем и биоразнообразия, оптимизации продуктивности ресурсов и улучшению условий жизни и благосостояния людей. Управление водохозяйственной деятельностью в водосборном бассейне очень зависит от конкретных условий, но при этом допускает большую гибкость и адаптивность к различным областям применения и масштабам осуществления⁴³.

Механизмы и инструменты повышения согласованности политики

В отличие от общих субсидий на приобретение частных благ, целевые субсидии на экологические услуги могут стимулировать достижение конкретных целей, таких как внедрение новых ирригационных технологий и оказание экологических услуг: например, это могут быть субсидии на создание объектов, позволяющих смягчить последствия развития ирригации и строительства плотин. К таким объектам относятся благоприятные для рыб оросительные системы и рыбопропускные каналы, искусственные болота и укрытия для рыб и представителей водного биоразнообразия. Поскольку на смену общим субсидиям на приобретение частных благ постепенно приходят целевые, существует вероятность потери дохода мелких фермеров и других уязвимых групп населения, которые не могут претендовать на получение целевых субсидий. Эти потери можно компенсировать, используя часть сэкономленного финансирования, например путем перевода средств мелким фермерам на смарт-карту или на смартфон²⁷. Другими вариантами являются целевые кредиты для мелких

ВРЕЗКА 23 ИРРИГАЦИОННЫЕ НАСОСЫ НА СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЯХ ДЛЯ МЕЛКИХ ФЕРМЕРОВ: ДАННЫЕ ИЗ БАНГЛАДЕШ И ИНДИИ

Результаты проведенных недавно пилотных программ свидетельствуют о том, что грамотные целевые субсидии могут способствовать разработке и внедрению технологий использования грунтовых вод. В Бангладеш и в индийском штате Бихар грунтовые воды в изобилии, но мелким фермерам доступ к этой воде с помощью дизельных насосов обходится дорого^{45,46}. Пилотные программы были нацелены на организацию недорогого орошения грунтовыми водами для малоимущих слоев населения этих двух регионов⁴⁷. В Бангладеш Компания по развитию инфраструктуры опробовала рыночный подход к организации орошения в интересах бедняков, предложив частным компаниям и инвесторам государственную субсидию в размере 50% и кредит на 35% на приобретение ирригационных насосов на солнечных батареях для продажи ирригационных услуг мелким фермерам за приемлемую плату. В результате в 2016 году там было введено в эксплуатацию 300 таких насосов.

В аналогичном эксперименте в штате Бихар в восточной Индии, проведенном Международным институтом управления водными ресурсами (ИВМИ), фермеры были объединены для создания водного рынка в интересах малоимущих слоев населения. Имеющиеся данные говорят о том, что и в Бангладеш, и в штате Бихар цены на воду в результате упали на 40–60% по сравнению с теми, которые взимались владельцами дизельных насосов; это способствовало эффективному водопользованию малоимущими слоями населения и быстрому

расширению использования насосов на солнечных батареях в орошаемом земледелии в интересах бедняков⁴⁷. Еще один пилотный проект, проведенный ИВМИ в деревне Джунди индийского штата Гуджарат, где вода в дефиците, стал стимулом для совместного использования ирригационных насосов на солнечных батареях. В одной деревне владельцы колодцев отказались от использования электронасосов в обмен на субсидированные ирригационные на солнечных батареях эквивалентной мощности. Эти небольшие ирригационные насосы образуют микросеть, управляемую кооперативом собственников, а коммунальное предприятие покупает у этого кооператива излишки солнечной энергии в едином пункте учета. Этот пилотный проект направлен на содействие снижению выбросов парниковых газов при орошении, сокращение субсидий на электроэнергию для фермерских хозяйств, уменьшение технических и коммерческих потерь при обслуживании электросетей, предоставление фермерам дополнительного надежного источника дохода и создание для них стимулов экономить энергию и грунтовые воды⁴⁷. До того, как в мае 2016 года началась продажа солнечной энергии, фермеры использовали свои насосы исключительно для орошения собственных полей и полей соседей. Однако с того времени они начали продавать максимально возможное количество энергии и использовать лишь 35% солнечной энергии для откачки грунтовых вод⁴⁸.

фермеров или субсидирование цен на оборудование, чтобы у них была возможность инвестировать в такие методы хозяйствования, как капельное орошение, или покрыть затраты на рабочую силу и монтаж водосборных сооружений.

Временные субсидии на ранних этапах ввода и внедрения технологий могут помочь покрыть постоянные издержки на новые технологии и стимулировать фермеров к экспериментам и обучению в период быстрых технологических преобразований. Такие субсидии должны носить временный характер и с внедрением и надлежащим использованием новых технологий постепенно прекращаться. Когда субсидии уже действуют и получили политическую поддержку, отменить их бывает очень трудно, поэтому их введение требует осторожности^{27,44}. Действенным решением здесь может быть поощрение связей с другими программами: например, увязка программ социальной защиты, таких как общественные работы или денежные пособия, с механизмами и/или программами, нацеленными на повышение эффективности водопользования. Во [врезке 23](#) показано, как

целевые субсидии способствуют расширению использования ирригационных насосов на солнечных батареях в Бангладеш и Индии. Такой тип вмешательства может быть неуместен в районах, испытывающих водный стресс, поскольку недорогие насосы на солнечных батареях могут увеличивать риск чрезмерной добычи подземных вод. Это говорит о том, что системы распределения воды обязательно должны быть основаны на данных учета водных ресурсов: это позволит избежать непредусмотренного эффекта, когда даже водосберегающие технологии могут приводить к увеличению безвозвратного водопользования.

В контексте комплексных подходов и управления водохозяйственной деятельностью в водосборном бассейне еще одним целевым инструментом политики, приносящим экологические и экономические выгоды, являются платежи за экологические услуги. Они представляют собой выплаты фермерам или землевладельцам, которые берут на себя обязательство вести хозяйство на своих землях или в водосборных бассейнах так, чтобы это способствовало

охране окружающей среды, защите водных ресурсов, сокращению выбросов парниковых газов или улучшению качества почвы и содержания питательных веществ в ней. Большинство существующих схем нацелено на борьбу с обезлесением или улучшение ситуации в водосборном бассейне и опирается на природно-ориентированные решения. Эти стимулы чрезвычайно важны в тех случаях, когда рынки не учитывают скудость природных ресурсов и общественную ценность хорошо функционирующих экосистем. Примеры можно найти в странах как с высоким, так и с низким уровнем дохода, а их успех и экономическая эффективность зависят от конкретного проекта^{49,50}. Оценка таких программ с целью определения наиболее действенных подходов может быть непростой задачей. Главная проблема здесь заключается в том, что в этих оценках – чтобы они были строгими – районы, где платежи за экологические услуги осуществляются, необходимо сравнивать с другими районами, где таких платежей нет, а это может оказаться дорогостоящим делом.

Платежи за экологические услуги будут способствовать поддержанию экосистем там, где даже при наличии комплексного подхода существующие барьеры для применения определенных методов хозяйствования и реализации прав собственности могут затруднять решение всех экологических проблем. Платежи за экологические услуги, прежде всего на местном или субнациональном уровне, приносят очень хорошие результаты в плане экологических последствий. Одним из примеров является Программа Рио, проводимая в сельских районах Бразилии, которая поощряет устойчивые системы ведения сельского хозяйства и обеспечивает получение доходов и охрану окружающей среды в 72 муниципалитетах штата Рио-де-Жанейро. Эта программа содействует укреплению организационной работы и мобилизации местных общин в 366 водосборных бассейнах, развитию навыков и внедрению передового опыта⁵¹.

В целом более успешными оказались менее масштабные программы, которые по крайней мере частично финансировались пользователями и включали действенные целевые критерии и строгие правила обусловленности платежей. Другими факторами успеха таких платежей являются низкие альтернативные издержки на другие виды землепользования (или платежи, достаточно высокие, чтобы покрыть эти альтернативные издержки), ограниченная мобильность производства и устоявшиеся права собственности. Вероятность успеха повышают также надлежащий контроль и санкции в сочетании с социальными гарантиями. Скорее всего, платежи принесут хорошие результаты там, где существует сформированный спрос на экологические услуги, имеющие экономическую ценность для одной или нескольких заинтересованных сторон, есть эффективно работающие брокеры или посредники, ситуация с правами на земельные и водные ресурсы ясна, а контракты

обеспечены правовой санкцией, и существует возможность независимого контроля и оценки результатов.

Однако для повышения согласованности политики потребуется эффективное управление, инструменты и процессы для организации и координации политики, а также для составления бюджетов и регулирования. Это потребует также политической воли и сильного руководства, изменений культуры, организации мониторинга и изучения международного опыта и фактических данных⁵². Конкретные шаги здесь могут включать укрепление потенциала государственных учреждений, координацию работы министерств водных ресурсов, сельского хозяйства и энергетики, совершенствование инструментов планирования и мониторинга, а также модернизацию и создание сетевых баз данных департаментов для обобщения данных и обеспечения возможностей анализа. Важным шагом на пути к обеспечению согласованности политики является внедрение эффективных мер регулирования и стимулирования, отменяющих общие субсидии, с тем чтобы в оценке перспектив мер политики, программ и проектов в секторах водоснабжения, сельского хозяйства и энергетики альтернативные издержки были одинаковыми. Еще одним часто обсуждаемым вопросом является роль международной торговли и ее влияния на водопользование в разных странах (врезка 24).

Институциональные и политические реформы в области управления водными ресурсами требуют комплекса мер со стороны государственного сектора, рынка и гражданского общества (врезка 25). Это особенно актуально из-за связи сельского хозяйства с продовольственной безопасностью и питанием, которые, в свою очередь, тесно связаны с водными ресурсами. Доступ к чистой воде оказывает влияние на продовольственную безопасность и питание (см. раздел “В фокусе: Улучшение доступа к безопасной питьевой воде в сельских районах”, стр. 20). Однако продовольственная безопасность и питание связаны с водой и через многочисленных мелких фермеров и сельскую бедноту, для которых сельское хозяйство является источником средств к существованию. В этом докладе показано, сколько людей живет в районах, где сельхозпроизводители испытывают влияние водных рисков. Макроэкономическая политика и политика цен на сырьевые товары, создающие равные условия для всех секторов и товаров, могут позволить мелким фермерам принимать более обоснованные и менее рискованные решения, касающиеся водных ресурсов, например в отношении сбора поверхностного стока или инвестиций в орошение. Расширение инвестиций в орошение и их увязка с другими мероприятиями, которые направлены на решение гендерных вопросов и проблем молодежи, здравоохранения и питания, может также превратить программы орошения из мер, нацеленных исключительно на увеличение производства продовольствия, в неотъемлемый элемент

ВРЕЗКА 24 РОЛЬ ВИРТУАЛЬНОЙ ВОДЫ И ТОРГОВЛИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ОПТИМАЛЬНОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Серьезно сказываться на ситуации с водными ресурсами, в том числе в плане их дефицита и качества воды, может также политика в области торговли и развития. Импорт продовольствия и “встроенная” в него виртуальная вода оказывают воздействие на водный сектор и могут уменьшать нехватку воды, повышать продовольственную безопасность и улучшать питание⁵³. Производя некоторые виды продовольствия на своей территории, многие страны, испытывающие нехватку воды, по-прежнему будут в значительной мере зависеть от импорта продовольственных культур для создания своих продовольственных запасов. Таким образом, в странах с ограниченными водными ресурсами виртуальная вода может играть определенную роль в национальной политике в области повышения продовольственной безопасности и улучшения питания. Оптимальное сочетание импорта и внутреннего производства в разных странах может быть очень разным в зависимости от обеспеченности земельными и водными ресурсами, а также от других видов продуктивного использования. На региональном и страновом уровнях крупнейшими чистыми экспортерами виртуальной воды являются Северная и Южная Америка (Аргентина, Бразилия, Канада и Соединенные Штаты Америки), Южная и Юго-Восточная Азия (Индия, Индонезия, Пакистан и Таиланд) и Австралия. Крупнейшими чистыми импортерами виртуальной воды являются Европа, Япония, Мексика, Ближний Восток и Северная Африка, а также Республика Корея⁵⁴.

Но двигателем международной торговли являются экономические и политические силы, а не дефицит воды. На перемещения виртуальной воды оказывают влияние торговый протекционизм и внутренняя поддержка сельского хозяйства (например, тарифы, пошлины, поддержка цен на сырьевые товары, субсидии)⁵⁵. Эмпирические исследования взаимосвязи между международной торговлей и национальными запасами воды подтверждают, что на модели торговли сельскохозяйственной и виртуальной водой в большей степени влияет не ситуация с водой, а другие факторы. Анализ данных о возобновляемых ресурсах пресной воды и чистом импорте и экспорте виртуальной воды в 146 странах показывает, что для торговли виртуальной водой в

стране определяющим фактором является не дефицит воды, а доступ к пахотным землям⁵⁶. Другое международное исследование показывает, что площадь пахотных земель на душу населения является более значимым показателем экспорта сельскохозяйственной продукции, чем объем возобновляемых ресурсов пресной воды в стране, выраженный либо в расчете на душу населения, либо на гектар⁵⁷.

Имеющиеся данные говорят о том, что в результате либерализации торговли увеличение глобальных потоков виртуальной воды может быть от незначительного до весьма существенного^{55, 58}. Либерализация торговли обычно приводит к тому, что в регионах с дефицитом воды водопользование сокращается, а в относительно богатых водой регионах, таких как Соединенные Штаты Америки и Южная Америка, увеличивается (как и экспорт виртуальной воды); в регионах с дефицитом воды также увеличивается импорт виртуальной воды⁵⁸. Потенциал для неявного совместного использования инфраструктуры демонстрируют страны с небольшими мощностями в плане аккумуляторных плотин и получающие более значимую долю своей сельскохозяйственной воды за счет импорта виртуальной воды⁵⁹.

К более продуктивному водопользованию ведут не все модели торговли. Если страны с дефицитом воды импортируют ее из других регионов с дефицитом воды, то это лишь перекладывает бремя дефицита, обусловленного функционированием сельского хозяйства. Для улучшения глобального управления водными ресурсами очень важно выстроить модели торговли таким образом, чтобы они были увязаны с устойчивым водопользованием (например, с помощью маркировки воды)⁶⁰. В первую очередь это справедливо потому, что для сельского хозяйства цена пресной воды не отражает ее истинной экономической ценности или экологических последствий ее использования^{61, 62}. Концепция виртуальной воды весьма полезна в том смысле, что она помогает заострить внимание государственных чиновников и граждан на проблеме дефицита воды. Но эта концепция не может быть главным критерием для разработки оптимальных мер торговой или производственной политики в сельском хозяйстве⁵⁷.

стратегий сокращения масштабов нищеты, укрепления продовольственной безопасности и улучшения питания⁶³. Службы по распространению сельскохозяйственных знаний, кооперативы и ассоциации водопользователей могут включать вопросы питания в свои материалы⁶⁴. То же касается и производителей сельхозпродукции в богарных районах и тех проблем с водой, с которыми они сталкиваются.

Для того чтобы улучшить качество питания и результаты в области питания, мероприятия в области водоснабжения должны быть более четко ориентированными на интересы женщин⁶⁵⁻⁶⁷. Поиск мероприятий, которые уменьшат нагрузку женщин и будут способствовать их контролю над производством, может ускорить процесс улучшения питания и увеличить выгоды⁶⁴. ■

ВРЕЗКА 25 ПРОБЛЕМА КООРДИНАЦИИ ПОЛИТИКИ: ОПЫТ МНОГОНАЦИОНАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВА БОЛИВИЯ И ЧИЛИ

В водохозяйственной программе Министерства окружающей среды и водных ресурсов Многонационального Государства Боливия на 2017–2020 годы, направленной на решение проблемы изменения климата, управление названо основополагающим фактором достижения водной безопасности⁶⁸. Произведены значительные инвестиции в ирригационные работы и технологии, инвентаризацию водных источников и подготовку водных балансов, а также инвентаризацию прав на водные ресурсы. В этой программе учитываются родовые права организаций, занимающихся орошением, а планирование водных ресурсов в стратегических бассейнах увязывается с обеспечением устойчивости производства. Межведомственная платформа для стратегического бассейна реки Гвадалквивир в департаменте Тариха на юге страны способствует координации между секторами, различными уровнями государственного управления, научными кругами и неправительственными организациями. ФАО в партнерстве с германским Агентством международного сотрудничества и Европейским союзом оказывает содействие многостороннему многоотраслевому и многоуровневому диалогу, призванному улучшить механизмы управления водными ресурсами и интеграции их использования в этом полусухом речном бассейне, уязвимом к изменению климата.

В Чили ФАО совместно с национальным управлением по ирригации (Comisión Nacional de Riego) Министерства сельского хозяйства недавно провела тематическое исследование управления водными ресурсами в суббассейне Тингиририка реки Рапель⁶⁹. В этом бассейне бывают сильные засухи (в эти периоды спрос на воду превышает предложение), и он достаточно характерен для центрального региона Чили, который страдает от длительных засух уже примерно 10–13 лет. В 2019 году экспресс-опрос в суббассейне Тингиририка, проведенный при непосредственном участии и с помощью лиц, среди которых он проходил, выявил пять основных проблем и потребностей в области управления водными ресурсами:

- ▶ укрепление доверия между различными субъектами, занимающимися вопросами питьевого водоснабжения, ирригации и гидроэнергетики, обеспечение действенной координации между ними и предотвращение/урегулирование конфликтов, связанных с водным кризисом;
- ▶ повышение эффективности и развитие потенциала государственных и частных учреждений, начиная с Главного управления водных ресурсов и Министерства сельского хозяйства и заканчивая консультантами по вопросам сельского хозяйства, развитие координации между вспомогательными органами, а также улучшение состава микробного сообщества подземных вод;
- ▶ улучшение территориального планирования и эффективное регулирование, защита почв от нерационального сельскохозяйственного использования, а также регулирование орошения и контроль за его расширением с учетом водообеспеченности и изменения климата;
- ▶ регулирование водопользования и содействие развитию оросительных систем с эффективным капельным и дождевальным оборудованием, выращивание высокотоварных и менее водоемких культур, безопасное повторное использование сточных вод;
- ▶ формирование новой более качественной информации, обмен ею и ее применение, а также модернизация систем управления информацией для принятия обоснованных решений.

В ходе этого обзора был определен ряд мер по устранению пробелов в инфраструктуре, политике и планировании, административном управлении, знаниях и информации. Помимо укрепления институтов были определены три приоритетных направления деятельности: i) повышение эффективности водопользования в целях снижения уязвимости к изменению климата; ii) регулирование расширения спроса на воду в сельском хозяйстве/орошении в соответствии с прогнозами наличия водных ресурсов; и iii) обеспечение доступности воды для производства и потребления.

ФАО по-прежнему оказывает помощь этим странам Андского региона и латиноамериканским странам “сухого коридора” в удовлетворении их потребностей в совершенствовании механизмов управления водными ресурсами и их рационального использования. Возобновление интереса к вопросам управления водохозяйственной деятельностью в водосборных бассейнах и комплексного управления поверхностными и подземными водами поможет различным секторам и субъектам решать проблемы деградации земель и дефицита и/или истощения водных ресурсов, а также поддерживать устойчивость сельскохозяйственных систем и их невосприимчивость к внешним воздействиям.

УСТАНОВЛЕНИЕ ПОЛИТИЧЕСКИХ ПРИОРИТЕТОВ В ЦЕЛЯХ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ НЕХВАТКИ ВОДЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

С теми или иными видами водных рисков, будь то водный стресс, засухи, наводнения или проблемы с качеством воды, сталкиваются все страны и регионы, но сами эти риски и их масштабы в каждом случае различны. (Краткий обзор вопросов, связанных с наводнениями, см. в разделе “В фокусе: Слишком много воды? Наводнения, заболачивание и сельское хозяйство”, стр. 104.) Выбор наиболее подходящих мер политики в области управления водными ресурсами будет зависеть от того, какой системы производства это касается: орошаемого земледелия, богарного земледелия (ресурсоемкого или малоресурсоемкого), животноводства или рыболовства во внутренних водоемах и аквакультуры. Важно и то, с какими рисками приходится сталкиваться, а также обеспеченность ресурсами, как природными, так и финансовыми; кроме того, многое зависит от структуры управления и возможностей каждой страны. Принятие решения о конкретных действиях, вмешательствах или мерах политики означает установление приоритетов в целях направления ограниченных ресурсов туда, где они наиболее необходимы и могут быть наиболее эффективны. На основании данных пространственного анализа, приведенного во второй главе в отношении богарного и орошаемого земледелия и животноводства, в [таблице 7](#) представлены возможные направления политики и мероприятий по уменьшению перебоев с водой и ее дефицита в растениеводстве и животноводстве, а также мероприятия и стратегии для рыболовства по внутренним водоемам и аквакультуры. Все это элементы портфеля мероприятий по реализации стратегии управления водными ресурсами на основе подхода, учитывающего специфику “всего сельского хозяйства в целом”, применяемого параллельно с межотраслевыми усилиями по повышению устойчивости водопользования. Важность учета водных ресурсов как предпосылки устойчивого управления ими является сквозной темой, затрагивающей все категории водопользователей.

Совершенствование механизмов управления водными ресурсами в богарном земледелии

В глобальном масштабе эта справка актуальна для всех 1,2 млрд га богарных пахотных земель, но особенно для тех 77 млн га и 51 млн га систем малоресурсоемкого и ресурсоемкого богарного

земледелия, где частота засух, соответственно, высокая и очень высокая. В этих районах наибольшее внимание уделяется сохранению воды и обеспечению баланса между орошаемым и богарным земледелием, поскольку практика исключительно богарного земледелия сопряжена со значительным риском засухи. Методы сбора поверхностного стока (например, для целей дополнительного орошения) помогают преодолеть короткие периоды засухи и, таким образом, снизить риск для богарного земледелия⁷⁰. Сбор поверхностного стока обладает огромным потенциалом в плане повышения эффективности стратегий управления водными ресурсами, но такие стратегии должны также сопровождаться наиболее передовой агротехникой, включая использование улучшенных сортов культур, соблюдение надлежащих сроков посева и сбора урожая и рациональное использование питательных веществ. Там, где риск засухи и нехватка ресурсов ограничивают возможности фермеров инвестировать в более рискованные и прибыльные виды деятельности, не позволяя разорвать замкнутый круг малоресурсоемкого сельскохозяйственного производства, центральную роль будет играть вмешательство государства, которое может инвестировать в современные факторы производства. Правительства могут помочь смягчить последствия засух, инвестируя в строительство дорог и рыночную инфраструктуру, чтобы наладить связь фермеров с рынками, и субсидируя мероприятия по сбору и сохранению воды, что будет способствовать и развитию сельского хозяйства в целом. Получить доступ к рыночной, финансовой и метеорологической информации фермерам могут помочь мобильные приложения; это одно из экономически эффективных решений. Там, где высок риск засухи, главными превентивными мерами будут создание баз данных и информационных систем, мониторинг засух и организация систем раннего предупреждения. Правительства могут также устранить барьеры для инвестиций путем предоставления кредитов и услуг по распространению знаний или внедрения систем страхования урожая и социальной защиты, а также создания альтернативных источников дохода для мелких фермеров.

Расширение сбора поверхностного стока может повлиять на устойчивость рыболовства во внутренних водоемах и других связанных с водой экосистем и, соответственно, на продовольственную безопасность и питание тех, для кого они являются источником средств к существованию. Все решения об инвестировании в системы сбора поверхностного стока должны основываться на данных детального учета водных ресурсов. Важное значение для компенсации экологических и экономических издержек, улучшения питания на уровне домохозяйств и ферм и повышения продуктивности воды может иметь сбор поверхностного стока, позволяющий объединить сельскохозяйственные системы с разведением рыбы и других водных животных.



ТАБЛИЦА 7

УСТАНОВЛЕНИЕ ПОЛИТИЧЕСКИХ ПРИОРИТЕТОВ В ЦЕЛЯХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Стратегии/ мероприятия	Богарные районы		Орошаемые районы	
	Пахотные земли	Пастбищные земли		Рыболовство во внутренних водоемах и аквакультура
 Учет и аудит водных ресурсов	Высокая и очень высокая частота засух на 77 млн га (малоресурсоемкое земледелие) и на 51 млн га (ресурсоемкое земледелие)	Высокая и очень высокая частота засух на 656 млн га	Высокий и очень высокий уровни водного стресса на 171 млн га	Включение в учет водных ресурсов надлежащих оценок связанных с водой экосистем и экологических стоков
 Эффективные методы сельскохозяйственного производства	Наиболее передовая агротехника (например, улучшенные сорта культур, рациональное использование питательных веществ и пестицидов, восстановление органического вещества почвы и мульчирование)	Стратегии в области питания; использование затенения в загонах; регулирование температуры окружающей среды; использование улучшенных сортов культур и систем выращивания кормовых/фуражных культур; укрепление здоровья и повышение воспроизводства животных; стратегическое строительство бункеров для кормов и устройство скважин	Наиболее передовая агротехника (например, улучшенные сорта культур, рациональное использование питательных веществ и пестицидов, восстановление органического вещества почвы и мульчирование)	Разумные стратегии создания и улучшения рыбных запасов для промышленного рыболовства в искусственных водоемах с использованием соответствующего генетического материала и неместных видов; повышение эффективности аквакультуры за счет продуктивности воды и ее повторного использования, интеграции и передовых методов аквакультуры
 Инструменты политики	Службы распространения знаний и опыта; финансовые услуги; страхование урожая; целевые субсидии; улучшение доступа к рынкам (например, за счет строительства дорог)	Национальные руководства и стандарты по организации мер реагирования на водные риски в секторе животноводства; целевые субсидии (например, для восстановления пастбищных земель и поощрения использования растительных остатков в качестве корма для животных)	Службы распространения знаний и опыта; финансовые услуги; страхование урожая; целевые субсидии	Корректировка стимулов и мер политики, негативно влияющих на рыболовство и аквакультуру
 Информационно-коммуникационные технологии	Системы раннего предупреждения; мобильные приложения, предоставляющие информацию о рынках и погоде; прецизионное земледелие	Системы раннего предупреждения; технологии для экстенсивного использования пастбищ (например, пространственные информационные системы для картографирования водных объектов)	Системы раннего предупреждения; мобильные приложения, предоставляющие информацию о рынках и погоде; прецизионное земледелие	Беспроводные датчики для мониторинга состояния воды и поведения рыб
 Накопление воды	Стратегии сохранения почв и вод, такие как террасирование склонов, контурная обработка и почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие	Водосберегающие устройства для питья; техническое обслуживание и ремонт поилок и систем для накопления воды; комплексный подход к усовершенствованию гидротехнических сооружений	Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие; оросительные системы, обеспечивающие эффективное использование водных ресурсов	Возможные компромиссные решения в растениеводстве и рыбоводстве; создание укрытий для рыбы в рисоводческих системах
 Сбор поверхностного стока и орошение	Сбор поверхностного стока	Использование цистерн и резервуаров с водой для поения скота; сохранение и восстановление систем сбора поверхностного стока и оросительных систем; комплексные решения (например, сбор дождевой воды, позволяющий высвободить воду для поения скота)	Восстановление и модернизация оросительных систем	Комплексные решения (например, сбор дождевой воды, позволяющий высвободить воду для выращивания рыбы; устройство небольших прудов)
 Управление водными ресурсами	Участие общин; комплексные подходы к управлению водохозяйственной деятельностью в водосборном бассейне	Участие общин; основанные на обычаях институты или институты коренных народов; скотоводческие организации	Распределение и рыночные инструменты; ассоциации водопользователей	Ассоциации по вопросам рыболовства и аквакультуры; размещение предприятий аквакультуры; правила сохранения экологических стоков; включение в меры политики и планирования результатов в области питания
 Торговля	Торговля виртуальной водой	Торговля виртуальной водой	Торговля виртуальной водой	Торговля виртуальной водой
 Нетрадиционные источники воды	-	Использование воды из нетрадиционных источников для производства кормов и поения животных	Повторное использование и опреснение воды; интегрированные системы (например, совмещение рисоводства с рыбоводством и аквапоника)	Интегрированные системы (например, совмещение рисоводства с рыбоводством и аквапоника), позволяющие повторно использовать воду
 Природно-ориентированные решения	Природно-ориентированные решения	Природно-ориентированные решения	Природно-ориентированные решения	Природно-ориентированные решения, позволяющие улучшить экологические услуги и услуги в области биоразнообразия

ПРИМЕЧАНИЕ. В таблице A2 Статистического приложения (стр. 138) приведены данные в разбивке по странам о площадях под каждой из систем сельскохозяйственного производства (растениеводства и животноводства), испытывающих острый дефицит воды.

ИСТОЧНИК: FAO.

- » Реализация максимальных выгод от мероприятий в орошаемом земледелии зависит также от вовлечения фермеров в разработку этой технологии в рамках местных общин и, возможно, на уровне водосборных бассейнов⁷¹. Для планирования и распределения дождевой воды в масштабе водосбора необходим новый политический механизм комплексного управления водными ресурсами, поскольку меры водной политики и соответствующие нормативные акты обычно разрабатываются для распределения оросительной воды, а не для сбора дождевой⁷¹. На тех 14 млн га орошаемых земель, где частота засух очень высокая, правительства могли бы также устранить сельскохозяйственные диспропорции для облегчения торговли водоемкими товарами в целях компенсации дефицита воды и обеспечения продовольственной безопасности и питания.

На богарных землях, как на пахотных, так и на пастбищных, одним из ключевых направлений политики является обеспечение готовности к засухам. Меры борьбы с засухами должны быть не просто ответом на стихийные бедствия, а постоянной заботой правительств и общества. Такие меры должны проводиться в периоды, когда засухи нет, т.е. когда есть больше времени для планирования и решения проблем. В засушливые годы логично направлять усилия на осуществление программ реагирования на засуху. Политика каждой страны будет иметь свои особенности, основанные на местных условиях, но есть некоторые элементы, общие для всех стратегий. Политика борьбы с засухами должна включать три основных направления: i) организация систем мониторинга, прогнозирования и раннего предупреждения о засухах; ii) проведение оценки уязвимости и оценки воздействия; и iii) обеспечение готовности к засухе, смягчение ее последствий и реагирование на них. Эти три направления должны быть поддержаны сквозными мерами политики, включающими, как минимум, следующие элементы: координация и институциональное развитие; наращивание потенциала; финансы; управление знаниями, наука, технологии и исследования, а также повышение осведомленности; региональное и международное сотрудничество; участие заинтересованных сторон и инклюзивность; оценка⁷².

Совершенствование механизмов управления водными ресурсами в животноводстве

В мире насчитывается 4,6 млрд га пастбищных земель, и почти на 15% их них (на 656 млн га) частота сильных засух высокая или очень высокая. Животноводческий сектор и без того является одним из крупнейших потребителей таких природных ресурсов, как земля (хотя зачастую это малопродуктивные земли, где растениеводство нецелесообразно) и вода, которые необходимы для производства кормов и использования неорошаемых пастбищ. Водопользование в животноводстве должно быть неотъемлемым элементом системы управления водными ресурсами сельского хозяйства. При этом следует учитывать тип производства

(например, пастбищное животноводство, смешанная система растениеводства и животноводства или безземельная система животноводства) и его масштаб (интенсивное или экстенсивное), виды и породы скота, а также социальные и культурные аспекты животноводства в различных странах⁷³. Для того чтобы получить более четкое представление о спросе на пресную воду в конкретном регионе и повысить эффективность работы отдельных фермерских хозяйств и всей товаропроводящей цепочки в целом, заинтересованные стороны должны проводить тщательный и прозрачный учет водных ресурсов с учетом климатических особенностей, методов ведения сельского хозяйства и использования кормов. С этой целью ФАО в 2012 году учредила ЛЕАП – партнерство, целью которого является улучшение экологических показателей животноводства, включая оптимальное использование водных ресурсов, а также выявление возможностей повышения продуктивности воды в животноводстве (см. четвертую главу)⁷³. Системы мониторинга могут проводить оценки ситуации с водными ресурсами и кормами в засушливых районах: такие оценки позволяют усовершенствовать системы раннего предупреждения и обеспечить информационное подспорье для стратегий развития.

Поскольку в животноводстве большая часть безвозвратного водопользования связана с производством кормов, для улучшения связанных с водой экологических показателей животноводства решающее значение имеет удельный расход воды на единицу продукции⁷³. Поскольку в животноводстве большая часть безвозвратного водопользования связана с производством кормов, для улучшения связанных с водой экологических показателей животноводства решающее значение имеет удельный расход воды на единицу продукции⁷³. Очень важную роль играет управление водными ресурсами в богарном и орошаемом земледелии, упомянутое в предыдущем и последующих разделах. Важнейшими возможностями являются также использование улучшенных сортов культур и системы возделывания фуражных и кормовых культур, а также целевые субсидии для поощрения использования растительных остатков и побочных продуктов в качестве кормов для животных. Другие важные субсидии нацелены на восстановление, устойчивое использование и сохранение пастбищных экосистем. Помимо производства кормов, большая часть воды в животноводстве используется для поения животных. В третьей главе представлено несколько методов управления водными ресурсами, позволяющих сократить количество необходимой животным питьевой воды. Укрепление здоровья животных является одним из важных способов увеличения производства животноводческой продукции в целом, а значит, и повышения продуктивности воды, поскольку здоровые животные используют корма и водные ресурсы более эффективно.⁷³ Если доступ к воде отсутствует, то следует оказывать содействие улучшению инфраструктуры (например, скважин) и сохранению традиционных систем сбора поверхностного стока, накопления воды и оросительных систем (например, каналов, террас и колодцев). Дополнит эту стратегию развитие инновационных технологий

экстенсивного использования пастбищ (например, с помощью мобильных насосов и резервуаров для воды).

Недавно появились практические инновации в области интеграции производственных систем, предусматривающие использование синергии между растениеводством, животноводством и агролесоводством и обеспечивающие экономическую и экологическую устойчивость наряду с предоставлением экосистемных услуг⁷⁴. Существует множество способов достижения этой интеграции. Интеграция может быть как внутривладельческой, так и территориальной, предполагающей определенную специализацию. Для внедрения инноваций и методов хозяйствования, связанных с перспективными системами растениеводства и животноводства в интересах обеспечения продовольственной безопасности и питания, потребуется политическая воля, а также политическая и институциональная поддержка. Правительствам следует также оказывать содействие установлению связей таких систем с рынками вводимых ресурсов и продукции, включая цепочки поставок вводимых ресурсов и продукции и государственных и частных поставщиков услуг для различных производственных систем и рынков.

Для успешного наращивания масштабов необходимы сильные фермерские организации, расширение прав и возможностей общин, а также многосторонние и межведомственные подходы. Это требует обмена знаниями, развития потенциала и адаптивных и междисциплинарных исследований⁷⁴. В качестве примеров можно привести фермерские полевые школы и фермерские клубы.

Совершенствование механизмов управления водными ресурсами в орошаемом земледелии

Как и в богарных системах, в орошаемом земледелии существует множество вариантов решения проблемы дефицита воды. Механизмы управления водными ресурсами можно улучшить более чем на 275 млн га орошаемых пахотных земель во всем мире. Особенно это касается тех 171 млн га, где уровень водного стресса высок или очень высок. Отправной точкой любой действенной, эффективной и устойчивой стратегии борьбы с водным стрессом и совершенствования механизмов управления водными ресурсами в орошаемом земледелии должен быть детальный учет спроса и предложения. После того как заинтересованные стороны получают полное представление о водном балансе, включая гидрологические и экосистемные потребности в отношении количества и качества воды в течение всего года, задача будет состоять в том, чтобы внедрить четкие и прозрачные системы распределения. Эти системы должны обеспечивать сбалансированное распределение водных ресурсов для производства продовольствия, удовлетворения основных потребностей малоимущих и уязвимых групп населения и соблюдения требований к экологическим

попускам. Установление гарантированных прав на водные ресурсы и доступа к экосистемным услугам в речных бассейнах и водоносных горизонтах также поможет создать гарантии для пользователей, будет способствовать эффективному водопользованию и откроет возможности для развития водных рынков. Для повышения эффективности управления совокупность прав на воду должна быть меньше текущего объема использования в бассейне или водоносном горизонте. Только при таких условиях можно разработать эффективные водосберегающие мероприятия.

Любое расширение масштабов орошения должно осуществляться осторожно и в рамках комплексной стратегии управления водными ресурсами, но очевидно, что сельской бедноте орошение может принести существенную пользу. В Индии в период с 1970 по 1993 год орошение оказало наибольшее влияние на сокращение масштабов нищеты в сельских районах, если сравнить его роль с внедрением высокоурожайных сортов, использованием удобрений, повышением грамотности в сельских районах и увеличением плотности дорожной сети в сельской местности в 14 штатах.⁷⁵ Другие исследования, проведенные в Малави и Пакистане, показали, что при надлежащем управлении орошение может способствовать снижению риска задержки роста среди детей и способствовать разнообразию рациона питания в домохозяйствах^{76,77}. В некоторых регионах мира существует большой потенциал для развития орошения. Согласно прогнозам, за период с 2010 по 2050 год площадь орошаемых земель увеличится на 12% в Восточной Азии и Тихоокеанском регионе, на 35% в Латинской Америке и Карибском бассейне, на 22% на Ближнем Востоке и в Северной Африке, на 30% в Южной Азии и более чем на 100% в странах Африки к югу от Сахары⁷⁸. При наличии соответствующих мер политики этот потенциал еще выше. По оценкам одного из исследований, в Африке существует потенциал для организации прибыльного крупномасштабного орошения как минимум на 16 млн га и мелкомасштабного орошения на 7 млн га, при этом внутренняя норма прибыли будет выше у оросительных систем, эксплуатируемых индивидуальными хозяйствами и общинами⁷⁹. В другом исследовании был выявлен еще более высокий потенциал для расширения прибыльного мелкомасштабного орошения в странах Африки к югу от Сахары: моторизованные помповые насосы могут быть использованы на площади до 30 млн га. Такое расширение масштабов орошения могло бы принести пользу более чем 350 млн сельских жителей⁸⁰. Но поскольку во многих странах обеспечение продовольственной безопасности и питания зависит от рыболовства во внутренних водоемах, такая интенсификация орошения может представлять для них угрозу, поэтому здесь необходим более целостный подход, который позволит компенсировать или смягчить некоторые из этих негативных последствий.

Помимо увеличения масштабов орошения, приоритетными направлениями инвестиций в этой области являются

восстановление стареющих и устаревших оросительных систем и модернизация существующих в целях повышения эффективности регулирования расхода воды и продуктивности водопользования. Это может быть сопряжено с инвестициями в передовые технологии орошения, позволяющие повысить продуктивность воды в расчете на единицу продукции или сократить объемы безвозвратного водопользования за счет сведения эвапотранспирации к минимуму. Можно также перейти на выращивание более рентабельных культур за счет орошения или ограничить посевные площади под орошением. Однако последний вариант обычно сложнее реализовать, и он менее популярен¹. Там, где это экономически выгодно, повысить эффективность орошения при минимальном воздействии на дикую природу и окружающую среду помогают инвестиции в прецизионное земледелие. Еще один тип инфраструктуры, заслуживающий первоочередного внимания, касается интегрированных информационных систем для мониторинга водных ресурсов и прав на них. Такие системы содействуют функционированию эффективных механизмов распределения воды, обеспечивающих устойчивое водопотребление в долгосрочной перспективе. Возрастет также актуальность мер по расширению водоснабжения за счет нетрадиционных источников (опреснения и повторного использования сточных вод), но это потребует значительных инвестиций.

Там, где необходимы капиталовложения, особенно если речь идет о создании оросительных систем, можно задействовать новые механизмы финансирования, которые помогут увеличить инвестиции в управление водными ресурсами. Здесь стоит рассмотреть такие источники финансирования, как “зеленые” и “голубые” облигации. Другим вариантом финансирования является сочетание грантов, кредитов под гарантии правительств и взносов бенефициаров. Перспективным подходом к наращиванию масштабов частного финансирования в странах с низким уровнем дохода является смешанное финансирование, которое стратегически использует финансирование на цели развития или государственные средства для мобилизации частных инвестиций (в качестве примера можно привести Глобальный водный фонд)⁸¹. Там инвестиции были ориентированы в основном на подземные воды и, в меньшей степени, более мелкие коммерческие системы на базе поверхностных вод. Инвестициям частного сектора в орошение препятствуют несколько факторов. Это относительно низкая или непредсказуемая норма прибыли, политическое вмешательство в управление проектами, которое устанавливает для частных инвесторов или банковского сектора сборы за водопользование ниже устойчивых уровней, и озабоченность правительства тем, что частный сектор может продавать воду промышленным предприятиям по более высоким тарифам, чем сельскохозяйственным потребителям или внутренним поставщикам воды⁸². Даже в тех случаях, когда правительство продолжает предоставлять основную часть финансирования, привлечение частного сектора через государственно-частные

партнерства может принести экономические выгоды^Р. Контракты должны быть составлены таким образом, чтобы они обеспечивали защиту интересов мелких фермеров. Дополнительным источником финансирования мероприятий, связанных с водными ресурсами, могут быть платежи за экосистемные услуги. Однако сколько-нибудь значимых объемов финансирования именно на цели развития ирригации не обеспечил пока ни один из этих источников²⁷.

Помимо инвестиций в оросительные системы для наиболее эффективного использования дефицитной оросительной воды во всех орошаемых районах, особенно там, где уровень водного стресса высок, необходим более активный отбор сельскохозяйственных культур и питательных веществ, включая диверсификацию культур на более и менее водоемкие (например, засухоустойчивые сорта). Среди вариантов комплексного управления растениеводством одним из наиболее важных с точки зрения повышения эффективности использования воды и питательных веществ является почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие. В других комплексных системах управления следует также учитывать потенциал аквакультуры и рыболовства во внутренних водоемах и требования к экологическим попускам.

Поскольку спрос на воду растет, для гарантий справедливого распределения благ и поддержания экологических услуг необходимы гораздо более сильные институты. Решить связанные с водой вопросы справедливости и эффективности, особенно в районах, где уровень водного стресса высок, могут помочь реформы в области управления водными ресурсами. В зависимости от конкретных условий основные реформы управления включают: координацию мер политики различных правительственных учреждений в связанных между собой секторах производства продовольствия, водоснабжения и энергетики; интеграцию мер водной политики в сельском хозяйстве и в городах там, где существует прямая конкуренция за водные ресурсы; создание ассоциаций водопользователей с развитыми возможностями (включая контроль местных прав на водные ресурсы, услуг и сборов за водопользование); обеспечение необходимых измерений и мониторинга; а также содействие созданию четких правовых оснований. Для того чтобы избежать чрезмерного использования воды, выбранные стратегии должны также предусматривать возможность постепенной отмены платежей, увязанных с производством (например, отказ от господдержки цен), особенно водоемких культур, а также постепенной отмены общих субсидий на воду, энергию и удобрения. Директивные органы должны также устранить диспропорции в

^Р Описание наиболее распространенных форм контракта о создании государственно-частных партнерств в секторе орошения см. в работе World Bank, 2017⁸³.

торговле сельскохозяйственной продукцией в целях содействия развитию торговли сельскохозяйственными товарами в тех случаях, когда субсидии на воду обеспечивают этому сектору сравнительные преимущества.

Совершенствование механизмов управления водными ресурсами в рыболовстве во внутренних водоемах и в аквакультуре

Рыболовство во внутренних водоемах и аквакультура являются важным компонентом продовольственных систем и играют полезную роль во многих инициативах в области развития. Водопользование в секторе рыболовства во внутренних водоемах неразрывно связано с охраной и поддержанием функционирования водных экосистем. В любом водохозяйственном проекте в первую очередь необходимо учитывать потребности рыболовства во внутренних водоемах и аквакультуре с точки зрения количества и качества воды. Если в других секторах можно использовать такие виды водных ресурсов, как грунтовые воды и дождевой сток, то возможности рыболовства во внутренних водоемах ограничены наличием только поверхностных вод. Поэтому оценка объема имеющейся в наличии воды часто оказывается недостаточной. Не менее важными характеристиками являются местоположение водных ресурсов, динамика их стока, доступность, качество и соленость воды, а также влияние факторов изменения и антропогенного давления⁸⁴. Необходимо установить экологические попуски для поддержания функционирования водных экосистем и включать оценки связанных с водой экосистем в механизмы управления водными ресурсами. В большинстве стран с высоким уровнем дохода и в некоторых странах с низким уровнем дохода действуют строгие правила в отношении экологических попусков и критериев качества воды⁸⁵, что помогает поддерживать рыболовство и аквакультуру. В распоряжении органов управления речными бассейнами есть также такие инструменты политики, как сметы расходов для распределения водных ресурсов на нужды аквакультуры и обзор стимулов и мер политики в области водосберегающих технологий, проводимый с целью определения результатов, влияющих на рыболовство во внутренних водоемах и аквакультуру, а также результатов в области питания. Сбалансированности процесса принятия решений по водохозяйственным схемам может способствовать расширение консультаций с заинтересованными сторонами по вопросам управления водными ресурсами, в том числе по вопросам рыболовства во внутренних водоемах и аквакультуры. В качестве примера можно привести привлечение экспертов по водным ресурсам к восстановлению старых оросительных систем или созданию новых.

Споры по поводу водных ресурсов для орошения и для нужд рыболовства во внутренних водоемах и аквакультуры часто трудно разрешить ввиду различия потребностей в воде для

рыбы и для сельскохозяйственных культур⁸⁵. Ситуацию могут смягчить надлежащее планирование и целостный подход к развитию, ведению сельского хозяйства и рыболовству. В первую очередь необходимо рассмотреть возможность компромиссов между использованием воды для полевых культур и для рыболовства во внутренних водоемах и аквакультуре, а также изучить потенциальные комплексные решения, позволяющие добиться максимально высоких результатов, особенно с точки зрения питания малоимущих или маргинализированных слоев населения. Прекрасным примером сосуществования этих двух видов деятельности является интеграция аквакультуры в системы орошаемого производства риса или в совмещенные с ними водоемы. Есть много примеров, демонстрирующих положительное влияние присутствия рыбы на посевы риса: оно снижает потребность в пестицидах и удобрениях.

Возможны также бесприоритетные варианты интеграции аквакультуры и рыболовства с богарным земледелием. Комплексные подходы включают: i) содействие внедрению технологий сбора поверхностного стока (таких как устройство небольших прудов), которые позволяют диверсифицировать деятельность фермерских хозяйств и выращивать дополнительные виды продукции, включая рыбу, садовые культуры и продукцию животноводства; ii) создание укрытий на богарных рисовых полях для поддержания и развития водного биоразнообразия; iii) создание общинных социальных систем для сохранения связанных с водой экосистем и содействие их развитию; и iv) целостный подход к пойменным территориям в целях восстановления связей между системами за счет уменьшения препятствий, в частности обусловленных созданием всепогодных систем (например, водопропускных труб) или небольших плотин.

Директивные органы должны также учитывать возможность использования природно-ориентированных решений как способа защиты природных ресурсов и улучшения состояния и качества связанных с водой экосистем. Возможными вариантами здесь являются: восстановление протоков воды через барьеры и узкие места, создаваемые структурами управления водохозяйственной деятельностью; регулирование потоков и открытие гидротехнических сооружений в целях обеспечения возможности прохода рыбы через них во время нереста и рассеивания внутри систем; создание водно-болотных угодий как укрытия для рыбы в рамках широкомасштабных водохозяйственных решений для крупных ирригационных схем; и усиление интеграции аквакультуры в существующие системы орошаемого земледелия. Необходимо указывать полный объем расходов за экологические услуги в системах производства продовольствия и преобразовать существующую систему субсидий таким образом, чтобы она отражала эти расходы. Только в этом случае директивные органы рассмотрят вопрос об изменении политики и механизмов управления в целях внедрения агроэкологического подхода⁸⁶. ■

ВЫВОДЫ

Управление водными ресурсами в сельском хозяйстве будет иметь ключевое значение для достижения многих целей в области устойчивого развития, связанных с эффективностью использования ресурсов, охраной окружающей среды и устойчивым производством продовольствия. В этом выпуске доклада “Положение дел в области продовольствия и сельского хозяйства” рассмотрен вопрос о том, какова роль сельского хозяйства в создании дефицита водных ресурсов и в какой мере оно само подвержено воздействию этой проблемы; особое внимание уделено изучению размеров территорий, на которых частота сильных засух и уровень водного стресса высоки, и определению численности страдающего от этого населения. Задача заключалась в том, чтобы установить те ограничения, с которыми могут сталкиваться производители в вопросах управления водными ресурсами, и составить рекомендации по вопросам управления, политики и расстановки приоритетов мероприятий, представленных в этой главе, с учетом разнообразия водопользователей в сельском хозяйстве (крупные хозяйства, мелкие производители, женщины, мужчины, коренные народы и традиционные общины). В докладе также отмечено, что с ростом населения, экономическим развитием, изменением моделей потребления, ухудшением качества воды и изменением климата конкуренция за водные ресурсы усиливается. В результате вопрос о поиске компромиссов между экономическими, экологическими и социальными задачами и об обеспечении баланса интересов всех заинтересованных сторон в области водных ресурсов приобретает в нынешней политической повестке все большую актуальность. Ввиду повышения интенсивности эксплуатации водных ресурсов предпочтение будет отдаваться тем режимам распределения, которые эффективно работают в различных условиях и с наименьшими затратами могут быть приспособлены к их изменению⁸⁷. На эффективность любой политики в области управления водохозяйственной деятельностью будут оказывать влияние фрагментация и соперничество между различными организациями, множественность режимов землепользования и водопользования, соотношение сил, лежащее в основе существующих институтов, конфликт интересов, а также возможности доступа к данным и информации и их использование.

Наряду с основной темой этого доклада есть и другие связанные с водой вопросы, которые чрезвычайно важны, но не могут быть освещены подробно. О них кратко шла речь либо в первой главе – как, например, о водопользовании в секторе пищевой промышленности, – либо в разделах “В фокусе” в конце каждой главы. К таким вопросам относятся проблема сточных вод в сельской местности, санитария и гигиена (ВССГ), загрязнение водных ресурсов и засоленность воды, поскольку это связано с сельским хозяйством, а также наводнения и дренаж и их влияние на сельское хозяйство. Каждый из этих вопросов заслуживает отдельной главы.

Проблемы перебоев с водой и ее дефицита необходимо решать на межотраслевом уровне и на уровне водосборного бассейна, хотя крупнейшим в мире водопотребителем является сельское хозяйство: на его долю приходится почти три четверти всех водозаборов, поэтому ключом к решению всех этих проблем обладает именно сельское хозяйство. Сейчас более чем когда-либо важно принять комплексный подход, учитывающий наличие воды во всем водосборном бассейне как функцию от ее использования различными заинтересованными сторонами, и гарантировать сохранение экосистемных функций. Необходима более тесная интеграция во всех подсекторах сельского хозяйства, включая орошаемое и богарное земледелие, лесное хозяйство, рыболовство во внутренних водоемах и аквакультуру, а отправной точкой для междисциплинарного и инклюзивного диалога, необходимого для эффективного, справедливого и устойчивого управления водными ресурсами, является Повестка дня на период до 2030 года.

Один из главных выводов доклада “Положение дел в области продовольствия и сельского хозяйства” за 2020 год заключается в том, что в орошаемых районах, испытывающих острый дефицит воды, живут около 1,2 млрд человек, из них 520 млн – в сельской местности. Серьезные проблемы, связанные с водой, испытывает примерно каждый шестой житель планеты, т.е. порядка 15% сельского населения мира. Сочетание растущего спроса на воду и изменчивости осадков, вызванное изменением климата, создает ощущение настоятельной необходимости действовать в соответствии с приоритетами, изложенными в настоящем докладе. Меры политики должны стимулировать инвестиции в повышение продуктивности воды, а также такое распределение водных ресурсов, которое обеспечивает баланс продуктивности не только со справедливым и инклюзивным доступом к воде, но и с требованиями к экологическим попускам. Это повлечет за собой реформирование мер поддержки, приводящих к неэффективному водопользованию, в том числе в других секторах. Во многих случаях необходимые реформы в области распределения водных ресурсов могут быть сложны с политической точки зрения. Можно также использовать альтернативные источники, такие как опреснение и повторное использование воды, либо организовать более тщательное регулирование спроса на воду с помощью комбинации различных мероприятий. Следует приложить дополнительные усилия к разработке инструментов и технологических инноваций, позволяющих улучшить качество информации о водных ресурсах и сельском хозяйстве, а также наладить взаимодействие и обеспечить поиск компромиссов, чтобы построить модели для изучения возможных путей и оптимальных стратегий реагирования, обеспечивающих сбалансированное решение экономических, экологических и социальных задач. Дополнять эти усилия должны инновации в области управления, которые будут способствовать серьезной трансформации нынешней парадигмы функционирования продовольственной системы и водных ресурсов в целях ускорения процесса устойчивого развития, которое обеспечит учет интересов каждого. ■

ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

ОГОВОРКИ, КАСАЮЩИЕСЯ ОБОЗНАЧЕНИЯ ГРАНИЦ НА КАРТАХ

К рисунку А из главы 1, рисункам 5–7 из главы 2, рисунку 17 из главы 3, а также к рисункам А1–А3 из Статистического приложения применяются следующие оговорки о границах:

Граница между Республикой Судан и Республикой Южный Судан пока окончательно не определена. Пунктирной линией обозначена приблизительная линия контроля в Джамму и Кашмире, согласованная Индией и Пакистаном. Окончательный статус Джамму и Кашмира сторонами пока не согласован. Правительства Аргентины и Соединенного Королевства Великобритании и Северной Ирландии оспаривают суверенитет над Фолклендскими (Мальвинскими) островами. Границы, обозначенные на этой карте, не подразумевают выражения какого-либо мнения со стороны ФАО относительно правового статуса той или иной страны, территории, города или района, а также относительно их властей или делимитации их границ или рубежей. Пунктирные линии на географических картах обозначают приблизительные границы, которые могут быть окончательно не согласованы.

МЕТОДИКА, ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ВО ВРЕЗКЕ 13

Механизм моделирования, результаты применения которого представлены во врезке 13 (стр. 68), основан на работе Rosegrant (2020)¹. Доля пахотных земель, где урожайность можно повысить за счет внедрения соответствующих технологий и методов хозяйствования, оценивалась путем обобщения анализа из работы Rosegrant *et al.* (2014)². В частности, для моделирования изменений урожайности кукурузы, риса и пшеницы в богарных и орошаемых системах по сравнению с базовыми уровнями, наблюдаемыми в случае применения традиционной агротехники, была использована Система поддержки принятия агротехнологических решений (DSSAT). Результаты, полученные с помощью DSSAT, были включены в наборы глобальных сеточных данных, в том

числе в разработанную Международным исследовательским институтом продовольственной политики (ИФПРИ) Модель пространственного распределения производства сельскохозяйственных культур (СПАМ, описание см. во врезке 7 на стр. 36); эти наборы данных описывали глобальное распределение производства сельскохозяйственных культур и их урожайность, а также глобальные сценарии изменения климата и данные о почвах. Затем средневзвешенные по площади данные о повышении урожайности были агрегированы по странам и регионам. Моделирование было проведено для сценария изменения климата А1В из четвертого Доклада об оценке (ДО4) Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК)³ с использованием модели, разработанной Организацией Содружества по научным и промышленным исследованиям.

Прогнозы, касающиеся расширения орошаемых площадей и инвестиций в орошение в период до 2030 года, были составлены для районов, которые в настоящее время являются богарными; в их основу положены анализ, представленный в работе Rosegrant *et al.* (2017)⁴ Международная модель анализа политики в сфере сельскохозяйственных товаров и торговли (ИМПАКТ) (см. ниже) и работа Palazzo *et al.* (2019); использовался сценарий умеренной общественной поддержки из Глобальной модели управления биосферой (GLOBIOM)⁵. В последнем случае результаты для 2030 года были получены путем интерполяции результатов для 2050 года. Данные об уровнях капиталовложений в восстановление и модернизацию оросительных систем были рассчитаны на основании работы Rosegrant *et al.* (2017)⁴. Глобальные предельные значения по пахотным землям рассчитаны на основе таблицы 3.3 из работы Rosegrant *et al.* (2014), а рост урожайности в регионах в разных системах производства – на основе рисунков 4.7–4.11². Подробнее с результатами моделирования можно ознакомиться в работе Rosegrant (2020)¹.

ИМПАКТ

Модель ИМПАКТ была разработана в ИФПРИ в начале 1990-х годов. Она применяется для изучения влияния альтернативных сценариев инвестиций в научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области сельского хозяйства, меры продовольственной политики, развитие народонаселения и увеличение доходов на предложение продовольствия и спрос на него в долгосрочной перспективе². В ИМПАКТ используется система линейных и нелинейных уравнений, приближенно описывающих те взаимосвязи, которые лежат в основе производства и спроса в мировом сельском хозяйстве. Данные о мировом производстве и потреблении продовольствия дезагрегированы по 115 странам и региональным группам, а также по 126 гидрологическим бассейнам. В этом исследовании оценка возможного увеличения площадей орошаемых земель основывалась на последних тенденциях, наблюдаемых в орошаемых районах, объемах инвестиций в этой области и запасах воды в различных речных бассейнах с учетом возникающих со временем вторичных эффектов воздействия изменений цен на продовольствие, которые влияют на прибыльность. Более подробное описание последней версии этой модели см. в работе Robinson *et al.* (2015)⁶.

МЕТОДИКА, ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ И ТАБЛИЧНЫХ ДАННЫХ

Для картографирования районов, испытывающих перебои с водой и ее дефицит в различных регионах мира и системах производства, и оценки размеров площадей и численности населения, живущего в сельскохозяйственных районах с нехваткой воды, в этом докладе были использованы шесть различных наборов данных: i) Глобальные агроэкологические зоны (ГАЭЗ)⁷; ii) СПАМ⁸; iii) Показатель исторической частоты засух из Системы индексов сельскохозяйственного стресса (АСИС)⁹; iv) Показатель ЦУР 6.4.2, характеризующий уровень водного стресса¹⁰; v) роль сельскохозяйственного сектора в возникновении водного стресса¹¹; и vi) слой данных о населении из Глобальной сетки населенных пунктов, представленной в работе Schiavina *et al.* (2019)¹². Геопространственная платформа инициативы ФАО “Рука об руку” - цифровое общественное благо для создания интерактивных карт данных, анализа тенденций и выявления в реальном времени пробелов и возможностей - обеспечивает открытый доступ к различным наборам данных, упомянутым выше¹³.

Картографирование богарных и орошаемых пахотных земель и пастбищ

В качестве справочных данных для изучения масштабов перебоев с водой и дефицита воды в различных районах мира и системах сельскохозяйственного производства были использованы три слоя данных из ГАЭЗ: i) слой данных о богарных пахотных землях; ii) слой данных о пастбищных землях и лесных угодьях (включающий лугопастбищные угодья, территории, покрытые кустарником, и площади, покрытые травяной растительностью) – для изучения частоты засух на богарных пахотных землях и пастбищных землях, соответственно; и iii) слой данных об орошаемых пахотных землях – для изучения уровня водного стресса в орошаемых районах. Кроме того, на основании данных, полученных в результате применения модели СПАМ, богарные пахотные земли были подразделены на территории, где практикуется ресурсоемкое или малоресурсоемкое земледелие, соответственно. В последнем случае проведено различие между ресурсоемким земледелием, малоресурсоемким земледелием и натуральным хозяйством на богарных землях¹⁴, но для целей настоящего доклада земли, на которых практикуется натуральное хозяйство и малоресурсоемкое земледелие, были объединены в одну общую категорию.

Картографирование и количественная оценка частоты засух в богарных районах

Для картографирования богарных пахотных и пастбищных земель, испытывающих перебои с водой (рисунки 5 и 6, стр. 28–29), и для оценки размеров площадей и численности населения районов, подверженных засухам (таблицы A1 и A2 в Статистическом приложении, стр. 132–134), использовался показатель исторической частоты засух. Кроме того, на рисунках A1 и A2 в Статистическом приложении отдельно показаны богарные пахотные земли, отведенные под ресурсоемкое и малоресурсоемкое земледелие. В этом глобальном показателе частоты засух учтены два вегетационных периода сельскохозяйственных культур, которые были объединены путем выбора большего из двух значений исторической частоты засух. Если же вегетационный период всего один, то использовалось это единственное значение. Пиксели, описывающие территории, где вегетационный период отсутствует и, соответственно, показатель частоты засух не присваивается, отнесены к категории “нет данных” в статистических таблицах и к категории “вегетационный сезон отсутствует” на рисунках 5, 6, A1 и A2. На рисунках 5 и 6 в категорию “нет данных” включены пиксели, для которых уровни частоты засух не установлены, но, согласно ГАЭЗ, пахотные земли и пастбища, соответственно, на этих территориях есть.

Этот показатель был дополнительно гармонизирован по протяженности и пространственному разрешению слоев ГАЭЗ и переквалифицирован следующим образом: низкая – если вероятность сильной засухи, затрагивающей пахотные/пастбищные земли, не превышает 10%; средняя – если эта вероятность составляет от 10% до 20%; высокая – от 20% до 30%; очень высокая – более 30%.

Картографирование и количественная оценка уровней водного стресса в орошаемых районах

Для картографирования территорий с дефицитом воды в орошаемых районах (рисунок 7, стр. 30), а также для количественной оценки площадей и численности населения районов, подверженных водному стрессу (таблицы А1 и А2), использовался показатель ЦУР 6.4.2, характеризующий уровень водного стресса на уровне бассейна. На рисунках 8 (стр. 31) и А3 и А4 (стр. 146) показаны роль сельскохозяйственного сектора в возникновении водного стресса и уровни водного стресса на уровне страны и бассейна, соответственно. Данные для вычисления показателя ЦУР 6.4.2 также были гармонизированы в соответствии со слоями ГАЭЗ и переквалифицированы следующим образом: водный стресс отсутствует – если доля водозабора всеми секторами не превышает 25%; средний уровень – если она составляет от 25% до 50%; высокий – от 50% до 100%; очень высокий – более 100%. То же касается и роли сельскохозяйственного сектора в возникновении водного стресса; данные были

гармонизированы следующим образом: водный стресс отсутствует – если доля забора воды на сельскохозяйственные нужды не превышает 12,5%; средний уровень – если она составляет от 12,5% до 25%; высокий – от 25% до 50%; очень высокий – более 50%.

Численность населения районов, испытывающих нехватку воды

Слой данных о населении, представленный в работе Schiavina *et al.* (2019)¹², был пересчитан и скорректирован путем исключения поселений с населением более 20 000 человек. Для определения численности населения сельскохозяйственных районов, испытывающих нехватку воды, было использовано следующее дерево решений: i) население богарных районов, где частота засух очень высокая, и население орошаемых районов, где уровень водного стресса очень высокий; ii) население богарных районов, где частота засух очень высокая, или население орошаемых районов, где уровень водного стресса очень высокий. Две других категории были рассчитаны по той же схеме, но в них учитывалось население районов, где нехватка воды высокая (вместо очень высокой). Аналогичный подход использовался и для оценки размеров площадей в этих районах, которая произведена путем суммирования соответствующих частей в пикселях. Результаты представлены в таблицах А1 и А2 Статистического приложения.

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

ПРИМЕЧАНИЯ К СТАТИСТИЧЕСКОМУ ПРИЛОЖЕНИЮ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

В таблицах этого приложения использованы следующие условные обозначения:

“0” или “0,0” – нет или значение пренебрежимо мало

– неприменимо

Процесс расчета данных, приведенных в [таблицах А1](#) и [А2](#), может быть воспроизведен полностью, начиная с первоисточников данных, в последовательности операций по обработке данных, которая была произведена авторами с помощью программного обеспечения RStudio. Для отделения дробной части числа от целой используется запятая (,).

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИМЕЧАНИЯ

ТАБЛИЦА А1

Площади сельскохозяйственных земель и численность населения сельскохозяйственных районов, где наблюдаются перебои с водой и ее дефицит, в разбивке по странам или территориям

Источники: разработка ФАО по материалам: i) ФАО, 2020.

Показатель ЦУР 6.4.2, характеризующий уровень водного стресса;

ii) ФАО, 2019. Наблюдения Земли. Система индексов сельскохозяйственного стресса (АСИС): Историческая частота засух в сельскохозяйственных районах (1984–2018 годы).

См.: ФАО [онлайн]. [по состоянию на 5 августа 2020 года]. http://www.fao.org/giews/earthobservation/asis/index_1.jsp?lang=ru;

iii) FAO & International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), 2020. *Global Agro-Ecological Zones (GAEZ v4.0)*.

Laxenburg, Austria and Rome; iv) International Food Policy Research Institute, 2019. *Global Spatially-Disaggregated Crop Production Statistics Data for 2010 Version 1.0*. Harvard Dataverse.

См.: *Harvard Dataverse* [онлайн]. [по состоянию на 5 августа 2020 года]. <https://dataverse.harvard.edu/citation?persistentId=doi:10.7910/DVN/PRFF8V>; v) Schiavina, M., Freire, S. & MacManus, K., 2019.

GHS population grid multitemporal (1975-1990-2000-2015), R2019A. См.: *European Commission* [онлайн]. [по состоянию на 6 августа 2020 года]. <http://data.europa.eu/89h/0c6b9751-a71f-4062-830b-43c9f432370f>

В первой группе (**Богарные земли с очень высокой частотой засух И орошаемые земли с очень высоким уровнем водного стресса**) указаны: i) площади (в тысячах гектаров) богарных пахотных или пастбищных земель, где частота засух очень высокая, и орошаемых земель, где уровень водного стресса очень высокий; и ii) численность населения (в тысячах человек), проживающего в сельских или городских районах, где частота засух очень высокая в богарных районах и очень высокий уровень водного стресса в орошаемых. Населенные пункты с населением более 20 000 человек из этой группы исключены. Следует отметить, что с учетом размера пикселя в подсчет населения включены небольшие городские центры или пригородные районы, где практикуется сельское хозяйство. Таким образом, население, о котором идет речь, не является строго сельским.

Во второй группе (**Богарные земли с очень высокой частотой засух ИЛИ орошаемые земли с очень высоким уровнем водного стресса**) указаны: i) площади (в тысячах гектаров) богарных пахотных или пастбищных земель, где частота засух очень высокая, или орошаемых земель, где уровень водного стресса очень высокий; и ii) численность населения (в тысячах человек), проживающего в сельских или городских районах, где частота засух очень высокая в богарных районах или очень высокий уровень водного стресса в орошаемых. Населенные пункты с населением более 20 000 человек из этой группы исключены. Как и в первой группе, ввиду размера пикселя, население, о котором идет речь, не является строго сельским.

В третьей группе (**Богарные земли с высокой частотой засух И орошаемые земли с высоким уровнем водного стресса**) указаны: i) площади (в тысячах гектаров) богарных пахотных или пастбищных земель, где частота засух высокая, и орошаемых земель, где уровень водного стресса высокий; и ii) численность населения (в тысячах человек), проживающего в сельских или городских районах, где частота засух высокая в богарных районах и высокий уровень водного стресса в орошаемых. Населенные пункты с населением более 20 000 человек из этой группы исключены. Как и в первой группе, ввиду размера пикселя, население, о котором идет речь, не является строго сельским.

В четвертой группе (**Богарные земли с высокой частотой засух ИЛИ орошаемые земли с высоким уровнем водного стресса**) указаны: i) площади (в тысячах гектаров) богарных пахотных или пастбищных земель, где частота засух высокая, или орошаемых земель, где уровень водного стресса высокий; и ii) численность населения (в тысячах человек), проживающего в сельских или городских районах, где частота засух высокая в богарных районах или высокий уровень водного стресса в орошаемых. Населенные пункты с населением более 20 000 человек из этой группы исключены. Как и в первой группе, ввиду размера пикселя, население, о котором идет речь, не является строго сельским.

ТАБЛИЦА А2

Площади и доли сельскохозяйственных земель, отведенных под различные системы производства, где наблюдаются перебои с водой и дефицит воды, в разбивке по странам или территориям

Источники: разработка ФАО по материалам: i) ФАО, 2020. *Показатель ЦУР 6.4.2, характеризующий уровень водного стресса*; ii) ФАО. 2019. Система индексов сельскохозяйственного стресса (АСИС): Историческая частота засух в сельскохозяйственных районах (1984–2018 годы). См.: ФАО [онлайн]. [по состоянию на 5 августа 2020 года]. http://www.fao.org/giews/earthobservation/asis/index_1.jsp?lang=ru; iii) FAO & International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), 2020. *Global Agro-Ecological Zones (GAEZ v4.0)*. Laxenburg, Austria, & Rome; iv) International Food Policy Research Institute, 2019. *Global Spatially-Disaggregated Crop Production Statistics Data for 2010 Version 1.0*. Harvard Dataverse. См.: *Harvard Dataverse* [онлайн]. [По состоянию на 5 августа 2020 года]. <https://dataverse.harvard.edu/citation?persistentId=doi:10.7910/DVN/PRFF8V>

В первой группе (**Орошаемое земледелие, уровень водного стресса высокий или очень высокий**) указаны площади орошаемых земель (в тысячах гектаров), на которых уровень водного стресса высокий или очень высокий. В колонке “Доля площадей под орошаемым земледелием”

указана доля площадей (в гектарах), на которых уровень водного стресса высокий или очень высокий, по отношению к общей площади орошаемых земель.

Во второй группе (**Малоресурсоемкое богарное земледелие, частота засух высокая или очень высокая**) указаны площади (в тысячах гектаров) пахотных земель, на которых практикуется малоресурсоемкое богарное земледелие, а частота засух высокая или очень высокая. В колонке “Доля площадей под малоресурсоемким богарным земледелием” указана доля площадей (в гектарах), на которых частота засух высокая или очень высокая, по отношению к общей площади богарных пахотных земель, на которых практикуется малоресурсоемкое земледелие.

В третьей группе (**Ресурсоемкое богарное земледелие, частота засух высокая или очень высокая**) указаны площади (в тысячах гектаров) пахотных земель, на которых практикуется ресурсоемкое богарное земледелие, а частота засух высокая или очень высокая. В колонке “Доля площадей под ресурсоемким богарным земледелием” указана доля площадей (в гектарах), на которых частота засух высокая или очень высокая, по отношению к общей площади богарных пахотных земель, на которых практикуется ресурсоемкое земледелие.

В четвертой группе (**Пастбищные земли, частота засух высокая или очень высокая**) указаны площади (в тысячах гектаров) богарных пастбищных земель, на которых частота засух высокая или очень высокая. В колонке “Доля пастбищных земель” указана доля площадей (в гектарах), на которых частота засух высокая или очень высокая, по отношению к общей площади пастбищных земель.

В пятой группе (**Доля земель, по которым данные отсутствуют**) указана доля земель, по которым отсутствуют данные о площадях орошаемых земель, богарных пахотных земель, на которых практикуется малоресурсоемкое земледелие, богарных пахотных земель, на которых практикуется ресурсоемкое земледелие, и о площадях пастбищных земель, соответственно.

ТАБЛИЦА А1

ПЛОЩАДИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ И ЧИСЛЕННОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАЙОНОВ, ГДЕ НАБЛЮДАЮТСЯ ПЕРЕБОИ С ВОДОЙ И ЕЕ ДЕФИЦИТ, В РАЗБИВКЕ ПО СТРАНАМ ИЛИ ТЕРРИТОРИЯМ

СТРАНА/ ТЕРРИТОРИЯ	Богарные земли с очень высокой частотой засух И Орошаемые земли с очень высоким уровнем водного стресса			Богарные земли с очень высокой частотой засух ИЛИ Орошаемые земли с очень высоким уровнем водного стресса			Богарные земли с высокой частотой засух И Орошаемые земли с высоким уровнем водного стресса			Богарные земли с высокой частотой засух ИЛИ Орошаемые земли с высоким уровнем водного стресса		
	Площадь, га	Численность населения		Площадь, га	Численность населения		Площадь, га	Численность населения		Площадь, га	Численность населения	
		Сельское	Городское		Сельское	Городское		Сельское	Городское		Сельское	Городское
	тыс. человек			тыс. человек			тыс. человек			тыс. человек		
ВСЬ МИР	8 053	13 727	23 167	340 127	498 187	629 345	53 717	122 747	139 864	552 294	749 572	1 064 280
АФРИКА	484	518	553	110 952	31 832	49 127	2 941	4 842	5 319	158 902	91 156	148 005
Северная Африка	483	518	553	3 161	14 352	19 429	1 911	2 753	3 612	22 681	38 039	89 486
Алжир	206	156	174	1 513	8 955	11 284	257	237	354	3 069	2 792	3 670
Египет	0	0	0	100	55	44	6	51	296	3 273	22 189	61 550
Ливия	101	89	24	606	1 492	2 007	0	0	0	587	587	155
Марокко	13	33	89	381	1 625	2 369	1 109	1 897	1 997	3 874	6 501	9 894
Судан	0	0	0	143	106	48	540	568	964	10 998	5 278	13 484
Тунис	164	240	266	418	2 119	3 678	0	0	0	880	692	732
Страны Африки к югу от Сахары	1	0	0	107 791	17 480	29 698	1 030	2 089	1 707	136 221	53 117	58 519
Восточная Африка	0	0	0	82 748	14 182	17 009	455	1 364	1 629	17 057	29 677	27 463
Бурунди	0	0	0	0	0	0	5	35	0	6	584	579
Джибути	0	0	0	78	11	44	0	0	0	0	0	0
Эритрея	0	0	0	491	102	262	58	9	21	912	261	1 493
Эфиопия	0	0	0	30 303	3 196	5 046	214	210	1 051	3 711	4 418	12 893
Кения	0	0	0	32 947	8 071	4 961	12	186	0	2 288	10 977	2 295
Мадагаскар	0	0	0	129	204	30	0	0	0	2 573	984	435
Мозамбик	0	0	0	20	7	0	50	142	74	137	488	514
Руанда	0	0	0	32	91	685	24	149	39	264	2 755	1 229
Сомали	0	0	0	16 044	1 436	2 150	0	0	0	719	194	109
Южный Судан	0	0	0	1 112	33	0	9	0	0	392	235	716
Уганда	0	0	0	146	152	37	71	623	404	765	3 488	4 623
Объединенная Республика Танзания	0	0	0	1 445	848	3 769	6	9	40	4 880	5 037	1 505
Замбия	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	45	1 021
Зимбабве	0	0	0	0	31	27	6	1	0	397	210	52
Центральная Африка	0	0	0	1 514	196	302	0	0	0	10 514	1 297	6 764
Ангола	0	0	0	437	6	0	0	0	0	3 341	504	1 275
Камерун	0	0	0	1	0	0	0	0	0	313	174	2 378
Чад	0	0	0	909	67	21	0	0	0	6 689	421	807
Конго	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	4	0
Демократическая Республика Конго	0	0	0	10	46	0	0	0	0	31	128	2 279
Экваториальная Гвинея	0	0	0	97	59	245	0	0	0	69	20	0
Габон	0	0	0	60	16	37	0	0	0	60	16	0
Сан-Томе и Принсипи	0	0	0	1	1	0	0	0	0	10	30	25
Южная Африка	1	0	0	21 986	1 145	1 679	503	710	31	74 277	8 676	5 564
Ботсвана	0	0	0	1	0	0	167	5	0	48 055	1 044	663
Эсватини	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	326	62

ТАБЛИЦА А1
(ПРОДОЛЖЕНИЕ)

СТРАНА/ ТЕРРИТОРИЯ	Богарные земли с очень высокой частотой засух И Орошаемые земли с очень высоким уровнем водного стресса			Богарные земли с очень высокой частотой засух ИЛИ Орошаемые земли с очень высоким уровнем водного стресса			Богарные земли с высокой частотой засух И Орошаемые земли с высоким уровнем водного стресса			Богарные земли с высокой частотой засух ИЛИ Орошаемые земли с высоким уровнем водного стресса		
	Численность населения		Площадь, га	Численность населения		Площадь, га	Численность населения		Площадь, га	Численность населения		Площадь, га
	Сельское	Городское		Сельское	Городское		Сельское	Городское		Сельское	Городское	
	тыс. человек			тыс. человек			тыс. человек			тыс. человек		
Лесото	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	112	51
Намибия	0	0	0	21 620	532	74	0	0	0	15 849	720	366
Южно-Африканская Республика	1	0	0	366	612	1 605	336	705	31	10 298	6 473	4 422
Западная Африка	0	0	0	1 543	1 957	10 708	72	14	47	34 374	13 467	18 728
Бенин	0	0	0	34	142	1 045	0	0	0	30	130	182
Буркина-Фасо	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 594	620	374
Кот-д'Ивуар	0	0	0	34	158	3 547	0	0	0	235	376	160
Гана	0	0	0	128	408	729	0	0	0	153	741	1 018
Гвинея	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	962
Гвинея-Бисау	0	0	0	1	2	0	0	0	0	6	9	0
Либерия	0	0	0	33	53	689	0	0	0	215	179	212
Мали	0	0	0	152	129	0	0	0	0	9 115	2 025	561
Мавритания	0	0	0	249	130	24	71	14	46	9 410	1 340	418
Нигер	0	0	0	9	1	0	0	0	0	7 715	1 889	773
Нигерия	0	0	0	55	741	4 381	0	0	0	3 030	3 916	9 638
Сенегал	0	0	0	847	192	189	1	1	2	2 771	1 953	3 819
Сьерра-Леоне	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96	274	612
Того	0	0	0	0	3	102	0	0	0	2	7	0
АМЕРИКА	644	206	397	29 083	7 800	19 435	10 214	4 272	6 827	112 322	52 852	94 331
Латинская Америка и Карибский бассейн	644	206	397	22 325	5 927	16 907	3 532	2 330	4 726	61 223	22 799	41 424
Карибский бассейн	0	0	0	111	171	403	0	0	0	458	821	476
Антигуа и Барбуда	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Аруба	0	0	0	2	14	0	0	0	0	0	0	0
Багамские Острова	0	0	0	25	0	0	0	0	0	249	77	105
Британские Виргинские острова	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Куба	0	0	0	63	47	403	0	0	0	30	22	0
Доминиканская Республика	0	0	0	5	16	0	0	0	0	18	48	0
Гваделупа	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0
Гаити	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	234	137
Ямайка	0	0	0	3	1	0	0	0	0	36	133	0
Пуэрто-Рико	0	0	0	10	67	0	0	0	0	9	143	7
Сент-Китс и Невис	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	8	0
Тринидад и Тобаго	0	0	0	3	24	0	0	0	0	20	145	227
Виргинские острова США	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Центральная Америка	132	44	42	1 621	1 832	3 496	2 196	1 592	2 908	10 861	12 585	27 649
Белиз	0	0	0	5	10	0	0	0	0	0	0	0
Коста-Рика	0	0	0	5	0	0	0	0	0	84	102	124
Сальвадор	0	0	0	2	19	63	0	0	0	1	12	0
Гватемала	0	0	0	43	37	0	0	0	0	30	53	0

**ТАБЛИЦА А1
(ПРОДОЛЖЕНИЕ)**

СТРАНА/ ТЕРРИТОРИЯ	Богарные земли с очень высокой частотой засух И Орошаемые земли с очень высоким уровнем водного стресса			Богарные земли с очень высокой частотой засух ИЛИ Орошаемые земли с очень высоким уровнем водного стресса			Богарные земли с высокой частотой засух И Орошаемые земли с высоким уровнем водного стресса			Богарные земли с высокой частотой засух ИЛИ Орошаемые земли с высоким уровнем водного стресса		
	Численность населения		Площадь, га	Численность населения		Площадь, га	Численность населения		Площадь, га	Численность населения		Площадь, га
	Сельское	Городское		Сельское	Городское		Сельское	Городское		Сельское	Городское	
	тыс. человек			тыс. человек			тыс. человек			тыс. человек		
Гондурас	0	0	0	17	4	0	0	0	0	5	8	0
Мексика	132	44	42	1 533	1 747	3 421	2 196	1 592	2 908	10 698	12 366	27 525
Никарагуа	0	0	0	4	0	0	0	0	0	32	36	0
Панама	0	0	0	11	15	12	0	0	0	10	8	0
Южная Америка	512	162	355	20 593	3 924	13 008	1 336	738	1 818	49 904	9 393	13 299
Аргентина	0	0	0	14 967	443	1 039	786	171	230	29 063	1 877	3 230
Боливия (Многонациональное Государство)	0	0	0	269	30	10	0	0	0	1 247	264	19
Бразилия	0	0	0	908	259	114	0	0	0	14 724	3 788	965
Чили	512	162	355	782	1 262	7 354	0	0	0	1 302	15	0
Колумбия	0	0	0	1 035	153	418	0	0	0	198	208	272
Эквадор	0	0	0	87	87	197	10	5	0	524	336	62
Гайана	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8	9	0
Парагвай	0	0	0	2	0	0	0	0	0	75	7	0
Перу	0	0	0	1 548	1 372	2 804	539	563	1 588	1 314	2 251	5 736
Уругвай	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	9	10
Венесуэла (Боливарианская Республика)	0	0	0	993	318	1 072	0	0	0	1 359	630	3 005
Северная Америка	0	0	0	6 758	1 873	2 528	6 683	1 941	2 102	51 099	30 053	52 908
Канада	0	0	0	6	0	0	0	0	0	10 419	434	499
Гренландия	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0
Соединённые Штаты Америки	0	0	0	6 731	1 873	2 528	6 683	1 941	2 102	40 680	29 619	52 409
АЗИЯ	6 924	13 003	22 217	71 964	452 630	557 364	40 422	113 420	127 696	171 878	557 154	776 446
Центральная Азия	167	71	44	5 218	7 238	4 532	4 640	8 316	4 828	40 129	17 252	17 614
Казахстан	0	0	0	3 071	378	638	1 696	1 000	688	31 540	4 560	4 945
Кыргызстан	0	0	0	0	0	0	247	653	563	1 143	2 422	2 143
Таджикистан	0	0	0	12	864	278	527	1 365	349	515	2 220	2 222
Туркменистан	167	71	44	1 418	2 226	1 667	255	293	34	3 291	669	112
Узбекистан	0	0	0	716	3 769	1 948	1 916	5 006	3 194	3 640	7 381	8 192
Восточная Азия	447	1 516	6 830	17 654	153 247	146 966	2 453	17 507	15 247	45 133	194 497	227 326
Китай, САР Гонконг	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	84	1 755
Китай	439	1 516	6 830	17 466	151 722	137 433	2 394	17 314	15 027	40 272	176 587	185 937
Корейская Народно- Демократическая Республика	0	0	0	3	32	75	59	193	220	1 181	7 261	13 591
Япония	0	0	0	72	1 132	5 545	0	0	0	139	2 011	6 861
Монголия	7	0	0	83	89	24	0	0	0	2 766	67	24
Республика Корея	0	0	0	22	211	1 164	0	0	0	771	8 466	19 020
Китайская провинция Тайвань	0	0	0	8	63	2 725	0	0	0	1	21	137

**ТАБЛИЦА А1
(ПРОДОЛЖЕНИЕ)**

СТРАНА/ ТЕРРИТОРИЯ	Богарные земли с очень высокой частотой засух И Орошаемые земли с очень высоким уровнем водного стресса			Богарные земли с очень высокой частотой засух ИЛИ Орошаемые земли с очень высоким уровнем водного стресса			Богарные земли с высокой частотой засух И Орошаемые земли с высоким уровнем водного стресса			Богарные земли с высокой частотой засух ИЛИ Орошаемые земли с высоким уровнем водного стресса		
	Площадь, га	Численность населения		Площадь, га	Численность населения		Площадь, га	Численность населения		Площадь, га	Численность населения	
		Сельское	Городское		Сельское	Городское		Сельское	Городское		Сельское	Городское
	тыс. человек			тыс. человек			тыс. человек			тыс. человек		
Юго-Восточная Азия	46	330	3 003	4 170	43 036	103 878	717	1 619	1 248	5 380	25 488	24 174
Бруней-Даруссалам	0	0	0	1	11	0	0	0	0	0	0	0
Камбоджа	0	0	0	120	406	103	0	0	0	605	1 823	432
Индонезия	46	330	3 003	3 255	37 712	91 453	0	0	0	212	581	326
Лаосская Народно-Демократическая Республика	0	0	0	1	1	0	0	0	0	7	23	0
Малайзия	0	0	0	17	7	0	0	0	0	28	140	2
Мьянма	0	0	0	84	511	689	0	0	0	1 094	2 799	2 580
Филиппины	0	0	0	54	173	649	0	0	0	121	2 342	2 789
Сингапур	0	0	0	0	0	1 368	0	0	0	1	7	357
Таиланд	0	0	0	70	571	2 749	717	1 619	1 248	2 418	10 045	9 392
Тимор-Лешти	0	0	0	14	275	0	0	0	0	0	0	0
Вьетнам	0	0	0	554	3 369	6 868	0	0	0	895	7 729	8 297
Южная Азия	5 918	10 070	10 361	40 617	230 036	267 946	26 417	78 110	96 042	62 419	289 545	457 423
Афганистан	90	328	54	943	5 970	9 333	2 367	3 915	3 383	3 976	4 906	3 312
Бангладеш	0	0	0	0	0	0	1 741	14 328	8 820	2 763	42 425	76 351
Бутан	0	0	0	8	0	0	0	0	0	36	457	185
Индия	4 664	7 153	5 808	20 111	125 751	158 060	18 603	56 852	79 397	43 851	212 554	352 981
Иран (Исламская Республика)	966	1 989	4 160	4 877	8 399	25 527	3 603	2 643	4 189	8 774	6 607	11 912
Непал	0	0	0	21	0	0	11	21	5	1 136	19 565	8 372
Пакистан	146	335	107	14 125	79 213	70 550	93	352	248	1 790	2 957	4 276
Шри-Ланка	52	265	233	534	10 702	4 476	0	0	0	94	74	32
Западная Азия	347	1 016	1 978	4 305	19 072	34 040	6 194	7 866	10 330	18 817	30 373	49 910
Армения	0	0	0	0	0	0	39	94	315	279	1 339	1 180
Азербайджан	0	0	0	269	375	1 021	1 425	1 205	691	1 304	2 346	2 185
Бахрейн	0	0	0	1	54	546	0	0	0	0	0	0
Кипр	0	0	0	0	0	0	22	35	53	50	479	363
Грузия	0	0	0	0	0	0	17	95	137	260	511	93
Ирак	0	0	0	107	747	1 273	393	786	1 166	3 420	6 142	19 632
Израиль	0	0	0	4	21	52	1	13	14	167	2 116	4 023
Иордания	0	0	0	45	229	1 932	60	236	513	86	1 336	1 124
Кувейт	0	0	0	4	109	156	0	0	0	2	3	0
Ливан	1	2	0	1	5	0	146	564	1 476	127	1 404	675
Оман	0	0	0	59	1 664	1 375	0	0	0	5	10	0
Палестина	0	0	0	0	0	0	2	18	32	42	769	1 858
Катар	0	0	0	12	304	905	0	0	0	0	0	0
Саудовская Аравия	196	444	442	1 702	3 182	5 726	0	0	0	207	137	99
Сирийская Арабская Республика	130	484	1 172	584	3 078	4 613	1 004	1 932	1 008	2 027	2 945	1 985
Турция	0	0	0	866	496	2 253	3 086	2 889	4 926	10 834	10 780	16 644
Объединенные Арабские Эмираты	0	0	0	269	1 177	3 761	0	0	0	0	0	0

ТАБЛИЦА А1
(ПРОДОЛЖЕНИЕ)

СТРАНА/ ТЕРРИТОРИЯ	Богарные земли с очень высокой частотой засух И Орошаемые земли с очень высоким уровнем водного стресса			Богарные земли с очень высокой частотой засух ИЛИ Орошаемые земли с очень высоким уровнем водного стресса			Богарные земли с высокой частотой засух И Орошаемые земли с высоким уровнем водного стресса			Богарные земли с высокой частотой засух ИЛИ Орошаемые земли с высоким уровнем водного стресса		
	Площадь, га		Численность населения	Площадь, га		Численность населения	Площадь, га		Численность населения	Площадь, га		Численность населения
			Сельское			Сельское			Сельское			Сельское
			Городское			Городское			Городское			Городское
	тыс. человек		тыс. человек		тыс. человек		тыс. человек		тыс. человек		тыс. человек	
Йемен	20	86	364	381	7 632	10 428	0	0	0	8	57	48
ЕВРОПА	0	0	0	889	5 354	3 129	140	214	22	18 060	47 789	45 001
Восточная Европа	0	0	0	711	170	70	7	0	0	12 789	4 649	4 496
Болгария	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	52	38
Польша	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	46	0
Румыния	0	0	0	0	0	0	0	0	0	857	1 696	2 075
Российская Федерация	0	0	0	605	77	0	7	0	0	11 845	2 854	2 383
Украина	0	0	0	106	92	70	0	0	0	2	0	0
Северная Европа	0	0	0	3	15	0	0	0	0	148	245	794
Дания	0	0	0	2	12	0	0	0	0	125	185	53
Ирландия	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Литва	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Швеция	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	42	112
Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	18	629
Южная Европа	0	0	0	79	195	119	133	214	22	3 948	18 326	14 472
Албания	0	0	0	4	2	0	0	0	0	72	367	564
Босния и Герцеговина	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Хорватия	0	0	0	2	1	0	0	0	0	5	17	0
Греция	0	0	0	1	0	0	0	0	0	173	265	172
Италия	0	0	0	14	41	100	25	62	22	1 239	9 841	4 918
Мальта	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	17	0
Черногория	0	0	0	4	32	0	0	0	0	1	4	0
Северная Македония	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	48	76
Португалия	0	0	0	11	65	0	0	0	0	144	735	193
Мадейра	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	79	20
Сан-Марино	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0
Сербия	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Испания	0	0	0	43	53	19	108	152	0	2 297	6 929	8 530
Западная Европа	0	0	0	96	4 975	2 940	0	0	0	1 175	24 569	25 240
Австрия	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	163	809
Бельгия	0	0	0	32	2 912	1 239	0	0	0	8	396	44
Франция	0	0	0	36	1 566	1 402	0	0	0	563	8 374	9 767
Германия	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136	8 171	6 131
Люксембург	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124	21
Нидерланды	0	0	0	29	498	299	0	0	0	408	6 844	8 106
Нидерландские Антильские острова	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	41	64

**ТАБЛИЦА А1
(ПРОДОЛЖЕНИЕ)**

СТРАНА/ ТЕРРИТОРИЯ	Богарные земли с очень высокой частотой засух И Орошаемые земли с очень высоким уровнем водного стресса			Богарные земли с очень высокой частотой засух ИЛИ Орошаемые земли с очень высоким уровнем водного стресса			Богарные земли с высокой частотой засух И Орошаемые земли с высоким уровнем водного стресса			Богарные земли с высокой частотой засух ИЛИ Орошаемые земли с высоким уровнем водного стресса		
	Площадь, га		Численность населения	Площадь, га		Численность населения	Площадь, га		Численность населения	Площадь, га		Численность населения
			Сельское			Сельское			Сельское			Сельское
			Городское			Городское			Городское			Городское
	тыс. человек		тыс. человек		тыс. человек		тыс. человек		тыс. человек			
Швейцария	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	457	299
ОКЕАНИЯ	0	0	0	127 239	571	290	0	0	0	91 133	621	497
Австралия и Новая Зеландия	0	0	0	127 116	532	132	0	0	0	90 851	547	463
Австралия	0	0	0	127 057	489	131	0	0	0	90 851	547	463
Новая Зеландия	0	0	0	58	43	0	0	0	0	0	0	0
Меланезия	0	0	0	123	38	159	0	0	0	282	74	34
Фиджи	0	0	0	2	1	0	0	0	0	61	35	0
Новая Каледония	0	0	0	2	1	0	0	0	0	54	10	0
Папуа-Новая Гвинея	0	0	0	113	25	159	0	0	0	153	28	34
Соломоновы Острова	0	0	0	2	7	0	0	0	0	0	0	0
Вануату	0	0	0	5	5	0	0	0	0	14	0	0

ПРИМЕЧАНИЕ. Для статистических целей данные по Китаю не включают данных по Специальному административному району Гонконг и Китайской провинции Тайвань. Данные по Португалии и Нидерландам не включают данных по Мадейре и Нидерландским Антильским островам, соответственно.

ТАБЛИЦА А2

ПЛОЩАДИ И ДОЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ, ОТВЕДЕННЫХ ПОД РАЗЛИЧНЫЕ СИСТЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА, ГДЕ НАБЛЮДАЮТСЯ ПЕРЕБОИ С ВОДОЙ И ДЕФИЦИТ ВОДЫ, В РАЗБИВКЕ ПО СТРАНАМ ИЛИ ТЕРРИТОРИЯМ

СТРАНА/ ТЕРРИТОРИЯ	Орошаемое земледелие, уровень водного стресса высокий и очень высокий		Малоресурсоемкое богарное земледелие, частота засух высокая и очень высокая		Ресурсоемкое богарное земледелие, частота засух высокая и очень высокая		Пастбищные земли, частота засух высокая и очень высокая		Доля земель, по которым данные отсутствуют					
	Площадь, га	Доля площадей под орошаемым земледелием	Площадь, га	Доля площадей под малоресурсо- емким богарным земледелием	Площадь, га	Доля площадей под ресурсоемким богарным земледелием	Площадь, га	Доля пастбищных земель	Орошаемое земледелие	Малоресурсо- емкое богарное земледелие	Ресурсоемкое богарное земледелие	Пастбищные земли	доля, %	
													тыс. человек	доля, %
ВСЬ МИР	170 887	62,0	77 093	14,0	50 708	8,0	655 502	14,2	0,1	5,3	1,7	27,8		
АФРИКА	9 560	72,2	12 632	7,5	4 351	12,9	246 735	22,0	0,0	10,2	6,6	28,4		
Северная Африка	8 068	99,6	2 214	17,2	1 883	24,5	16 072	19,1	0,0	3,1	0,7	39,2		
Алжир	565	99,9	442	14,6	18	9,9	4 018	28,7	0,1	1,8	1,2	45,1		
Египет	3 376	100,0	2	45,2	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	99,8		
Ливия	462	99,9	36	13,9	29	17,3	767	19,4	0,1	0,0	0,0	71,2		
Марокко	1 459	99,9	949	31,4	1 158	30,0	1 810	16,9	0,1	1,1	0,5	42,0		
Судан	1 826	98,2	609	10,3	455	17,3	8 791	17,2	0,0	4,9	1,0	31,8		
Тунис	379	99,9	175	27,6	222	25,8	686	17,2	0,1	3,3	0,4	70,8		
Западная Сахара	–	–	–	–	–	–	0	0,0	–	–	–	100,0		
Страны Африки к югу от Сахары	1 493	29,0	10 418	6,7	2 468	9,5	230 663	22,2	0,0	10,8	8,3	27,5		
Восточная Африка	219	9,1	5 261	11,1	1 256	13,4	93 522	21,9	0,0	18,9	16,1	35,2		
Бурунди	3	15,1	4	0,4	1	0,5	3	0,3	0,0	0,5	0,5	5,5		
Коморские Острова	0	0,0	–	–	–	–	0	0,0	13,5	–	–	32,1		
Джибути	0	0,0	–	–	–	–	78	27,0	0,0	–	–	73,0		
Эритрея	6	29,9	168	28,6	19	17,6	1 269	29,8	0,0	5,7	7,3	35,9		
Эфиопия	88	30,0	1 818	18,0	552	19,3	31 771	40,4	0,0	11,9	7,7	38,5		
Кения	14	14,1	916	37,4	183	28,6	34 134	73,4	0,0	7,2	5,6	18,4		
Мадагаскар	0	0,0	58	3,0	7	2,0	2 637	6,5	0,0	14,3	5,3	0,7		
Малави	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,8	0,4	56,8		
Майотта	–	–	–	–	–	–	0	0,0	–	–	–	100,0		
Мозамбик	74	62,5	49	1,4	41	3,8	42	0,1	0,0	39,8	58,7	64,3		
Руанда	8	97,2	206	22,9	52	22,8	53	7,6	0,0	7,0	7,7	23,6		
Сомали	0	0,0	160	27,8	4	32,0	16 599	40,8	0,1	71,9	60,0	53,4		
Южный Судан	8	100,0	251	8,7	107	38,1	1 147	2,3	0,0	65,4	41,4	18,9		
Уганда	9	99,9	555	8,4	37	7,9	381	4,4	0,0	13,6	14,8	30,1		
Объединенная Республика Танзания	1	0,5	800	12,3	247	15,5	5 282	10,6	0,0	10,7	10,5	39,2		
Замбия	0	0,0	12	0,3	1	0,1	0	0,0	0,0	35,9	23,8	25,6		
Зимбабве	8	4,7	264	6,1	4	1,7	126	0,6	0,0	12,7	7,2	75,7		
Центральная Африка	0	0,1	197	0,8	11	0,3	11 820	5,1	0,0	18,0	8,1	32,1		
Ангола	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3 778	6,4	0,0	8,8	5,3	10,5		
Камерун	0	0,0	0	0,0	0	0,0	313	2,1	0,0	9,0	1,2	10,2		
Центрально- Африканская Республика	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	38,4	46,7	12,1		
Чад	0	0,5	110	1,6	7	1,1	7 481	17,1	0,0	4,0	2,7	4,4		
Конго	0	0,0	1	0,2	0	0,4	0	0,0	0,0	21,2	17,8	19,7		
Демократическая Республика Конго	0	0,0	37	0,3	1	0,1	3	0,0	0,0	30,3	17,9	91,4		

ТАБЛИЦА А2
(ПРОДОЛЖЕНИЕ)

СТРАНА/ ТЕРРИТОРИЯ	Орошаемое земледелие, уровень водного стресса высокий и очень высокий		Малоресурсоемкое богарное земледелие, частота засух высокая и очень высокая		Ресурсоемкое богарное земледелие, частота засух высокая и очень высокая		Пастбищные земли, частота засух высокая и очень высокая		Доля земель, по которым данные отсутствуют					
	Площадь, га	Доля площадей под орошаемым земледелием	Площадь, га	Доля площадей под малоресурсо- емким богарным земледелием	Площадь, га	Доля площадей под ресурсоемким богарным земледелием	Площадь, га	Доля пастбищных земель	Орошаемое земледелие	Малоресурсо- емкое богарное земледелие	Ресурсоемкое богарное земледелие	Пастбищные земли		
													тыс. человек	доля, %
Экваториальная Гвинея	–	–	32	19,4	1	8,6	132	21,8	–	0,2	0,1	10,0		
Габон	0	0,0	11	3,4	3	4,1	106	2,7	0,0	37,2	22,3	20,9		
Сан-Томе и Принсипи	0	0,0	5	70,7	0	68,4	7	29,3	0,0	0,0	0,0	6,2		
Южная Африка	1 260	81,0	1 770	16,2	735	17,3	93 002	52,5	0,0	15,0	5,7	25,3		
Ботсвана	4	94,3	31	14,3	1	12,8	48 187	95,7	0,0	80,7	71,3	0,4		
Эсватини	49	100,0	3	2,3	1	3,2	0	0,0	0,0	8,9	8,9	40,6		
Лесото	0	0,0	19	6,6	2	10,5	0	0,0	0,0	19,6	14,0	14,0		
Намибия	0	0,0	40	6,4	1	7,5	37 427	80,1	0,0	77,3	54,6	3,0		
Южно-Африканская Республика	1 207	81,0	1 676	17,4	730	17,4	7 388	9,7	0,0	9,4	5,4	55,5		
Западная Африка	13	1,3	3 190	4,5	466	5,1	32 318	16,0	0,0	2,2	1,5	8,1		
Бенин	0	0,0	12	0,5	3	0,4	49	0,9	0,0	0,9	0,6	16,7		
Буркина-Фасо	0	0,0	304	9,0	109	9,5	1 181	6,0	0,0	0,5	0,3	0,2		
Кот-д'Ивуар	0	0,0	189	2,6	46	3,7	34	0,3	0,0	8,8	3,1	8,6		
Гамбия	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,1		
Гана	0	0,0	75	1,8	50	3,1	156	1,5	0,0	1,7	0,5	13,4		
Гвинея	0	0,0	1	0,0	0	0,0	0	0,0	0,1	3,2	2,2	3,5		
Гвинея-Бисау	0	0,0	6	1,9	2	1,3	0	0,0	1,0	0,8	0,6	14,9		
Либерия	0	0,0	29	5,8	3	5,3	216	4,7	0,0	14,3	8,5	6,1		
Мали	1	0,3	691	11,4	70	6,0	8 505	22,8	0,0	3,2	2,5	3,5		
Мавритания	12	24,4	88	24,3	2	32,1	9 628	74,6	0,0	31,2	13,0	4,4		
Нигер	0	0,0	33	1,4	7	1,1	7 684	25,6	0,0	2,0	2,9	3,7		
Нигерия	0	0,0	1 063	3,2	32	3,3	1 990	5,1	0,0	0,2	0,1	14,6		
Сенегал	1	0,6	690	16,0	140	17,9	2 788	24,8	0,0	4,5	3,0	24,9		
Сьерра-Леоне	0	0,0	9	0,5	1	0,8	85	4,0	0,0	3,4	1,5	5,1		
Того	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,1	0,0	0,0	0,0	22,2		
АМЕРИКА	14 229	29,6	4 162	4,4	19 483	8,7	114 389	8,0	0,2	1,9	1,1	26,1		
Латинская Америка и Карибский бассейн	6 964	35,9	4 162	4,4	2 018	4,8	74 579	9,8	0,3	1,9	1,3	17,2		
Карибский бассейн	0	0,0	65	1,6	11	0,7	492	6,9	0,3	4,4	2,1	18,1		
Ангилья	–	–	–	–	–	–	0	0,0	–	–	–	0,0		
Антигуа и Барбуда	0	0,0	0	1,5	0	1,1	0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0		
Аруба	–	–	–	–	–	–	2	100,0	–	–	–	0,0		
Багамские Острова	–	–	0	0,0	0	0,0	274	95,2	–	100,0	100,0	4,8		
Барбадос	0	0,0	–	–	–	–	0	0,0	0,7	–	–	100,0		
Британские Виргинские острова	0	0,0	0	0,0	–	–	0	80,3	100,0	100,0	–	19,7		
Куба	0	0,0	11	0,5	4	0,5	78	2,2	0,4	1,2	0,4	28,4		
Доминика	–	–	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	4,2	6,0	100,0		
Доминиканская Республика	0	0,0	2	0,2	1	0,2	20	1,3	0,0	8,8	5,8	6,2		

ТАБЛИЦА А2
(ПРОДОЛЖЕНИЕ)

СТРАНА/ ТЕРРИТОРИЯ	Орошаемое земледелие, уровень водного стресса высокий и очень высокий		Малоресурсоемкое богарное земледелие, частота засух высокая и очень высокая		Ресурсоемкое богарное земледелие, частота засух высокая и очень высокая		Пастбищные земли, частота засух высокая и очень высокая		Доля земель, по которым данные отсутствуют					
	Площадь, га	Доля площадей под орошаемым земледелием	Площадь, га	Доля площадей под малоресурсо- емким богарным земледелием	Площадь, га	Доля площадей под ресурсоемким богарным земледелием	Площадь, га	Доля пастбищных земель	Орошаемое земледелие	Малоресурсо- емкое богарное земледелие	Ресурсоемкое богарное земледелие	Пастбищные земли		
													тыс. человек	доля, %
Гренада	0	0,0	–	–	–	–	0	0,0	21,5	–	–	100,0		
Гваделупа	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	7,6	2,7	0,4	0,0	0,0		
Гаити	0	0,0	6	1,1	5	1,2	81	7,5	0,7	1,5	0,8	2,9		
Ямайка	0	0,0	29	12,4	1	11,6	9	2,8	0,0	20,3	14,3	24,1		
Мартиника	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	28,9	13,7	0,0	0,0		
Монтсеррат	–	–	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	100,0	100,0	100,0		
Пуэрто-Рико	0	0,0	9	9,6	0	10,1	9	3,6	0,2	9,9	1,7	5,9		
Сент-Китс и Невис	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	82,5	7,7	13,6	6,4	16,2		
Сент-Люсия	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4,5	0,0	0,0	45,9		
Сент-Винсент и Гренадины	–	–	–	–	–	–	0	0,0	–	–	–	100,0		
Тринидад и Тобаго	0	0,0	8	9,0	0	2,7	15	17,8	1,1	7,8	9,2	4,4		
Острова Теркс и Кайкос	–	–	–	–	–	–	0	0,0	–	–	–	26,2		
Виргинские острова США	0	0,0	–	–	–	–	1	18,6	13,6	–	–	0,0		
Центральная Америка	4 780	70,2	98	0,8	135	0,9	9 798	9,9	0,0	3,1	1,7	50,1		
Белиз	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5	0,9	0,0	7,5	1,9	15,4		
Коста-Рика	0	0,0	4	1,1	6	4,3	79	4,4	0,1	3,9	7,2	13,5		
Сальвадор	0	0,0	1	0,3	3	0,5	0	0,0	0,0	0,1	0,1	1,1		
Гватемала	0	0,0	2	0,6	10	0,7	62	1,4	0,0	2,7	2,6	14,9		
Гондурас	0	0,0	3	0,4	2	0,2	17	0,5	0,0	1,2	1,2	9,3		
Мексика	4 780	75,1	77	0,9	107	1,0	9 596	11,6	0,0	3,1	1,7	57,7		
Никарагуа	0	0,0	4	0,5	5	0,4	28	0,7	0,1	0,2	0,0	8,7		
Панама	0	0,0	7	1,6	3	0,8	11	0,7	0,0	11,6	8,5	15,1		
Южная Америка	2 184	19,2	4 000	5,0	1 872	7,3	64 288	9,8	0,4	1,6	0,9	12,2		
Аргентина	490	27,5	2 256	16,1	1 675	15,5	40 396	22,9	2,0	0,5	0,2	19,4		
Боливия (Многонациональное Государство)	0	0,0	17	1,0	36	3,2	1 464	3,9	0,0	9,5	2,8	14,0		
Бразилия	0	0,0	1 477	2,8	89	1,5	14 066	5,2	0,1	1,6	0,3	8,6		
Чили	436	23,0	1	0,8	0	0,1	2 157	10,7	0,1	3,5	1,7	15,1		
Колумбия	0	0,0	36	1,3	16	0,7	1 180	3,0	0,1	3,5	3,7	7,6		
Эквадор	72	8,5	49	3,3	7	1,5	493	5,5	0,0	0,1	0,1	7,5		
Фолклендские (Мальвинские) острова	–	–	–	–	–	–	0	0,0	–	–	–	0,4		
Французская Гвиана	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	28,7	38,7	55,9		
Гайана	0	0,0	4	2,2	4	7,5	1	0,1	1,7	0,4	0,3	38,9		
Парагвай	0	0,0	50	1,7	25	1,3	2	0,0	0,0	1,1	0,8	15,9		
Перу	1 187	70,5	3	0,3	1	0,1	2 212	5,8	0,0	3,1	3,3	13,7		
Суринам	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	6,0	0,3	44,7		

ТАБЛИЦА А2
(ПРОДОЛЖЕНИЕ)

СТРАНА/ ТЕРРИТОРИЯ	Орошаемое земледелие, уровень водного стресса высокий и очень высокий		Малоресурсоемкое богарное земледелие, частота засух высокая и очень высокая		Ресурсоемкое богарное земледелие, частота засух высокая и очень высокая		Пастбищные земли, частота засух высокая и очень высокая		Доля земель, по которым данные отсутствуют			
	Площадь, га	Доля площадей под орошаемым земледелием	Площадь, га	Доля площадей под малоресурсоемким богарным земледелием	Площадь, га	Доля площадей под ресурсоемким богарным земледелием	Площадь, га	Доля пастбищных земель	Орошаемое земледелие	Малоресурсоемкое богарное земледелие	Ресурсоемкое богарное земледелие	Пастбищные земли
Уругвай	0	0,0	89	7,7	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Венесуэла (Боливарианская Республика)	0	0,0	17	0,9	17	1,6	2 318	6,5	0,1	3,3	2,9	7,0
Северная Америка	7 265	25,4	0	99,0	17 465	9,6	39 810	5,9	0,2	0,0	1,0	36,2
Канада	0	0,0			9 069	23,2	1 357	0,4	0,0		0,9	36,0
Гренландия	–	–	–	–	–	–	21	0,1	–	–	–	52,3
Сен-Пьер и Микелон	–	–	–	–	–	–	0	0,0	–	–	–	7,7
Соединённые Штаты Америки	7 265	26,1	0	99,0	8 396	5,9	38 433	12,0	0,2	0,0	1,1	35,6
АЗИЯ	144 002	77,6	54 393	24,3	14 579	10,9	78 214	9,9	0,1	4,1	4,0	28,2
Центральная Азия	9 214	95,9	11 979	58,0	1 459	37,2	27 502	23,7	0,0	1,0	1,9	14,7
Казахстан	1 577	79,9	11 753	58,6	1 036	33,7	21 940	23,8	0,0	1,0	2,2	14,7
Кыргызстан	1 064	100,0	32	20,2	39	19,7	255	2,9	0,0	0,7	0,1	1,2
Таджикистан	705	100,0	30	18,7	36	20,9	283	7,3	0,0	2,3	0,9	3,9
Туркменистан	1 742	100,0	44	82,4	88	80,3	3 259	61,9	0,0	2,6	2,3	25,4
Узбекистан	4 126	100,0	120	58,2	260	70,0	1 766	30,7	0,0	0,0	0,0	32,9
Восточная Азия	34 989	59,3	2 868	9,4	4 589	7,9	23 240	6,1	0,1	1,1	0,7	17,5
Китай, САР Гонконг	1	89,6	0	0,0	–	–	0	0,0	10,4	0,0	–	0,0
Китай	32 955	61,7	2 776	9,7	4 457	8,1	20 384	6,2	0,0	0,7	0,5	17,8
Корейская Народно-Демократическая Республика	1 233	93,3	0	0,0	0	0,0	10	0,5	0,5	0,1	0,1	18,7
Япония	0	0,0	23	6,9	57	4,4	132	3,5	0,4	0,6	0,8	59,3
Монголия	29	49,4	64	19,7	70	17,5	2 694	6,0	0,0	8,5	8,0	11,8
Республика Корея	771	99,2	0	0,1	2	0,4	19	1,1	0,8	0,2	0,0	0,4
Китайская провинция Тайвань	0	0,0	4	3,4	4	1,7	1	0,4	0,7	69,9	65,3	49,9
Юго-Восточная Азия	5 636	34,5	1 507	4,3	1 464	3,4	1 705	1,5	0,2	7,5	10,9	69,4
Бруней-Даруссалам	0	0,0	1	5,0	1	9,3	0	0,0	0,0	75,8	66,4	98,1
Камбоджа	0	0,0	494	16,5	65	19,0	166	3,8	0,0	1,0	0,2	45,8
Индонезия	3 104	72,0	92	0,7	109	0,7	208	0,5	0,2	7,2	8,1	72,4
Лаосская Народно-Демократическая Республика	0	0,0	5	1,1	1	1,3	1	0,0	0,0	7,7	2,7	68,4
Малайзия	0	0,0	10	0,7	31	0,6	3	0,1	0,5	35,3	31,3	86,3
Мьянма	0	0,0	354	4,9	162	9,5	662	3,7	0,6	0,7	0,2	45,6
Филиппины	0	0,0	30	0,9	48	0,8	98	1,5	0,2	25,1	22,8	87,8
Сингапур	–	–	0	0,0	0	8,6	1	16,1	–	0,0	89,4	0,3
Таиланд	2 518	50,9	266	4,8	382	4,5	40	0,3	0,0	5,0	2,2	97,6
Тимор-Лешти	14	98,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1,2	0,2	0,4	100,0
Вьетнам	0	0,0	256	14,8	666	16,8	527	5,2	0,4	0,5	0,5	47,6

**ТАБЛИЦА А2
(ПРОДОЛЖЕНИЕ)**

СТРАНА/ ТЕРРИТОРИЯ	Орошаемое земледелие, уровень водного стресса высокий и очень высокий		Малоресурсоемкое богарное земледелие, частота засух высокая и очень высокая		Ресурсоемкое богарное земледелие, частота засух высокая и очень высокая		Пастбищные земли, частота засух высокая и очень высокая		Доля земель, по которым данные отсутствуют			
	Площадь, га	Доля площадей под орошаемым земледелием	Площадь, га	Доля площадей под малоресурсоемким богарным земледелием	Площадь, га	Доля площадей под ресурсоемким богарным земледелием	Площадь, га	Доля пастбищных земель	Орошаемое земледелие	Малоресурсоемкое богарное земледелие	Ресурсоемкое богарное земледелие	Пастбищные земли
Южная Азия	81 598	94,1	30 822	26,7	4 458	19,4	18 494	16,6	0,0	4,6	0,9	38,7
Афганистан	3 214	100,0	1 945	42,6	48	34,0	2 168	9,7	0,0	16,4	38,6	24,7
Бангладеш	3 564	96,4	548	20,6	372	17,9	20	2,2	0,2	2,0	0,3	48,3
Бутан	35	100,0	0	0,1	0	0,0	8	1,8	0,0	6,3	0,0	12,3
Индия	51 888	91,2	23 008	25,1	3 917	21,5	8 416	29,2	0,0	0,4	0,2	15,7
Иран (Исламская Республика)	6 899	99,9	4 112	41,8	83	24,7	7 126	21,3	0,1	17,5	14,4	38,7
Непал	1 138	100,0	8	1,3	2	0,2	21	0,3	0,0	1,4	4,4	41,8
Пакистан	14 319	100,0	1 196	21,3	1	11,5	637	3,8	0,0	41,2	1,7	90,8
Шри-Ланка	541	99,5	5	2,4	35	2,5	99	5,9	0,5	1,4	0,7	84,4
Западная Азия	12 566	90,9	7 217	32,7	2 608	40,5	7 272	11,1	0,0	3,9	0,6	27,2
Армения	286	100,0	13	6,7	3	8,0	16	0,8	0,0	0,2	0,0	0,6
Азербайджан	1 437	100,0	149	33,6	33	38,6	1 379	28,1	0,0	0,9	5,0	1,5
Бахрейн	1	100,0	–	–	–	–	0	0,0	0,0	–	–	100,0
Кипр	43	99,6	0	0,0	0	0,0	28	6,0	0,4	0,2	0,0	34,6
Грузия	224	74,9	34	6,8	1	0,4	19	0,7	0,0	3,6	1,4	2,0
Ирак	3 526	100,0	372	18,7	4	16,4	18	0,2	0,0	31,6	12,8	77,3
Израиль	167	99,9	0	0,6	4	1,6	2	0,6	0,1	0,0	0,1	38,5
Иордания	75	99,9	16	21,5	18	14,0	82	11,8	0,1	7,1	3,3	68,9
Кувейт	6	100,0	–	–	–	–	0	0,0	0,0	–	–	100,0
Ливан	107	100,0	26	21,3	6	7,7	136	25,3	0,0	0,0	0,0	4,6
Оман	59	98,2	0	0,0	0	0,0	5	1,9	1,8	100,0	100,0	94,4
Палестина	22	100,0	0	0,0	0	0,0	21	7,0	0,0	69,7	2,5	15,4
Катар	12	100,0	–	–	–	–	0	0,0	0,0	–	–	100,0
Саудовская Аравия	1 724	99,9	0	35,7	0	38,9	380	13,1	0,1	64,3	61,1	86,9
Сирийская Арабская Республика	1 262	100,0	676	58,9	839	68,9	968	25,3	0,0	2,9	0,8	54,3
Турция	2 956	71,4	5 931	33,8	1 700	38,4	4 198	11,2	0,1	1,0	0,3	13,0
Объединенные Арабские Эмираты	269	99,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,1	100,0	100,0	100,0
Йемен	390	100,0	0	18,8	0	0,0	20	3,2	0,0	81,2	100,0	96,5
ЕВРОПА	3 095	11,8	2 372	5,7	9 332	4,2	4 289	0,6	0,1	1,1	0,2	17,3
Восточная Европа	8	0,1	2 112	7,0	7 885	5,2	3 501	0,6	0,0	1,0	0,2	13,9
Беларусь	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
Болгария	0	0,0	7	0,3	11	1,2	33	0,9	0,0	0,0	0,0	3,0
Чехия	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,9
Венгрия	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2
Польша	0	0,0	4	0,1	29	0,3	0	0,0	0,1	0,1	0,1	3,1
Республика Молдова	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
Румыния	0	0,0	104	7,9	753	11,8	0	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0
Российская Федерация	8	0,2	1 981	10,9	7 001	7,7	3 467	0,6	0,1	1,6	0,2	14,7

ТАБЛИЦА А2
(ПРОДОЛЖЕНИЕ)

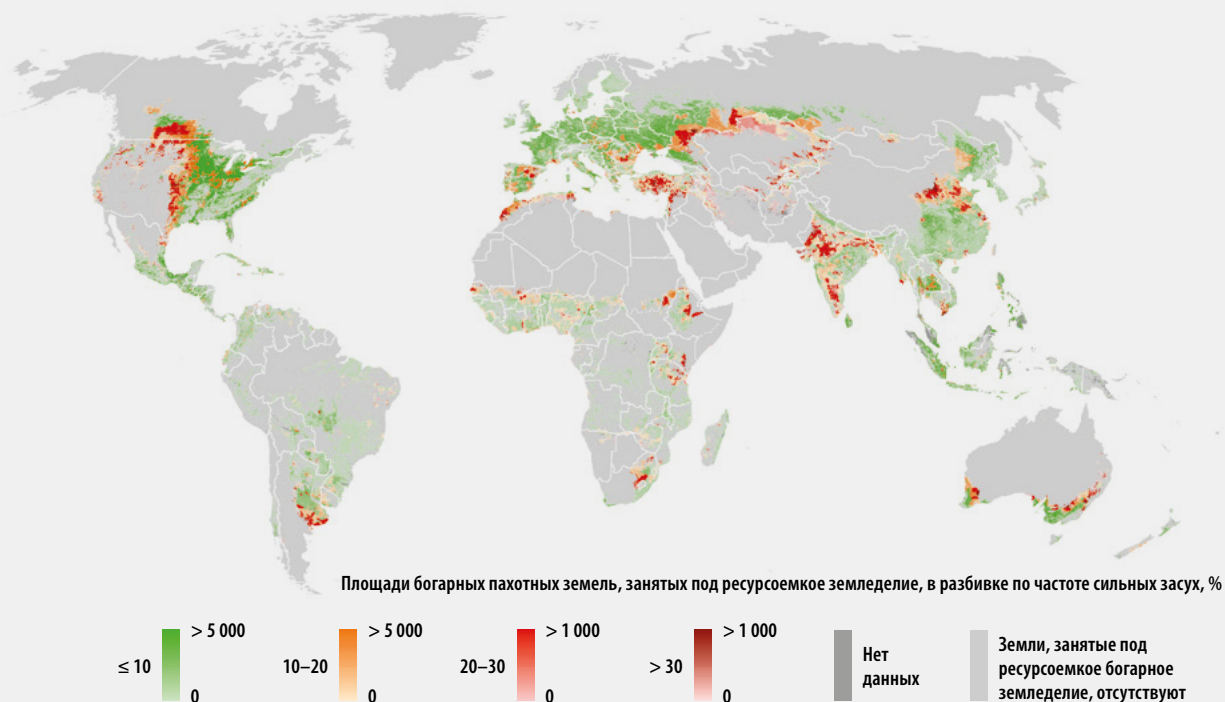
СТРАНА/ ТЕРРИТОРИЯ	Орошаемое земледелие, уровень водного стресса высокий и очень высокий		Малоресурсоемкое богарное земледелие, частота засух высокая и очень высокая		Ресурсоемкое богарное земледелие, частота засух высокая и очень высокая		Пастбищные земли, частота засух высокая и очень высокая		Доля земель, по которым данные отсутствуют			
	Площадь, га	Доля площадей под орошаемым земледелием	Площадь, га	Доля площадей под малоресурсо- емким богарным земледелием	Площадь, га	Доля площадей под ресурсоемким богарным земледелием	Площадь, га	Доля пастбищных земель	Орошаемое земледелие	Малоресурсо- емкое богарное земледелие	Ресурсоемкое богарное земледелие	Пастбищные земли
Словакия	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,3
Украина	0	0,0	16	0,4	91	0,3	0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3
Северная Европа	0	0,0	28	0,8	109	0,8	13	0,0	0,6	0,3	0,3	51,4
Дания	0	0,0	22	7,4	91	6,3	13	1,4	0,8	0,4	0,3	56,7
Эстония	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4
Фарерские Острова	–	–	–	–	–	–	0	0,0	–	–	–	0,0
Финляндия	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,3	0,4	0,2	97,3
Исландия	–	–	–	–	–	–	0	0,0	–	–	–	44,8
Ирландия	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,5	2,2	1,8	0,5
Остров Мэн	–	–	–	–	–	–	0	0,0	–	–	–	0,0
Латвия	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,1	0,0	2,8
Литва	0	0,0	0	0,0	3	0,1	0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0
Норвегия	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1,1	0,1	0,3	96,8
Швеция	0	0,0	6	1,0	11	0,6	0	0,0	0,6	0,4	0,1	66,6
Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии	0	0,0	0	0,0	4	0,1	0	0,0	0,2	0,6	0,4	0,8
Гернси	–	–	–	–	–	–	0	0,0	–	–	–	0,0
Джерси	–	–	–	–	–	–	0	0,0	–	–	–	0,0
Южная Европа	2 037	20,2	178	3,1	1 197	4,4	747	2,0	0,2	1,7	0,9	26,0
Албания	0	0,0	40	9,1	7	8,1	29	2,7	0,0	1,3	0,1	3,5
Андорра	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7
Босния и Герцеговина	0	0,0	0	5,3	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,4
Хорватия	0	0,0	3	1,6	2	0,1	2	0,1	0,3	0,0	0,0	11,4
Греция	0	0,0	10	2,7	78	4,1	87	2,0	0,4	0,4	0,0	0,5
Святой Престол	0	0,0	–	–	–	–	–	–	0,0	–	–	–
Италия	1 197	31,7	13	0,6	25	0,5	42	0,6	0,2	0,1	0,2	21,2
Мадейра	3	98,1	–	–	–	–	0	0,7	1,9	–	–	11,9
Мальта	0	0,0	1	29,9	0	34,2	0	0,0	0,3	0,0	0,0	66,7
Черногория	0	0,0	0	1,9	3	0,9	2	0,4	0,0	0,0	2,0	2,7
Северная Македония	0	0,0	1	0,6	2	0,5	10	1,2	0,0	1,3	1,0	1,2
Португалия	0	0,0	24	7,1	55	3,9	76	3,2	0,2	3,1	0,6	59,6
Сан-Марино	0	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	86,3
Сербия	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,2	25,2
Словения	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7
Испания	837	23,8	86	4,0	1 024	8,3	500	3,6	0,2	3,5	1,8	39,1

**ТАБЛИЦА А2
(ПРОДОЛЖЕНИЕ)**

СТРАНА/ ТЕРРИТОРИЯ	Орошаемое земледелие, уровень водного стресса высокий и очень высокий		Малоресурсоемкое богарное земледелие, частота засух высокая и очень высокая		Ресурсоемкое богарное земледелие, частота засух высокая и очень высокая		Пастбищные земли, частота засух высокая и очень высокая		Доля земель, по которым данные отсутствуют			
	Площадь, га	Доля площадей под орошаемым земледелием	Площадь, га	Доля площадей под малоресурсо- емким богарным земледелием	Площадь, га	Доля площадей под ресурсоемким богарным земледелием	Площадь, га	Доля пастбищных земель	Орошаемое земледелие	Малоресурсо- емкое богарное земледелие	Ресурсоемкое богарное земледелие	Пастбищные земли
Западная Европа	1 050	26,1	53	2,4	141	0,5	27	0,1	0,1	0,9	0,0	6,5
Австрия	0	0,0	5	5,9	24	1,9	0	0,0	0,0	1,0	0,2	9,0
Бельгия	40	99,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0
Франция	423	14,7	48	4,3	117	0,8	10	0,1	0,0	0,3	0,1	5,6
Германия	136	26,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1
Лихтенштейн	–	–	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	0,0	0,0	0,0
Люксембург	0	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Монако	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	60,6	0,0	0,0	0,0
Нидерланды	437	97,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,5	10,1	0,3	6,1
Нидерландские Антильские острова	–	–	–	–	–	–	17	93,1	–	–	–	6,9
Швейцария	13	32,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,3	0,1	14,4
ОКЕАНИЯ	0	0,0	3 533	17,2	2 963	12,9	211 876	40,3	0,1	2,4	0,9	45,0
Австралия и Новая Зеландия	0	0,0	3 521	17,6	2 960	12,9	211 485	41,4	0,1	1,6	0,6	44,9
Австралия	0	0,0	3 519	18,6	2 957	13,6	211 432	42,4	0,0	0,2	0,1	45,5
Новая Зеландия	0	0,0	2	0,2	3	0,3	53	0,4	0,2	25,4	10,3	19,4
Меланезия	0	0,0	12	2,1	3	1,6	391	2,6	0,0	30,1	37,7	50,3
Фиджи	0	0,0	0	0,0	0	0,0	63	19,3	0,0	0,0	0,0	36,3
Новая Каледония	–	–	2	4,3	0	6,6	53	7,2	–	5,9	2,0	3,8
Папуа-Новая Гвинея	–	–	5	1,6	3	1,4	259	1,9	–	32,7	38,7	52,2
Соломоновы Острова	–	–	0	0,8	0	0,4	1	1,7	–	76,9	79,1	36,2
Вануату	–	–	5	5,9	0	5,3	14	4,5	–	57,3	58,4	95,5

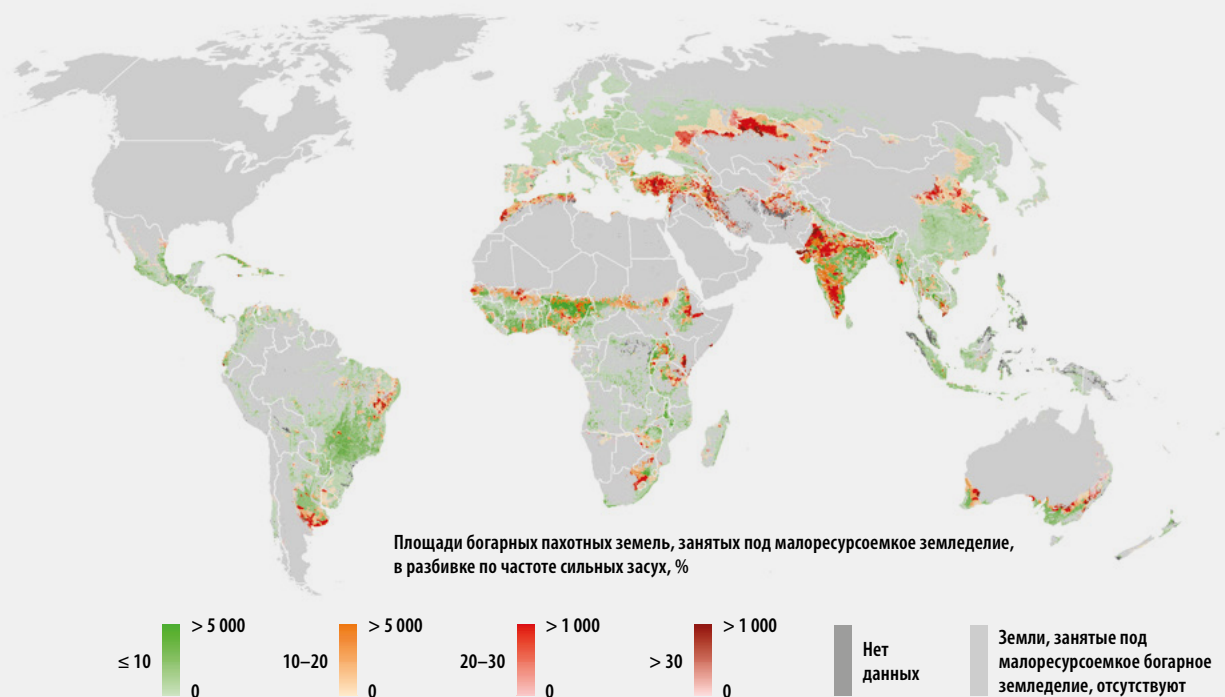
ПРИМЕЧАНИЕ. Для статистических целей данные по Китаю не включают данных по Специальному административному району Гонконг и Китайской провинции Тайвань. Данные по Португалии и Нидерландам не включают данных по Мадейре и Нидерландским Антильским островам, соответственно.

**РИСУНОК А1
ИСТОРИЧЕСКАЯ ЧАСТОТА ЗАСУХ НА БОГАРНЫХ ПАХОТНЫХ ЗЕМЛЯХ, ЗАНЯТЫХ ПОД
РЕСУРСООБЪЕМНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, 1984–2018 ГОДЫ**



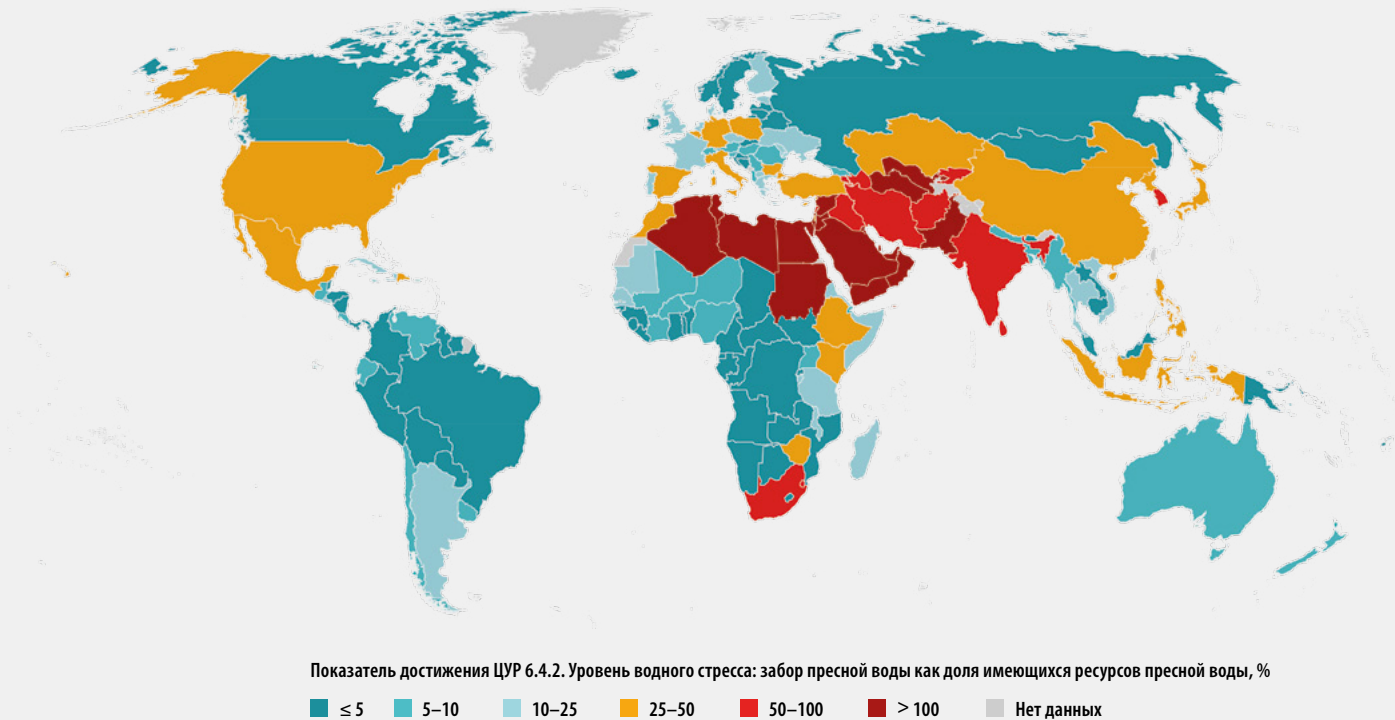
ПРИМЕЧАНИЕ. Условные обозначения см. в примечаниях к рисунку 5, стр. 28.
ИСТОЧНИК: разработка ФАО по материалам: ФАО, 2019¹, ФАО & IIASA, 2020² и IFPRI, 2019³.

**РИСУНОК А2
ИСТОРИЧЕСКАЯ ЧАСТОТА ЗАСУХ НА БОГАРНЫХ ПАХОТНЫХ ЗЕМЛЯХ, ЗАНЯТЫХ ПОД
МАЛОРЕСУРСООБЪЕМНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, 1984–2018 ГОДЫ**



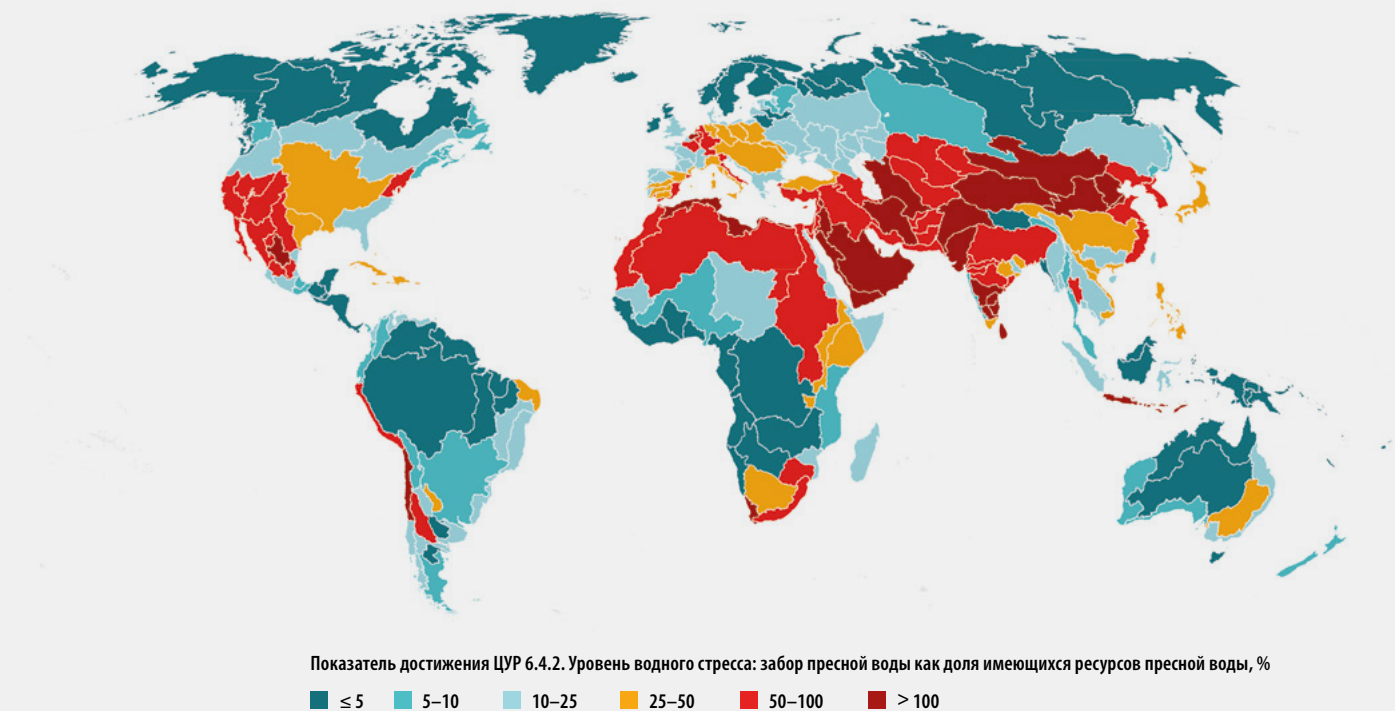
ПРИМЕЧАНИЕ. Условные обозначения см. в примечаниях к рисунку 5, стр. 28.
ИСТОЧНИК: разработка ФАО по материалам: ФАО, 2019¹, ФАО & IIASA, 2020² и IFPRI, 2019³.

РИСУНОК А3
ПОКАЗАТЕЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦУР 6.4.2: УРОВЕНЬ ВОДНОГО СТРЕССА НА УРОВНЕ СТРАН, 2015 ГОД



ПРИМЕЧАНИЕ. Условные обозначения см. в примечаниях к рисунку 7, стр. 30.
ИСТОЧНИК: FAO, 2020⁴.

РИСУНОК А4
ПОКАЗАТЕЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦУР 6.4.2: УРОВЕНЬ ВОДНОГО СТРЕССА НА УРОВНЕ БАССЕЙНОВ, 2015 ГОД



ПРИМЕЧАНИЕ. Условные обозначения см. в примечаниях к рисунку 7, стр. 30.
ИСТОЧНИК: FAO, 2020⁴.

БИБЛИОГРАФИЯ

ГЛОССАРИЙ

1. **FAO.** 2020. AQUASTAT. См.: *FAO* [онлайн]. [По состоянию на 15 августа 2020 года]. www.fao.org/nr/water/aquastat/data/glossary/search.html

2. **FAO.** 2016. *Exploring the concept of water tenure*. Land and Water Discussion Paper No. 10. Rome. 89 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i5435e.pdf).

3. **FAO.** 2019. *GEMI – Integrated Monitoring Initiative for SDG 6: Step-by-step monitoring methodology for indicator 6.4.1* [онлайн]. [По состоянию на 6 августа 2020 года]. www.fao.org/3/ca8483en/ca8483en.pdf

4. **FAO.** 2018. *Progress on level of water stress – global baseline for SDG 6 Indicator 6.4.2*. Rome, FAO/UN Water. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 58 p. (также доступно по адресу www.fao.org/3/CA1592EN/ca1592en.pdf).

5. **Batchelor, C., Hoogeveen, J., Faures, J.M. & Peiser, L.** 2017. *Water accounting and auditing: a sourcebook*. FAO Water Report No. 43. Rome, FAO. 234 pp. (also available at www.fao.org/3/a-i5923e.pdf).

6. **ФАО.** 2014. *Управление водными ресурсами в интересах сельского хозяйства и продовольственной безопасности. Комитет по сельскому хозяйству, двадцать четвертая сессия, 29 сентября – 3 октября 2014 года (COAG/2014/6)* [онлайн]. [По состоянию на 12 августа 2020 года]. www.fao.org/3/a-mk967r.pdf

7. **FAO.** 2012. *Coping with water scarcity: an action framework for agriculture and food security*. FAO Water Report No. 38. Rome. 96 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i3015e.pdf).

8. **CEO Water Mandate, United Nations Global Compact & World Resources Institute.** 2014. *Driving Harmonization of Water-Related Terminology*. Discussion paper. Oakland, USA, Pacific Institute.

ГЛАВА 1

1. **FAO.** 1993. *The State of Food and Agriculture 1993. Water policies and agriculture*. Rome. 328 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/t0800e/t0800e.pdf).

2. **FAO.** 2012. *Coping with water scarcity: an action framework for agriculture and food security*. FAO Water Report No. 38. Rome. 96 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i3015e.pdf).

3. **ФАО.** 2016. *Положение дел в области продовольствия и сельского хозяйства – 2016. Изменение климата, сельское хозяйство и продовольственная безопасность*. Рим. 210 стр. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i6030r.pdf).

4. **Gohar, A.A., Cashman, A. & Ward, F.A.** 2019. Managing food and water security in small island states: new evidence from economic modelling of climate stressed groundwater resources. *Journal of Hydrology*, 569: 239–251.

5. **Holding, S., Allen, D.M., Foster, S., Hsieh, A., Larocque, I., Klassen, J. & Van Pelt, S.C.** 2016. Groundwater vulnerability on small islands. *Nature Climate Change*, 6(12): 1100–1103.

6. **Veldkamp, T.I.E., Wada, Y., Aerts, J.C.J.H. & Ward, P.J.** 2016. Towards a global water scarcity risk assessment framework: incorporation of probability distributions and hydro-climatic variability. *Environmental Research Letters*, 11(2): 024006 [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/11/2/024006>

7. **McDonald, R.I., Green, P., Balk, D., Fekete, B.M., Revenga, C., Todd, M. & Montgomery, M.** 2011. Urban growth, climate change, and freshwater availability. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(15): 6312–6317.

8. **United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (UN DESA).** 2019. World Population Prospects 2019. Online Edition. Rev. 1. Population Division. См.: *United Nations* [онлайн]. [По состоянию на 1 августа 2020 года]. <https://population.un.org/wpp/>

9. **Falkenmark, M. & Widstrand, C.** 1992. Population and water resources: a delicate balance. *Population Bulletin*, 47(3): 1–36.

10. **Falkenmark, M.** 1989. The massive water scarcity now threatening Africa: why isn't it being addressed? *Ambio*, 18: 112–118.

11. **FAO.** 2020. AQUASTAT. См.: *FAO* [онлайн]. [По состоянию на 15 августа 2020 года]. www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=en

12. **Shiklomanov, I.A.** 2000. Appraisal and Assessment of World Water Resources. *Water International*, 25(1): 11–32.

13. **Food Security Information Network (FSIN).** 2019. *Global report on food crises 2019. Joint analysis for better decisions*. Rome and Washington, DC, FAO, WFP & IFPRI.

БИБЛИОГРАФИЯ

- 14. Mugagga, F. & Nabaasa, B.B.** 2016. The centrality of water resources to the realization of Sustainable Development Goals (SDG). A review of potentials and constraints on the African continent. *International Soil and Water Conservation Research*, 4(3): 215–223.
- 15. Funge-Smith, S.J.** 2018. *Review of the state of world fishery resources. Inland fisheries*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 942 Rev. 3. Rome, FAO. (также доступно по адресу www.fao.org/3/ca0388en/CA0388EN.pdf).
- 16. Lynch, A.J., Baumgartner, L.J., Boys, C.A., Conallin, J., Cowx, I.G., Finlayson, C.M., Franklin, P.A., Hogan, Z., Koehn, J.D., McCartney, M.P., O'Brien, G., Phouthavong, K., Silva, L.G.M., Tob, C.A., Valbo-Jørgensen, J., Vu, A.V., Whiting, L., Wibowo, A. & Duncan, P.** 2019. Speaking the same language: can the sustainable development goals translate the needs of inland fisheries into irrigation decisions? *Marine and Freshwater Research*, 70(9): 1211–1228.
- 17. AP News Agency.** 2020. Egypt: Ethiopia rejecting 'fundamental issues' on Nile dam. *Aljazeera*, 14 June 2020. (также доступно по адресу www.aljazeera.com/news/2020/06/egypt-ethiopia-rejecting-fundamental-issues-nile-dam-200614113558814.html).
- 18. FAO.** 2017. *The future of food and agriculture – Trends and challenges*. Rome. 185 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i6583e.pdf).
- 19. FAO и Издательство «Весь мир».** 2012. *Состояние мировых земельных и водных ресурсов для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Управление системами, находящимися под угрозой*. FAO (Рим) и Издательство «Весь мир» (Москва). 310 стр. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i1688r.pdf).
- 20. United Nations.** 1998. Standard country or area codes for statistical use. См.: *United Nations Statistics Division* [онлайн]. [По состоянию на 1 августа 2020 года]. <http://unstats.un.org/unsd/methods/m49/m49.htm>
- 21. World Bank.** 2017. New country classifications by income level: 2017–2018. См.: *World Bank* [онлайн]. <https://blogs.worldbank.org/opendata/new-country-classifications-income-level-2017-2018>
- 22. Global Panel on Agriculture and Food Systems for Nutrition.** 2016. *Food systems and diets: facing the challenges of the 21st century*. London, UK, Global Panel.
- 23. International Food Policy Research Institute (IFPRI).** 2017. *2017 Global Food Policy Report*. Washington, DC.
- 24. Mekonnen, M.M. & Hoekstra, A.Y.** 2012. A global assessment of the water footprint of farm animal products. *Ecosystems*, 15(3): 401–415.
- 25. Aleksandrowicz, L., Green, R., Joy, E.J.M., Smith, P. & Haines, A.** 2016. The impacts of dietary change on greenhouse gas emissions, land use, water use, and health: a systematic review. *PLOS ONE*, 11(11): e0165797. [онлайн]. [По состоянию на 11 апреля 2020 года]. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165797>
- 26. Mottet, A., de Haan, C., Falcucci, A., Tempio, G., Opio, C. & Gerber, P.** 2017. Livestock: on our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Global Food Security*, 14: 1–8.
- 27. Gephart, J.A., Troell, M., Henriksson, P.J.G., Beveridge, M.C.M., Verdegem, M., Metian, M., Mateos, L.D. & Deutsch, L.** 2017. The 'seafood gap' in the food-water nexus literature—issues surrounding freshwater use in seafood production chains. *Advances in Water Resources*, 110: 505–514.
- 28. FAO, МФСР, ЮНИСЕФ, ВПП и ВОЗ.** 2020. *Положение дел в области продовольственной безопасности и питания в мире 2020. Преобразование продовольственных систем для обеспечения финансовой доступности здорового питания*. Рим, FAO. (также доступно по адресу <https://doi.org/10.4060/ca9692ru>).
- 29. Thornton, P.K. & Herrero, M.** 2010. *The inter-linkages between rapid growth in livestock production, climate change, and the impacts on water resources, land use, and deforestation*. Policy Research Working Papers. Washington, DC, World Bank.
- 30. Gill, M., Feliciano, D., Macdiarmid, J. & Smith, P.** 2015. The environmental impact of nutrition transition in three case study countries. *Food Security*, 7(3): 493–504.
- 31. Группа экспертов высокого уровня по вопросам продовольственной безопасности и питания (ГЭВУ).** 2015. *Водные ресурсы и обеспечение продовольственной безопасности и питания*. Доклад Группы экспертов высокого уровня по вопросам продовольственной безопасности и питания Комитета по всемирной продовольственной безопасности. Рим, FAO. 163 стр. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-av045r.pdf).
- 32. Организация Объединенных Наций.** 2010. Право человека на воду и санитарии. Резолюция A/RES/64/292, принятая Генеральной Ассамблеей.
- 33. Lowder, S.K., Scoet, J. & Raney, T.** 2016. The number, size, and distribution of farms, smallholder farms, and family farms worldwide. *World Development*, 87: 16–29.
- 34. Li, X., Waddington, S.R., Dixon, J., Joshi, A.K. & de Vicente, M.C.** 2011. The relative importance of drought and other water-related constraints for major food crops in South Asian farming systems. *Food Security*, 3(1): 19–33.
- 35. Balasubramanya, S. & Stifel, D.** 2020. Viewpoint: Water, agriculture & poverty in an era of climate change: Why do we know so little? *Food Policy*, 93: 101905 [онлайн]. [По состоянию на 25 июня 2020 года]. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306919220301093>
- 36. Burney, J.A. & Naylor, R.L.** 2012. Smallholder irrigation as a poverty alleviation tool in sub-Saharan Africa. *World Development*, 40(1): 110–123.

- 37. Burney, J.A., Naylor, R.L. & Postel, S.L.** 2013. The case for distributed irrigation as a development priority in sub-Saharan Africa. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(31): 12513–12517.
- 38. Xie, H., You, L., Wielgosz, B. & Ringler, C.** 2014. Estimating the potential for expanding smallholder irrigation in Sub-Saharan Africa. *Agricultural Water Management*, 131: 183–193.
- 39. Nakawuka, P., Langan, S., Schmitter, P. & Barron, J.** 2018. A review of trends, constraints and opportunities of smallholder irrigation in East Africa. *Global Food Security*, 17: 196–212.
- 40. Bouma, J.A., Hegde, S.S. & Lasage, R.** 2016. Assessing the returns to water harvesting: a meta-analysis. *Agricultural Water Management*, 163: 100–109.
- 41. Malabo Montpellier Panel.** 2018. *Water-wise: smart irrigation strategies for Africa*. A Malabo Montpellier Panel Report. Dakar.
- 42. ФАО.** 2011. *Положение дел в области продовольствия и сельского хозяйства – 2010-11. Женщины в сельском хозяйстве. Устранение гендерного разрыва в интересах развития*. Рим. 165 стр. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i2050r.pdf).
- 43. ФАО.** 2012. *Passport to mainstreaming gender in water programmes: key questions for interventions in the agricultural sector*. p. 61. Rome. (также доступно по адресу www.fao.org/3/i3173e/i3173e.pdf).
- 44. Office of the United Nations High Commissioner for Human Rights (OHCHR).** 2016. *General recommendation No. 34 (2016) on the rights of rural women*. [онлайн]. CEDAW/C/GC/34. Geneva, Committee on the Elimination of Discrimination against Women. [По состоянию на 1 августа 2020 года]. <https://digitallibrary.un.org/record/835897?ln=en>.
- 45. Tsur, Y. & Dinar, A.** 1995. *Efficiency and equity considerations in pricing and allocating irrigation water*. Policy Research Working Paper No. 1460. Washington, DC, World Bank. 40 pp.
- 46. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).** 2015. *Water resources allocation: sharing risks and opportunities*. OECD Studies on Water. Paris. 144 pp. (также доступно по адресу www.oecd-ilibrary.org/environment/water-resources-allocation_9789264229631-en).
- 47. Roa-García, M.** 2014. Equity, efficiency and sustainability in water allocation in the Andes: trade-offs in a full world. *Water Alternatives*, 7(2): 298–319.
- 48. Mehta, L.** 2006. *Water and human development: capabilities, entitlements and power*. [онлайн]. Background paper for the Human Development Report 2006. Institute of Development Studies. [По состоянию на 1 августа 2020 года]. www.hdr.undp.org/sites/default/files/mehta_l_rev.pdf
- 49. Jägermeyr, J., Pastor, A., Biemans, H. & Gerten, D.** 2017. Reconciling irrigated food production with environmental flows for Sustainable Development Goals implementation. *Nature Communications*, 8(1): 15900.
- 50. International Conference on Water and the Environment (ICWE).** 1992. *The Dublin Statement on Water and Sustainable Development*. [онлайн]. Dublin. [По состоянию на 1 августа 2020 года]. www.wmo.int/pages/prog/hwrrp/documents/english/icwedece.html
- 51. Morgera, E., Webster, E., Hamley, G., Sindico, F., Robbie, J., Switzer, S., Berger, T., Silva Sánchez, P., Lennan, M., Martin-Nagle, R., Tsioumani, E., Moynihan, R. & Zydek, A.** 2020. *The right to water for food and agriculture*. Rome, FAO. 143 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/ca8248en/CA8248EN.pdf).
- 52. van der Zaag, P. & Savenije, H.** 2006. *Water as an economic good: the value of pricing and the failure of markets*. Value of Water Research Report Series No. 19. Delft, Netherlands, UNESCO-IHE.
- 53. Gravelle, H. & Rees, R.** 2004. *Microeconomics*. Third edition. Harlow, UK, Financial Times/Prentice Hall.
- 54. Hardin, G.** 1968. The tragedy of the commons. *Science*, 162(3859): 1243–1248.
- 55. Ostrom, E.** 1990. *Governing the commons: the evolution of institutions for collective action*. New York, USA, Cambridge University Press.
- 56. ФАО.** 2016. *Governing tenure rights to commons. A guide to support the implementation of the Voluntary guidelines on the responsible governance of tenure of land, fisheries and forests in the context of national food security*. Governance of Tenure Technical Guide No. 8. Rome. 95 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i6381e.pdf).
- 57. Cotula, L.** 2008. The property rights challenges of improving access to water for agriculture: lessons from the Sahel. *Journal of Human Development*, 9(1): 5–22.
- 58. Vapnek, J., Aylward, B., Popp, C. & Bartram, J.** 2009. *Law for water management. A guide to concepts and effective approach*. FAO Legislative Study No. 101. Rome, FAO. 359 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i1284e.pdf).

БИБЛИОГРАФИЯ

59. FAO. 2018. *Sustainable food systems: concept and framework*. [онлайн]. Technical Brief. Rome. [По состоянию на 1 августа 2020 года]. www.fao.org/3/ca2079en/CA2079EN.pdf
60. Mateo-Sagasta, J., Marjani Zadeh, S. & Turrall, H., eds. 2018. *More people, more food, worse water? A global review of water pollution from agriculture*. Rome and Colombo, FAO and IWMI. 221 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/ca0146en/CA0146EN.pdf).
61. Kirby, R.M., Bartram, J. & Carr, R. 2003. Water in food production and processing: quantity and quality concerns. *Food Control*, 14(5): 283–299.
62. Damania, R., Desbureaux, S., Rodella, A.-S., Russ, J. & Zaveri, E. 2019. *Quality unknown: the invisible water crisis*. Washington, DC, World Bank.
63. Mateo-Sagasta, J. & Burke, J. 2011. *Agriculture and water quality interactions: a global overview*. SOLAW Background Thematic Report No. 8. Rome, FAO. 46 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-bl092e.pdf).
64. United Nations World Water Assessment Programme (WWAP). 2019. *The United Nations World Water Development Report 2019. Leaving No One Behind*. Paris, UNESCO.
65. Zeng, R., Cai, X., Ringler, C. & Zhu, T. 2017. Hydropower versus irrigation—an analysis of global patterns. *Environmental Research Letters*, 12(3): 034006 [онлайн]. [По состоянию на 1 августа 2020 года]. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aa5f3f>
66. Cai, X., McKinney, D.C. & Rosegrant, M.W. 2003. Sustainability analysis for irrigation water management in the Aral Sea region. *Agricultural Systems*, 76(3): 1043–1066.
67. Greimel, F., Schülting, L., Graf, W., Bondar-Kunze, E., Auer, S., Zeiringer, B. & Hauer, C. 2018. Hydropeaking impacts and mitigation. См.: S. Schmutz & J. Sendzimir, eds. *Riverine ecosystem management*, pp. 91–110. Cham, Switzerland, Springer International Publishing.
68. Schmutz, S., Bakken, T.H., Friedrich, T., Greimel, F., Harby, A., Jungwirth, M., Melcher, A., Unfer, G. & Zeiringer, B. 2015. Response of fish communities to hydrological and morphological alterations in hydropeaking rivers of Austria. *River Research and Applications*, 31(8): 919–930.
69. Yoshida, Y., Lee, H.S., Trung, B.H., Tran, H.-D., Lall, M.K., Kakar, K. & Xuan, T.D. 2020. Impacts of mainstream hydropower dams on fisheries and agriculture in Lower Mekong Basin. *Sustainability*, 12(6): 2408 [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. www.mdpi.com/2071-1050/12/6/2408
70. Young, P.S., Cech, J.J. & Thompson, L.C. 2011. Hydropower-related pulsed-flow impacts on stream fishes: a brief review, conceptual model, knowledge gaps, and research needs. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 21(4): 713–731.
71. Yüksel, I. 2010. Hydropower for sustainable water and energy development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(1): 462–469.
72. Amjath-Babu, T.S., Sharma, B., Brouwer, R., Rasul, G., Wahid, S.M., Neupane, N., Bhattarai, U. & Sieber, S. 2019. Integrated modelling of the impacts of hydropower projects on the water-food-energy nexus in a transboundary Himalayan river basin. *Applied Energy*, 239: 494–503.
73. Räsänen, T.A., Joffre, O.M., Someth, P., Thanh-Cong, T., Keskinen, M. & Kumm, M. 2015. Model-based assessment of water, food, and energy trade-offs in a cascade of multipurpose reservoirs: case study of the Sesan tributary of the Mekong River. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 141(1): 05014007 [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29WR.1943-5452.0000459>
74. Conway, D., van Garderen, E.A., Deryng, D., Dorling, S., Krueger, T., Landman, W., Lankford, B., Lebek, K., Osborn, T., Ringler, C., Thurlow, J., Zhu, T. & Dalin, C. 2015. Climate and southern Africa's water-energy-food nexus. *Nature Climate Change*, 5(9): 837–846.
75. Группа экспертов высокого уровня по вопросам продовольственной безопасности и питания (ГЭВУ). 2013. *Биотопливо и продовольственная безопасность*. Доклад Группы экспертов высокого уровня по вопросам продовольственной безопасности и питания Комитета по всемирной продовольственной безопасности. Рим, FAO. 165 стр. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i2952r.pdf).
76. Rulli, M.C., Bellomi, D., Cazzoli, A., De Carolis, G. & D'Odorico, P. 2016. The water-land-food nexus of first-generation biofuels. *Scientific Reports*, 6(1): 22521 [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. <https://doi.org/10.1038/srep22521>
77. Stone, K. 2015. *Water at Risk: The impact of biofuels expansion on water resources and poverty*. Washington, DC, ActionAid USA.

- 78. Eide, A.** 2008. *The right to food and the impact of liquid biofuels (agrofuels)*. Right to Food Study. Rome, FAO. 54 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-ap550e.pdf).
- 79. FAO.** 2017. *Water for sustainable food and agriculture: a report produced for the G20 Presidency of Germany*. Rome. 27 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i7959e.pdf).
- 80. ФАО.** 2008. *Положение дел в области продовольствия и сельского хозяйства – 2008. Биотопливо: перспективы, риски и возможности*. Рим. 159 стр. (также доступно по адресу www.fao.org/3/i0100r/i0100r.pdf).
- 81. Gerbens-Leenes, P.W., Hoekstra, A.Y. & van der Meer, T.H.** 2009. The water footprint of energy from biomass: a quantitative assessment and consequences of an increasing share of bio-energy in energy supply. *Ecological Economics*, 68(4): 1052–1060.
- 82. Xie, X., Zhang, T., Wang, L. & Huang, Z.** 2017. Regional water footprints of potential biofuel production in China. *Biotechnology for Biofuels*, 10(1): 95 [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. <https://doi.org/10.1186/s13068-017-0778-0>
- 83. FAO.** 2014. FAO at World Water Week 2014. Why water and energy matter for agriculture? См.: FAO [онлайн]. [По состоянию на 1 августа 2020 года]. www.fao.org/land-water/news-archive/news-detail/en/c/267274/
- 84. United States Department of Energy (USDE).** 2014. *The water-energy nexus: challenges and opportunities*. Washington, DC.
- 85. Schewe, J., Heinke, J., Gerten, D., Haddeland, I., Arnell, N.W., Clark, D.B., Dankers, R., Eisner, S., Fekete, B.M., Colón-González, F.J., Gosling, S.N., Kim, H., Liu, X., Masaki, Y., Portmann, F.T., Satoh, Y., Stacke, T., Tang, Q., Wada, Y., Wisser, D., Albrecht, T., Frieler, K., Piontek, F., Warszawski, L. & Kabat, P.** 2014. Multimodel assessment of water scarcity under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(9): 3245–3250.
- 86. FAO & Stockholm International Water Institute (SIWI).** (Готовится к публикации). *Nutrition-sensitive water productivity – rationale, methodology, farmers and policy*. FAO Land and Water Discussion Papers. Rome.
- 87. FAO.** 2019. *Water use in livestock production systems and supply chains – guidelines for assessment (Version 1)*. Rome, Livestock Environmental Assessment and Performance (LEAP) Partnership. 126 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/ca5685en/ca5685en.pdf).
- 88. FAO.** 2019. *Measuring and modelling soil carbon stocks and stock changes in livestock production systems: guidelines for assessment (Version 1)*. Livestock Environmental Assessment and Performance (LEAP) Partnership. Rome. 170 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/ca2934en/CA2934EN.pdf).
- 89. Doreau, M., Corson, M.S. & Wiedemann, S.G.** 2012. Water use by livestock: a global perspective for a regional issue? *Animal Frontiers*, 2(2): 9–16.
- 90. Kumar, C., Begeladze, S., Calmon, M. & Saint-Laurent, C.** 2015. *Enhancing food security through forest landscape restoration: lessons from Burkina Faso, Brazil, Guatemala, Viet Nam, Ghana, Ethiopia and Philippines*. Gland, Switzerland, IUCN.
- 91. Sheil, D.** 2018. Forests, atmospheric water and an uncertain future: the new biology of the global water cycle. *Forest Ecosystems*, 5(1): 19.
- 92. Walker, C., Beretta, C., Sanjuán, N. & Hellweg, S.** 2018. Calculating the energy and water use in food processing and assessing the resulting impacts. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 23(4): 824–839.
- 93. Manzardo, A., Mazzi, A., Loss, A., Butler, M., Williamson, A. & Scipioni, A.** 2016. Lessons learned from the application of different water footprint approaches to compare different food packaging alternatives. *Journal of Cleaner Production*, 112: 4657–4666.
- 94. Ölmez, H.** 2013. Water consumption, reuse and reduction strategies in food processing. См.: B.K. Tiwari, T. Norton & N.M. Holden, eds. *Sustainable Food Processing*, pp. 401–434. Chichester, UK, John Wiley & Sons.
- 95. Meneses, Y.E. & Wang, B.** 2020. Water use in the food industry. Background paper for *The State of Food and Agriculture 2020. Overcoming water challenges in agriculture*. Nebraska, USA, University of Nebraska-Lincoln.
- 96. Hansen, C.L. & Cheong, D.Y.** 2019. Agricultural waste management in food processing. См.: M. Kutz, ed. *Handbook of farm, dairy and food machinery engineering*. Third edition, pp. 637–716. Academic Press.
- 97. Noukeu, N.A., Gouado, I., Priso, R.J., Ndongo, D., Taffouo, V.D., Dibong, S.D. & Ekodeck, G.E.** 2016. Characterization of effluent from food processing industries and stillage treatment trial with *Eichhornia crassipes* (Mart.) and *Panicum maximum* (Jacq.). *Water Resources and Industry*, 16: 1–18.
- 98. Amabye, T.G.** 2015. Effect of food processing industries' effluents on the environment: a case study of MOHA Mekelle Bottling Company,

БИБЛИОГРАФИЯ

Tigray, Ethiopia. *Industrial Chemistry*, 01(02) [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. doi: 10.4172/2469-9764.1000110

99. Doorn, M., Towprayoon, S., Manso Vieira, S.M., Irving, W., Palmer, C., Pipatti, R. & Wang, C. 2006. Wastewater treatment and discharge. Chapter 5. См.: H.S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara & K. Tanabe, eds. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, pp. 6.1-6.28. Kanagawa, Japan, IGES.

100. Jackson, D.C. & Marmulla, G. 2001. The influence of dams on river fisheries. См.: G. Marmulla, ed. *Dams, fish and fisheries: Opportunities, challenges and conflict resolution*, pp. 1–44. Fisheries Technical Paper No. 419. Rome, FAO. 166 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/tempref/docrep/fao/004/Y2785E/y2785e.pdf).

101. World Health Organization (WHO). 2006. *Wastewater and excreta use in aquaculture. Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater*. Geneva, Switzerland.

102. Marcussen, H., Holm, P.E., Ha, L.T. & Dalsgaard, A. 2007. Food safety aspects of toxic element accumulation in fish from wastewater-fed ponds in Hanoi, Vietnam: toxic element accumulation in wastewater-fed fish. *Tropical Medicine & International Health*, 12: 34–39.

103. Meneses, Y.E. & Flores, R.A. 2016. Feasibility, safety, and economic implications of whey-recovered water in cleaning-in-place systems: a case study on water conservation for the dairy industry. *Journal of Dairy Science*, 99(5): 3396–3407.

104. Lindgaard-Jorgensen, P., Kristensen, G.H. & Andersen, M. 2018. Road map towards zero water milk-processing plants - experiences from a Danish public-private partnership. *Environmental Management and Sustainable Development*, 7(2): 157.

105. World Health Organization (WHO). 2018. *Global Health Estimates 2016: Deaths by cause, age, sex, by country, and by region, 2000-2016*. Geneva, Switzerland.

106. United Nations Development Programme (UNDP). 2006. *Human Development Report 2006. Beyond scarcity: power, poverty and the global water crisis*. New York, USA.

107. Sanctuary, M., Tropp, H. & Haller, L. 2005. *Making water a part of economic development: the economic benefits of improved water management and services*. Stockholm, Stockholm International Water Institute.

108. Bryan, E., Chase, C. & Schulte, M. 2019. *Nutrition-sensitive irrigation and water management*. Water Global Practice Guidance Note. Washington, DC, World Bank.

109. Domènech, L. 2015. Improving irrigation access to combat food insecurity and undernutrition: a review. *Global Food Security*, 6: 24–33.

110. van der Hoek, W., Feenstra, S.G. & Konradsen, F. 2002. Availability of irrigation water for domestic use in Pakistan: its impact on prevalence of diarrhoea and nutritional status of children. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 20(1): 77–84.

111. World Health Organization (WHO). 2014. *Preventing diarrhoea through better water, sanitation and hygiene: exposures and impacts in low- and middle-income countries*. Geneva, Switzerland.

112. Детский фонд Организации Объединенных Наций (ЮНИСЕФ) и Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ). 2019. *Прогресс в области питьевого водоснабжения, санитарии и гигиены в домашних хозяйствах: 2000-2017. В центре внимания вопросы неравенства*. Нью-Йорк, США.

113. United Nations. 2015. *The World's Women 2015: trends and statistics*. New York, USA, United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Statistics Division.

114. Ntouda, J., Sikodf, F., Ibrahim, M. & Abba, I. 2013. Access to drinking water and health of populations in Sub-Saharan Africa. *Comptes Rendus Biologies*, 336(5–6): 305–309.

115. UN-Water Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking Water (GLAAS). 2019. *National systems to support drinking water, sanitation and hygiene: global status report 2019*. Geneva, Switzerland, WHO.

116. Geremew, A. & Damtew, Y.T. 2020. Household water treatment using adequate methods in sub-Saharan countries: evidence from 2013–2016 Demographic and Health Surveys. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 10(1): 66–75.

117. Sobsey, M.D. 2002. *Managing water in the home: accelerated health gains from improved water supply*. Geneva, Switzerland, WHO.

118. Daniel, D., Marks, S.J., Pande, S. & Rietveld, L. 2018. Socio-environmental drivers of sustainable adoption of household water treatment in developing countries. *Clean Water*, 1: 12 [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. <https://doi.org/10.1038/s41545-018-0012-z>

119. Clasen, T. 2015. Household water treatment and safe storage to prevent diarrheal disease in developing countries. *Current Environmental Health Reports*, 2(1): 69–74.

120. World Health Organization (WHO). 2012. *Status of national household water treatment and safe storage policies in selected countries: results of global survey and policy readiness for scaling up*. [онлайн]. Geneva, Switzerland. [По состоянию на 1 августа 2020 года]. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/205466/WHO_HSE_WSH_12.07_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ГЛАВА 2

1. FAO & International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA). 2020. *Global Agro-Ecological Zones (GAEZ v4.0)*. Laxenburg, Austria, and Rome.

2. FAO. 2018. *Brief guidelines to the Global Information and Early Warning Systems (GIEWS) Earth Observation Website*. Rome. (также доступно по адресу www.fao.org/3/CA0941EN/ca0941en.pdf).

3. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2019. *World urbanization prospects: the 2018 revision*. No. ST/ESA/SER.A/420. New York, USA, United Nations.

4. FAO. 2008. *Water and the rural poor interventions for improving livelihoods in sub-Saharan Africa*. Rome. 107 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/i0132e/i0132e.pdf).

5. Wrathall, D.J., Van Den Hoek, J., Walters, A. & Devenish, A. 2018. *Water stress and human migration: a global, georeferenced review of empirical research*. Land and Water Discussion Paper No. 11. Rome, FAO. 35 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/i8867EN/i8867en.pdf).

6. Salik, K.M., Qaisrani, A., Awais, M. & Ali, M. 2017. *Migration futures in Asia and Africa: economic opportunities and distributional effects – the case of Pakistan*. Islamabad, Sustainable Development Policy Institute. (также доступно по адресу <http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.2.22393.77922>).

7. ФАО. 2020. Наблюдения Земли. Система индекса сельскохозяйственного стресса (ASIS): Историческая частота засух в сельскохозяйственных районах (1984–2018). См.: ФАО [онлайн]. [По состоянию на 5 августа 2020 года]. www.fao.org/giews/earthobservation/asis/index_1.jsp?lang=ru

8. Latham, J., Cumani, R., Rosati, I. & Bloise, M. 2014. Global Land Cover (GLC-SHARE) Beta-Release 1.0 Database. Land and Water Division. См.: ФАО [онлайн]. [По состоянию на 5 августа 2020 года]. www.fao.org/land-water/land/land-governance/land-resources-planning-toolbox/category/details/en/c/1036355/

9. FAO. 2018. *Progress on level of water stress – global baseline for SDG 6 Indicator 6.4.2*. Rome, FAO/UN Water. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 58 p. (также доступно по адресу www.fao.org/3/CA1592EN/ca1592en.pdf).

10. FAO. 2020. SDG Indicator 6.4.2 on water stress. Rome.

11. FAO. 2020. Contribution of the agriculture sector to the level of water stress. Rome.

12. Cumani, M. & Rojas, O. 2016. *Characterization of the agricultural drought prone areas at global scale: using the FAO Agricultural Stress Index System (ASIS) to enhance the understanding of, and boost resilience to water stress conditions in drought-prone areas*. Rome, FAO. 38 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i5764e.pdf).

13. FAO. 2018. *The impact of disasters and crises on agriculture and food security 2017*. Rome. 144 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/i8656EN/i8656en.pdf).

14. FAO. 2017. *Drought characteristics and management in Central Asia and Turkey*. FAO Water Report No. 44. Rome. 110 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i6738e.pdf).

15. Maher Salman, M., Pek, E. & Lamaddalena, N. 2019. *Field guide to improve water use efficiency in small-scale agriculture – the case of Burkina Faso, Morocco and Uganda*. Rome, FAO. 78 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/ca5789en/ca5789en.pdf).

16. World Bank. 2009. *Africa's infrastructure: a time for transformation*. V. Foster & C.M. Briceño-Garmendia, eds. Washington, DC.

17. International Food Policy Research Institute (IFPRI). 2019. Global Spatially-Disaggregated Crop Production Statistics Data for 2010 Version 1.0. Harvard Dataverse. См.: *Harvard Dataverse* [онлайн]. [По состоянию на 5 августа 2020 года]. <https://dataverse.harvard.edu/citation?persistentId=doi:10.7910/DVN/PRFF8V>

18. FAO. 2011. *AQUASTAT country profile – Viet Nam*. Rome. 16 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/ca0412en/CA0412EN.pdf).

19. Li, X., Waddington, S.R., Dixon, J., Joshi, A.K. & de Vicente, M.C. 2011. The relative importance of drought and other water-related

БИБЛИОГРАФИЯ

constraints for major food crops in South Asian farming systems. *Food Security*, 3(1): 19–33.

20. Wichelns, D. 2015. Water productivity and food security: considering more carefully the farm-level perspective. *Food Security*, 7(2): 247–260.

21. Fuglie, K.O. 2008. Is a slowdown in agricultural productivity growth contributing to the rise in commodity prices? *Agricultural Economics*, 39: 431–441.

22. Fuglie, K. & Rada, N. 2013. *Resources, policies, and agricultural productivity in sub-Saharan Africa*. ERR-145. Washington, DC, United States Department of Agriculture Economic Research Service.

23. FAO. 2003. *The State of Food Insecurity in the World 2003: monitoring progress towards the World Food Summit and Millennium Development Goals*. Rome. 36 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/j0083e/j0083e00.pdf).

24. ФАО и Издательство «Весь мир». 2012. *Состояние мировых земельных и водных ресурсов для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Управление системами, находящимися под угрозой*. ФАО (Рим) и Издательство «Весь мир» (Москва). 310 стр. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i1688r.pdf).

25. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. 2007. *Water for food, water for life: a comprehensive assessment of water management in agriculture*. London and Sterling, USA, Earthscan and IWMI.

26. Vanschoenwinkel, J. & Van Passel, S. 2018. Climate response of rainfed versus irrigated farms: the bias of farm heterogeneity in irrigation. *Climatic Change*, 147(1–2): 225–234.

27. Wood-Sichra, U., Joglekar, A. & You, L. 2016. *Spatial Production Allocation Model (SPAM) 2005: technical documentation*. HarvestChoice Working Paper. Washington, DC and St. Paul, USA, International Food Policy Research Institute (IFPRI) and International Science and Technology Practice and Policy (InSTePP) Center, University of Minnesota.

28. Fuglie, K., Gautam, M., Goyal, A. & Maloney, W.F. 2019. *Harvesting prosperity: technology and productivity growth in agriculture*. Washington, DC, World Bank.

29. Siebert, S. & Döll, P. 2010. Quantifying blue and green virtual water contents in global crop production as well as potential production losses without irrigation. *Journal of Hydrology*, 384(3–4): 198–217.

30. Lowder, S.K., Scoet, J. & Raney, T. 2016. The number, size, and distribution of farms, smallholder farms, and family farms worldwide. *World Development*, 87: 16–29.

31. Lowder, S.K., Sánchez, M.V. & Bertini, R. 2020. *Farms, family farms, farmland distribution and farm labour: what do we know today?* FAO Agricultural Development Economics Working Paper No. 19-08. Rome, FAO. 76 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/ca7036en/ca7036en.pdf).

32. FAO & International Finance Corporation (IFC). 2015. *Ethiopia: Irrigation market brief*. Rome. 67 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i5196e.pdf).

33. Yihun, Y.M. 2015. *Agricultural water productivity optimization for irrigated teff (eragrostic tef) in a water scarce semi-arid region of Ethiopia*. Leiden, Netherlands, CRC Press/Balkema.

34. Matsumoto, T. & Yamano, T. 2011. Fertilizer policies, price, and application in East Africa. См.: T. Yamano, K. Otsuka & F. Place, eds. *Emerging Development of Agriculture in East Africa*, pp. 58–72. Dordrecht, Netherlands, Springer.

35. FAO. 2020. RuLIS – Rural livelihoods information system. См.: FAO [онлайн]. [По состоянию на 5 августа 2020 года]. www.fao.org/in-action/rural-livelihoods-dataset-rulis/en/

36. FAO & International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA). 2007. *Mapping biophysical factors that influence agricultural production and rural vulnerability*. Environment and Natural Resources Series No. 11 edition. Rome. 95 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a1075e/a1075e00.pdf).

37. MapSPAM. 2019. Methodology: a look behind SPAM and what makes it run. См.: MapSPAM [онлайн]. [По состоянию на 5 августа 2020 года]. <http://mapspam.info/methodology/>

38. Sheahan, M. & Barrett, C.B. 2017. Ten striking facts about agricultural input use in Sub-Saharan Africa. *Food Policy*, 67: 12–25.

39. FAO. 2017. *The future of food and agriculture – Trends and challenges*. Rome. 185 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i6583e.pdf).

40. United Nations World Water Assessment Programme (WWAP). 2017. *The United Nations World Water Development Report 2017. Wastewater: the untapped resource*. Paris, UNESCO.

- 41. Hoekstra, A.Y., ed.** 2003. *Virtual water trade: proceedings of the international expert meeting on virtual water trade*. Value of Water Research Report Series No. 12. Delft, Netherlands, IHE.
- 42. Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y. & Savenije, H.H.G.** 2006. Water saving through international trade of agricultural products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 10(3): 455–468.
- 43. Hoekstra, A.** 2010. *The relation between international trade and freshwater scarcity*. Staff Working Paper ERSO-2010-05. Enschede, Netherlands, World Trade Organization.
- 44. Jackson, L.A., Pene, C., Martinez-Hommel, M.-B., Tamiotti, L. & Hofmann, C.** 2014. Water policy, agricultural trade and WTO rules. См.: P. Martinez-Santos, M. Aldaya & M. Ramón Llamas, eds. *Integrated water resources management in the 21st century: revisiting the paradigm*, pp. 59–78. Leiden, Netherlands, CMR Press. 321 pp.
- 45. Liu, W., Antonelli, M., Kumm, M., Zhao, X., Wu, P., Liu, J., Zhuo, L. & Yang, H.** 2019. Savings and losses of global water resources in food-related virtual water trade. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 6(1): e1320 [онлайн]. [По состоянию на 5 августа 2020 года]. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/wat2.1320>
- 46. Oki, T., Yano, S. & Hanasaki, N.** 2017. Economic aspects of virtual water trade. *Environmental Research Letters*, 12(4): 044002 [онлайн]. [По состоянию на 5 августа 2020 года]. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa625f>
- 47. Yano, S., Hanasaki, N., Itsubo, N. & Oki, T.** 2016. Potential impacts of food production on freshwater availability considering water sources. *Water*, 8(4): 163.
- 48. Dalin, C., Wada, Y., Kastner, T. & Puma, M.J.** 2017. Groundwater depletion embedded in international food trade. *Nature*, 543(7647): 700–704.
- 49. Barrett, C.B., Christiaensen, L., Sheahan, M. & Shimeles, A.** 2017. On the Structural Transformation of Rural Africa. *Journal of African Economies*, 26(suppl_1): i11–i35.
- 50. World Bank & United Nations.** 2014. *Improving trade and transport for landlocked developing countries: a ten-year review*. Washington, DC.
- 51. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).** 2013. *Succeeding with trade reforms: the role of aid for trade. The development dimension*. Paris.
- 52. International Fund for Agricultural Development (IFAD).** 2014. *IFAD's approach in small island developing states: a global response to island voices for food security*. Rome.
- 53. FAO.** 2016. *State of Food Security and Nutrition in Small Island Developing States (SIDS)* [онлайн]. [По состоянию на 5 августа 2020 года]. www.fao.org/3/a-i5327e.pdf
- 54. United Nations.** 2010. *Trends in sustainable development: small island developing states (SIDS)*. New York, USA.
- 55. Bush, M.J.** 2018. *Climate change adaptation in small island developing states*. Hoboken, USA, John Wiley & Sons.
- 56. Alam, K.** 2015. Farmers' adaptation to water scarcity in drought-prone environments: a case study of Rajshahi District, Bangladesh. *Agricultural Water Management*, 148: 196–206.
- 57. International Fund for Agricultural Development (IFAD).** 2012. *Gender and water. Securing water for improved rural livelihoods: the multiple-uses system approach*. Rome.
- 58. World Bank.** 2019. *World Bank list of economies* [онлайн]. [По состоянию на 21 августа 2020 года]. <http://databank.worldbank.org/data/download/site-content/CLASS.xls>
- 59. United Nations.** 1998. Standard country or area codes for statistical use. См.: *United Nations Statistics Division* [онлайн]. [По состоянию на 1 августа 2020 года]. <http://unstats.un.org/unsd/methods/m49/m49.htm>
- 60. World Bank.** 2017. New country classifications by income level: 2017–2018. См.: *World Bank* [онлайн]. <https://blogs.worldbank.org/opendata/new-country-classifications-income-level-2017-2018>
- 61. Turrall, H., Burke, J.J. & Faurès, J.-M.** 2011. *Climate change, water and food security*. FAO Water Report No. 36. Rome, FAO. 200 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/i2096e/i2096e.pdf).
- 62. Schewe, J., Heinke, J., Gerten, D., Haddeland, I., Arnell, N.W., Clark, D.B., Dankers, R., Eisner, S., Fekete, B.M., Colón-González, F.J., Gosling, S.N., Kim, H., Liu, X., Masaki, Y., Portmann, F.T., Satoh, Y., Stacke, T., Tang, Q., Wada, Y., Wisser, D., Albrecht, T., Frieler, K., Piontek, F., Warszawski, L. & Kabat, P.** 2014. Multimodel assessment of water scarcity under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(9): 3245–3250.
- 63. Gosling, S.N. & Arnell, N.W.** 2016. A global assessment of the impact of climate change on water scarcity. *Climatic Change*, 134(3): 371–385.

БИБЛИОГРАФИЯ

64. Fung, F., Lopez, A. & New, M. 2011. Water availability in +2°C and +4°C worlds. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 369(1934): 99–116.
65. Smirnov, O., Zhang, M., Xiao, T., Orbell, J., Lobben, A. & Gordon, J. 2016. The relative importance of climate change and population growth for exposure to future extreme droughts. *Climatic Change*, 138(1–2): 41–53.
66. Prudhomme, C., Giuntoli, I., Robinson, E.L., Clark, D.B., Arnell, N.W., Dankers, R., Fekete, B.M., Franssen, W., Gerten, D., Gosling, S.N., Hagemann, S., Hannah, D.M., Kim, H., Masaki, Y., Satoh, Y., Stacke, T., Wada, Y. & Wisser, D. 2014. Hydrological droughts in the 21st century, hotspots and uncertainties from a global multimodel ensemble experiment. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(9): 3262–3267.
67. Hyland, M. & Russ, J. 2019. Water as destiny – the long-term impacts of drought in sub-Saharan Africa. *World Development*, 115: 30–45.
68. Dankers, R., Arnell, N.W., Clark, D.B., Falloon, P.D., Fekete, B.M., Gosling, S.N., Heinke, J., Kim, H., Masaki, Y., Satoh, Y., Stacke, T., Wada, Y. & Wisser, D. 2014. First look at changes in flood hazard in the inter-sectoral impact model intercomparison project ensemble. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(9): 3257–3261.
69. Rosenzweig, C., Elliott, J., Deryng, D., Ruane, A.C., Müller, C., Arneth, A., Boote, K.J., Folberth, C., Glotter, M., Khabarov, N., Neumann, K., Piontek, F., Pugh, T.A.M., Schmid, E., Stehfest, E., Yang, H. & Jones, J.W. 2014. Assessing agricultural risks of climate change in the 21st century in a global gridded crop model intercomparison. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(9): 3268–3273.
70. Elliott, J., Deryng, D., Müller, C., Frieler, K., Konzmann, M., Gerten, D., Glotter, M., Flörke, M., Wada, Y., Best, N., Eisner, S., Fekete, B.M., Folberth, C., Foster, I., Gosling, S.N., Haddeland, I., Khabarov, N., Ludwig, F., Masaki, Y., Olin, S., Rosenzweig, C., Ruane, A.C., Satoh, Y., Schmid, E., Stacke, T., Tang, Q. & Wisser, D. 2014. Constraints and potentials of future irrigation water availability on agricultural production under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(9): 3239–3244.
71. Konar, M., Hussein, Z., Hanasaki, N., Mauzerall, D.L. & Rodriguez-Iturbe, I. 2013. Virtual water trade flows and savings under climate change. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 10(1): 67–101.
72. Ramírez, A., Harrod, C., Valbo-Jørgensen, J. & Funge-Smith, S. 2018. How climate change impacts inland fisheries. См.: M. Barange, T. Bahri, M.C.M. Beveridge, K.L. Cochrane, S. Funge-Smith & F. Poulain, eds. *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture Synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options*, pp. 375–392. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 627. Rome, FAO. 628 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/i9705en/i9705en.pdf).
73. Smith, D.M., Matthews, J.H., Bharati, L., Borgomeo, E., McCartney, M., Mauroner, A., Nicol, A., Rodriguez, D., Sadoff, C., Suhardiman, D., Timboe, I., Amarnath, G. & Anisha, N. 2019. *Adaptation's thirst: accelerating the convergence of water and climate action*. Rotterdam and Washington, DC. (также доступно по адресу www.iwmi.cgiar.org/Publications/Other/PDF/adaptations-thirst-gca-background-paper.pdf).
74. UNESCO & UN-Water. 2020. *The United Nations World Water Development Report 2020. Water and climate change*. Paris, UNESCO.
75. Thivet, G. & Fernandez, S. 2012. *Water demand management: the Mediterranean experience*. Technical focus paper. Stockholm, Global Water Partnership, Plan Bleu.
76. FAO. 2012. *Coping with water scarcity: an action framework for agriculture and food security*. FAO Water Report No. 38. Rome. 96 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i3015e.pdf).
77. Molle, F. 2003. *Development trajectories of river basins: a conceptual framework*. Research Report No. 72. Colombo, IWMI.
78. Mateo-Sagasta, J., Marjani Zadeh, S. & Turrall, H., eds. 2018. *More people, more food, worse water? A global review of water pollution from agriculture*. Rome and Colombo, FAO and IWMI. 221 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/ca0146en/CA0146EN.pdf).
79. Quiñones, R.A., Fuentes, M., Montes, R.M., Soto, D. & León-Muñoz, J. 2019. Environmental issues in Chilean salmon farming: a review. *Reviews in Aquaculture*, 11(2): 375–402.
80. European Environment Agency. 2018. *European waters: assessment of status and pressures 2018*. EEA Report No. 7/2018. Copenhagen.
81. United States Environmental Protection Agency (EPA). 2020. The sources and solutions: agriculture. См.: *Nutrient Pollution* [онлайн]. [По состоянию на 5 августа 2020 года]. www.epa.gov/nutrientpollution/sources-and-solutions-agriculture

82. FAO. 2019. Collecting, analyzing and disseminating data, one country at a time! См.: *FAO Environment Statistics – Livestock manure* [онлайн]. [По состоянию на 5 августа 2020 года]. www.fao.org/economic/ess/environment/data/livestock-manure/en/

83. ФАО. 2020. ФАОСТАТ. См.: ФАО [онлайн]. [По состоянию на 15 августа 2020 года]. <http://www.fao.org/faostat/ru/#home>

84. Srivastava, A., Jangid, N., Srivastava, M. & Rawat, V. 2019. Pesticides as water pollutants. См.: K.A. Wani & Mamta, eds. *Handbook of Research on the Adverse Effects of Pesticide Pollution in Aquatic Ecosystems*, pp. 1–19. Hershey, USA, IGI Global.

85. FAO. 2016. *The FAO Action Plan on Antimicrobial Resistance 2016-2020. Rome*. 23 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i5996e.pdf).

86. FAO. 2018. *Antimicrobial resistance in the environment: summary report of an FAO meeting of experts* [онлайн]. [По состоянию на 5 августа 2020 года]. www.fao.org/3/BU656en/bu656en.pdf

87. Review on Antimicrobial Resistance. 2016. *Tackling drug-resistant infections globally: final report and recommendations*. London.

88. Van Boeckel, T.P., Brower, C., Gilbert, M., Grenfell, B.T., Levin, S.A., Robinson, T.P., Teillant, A. & Laxminarayan, R. 2015. Global trends in antimicrobial use in food animals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(18): 5649–5654.

89. United States Environmental Protection Agency (EPA). 2013. *Literature review of contaminants in livestock and poultry manure and implications for water quality*. EPA Office of Water 820-R-13-002. Washington, DC.

90. FAO & Intergovernmental Technical Panel on Soils (ITPS). 2015. *Status of the world's soil resources: main report*. Rome. 649 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i5199e.pdf).

91. Hanson, B., Grattan, S. & Fulton, A. 2006. *Agricultural salinity and drainage*. Davis, USA, University of California Irrigation Program.

92. Ayers, R.S. & Westcot, D.W. 1985. *Water quality for agriculture*. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 29, rev. 1. Rome, FAO. (также доступно по адресу www.fao.org/3/t0234e/t0234e00.htm).

93. Tanji, K.K. & Kielen, N.C. 2002. *Agricultural drainage water management in arid and semi-arid areas*. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 61. Rome, FAO. 202 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-ap103e.pdf).

94. FAO. 2020. Novel initiative to map salt-affected soils globally. См.: FAO [онлайн]. [По состоянию на 5 августа 2020 года]. www.fao.org/global-soil-partnership/resources/highlights/detail/en/c/1269946/

95. Okorogbona, A.O.M., Denner, F.D.N., Managa, L.R., Khosa, T.B., Maduwa, K., Adebola, P.O., Amoo, S.O., Ngoben, H.M. & Macevele, S. 2018. Water quality impacts on agricultural productivity and environment. См.: E. Lichtfouse, ed. *Sustainable Agriculture Reviews*, pp. 1–35. Sustainable Agriculture Reviews. Cham, Springer International Publishing.

96. Brault, L. & Kirychuk, B. 2001. *Water quality and cattle*. Agriculture and Agri-Food Canada.

97. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 2012. *Water quality and agriculture: meeting the policy challenge*. OECD Studies on Water. Paris.

98. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 2018. *Human acceleration of the nitrogen cycle: managing risks and uncertainty*. Paris.

99. Jansson, M., Andersson, R., Berggren, H. & Leonardson, L. 1994. Wetlands and lakes as nitrogen traps. *Ambio*, 23(6): 320–325.

100. Hey, D.L., Urban, L.S. & Kostel, J.A. 2005. Nutrient farming: the business of environmental management. *Ecological Engineering*, 24(4): 279–287.

101. Mitsch, W.J. & Day, J.W. 2006. Restoration of wetlands in the Mississippi-Ohio-Missouri (MOM) River Basin: experience and needed research. *Ecological Engineering*, 26(1): 55–69.

102. United States Department of Agriculture (USDA). 2006. *Nutrient Management (Ac.)*. No. Code 590. United States Department of Agriculture. (также доступно по адресу www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs143_022228.pdf).

103. FAO. 2018. *Nutrient flows and associated environmental impacts in livestock supply chains: guidelines for assessment*. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 199 p. (также доступно по адресу www.fao.org/3/CA1328EN/ca1328en.pdf).

104. Cui, Z., Zhang, H., Chen, X., Zhang, C., Ma, W., Huang, C., Zhang, W., Mi, G., Miao, Y., Li, X., Gao, Q., Yang, J., Wang, Z., Ye, Y., Guo, S., Lu, J., Huang, J., Lv, S., Sun, Y., Liu, Y., Peng, X., Ren, J., Li, S., Deng, X., Shi, X., Zhang, Q., Yang, Z., Tang, L., Wei, C., Jia, L., Zhang, J., He, M., Tong, Y., Tang, Q., Zhong, X., Liu, Z., Cao, N., Kou, C., Ying, H., Yin, Y., Jiao, X., Zhang, Q., Fan, M., Jiang, R., Zhang, F. & Dou, Z. 2018.

Pursuing sustainable productivity with millions of smallholder farmers. *Nature*, 555(7696): 363–366.

105. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 2017. *Diffuse pollution, degraded waters: emerging policy solutions*. OECD Studies on Water. Paris.

ГЛАВА 3

1. Challinor, A.J., Watson, J., Lobell, D.B., Howden, S.M., Smith, D.R. & Chhetri, N. 2014. A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation. *Nature Climate Change*, 4(4): 287–291.

2. Rosenzweig, C., Elliott, J., Deryng, D., Ruane, A.C., Müller, C., Arneth, A., Boote, K.J., Folberth, C., Glotter, M., Khabarov, N., Neumann, K., Piontek, F., Pugh, T.A.M., Schmid, E., Stehfest, E., Yang, H. & Jones, J.W. 2014. Assessing agricultural risks of climate change in the 21st century in a global gridded crop model intercomparison. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(9): 3268–3273.

3. Stevanović, M., Popp, A., Lotze-Campen, H., Dietrich, J.P., Müller, C., Bonsch, M., Schmitz, C., Bodirsky, B.L., Humpenöder, F. & Weindl, I. 2016. The impact of high-end climate change on agricultural welfare. *Science Advances*, 2(8): e1501452 [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1501452>

4. Rockström, J. & Karlberg, L. 2009. Zooming in on the global hotspots of rainfed agriculture in water-constrained environments. *Rainfed agriculture: unlocking the potential*, pp. 36–43. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture Series No. 7. Wallingford, UK, CAB.

5. Schils, R., Olesen, J.E., Kersebaum, K.-C., Rijk, B., Oberforster, M., Kalyada, V., Khitrykau, M., Gobin, A., Kirchev, H., Manolova, V., Manolov, I., Trnka, M., Hlavinka, P., Palosuo, T., Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L., Lorgeou, J., Marrou, H., Danalatos, N., Archontoulis, S., Fodor, N., Spink, J., Roggero, P.P., Bassu, S., Pulina, A., Seehusen, T., Uhlen, A.K., Żyłowska, K., Nieróbca, A., Kozyra, J., Silva, J.V., Maças, B.M., Coutinho, J., Ion, V., Takáč, J., Mínguez, M.I., Eckersten, H., Levy, L., Herrera, J.M., Hiltbrunner, J., Kryvobok, O., Kryvoshein, O., Sylvester-Bradley, R., Kindred, D., Topp, C.F.E., Boogaard, H., de Groot, H., Lesschen, J.P., van Bussel, L., Wolf, J., Zijlstra, M., van Loon, M.P. & van Ittersum, M.K. 2018. Cereal yield gaps across Europe. *European Journal of Agronomy*, 101: 109–120.

6. Mueller, N.D., Gerber, J.S., Johnston, M., Ray, D.K., Ramankutty, N. & Foley, J.A. 2012. Closing yield gaps through nutrient and water management. *Nature*, 490(7419): 254–257.

7. Antón, J. & Cattaneo, A. 2019. Agricultural risk management and climate change: what role for policy? См.: D. Blandford & K. Hassapoyannes, eds. *Global challenges for future food and agricultural policies*, pp. 281–306. World Scientific Series in Grand Public Policy Challenges of the 21st Century. World Scientific. 440 pp. (также доступно по адресу www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/9789813235403_0015).

8. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 2011. *Managing risk in agriculture: policy assessment and design*. Paris. (также доступно по адресу www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/managing-risk-in-agriculture_9789264116146-en).

9. FAO. 2012. *Coping with water scarcity: an action framework for agriculture and food security*. FAO Water Report No. 38. Rome. 96 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i3015e.pdf).

10. FAO & World Water Council. 2018. *Water accounting for water governance and sustainable development*. Rome and Marseille. 50 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/18868en/18868en.pdf).

11. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. 2007. *Water for food, water for life: a comprehensive assessment of water management in agriculture*. London and Sterling, USA, Earthscan and IWMI.

12. Комитет по всемирной продовольственной безопасности (КВПБ). 2014. *Принципы ответственного инвестирования в агропродовольственные системы*. Рим. 32 стр. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-au866r.pdf).

13. Wichelns, D. 2015. Water productivity and food security: considering more carefully the farm-level perspective. *Food Security*, 7(2): 247–260.

14. Vogel, E., Donat, M.G., Alexander, L.V., Meinshausen, M., Ray, D.K., Karoly, D., Meinshausen, N. & Frieler, K. 2019. The effects of climate extremes on global agricultural yields. *Environmental Research Letters*, 14(5): 054010 [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab154b>

15. van Ittersum, M.K., van Bussel, L.G.J., Wolf, J., Grassini, P., van Wart, J., Guilpart, N., Claessens, L., de Groot, H., Wiebe, K., Mason-D'Croz, D., Yang, H., Boogaard, H., van Oort, P.A.J., van Loon, M.P., Saito, K., Adimo, O., Adjei-Nsiah, S., Agali, A., Bala, A., Chikowo, R., Kaizzi, K., Kouressy, M., Makoi, J.H.J.R., Ouattara, K.,

Tesfaye, K. & Cassman, K.G. 2016. Can sub-Saharan Africa feed itself? *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(52): 14964–14969.

16. Hatibu, H., Oweis, T., Wani, S., Barron, J., Bruggeman, A., Qiang, Z., Farahani, J. & Karlberg, L. 2007. Managing water in rainfed agriculture. См.: D. Molden, ed. *Water for food, water for life: a comprehensive assessment of water management in agriculture*, pp. 315–352. London, IWMI and Earthscan. 48 pp.

17. ФАО. 2020. ФАОСТАТ. См.: ФАО [онлайн]. [По состоянию на 15 августа 2020 года]. <http://www.fao.org/faostat/ru/#home>

18. Eurostat. 2019. Agri-environmental indicator - irrigation. См.: *Statistics explained* [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agri-environmental_indicator_-_irrigation

19. FAO. 2018. *Future of food and agriculture 2018 - alternative pathways to 2050*. Supplemental Material. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 64 p. (также доступно по адресу www.fao.org/3/CA1564EN/CA1564EN.pdf).

20. Barron, J., Tengberg, A., Garg, K., Anantha, K.H., Sreenath, D. & Whitbread, A. 2020. Strengthen resilience in rainfed agricultural systems through agricultural water management: a review on current state and ways ahead. Background paper for *The State of Food and Agriculture 2020. Overcoming water challenges in agriculture*. Uppsala, Sweden, Swedish University of Agricultural Sciences.

21. Rockström, J., Karlberg, L., Wani, S.P., Barron, J., Hatibu, N., Oweis, T., Bruggeman, A., Farahani, J. & Qiang, Z. 2010. Managing water in rainfed agriculture—the need for a paradigm shift. *Agricultural Water Management*, 97(4): 543–550.

22. Ranjan, P., Patle, G.T., Prem, M. & Solanke, K.R. 2017. Organic mulching: a water saving technique to increase the production of fruits and vegetables. *Current Agriculture Research Journal*, 5(3): 371–380.

23. Abouzienna, H.F. & Haggag, W.M. 2016. Weed control in clean agriculture: a review. *Planta Daninha*, 34(2): 377–392.

24. Studer, R. & Liniger, H. 2013. Water harvesting: guidelines to good practice. Bern, Amsterdam, Wageningen and Rome, Centre for Development and Environment (CDE), Rainwater Harvesting Implementation Network (RAIN), MetaMeta, International Fund for Agricultural Development (IFAD).

25. ФАО и Издательство «Весь мир». 2012. *Состояние мировых земельных и водных ресурсов для производства продовольствия и*

ведения сельского хозяйства. Управление системами, находящимися под угрозой. ФАО (Рим) и Издательство «Весь мир» (Москва). 310 стр. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i1688r.pdf).

26. Bouma, J.A., Hegde, S.S. & Lasage, R. 2016. Assessing the returns to water harvesting: a meta-analysis. *Agricultural Water Management*, 163: 100–109.

27. FAO. 2000. Small ponds make a big difference: integrating fish with crop and livestock farming. Rome. (также доступно по адресу www.fao.org/3/x7156e/x7156e00.htm#TopOfPage).

28. FAO. 2001. *Integrated agriculture-aquaculture: a primer*. FAO Fisheries Technical Paper No. 407. Rome. 149 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/y1187e/y1187e00.htm#TopOfPage).

29. Shrestha, M.K. & Pant, J., eds. 2012. *Small-scale Aquaculture for Rural Livelihoods: Proceedings of The National Symposium on Small-scale Aquaculture for Increasing Resilience of Rural Livelihoods in Nepal*. Chitwan, Nepal and Penang, Malaysia, Institute of Agriculture and Animal Science, Tribhuvan University, Rampur and WorldFish Center.

30. Teka, K. 2018. Household level rainwater harvesting in the drylands of northern Ethiopia: its role for food and nutrition security. AgriFoSe2030 Report No 11. Mekelle, Ethiopia, Agriculture for Food Security 2030.

31. Moges, G., Hengsdijk, H. & Jansen, H.C. 2011. Review and quantitative assessment of ex situ household rainwater harvesting systems in Ethiopia. *Agricultural Water Management*, 98(8): 1215–1227.

32. FAO. 2018. *One million cisterns for the Sahel initiative*. Rome. 2 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/ca0882en/ca0882en.pdf).

33. Molden, D., Oweis, T., Steduto, P., Bindraban, P., Hanjra, M.A. & Kijne, J. 2010. Improving agricultural water productivity: between optimism and caution. *Agricultural Water Management*, 97(4): 528–535.

34. Wisser, D., Frolking, S., Douglas, E.M., Fekete, B.M., Schumann, A.H. & Vörösmarty, C.J. 2010. The significance of local water resources captured in small reservoirs for crop production – a global-scale analysis. *Journal of Hydrology*, 384(3–4): 264–275.

35. Oweis, T. 1997. *Supplemental irrigation: a highly efficient water-use practice*. Aleppo, Syrian Arab Republic, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas.

36. Giordano, M., De Fraiture, C., Weight, E. & van der Bliek, J. 2012. *Water for wealth and food security: supporting farmer-driven investments in*

БИБЛИОГРАФИЯ

agricultural water management. Synthesis report of the AgWater Solutions Project. Colombo, IWMI.

37. Kahinda, J.M., Rockström, J., Taigbenu, A.E. & Dimes, J. 2007.

Rainwater harvesting to enhance water productivity of rainfed agriculture in the semi-arid Zimbabwe. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 32(15–18): 1068–1073.

38. Rost, S., Gerten, D., Hoff, H., Lucht, W., Falkenmark, M. &

Rockström, J. 2009. Global potential to increase crop production through water management in rainfed agriculture. *Environmental Research Letters*, 4(4): 044002 [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/4/4/044002>

39. Jägermeyr, J., Gerten, D., Schaphoff, S., Heinke, J., Lucht, W.

& Rockström, J. 2016. Integrated crop water management might sustainably halve the global food gap. *Environmental Research Letters*, 11(2): 025002 [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/11/2/025002>

40. Magombeyi, M.S., Taigbenu, A.E. & Barron, J. 2018. Effectiveness of agricultural water management technologies on rainfed cereals crop yield and runoff in semi-arid catchment: a meta-analysis. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 16(4–5): 418–441.

41. Abera, W., Tamene, L., Tibebe, D., Adimassu, Z., Kassa, H., Hailu, H., Mekonnen, K., Desta, G., Sommer, R. & Verchot, L. 2020. Characterizing and evaluating the impacts of national land restoration initiatives on ecosystem services in Ethiopia. *Land Degradation & Development*, 31(1): 37–52.

42. Piemontese, L., Castelli, G., Fetzer, I., Barron, J., Liniger, H., Harari, N., Bresci, E. & Jaramillo, F. 2020. Estimating the global potential of water harvesting from successful case studies. *Global Environmental Change*, 63: 102121 [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959378020307044>

43. Adimassu, Z., Langan, S. & Barron, J. 2018. Highlights of soil and water conservation investments in four regions of Ethiopia. Colombo, IWMI.

44. FAO. 2018. *Future of food and agriculture 2018 – alternative pathways to 2050*. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 244 p. (также доступно по адресу www.fao.org/3/18429EN/18429en.pdf).

45. Mekonnen, M.M. & Hoekstra, A.Y. 2011. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15(5): 1577–1600.

46. FAO, МФСР, ЮНИСЕФ, ВПП и ВОЗ. 2019. *Положение дел в области продовольственной безопасности и питания в мире – 2019. Меры защиты от замедления роста экономики и экономических спадов*. Рим, FAO. Лицензия: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 234 pp p. (также доступно по адресу www.fao.org/3/ca5162ru/ca5162ru.pdf).

47. Zwart, S.J. & Bastiaanssen, W.G.M. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. *Agricultural Water Management*, 69(2): 115–133.

48. Sadras, V., Grassini, P. & Steduto, P. 2012. *Status of water use efficiency of main crops. The state of the world's land and water resources*. SOLAW Background Thematic Report No. 7. Rome, FAO. 45 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/fileadmin/templates/solaw/files/thematic_reports/TR_07_web.pdf).

49. Hatfield, J.L., Sauer, T.J. & Prueger, J.H. 2001. Managing soils to achieve greater water use efficiency: a review. *Agronomy Journal*, 93(2): 271–280.

50. Mekonnen, M.M. & Neale, C.M.U. 2020. Closing the water productivity gaps of crop and livestock products: a global analysis. Background paper for *The State of Food and Agriculture 2020. Overcoming water challenges in agriculture*. Lincoln, USA, Robert B. Daugherty Water for Food Global Institute, University of Nebraska-Lincoln.

51. Pradhan, P., Fischer, G., van Velthuisen, H., Reusser, D.E. & Kropp, J.P. 2015. Closing yield gaps: how sustainable can we be? *PLOS ONE*, 10(6): e0129487 [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0129487>

52. European Environment Agency. 2017. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016: an indicator-based report. EEA Report No. 1 Copenhagen.

53. Amosson, S., Almas, L., Girase, J., Kenny, N., Guerrero, B., Vimlesh, K. & Marek, T. 2011. Economics of irrigation systems. College Station, USA, Texas A&M AgriLIFE Extension Service.

54. Bjerneberg, D.L. 2013. *Irrigation: methods. Reference Modules in Earth Systems and Environmental Sciences* [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. <https://eprints.nwisrlars.usda.gov/1568/1/1524.pdf>

55. Osewe, M., Liu, A. & Njagi, T. 2020. Farmer-led irrigation and its impacts on smallholder farmers' crop income: evidence from southern Tanzania. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(5): 1512.

- 56. Burney, J.A., Naylor, R.L. & Postel, S.L.** 2013. The case for distributed irrigation as a development priority in sub-Saharan Africa. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(31): 12513–12517.
- 57. van Koppen, B.C.P., Namara, R. & Safilios-Rothschild, C.** 2005. Reducing poverty through investments in agricultural water management: poverty and gender issues and synthesis of sub-Saharan Africa case study reports. IWMI Working Paper No. 101. Colombo, IWMI.
- 58. You, L., Ringler, C., Wood-Sichra, U., Robertson, R., Wood, S., Zhu, T., Nelson, G., Guo, Z. & Sun, Y.** 2011. What is the irrigation potential for Africa? A combined biophysical and socioeconomic approach. *Food Policy*, 36(6): 770–782.
- 59. Tatalovic, M.** 2009. Irrigation reform needed in Asia. См.: *Nature* [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. <https://doi.org/10.1038/news.2009.826>
- 60. Facon, T.** 2012. Forty years of irrigation and drainage system performance. Paper presented at Asian Irrigation Forum, 11 April 2012, Manila.
- 61. FAO.** 1989. *Guidelines for designing and evaluating surface irrigation systems*. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 45. Rome. (также доступно по адресу www.fao.org/3/T0231E/T0231E00.htm).
- 62. Brouwer, C., Prins, K., Kay, M. & Heibloem, M.** 1988. Irrigation methods. Irrigation Water Management Training Manual No. 9. Rome, FAO. (также доступно по адресу www.fao.org/tempref/agl/AGLW/fwm/Manual5.pdf).
- 63. Goyal, M.R., Panigrahi, B. & Panda, S.N., eds.** 2017. *Micro irrigation scheduling and practices*. Innovations and Challenges in Micro Irrigation. Oakville, Canada, Apple Academic Press.
- 64. Reich, D., Godin, R., Chávez, J.L. & Broner, I.** 2014. Subsurface drip irrigation (SDI). Crop Series | Irrigation Fact Sheet 4.716. Fort Collins, USA, Colorado State University.
- 65. FAO.** 2011. *Сохранить и приумножить. Руководство для политиков по устойчивой интенсификации растениеводства в мелких хозяйствах*. Рим. 102 стр. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i2215r.pdf).
- 66. FAO.** 2017. *Does improved irrigation technology save water? A review of the evidence*. Cairo. 54 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/I7090EN/i7090en.pdf).
- 67. Geerts, S. & Raes, D.** 2009. Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. *Agricultural Water Management*, 96(9): 1275–1284.
- 68. Fereres, E. & Soriano, M.A.** 2006. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany*, 58(2): 147–159.
- 69. World Bank.** 2010. *World Development Report 2010. Development and climate change*. Washington, DC.
- 70. Perry, C., Steduto, P., Allen, R.G. & Burt, C.M.** 2009. Increasing productivity in irrigated agriculture: agronomic constraints and hydrological realities. *Agricultural Water Management*, 96(11): 1517–1524.
- 71. Fernández García, I., Rodríguez Díaz, J.A., Camacho Poyato, E., Montesinos, P. & Berbel, J.** 2014. Effects of modernization and medium term perspectives on water and energy use in irrigation districts. *Agricultural Systems*, 131: 56–63.
- 72. Berbel, J., Gutiérrez-Martín, C., Rodríguez-Díaz, J.A., Camacho, E. & Montesinos, P.** 2015. Literature review on rebound effect of water saving measures and analysis of a Spanish case study. *Water Resources Management*, 29(3): 663–678.
- 73. Díaz, J.A.R., Urrestarazu, L.P., Poyato, E.C. & Montesinos, P.** 2012. Modernizing water distribution networks: lessons from the Bembézar MD Irrigation District, Spain. *Outlook on Agriculture*, 41(4): 229–236.
- 74. Giordano, M., Turrall, H., Scheierling, S.M., Tréguer, D.O. & McCornick, P.G.** 2017. Beyond 'more crop per drop': evolving thinking on agricultural water productivity. IWMI Research Report No. 169. Colombo, IWMI.
- 75. Jägermeyr, J., Pastor, A., Biemans, H. & Gerten, D.** 2017. Reconciling irrigated food production with environmental flows for Sustainable Development Goals implementation. *Nature Communications*, 8(1): 15900.
- 76. Grafton, R.Q., Williams, J., Perry, C.J., Molle, F., Ringler, C., Steduto, P., Udall, B., Wheeler, S.A., Wang, Y., Garrick, D. & Allen, R.G.** 2018. The paradox of irrigation efficiency. *Science*, 361(6404): 748–750.
- 77. Umair, M., Hussain, T., Jiang, H., Ahmad, A., Yao, J., Qi, Y., Zhang, Y., Min, L. & Shen, Y.** 2019. Water-saving potential of subsurface drip irrigation for winter wheat. *Sustainability*, 11(10): 2978.
- 78. Parthasarathi, T., Vanitha, K., Mohandass, S. & Vered, E.** 2018. Evaluation of drip irrigation system for water productivity and yield of rice. *Agronomy Journal*, 110(6): 2378–2389.

БИБЛИОГРАФИЯ

79. Pawar, N., Bishnoi, D.K., Singh, M. & Dhillon, A. 2015. Comparative economic analysis of drip irrigation vis-à-vis flood irrigation system on productivity of Bt. cotton in Haryana. *Agricultural Science Digest - A Research Journal*, 35(4): 300–303.
80. Ayars, J.E., Phene, C.J., Hutmacher, R.B., Davis, K.R., Schoneman, R.A., Vail, S.S. & Mead, R.M. 1999. Subsurface drip irrigation of row crops: a review of 15 years of research at the Water Management Research Laboratory. *Agricultural Water Management*, 42(1): 1–27.
81. Hanson, B. & May, D. 2004. Effect of subsurface drip irrigation on processing tomato yield, water table depth, soil salinity, and profitability. *Agricultural Water Management*, 68(1): 1–17.
82. Luhach, M.S., Khatkar, R.K., Singh, V.K. & Khatry, R.S. 2004. Economic analysis of sprinkler and drip irrigation technology in Haryana. *Agricultural Economics Research Review*, 17: 107–113.
83. de Wit, C.T. 1992. Resource use efficiency in agriculture. *Agricultural Systems*, 40(1–3): 125–151.
84. Sadras, V.O. 2004. Yield and water-use efficiency of water- and nitrogen-stressed wheat crops increase with degree of co-limitation. *European Journal of Agronomy*, 21(4): 455–464.
85. Fereres, E., Orgaz, F., Gonzalez-Dugo, V., Testi, L. & Villalobos, F.J. 2014. Balancing crop yield and water productivity tradeoffs in herbaceous and woody crops. *Functional Plant Biology*, 41(11): 1009.
86. Passioura, J.B. & Angus, J.F. 2010. Improving productivity of crops in water-limited environments. *Advances in Agronomy*, 106: 37–75.
87. Ritchie, J.T. & Basso, B. 2008. Water use efficiency is not constant when crop water supply is adequate or fixed: the role of agronomic management. *European Journal of Agronomy*, 28(3): 273–281.
88. Sadras, V.O. & Angus, J.F. 2006. Benchmarking water-use efficiency of rainfed wheat in dry environments. *Australian Journal of Agricultural Research*, 57(8): 847.
89. Grassini, P., Yang, H., Irmak, S., Thorburn, J., Burr, C. & Cassman, K.G. 2011. High-yield irrigated maize in the western US corn belt: II. Irrigation management and crop water productivity. *Field Crops Research*, 120(1): 133–141.
90. Barbieri, P., Echarte, L., Della Maggiora, A., Sadras, V.O., Echeverria, H. & Andrade, F.H. 2012. Maize evapotranspiration and water-use efficiency in response to row spacing. *Agronomy Journal*, 104(4): 939–944.
91. Van Dam, J.C., Singh, R., Bessembinder, J.J.E., Leffelaar, P.A., Bastiaanssen, W.G.M., Jhorar, R.K., Kroes, J.G. & Droogers, P. 2006. Assessing options to increase water productivity in irrigated river basins using remote sensing and modelling tools. *International Journal of Water Resources Development*, 22(1): 115–133.
92. ФАО. 2020. Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие. См.: ФАО [онлайн]. [По состоянию на 1 августа 2020 года]. www.fao.org/conservation-agriculture/ru/
93. Kassam, A., Friedrich, T. & Derpsch, R. 2019. Global spread of conservation agriculture. *International Journal of Environmental Studies*, 76(1): 29–51.
94. Li, H., He, J., Bharucha, Z.P., Lal, R. & Pretty, J. 2016. Improving China's food and environmental security with conservation agriculture. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 14(4): 377–391.
95. Sapkota, T.B., Jat, M.L., Aryal, J.P., Jat, R.K. & Khatri-Chhetri, A. 2015. Climate change adaptation, greenhouse gas mitigation and economic profitability of conservation agriculture: some examples from cereal systems of Indo-Gangetic Plains. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(8): 1524–1533.
96. Lampurlanés, J., Plaza-Bonilla, D., Álvaro-Fuentes, J. & Cantero-Martínez, C. 2016. Long-term analysis of soil water conservation and crop yield under different tillage systems in Mediterranean rainfed conditions. *Field Crops Research*, 189: 59–67.
97. Bottinelli, N., Angers, D.A., Hallaire, V., Michot, D., Le Guillou, C., Cluzeau, D., Heddad, D. & Menasseri-Aubry, S. 2017. Tillage and fertilization practices affect soil aggregate stability in a humic cambisol of northwest France. *Soil and Tillage Research*, 170: 14–17.
98. Shao, Y., Xie, Y., Wang, C., Yue, J., Yao, Y., Li, X., Liu, W., Zhu, Y. & Guo, T. 2016. Effects of different soil conservation tillage approaches on soil nutrients, water use and wheat-maize yield in rainfed dry-land regions of North China. *European Journal of Agronomy*, 81: 37–45.
99. Peiretti, R. & Dumanski, J. 2014. The transformation of agriculture in Argentina through soil conservation. *International Soil and Water Conservation Research*, 2(1): 14–20.
100. Yang, Y., Ding, J., Zhang, Y., Wu, J., Zhang, J., Pan, X., Gao, C., Wang, Y. & He, F. 2018. Effects of tillage and mulching measures on soil

moisture and temperature, photosynthetic characteristics and yield of winter wheat. *Agricultural Water Management*, 201: 299–308.

101. FAO. 2010. *An international consultation on integrated crop-livestock systems for development: the way forward for sustainable production intensification*. Integrated Crop Management. Vol. 13. Rome. 75 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/images/iclisd/documents/crop_livestock_proceedings.pdf).

102. Pittelkow, C.M., Liang, X., Linquist, B.A., van Groenigen, K.J., Lee, J., Lundy, M.E., van Gestel, N., Six, J., Venterea, R.T. & van Kessel, C. 2015. Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture. *Nature*, 517(7534): 365–368.

103. Duncan, A.J., Bachewe, F., Mekonnen, K., Valbuena, D., Rachier, G., Lule, D., Bahta, M. & Erenstein, O. 2016. Crop residue allocation to livestock feed, soil improvement and other uses along a productivity gradient in Eastern Africa. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 228: 101–110.

104. Valbuena, D., Erenstein, O., Homann-Kee Tui, S., Abdoulaye, T., Claessens, L., Duncan, A.J., Gérard, B., Rufino, M.C., Teufel, N., van Rooyen, A. & van Wijk, M.T. 2012. Conservation agriculture in mixed crop–livestock systems: scoping crop residue trade-offs in sub-Saharan Africa and South Asia. *Field Crops Research*, 132: 175–184.

105. Erenstein, O. 2011. Cropping systems and crop residue management in the Trans-Gangetic Plains: issues and challenges for conservation agriculture from village surveys. *Agricultural Systems*, 104(1): 54–62.

106. Giller, K.E., Andersson, J.A., Corbeels, M., Kirkegaard, J., Mortensen, D., Erenstein, O. & Vanlauwe, B. 2015. Beyond conservation agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 6: 10 [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00870>

107. FAO. 2012. *Conservation agriculture for climate change mitigation. Highlights from the learning event, September 2012* [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. www.fao.org/climatechange/35145-01475a57da304df922b9ea292fdcd29fa.pdf

108. Batchelor, C. & Schnetzer, J. 2018. *Compendium on climate-smart irrigation: concepts, evidence and options for a climate-smart approach to improving the performance of irrigated cropping systems*. Rome, Global Alliance for Climate-Smart Agriculture (GACSA).

109. Rosegrant, M. 2020. Water management for sustainable irrigated and rainfed agriculture: opportunities, challenges, impacts and the way forward. Background paper for *The State of Food and Agriculture 2020. Overcoming water challenges in agriculture*. Washington, DC.

110. Lemoalle, J. 2008. Water productivity of aquatic systems. Final report for the project: Improved Fisheries Productivity and Management in Tropical Reservoirs. Penang, Malaysia, Challenge Program on Water and Food and WorldFish Center.

111. Mekonnen, M.M. & Hoekstra, A.Y. 2012. A global assessment of the water footprint of farm animal products. *Ecosystems*, 15(3): 401–415.

112. ФАО. 2020. ФАОСТАТ. См.: ФАО [онлайн]. [По состоянию на 15 августа 2020 года]. <http://www.fao.org/faostat/ru/#home>

113. United States Department of Agriculture (USDA). 2020. Nutrient Data Laboratory. См.: *USDA National Agricultural Library - Food and Nutrition Information Center* [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. www.nal.usda.gov/fnic/usda-nutrient-data-laboratory

114. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2019. Summary for policymakers. См.: P. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H. Pörtner, D. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi & J. Malley, eds. *Climate change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*, pp. 1–36. Geneva.

115. FAO. 2019. *Water use in livestock production systems and supply chains – guidelines for assessment (Version 1)*. Rome, Livestock Environmental Assessment and Performance (LEAP) Partnership. 126 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/ca5685en/ca5685en.pdf).

116. FAO. 2016. *Climate change and food security: risks and responses*. Rome. 106 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i5188e.pdf).

117. Livestock Emergency Guidelines. 2014. *Livestock Emergency Guidelines and Standards (LEGS)*. Second edition. Rugby, UK, Practical Action Publishing.

118. FAO. 2006. *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. Rome. 414 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-a0701e.pdf).

119. Descheemaeker, K., Amede, T. & Haileslassie, A. 2010. Improving water productivity in mixed crop–livestock farming systems of sub-Saharan Africa. *Agricultural Water Management*, 97(5): 579–586.

БИБЛИОГРАФИЯ

- 120. Palhares, J.C.P.** 2014. Pegada hídrica de suínos e o impacto de estratégias nutricionais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18(5): 533–538.
- 121. Krauß, M., Kraatz, S., Drastig, K. & Prochnow, A.** 2015. The influence of dairy management strategies on water productivity of milk production. *Agricultural Water Management*, 147: 175–186.
- 122. Haileslassie, A., Peden, D., Gebreselassie, S., Amede, T. & Descheemaeker, K.** 2009. Livestock water productivity in mixed crop–livestock farming systems of the Blue Nile Basin: assessing variability and prospects for improvement. *Agricultural Systems*, 102(1–3): 33–40.
- 123. Intergovernmental Science–Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES).** 2019. *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science–Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Bonn, Germany, IPBES Secretariat.
- 124. Rao, M.S., Batchelor, C.H., James, A.J., Nagaraja, R., Seeley, J. & Butterworth, J.A.** 2003. *Andhra Pradesh rural livelihoods programme water audit report*. Hyderabad, India, APRLP.
- 125. Garg, K.K., Karlberg, L., Barron, J., Wani, S.P. & Rockstrom, J.** 2012. Assessing impacts of agricultural water interventions in the Kothapally watershed, Southern India. *Hydrological Processes*, 26(3): 387–404.
- 126. Glendenning, C.J., van Ogtrop, F.F., Mishra, A.K. & Vervoort, R.W.** 2012. Balancing watershed and local scale impacts of rain water harvesting in India—a review. *Agricultural Water Management*, 107: 1–13.
- 127. Searchinger, T., Adhya, T., Linqvist, B., Wassmann, R. & Yan, X.** 2014. *Wetting and drying: reducing greenhouse gas emissions and saving water from rice production*. Creating a Sustainable Food Future Installment No. 8. Washington, DC, World Resources Institute.
- 128. Meijide, A., Gruening, C., Goded, I., Seufert, G. & Cescatti, A.** 2017. Water management reduces greenhouse gas emissions in a Mediterranean rice paddy field. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 238: 168–178.
- 129. United Nations World Water Assessment Programme (WWAP) & UN-Water.** 2018. *The United Nations World Water Development Report 2018. Nature-based solutions for water*. Paris, UNESCO.
- 130. FAO.** 2008. *Forests and Water*. FAO Forestry Paper No.155. Rome. (также доступно по адресу www.fao.org/3/i0410e/i0410e.pdf).
- 131. FAO.** 2018. *Unasylva: forests and sustainable cities*. Rome. 84 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/l8707EN/l8707en.pdf).
- 132. Boonsong, K., Piyatiratitivorakul, S. & Patanaponpaiboon, P.** 2003. Potential use of mangrove plantation as constructed wetland for municipal wastewater treatment. *Water Science and Technology*, 48(5): 257–266.
- 133. Spalding, M., McIvor, A., Tonneijck, T., Tol, S. & van Eijk, P.** 2014. *Mangroves for coastal defence. Guidelines for coastal managers & policy makers*. Wetlands International and The Nature Conservancy.
- 134. Ouyang, X. & Guo, F.** 2016. Paradigms of mangroves in treatment of anthropogenic wastewater pollution. *Science of The Total Environment*, 544: 971–979.
- 135. Berry, P., Yassin, F., Belcher, K. & Lindenschmidt, K.-E.** 2017. An economic assessment of local farm multi-purpose surface water retention systems under future climate uncertainty. *Sustainability*, 9(3): 456.
- 136. United Nations Environment Programme (UNEP) & Caribbean Environment Programme [CEP].** 1994. *Guidelines for sediment control practices in the Insular Caribbean*. CEP Technical Report No. 32. Kingston, UNEP & CEP.
- 137. Joshi, P.K., Jha, A.K., Wani, S.P., Sreedevi, T.K. & Shaheen, F.A.** 2008. *Impact of watershed program and conditions for success: a meta-analysis approach*. Global Theme on Agroecosystems Report No. 46. Patancheru, India, ICRISAT. 24 pp.
- 138. Liu, Y., Engel, B.A., Flanagan, D.C., Gitau, M.W., McMillan, S.K. & Chaubey, I.** 2017. A review on effectiveness of best management practices in improving hydrology and water quality: needs and opportunities. *Science of The Total Environment*, 601–602: 580–593.
- 139. Myint, M.M. & Westerberg, V.** 2015. *An economic valuation of a large-scale rangeland restoration project through the Hima system in Jordan*. Nairobi, International Union for Conservation of Nature.
- 140. Ran, L., Lu, X. & Xu, J.** 2013. Effects of vegetation restoration on soil conservation and sediment loads in China: a critical review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 43(13): 1384–1415.
- 141. Senkondo, W., Tumbo, M. & Lyon, S.** 2018. On the evolution of hydrological modelling for water resources in Eastern Africa. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 13(028): 1–26.

- 142. Xie, H. & Ringler, C.** 2017. Agricultural nutrient loadings to the freshwater environment: the role of climate change and socioeconomic change. *Environmental Research Letters*, 12(10): 104008 [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aa8148>
- 143. Gregory, R., Funge-Smith, S.J. & Baumgartner, L.** 2018. *An ecosystem approach to promote the integration and coexistence of fisheries within irrigation systems*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1169. Rome, FAO. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 62 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/CA2675EN/ca2675en.pdf).
- 144. FAO.** 2020. AQUASTAT. См.: FAO [онлайн]. [По состоянию на 15 августа 2020 года]. www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=en
- 145. United Nations World Water Assessment Programme (WWAP).** 2017. *The United Nations World Water Development Report 2017. Wastewater: the untapped resource*. Paris, UNESCO.
- 146. International Desalination Association (IDA).** 2019. *IDA Water Security Handbook 2019–2020*. Topsfield, USA.
- 147. FAO.** 2013. *Reutilización del agua en la agricultura: ¿Beneficios para todos?* Informe sobre Temas Hídricos No. 35. Rome. 142 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i1629s.pdf).
- 148. Jaramillo, M.F. & Restrepo, I.** 2017. Wastewater reuse in agriculture: a review about its limitations and benefits. *Sustainability*, 9(10): 1734.
- 149. ESPON, Interact, Interreg Europe & URBACT.** 2016. *Pathways to a circular economy in cities and regions: a policy brief addressed to policy makers from European cities and regions*. Lille, France.
- 150. Neczaj, E. & Grosser, A.** 2018. Circular economy in wastewater treatment plant – challenges and barriers. *Proceedings*, 2(11): 614.
- 151. European Statistical Office.** 2019. Sewage sludge production and disposal. См.: EUROSTAT [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года].
- 152. FAO.** 2019. *International Symposium on the Use of Nonconventional Waters for Achieving Food Security* [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. www.fao.org/3/ca7124en/ca7124en.pdf
- 153. Kumar, M., Culp, T. & Shen, Y.** 2017. Water desalination history, advances, and challenges. *Frontiers of Engineering: Reports on Leading-Edge Engineering from the 2016 Symposium*. pp. 55–68. Washington, DC, National Academies Press.
- 154. Voutchkov, N., Kaiser, G., Stover, R., Lienhart, J. & Awerbuch, L.** 2019. *Sustainable management of desalination plant concentrate*. Desalination industry position paper. Topsfield, USA, Energy and Environment Committee of the International Desalination Association (IDA).
- 155. Jones, E., Qadir, M., van Vliet, M.T.H., Smakhtin, V. & Kang, S.** 2019. The state of desalination and brine production: a global outlook. *Science of The Total Environment*, 657: 1343–1356.
- 156. Martínez Beltrán, J. & Koo-Oshima, S.** 2006. *Water desalination for agricultural applications. Proceedings of the FAO expert consultation on water desalination for agricultural applications, 26–27 April 2004, Rome*. Land and Water Discussion Paper No. 5. Rome, FAO. 55 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-a0494e.pdf).
- 157. Morillo, J., Usero, J., Rosado, D., El Bakouri, H., Riaza, A. & Bernaola, F.-J.** 2014. Comparative study of brine management technologies for desalination plants. *Desalination*, 336: 32–49.
- 158. Ward, C. & Debele, B.** 2019. *The role of desalination in an increasingly water-scarce world*. Technical Paper. Washington, DC, World Bank. (также доступно по адресу <http://documents.worldbank.org/curated/en/476041552622967264/The-Role-of-Desalination-in-an-Increasingly-Water-Scarce-World-Technical-Paper>).
- 159. Wittholz, M.K., O'Neill, B.K., Colby, C.B. & Lewis, D.** 2008. Estimating the cost of desalination plants using a cost database. *Desalination*, 229(1–3): 10–20.
- 160. Ghaffour, N., Missimer, T.M. & Amy, G.L.** 2013. Technical review and evaluation of the economics of water desalination: current and future challenges for better water supply sustainability. *Desalination*, 309: 197–207.
- 161. Yermiyahu, U., Tal, A., Ben-Gal, A., Bar-Tal, A., Tarchitzky, J. & Lahav, O.** 2007. Rethinking desalinated water quality and agriculture. *Science*, 318(5852): 920–921.
- 162. Dévora-Isiordia, G.E., Martínez-Macías, M. del R., Correa-Murrieta, M.A., Álvarez-Sánchez, J. & Fimbres-Weihs, G.A.** 2018. Using desalination to improve agricultural yields: success cases in Mexico. См.: M. Eyvaz & E. Yüksel, eds. *Desalination and Water Treatment*, pp. 3–16. См.: Tech.
- 163. World Bank.** 2017. *ICT in agriculture: connecting smallholders to knowledge, networks, and institutions*. Washington, DC, World Bank Group.

БИБЛИОГРАФИЯ

- 164. National Research Council.** 1997. *Precision agriculture in the 21st century: geospatial and information technologies in crop management*. Washington, DC, National Academies Press.
- 165. Dargie, W. & Zimmerling, M.** 2007. Wireless sensor networks in the context of developing countries. Paper presented at the 3rd IFIP World Information Technology Forum. Addis Ababa.
- 166. AKVA Group.** 2019. Feed systems: Akvasmart CCS matches fish appetite. См.: *AKVA Group* [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. www.akvagroup.com/pen-based-aquaculture/feed-systems
- 167. FAO.** 2019. WaPOR, remote sensing for water productivity. См.: *FAO* [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. <https://wapor.apps.fao.org/home/1>
- 168. Digital Green.** 2020. India. См.: *Digital Green* [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. www.digitalgreen.org/india/
- 169. FAO.** 2019. *Using remote sensing in support of solutions to reduce agricultural water productivity gaps* [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. www.fao.org/3/ca5372en/ca5372en.pdf
- 170. FAO.** 2019. WaPOR: Gross Biomass Water Productivity 2019. Rome.
- 171. FAO.** 2017. *FAO Aquaculture Newsletter*. No. 56. Rome. 66 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i7171e.pdf).
- 172. FAO. 2019.** *FAO yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2017 / FAO annuaire. Statistiques des pêches et de l'aquaculture 2017 / FAO anuario. Estadísticas de pesca y acuicultura 2017*. Rome. 109 pp. (также доступно по адресу available at www.fao.org/3/ca5495t/CA5495T.pdf).
- 173. ФАО.** 2018. *Состояние мирового рыболовства и аквакультуры – 2018. Достижение целей устойчивого развития*. Рим. Лицензия: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 244 p. (также доступно по адресу www.fao.org/3/i9540ru/i9540ru.pdf).
- 174. Bregnballe, J.** 2015. *A guide to recirculation aquaculture: an introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish farming systems*. Rome and Copenhagen, FAO and EUROFISH International Organisation. 95 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i4626e.pdf).
- 175. Corner, R., Fersey, H. & Crespi, V.** 2020. *Integrated agri-aquaculture in desert and arid lands: learning from case studies from Algeria, Egypt and Oman*. Fisheries and Aquaculture Circular No. 1195. Cairo, FAO. 163 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/ca8610en/CA8610EN.pdf).
- 176. Chopin, T. & Robinson, S.** 2004. Defining the appropriate regulatory and policy framework for the development of integrated multi-trophic aquaculture practices: introduction to the workshop and positioning of the issues. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada*, 104(3): 4–10.
- 177. Lin, Y.-F., Jing, S.-R., Lee, D.-Y. & Wang, T.-W.** 2002. Nutrient removal from aquaculture wastewater using a constructed wetlands system. *Aquaculture*, 209(1–4): 169–184.
- 178. FAO.** 2016. *Report of the FAO technical workshop on advancing aquaponics: an efficient use of limited resources, Osimo, Italy, 27-30 October 2015*. FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 1132. Rome. 66 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i5337e.pdf).
- 179. FAO.** 2014. *Small-scale aquaponic food production: integrated fish and plant farming*. Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 589. Rome. 262 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i4021e.pdf).
- 180. Soliman, N.F.** 2017. *Aquaculture in Egypt under changing climate: challenges and opportunities*. Working Paper No. 4. Alexandria, Egypt, Alexandria Research Center for Adaptation to Climate Change (ARCA). (также доступно по адресу <http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.2.18235.21284>).
- 181. FAO.** 2015. *Mapping the vulnerability of mountain peoples to food insecurity*. Rome. 77 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i5175e.pdf).
- 182. Sumner, M. & Naidu, R., eds.** 1998. Sodic soils: distribution, properties, management, and environmental consequences. *Sodic Soils, The World Scene*, pp. 19–34. Oxford University Press.
- 183. Yao, Z., Lai, Q., Hao, Z., Chen, L., Lin, T., Zhou, K. & Wang, H.** 2015. Carbonic anhydrase 2-like and Na⁺-K⁺-ATPase α gene expression in medaka (*Oryzias latipes*) under carbonate alkalinity stress. *Fish Physiology and Biochemistry*, 41(6): 1491–1500.
- 184. FAO.** 2020. Management of salt affected soils. См.: *FAO* [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. www.fao.org/soils-portal/soil-management/management-of-some-problem-soils/salt-affected-soils/en/
- 185. Allan, G.L., Fielder, D.S., Fitzsimmons, K.M., Applebaum, S.L. & Raizada, S.** 2009. Inland saline aquaculture. *New Technologies in Aquaculture*, pp. 1119–1147. Elsevier. (также доступно по адресу <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781845693848500361>).

186. FAO. 1996. *Manual on the production and use of live food for aquaculture*. FAO Fisheries Technical Paper No. 361. Rome. 295 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-w3732e.pdf).

187. Love, D.C., Fry, J.P., Genello, L., Hill, E.S., Frederick, J.A., Li, X. & Semmens, K. 2014. An international survey of aquaponics practitioners. *PLoS ONE*, 9(7): e102662 [онлайн]. [По состоянию на 22 мая 2020 года]. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102662>

188. FAO. 2019. *Report of the special session on advancing integrated agriculture-aquaculture through agroecology: Montpellier, 25 August 2018*. FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 1286. Rome. 262 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/ca7209en/ca7209en.pdf).

189. FAO. 2017. *WASAG: The global framework on water scarcity in agriculture* [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. www.fao.org/3/a-i5604e.pdf

190. Halwart, M. & van Dam, A.A. 2006. *Integrated irrigation and aquaculture in West Africa: concepts, practices and potential*. Rome, FAO. 181 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a0444e/A0444E.pdf).

191. Halwart, M. & Gupta, M.V. 2004. *Culture of fish in rice fields*. Rome and Penang, Malaysia, FAO and WorldFish Center. 83 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-a0823e.pdf).

192. FAO. 2020. *FAO Aquaculture Newsletter*. No. 61. Rome. 68 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/ca8302en/CA8302EN.pdf).

193. FAO. 2005. Rice fish culture, China. См.: FAO [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. www.fao.org/gjahs/gjahsaroundtheworld/designated-sites/asia-and-the-pacific/rice-fish-culture/en/

194. Jones, R. 2017. *Aquaculture could feed the world and protect the planet - if we get it right* [онлайн]. www.weforum.org/agenda/2017/10/how-aquaculture-can-feed-the-world-and-save-the-planet-at-the-same-time/

ГЛАВА 4

1. Группа экспертов высокого уровня по вопросам продовольственной безопасности и питания (ГЭВУ). 2015. *Водные ресурсы и обеспечение продовольственной безопасности и питания*. Доклад Группы экспертов высокого уровня по вопросам продовольственной безопасности и питания Комитета по всемирной

продовольственной безопасности. Рим, FAO. 163 стр. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-av045r.pdf).

2. Gregory, R., Funge-Smith, S.J. & Baumgartner, L. 2018. *An ecosystem approach to promote the integration and coexistence of fisheries within irrigation systems*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1169. Rome, FAO. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 62 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/CA2675EN/ca2675en.pdf).

3. Harrod, C., Simmance, F., Funge-Smith, S. & Valbo-Jørgensen, J. 2018. Options and opportunities for supporting inland fisheries to cope with climate change adaptation in other sectors. См.: M. Barange, T. Bahri, M.C.M. Beveridge, K.L. Cochrane, S. Funge-Smith & F. Poulain, eds. *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options*, pp. 567–584. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 627. Rome, FAO. 628 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/i9705en/i9705en.pdf).

4. FAO. 2016. *Coping with water scarcity – The role of agriculture Phase III: Strengthening national capacities*. Jordan. Rome. 32 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i5400e.pdf).

5. FAO. 2014. *Управление водными ресурсами в интересах сельского хозяйства и продовольственной безопасности*. Комитет по сельскому хозяйству, двадцать четвертая сессия, 29 сентября – 3 октября 2014 года (COAG/2014/6) [онлайн]. [По состоянию на 12 августа 2020 года]. www.fao.org/3/a-mk967r.pdf

6. Groundwater Governance. 2019. About the project. См.: *Groundwater Governance - A Global Framework for Action* [онлайн]. [По состоянию на 12 августа 2020 года]. www.groundwatergovernance.org/about-the-project/en/

7. Water Governance Facility. 2020. About the Water Governance Facility. См.: *Water Governance Facility* [онлайн]. [По состоянию на 12 августа 2020 года]. www.watergovernance.org/about-us/

8. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 2020. The OECD Water Governance Initiative. См.: *OECD* [онлайн]. www.oecd.org/regional/watergovernanceprogramme.htm

9. FAO. 2012. *Coping with water scarcity: an action framework for agriculture and food security*. FAO Water Report No. 38. Rome. 96 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i3015e.pdf).

10. FAO. 2016. *Exploring the concept of water tenure*. Land and Water Discussion Paper No. 10. Rome. 89 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i5435e.pdf).

БИБЛИОГРАФИЯ

- 11. Batchelor, C., Hoogeveen, J., Faurès, J.M. & Peiser, L.** 2017. *Water accounting and auditing: a sourcebook*. FAO Water Report No. 43. Rome, FAO. 234 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i5923e.pdf).
- 12. Ariyama, J., Batchelor, C. & Vallée, D.** 2020. Eight country rapid water accounting reports prepared in the context of the SIDA funded project "Implementing the 2030 agenda on water efficiency, productivity and sustainability in the NENA region". Cairo, FAO.
- 13. Rosegrant, M.** 2019. *From scarcity to security: managing water for a nutritious food future*. Chicago, USA, Chicago Council on Global Affairs.
- 14. Pingali, P.L. & Rosegrant, M.W.** 2001. Intensive food systems in Asia: can the degradation problems be reversed? См.: D.R. Lee & C.B. Barrett, eds. *Tradeoffs or synergies? Agricultural intensification, economic development and the environment*, pp. 383–397. Wallingford, UK, CAB International. 560 pp.
- 15. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).** 2015. *Drying wells, rising stakes: towards sustainable agricultural groundwater use*. OECD Studies on Water. Paris.
- 16. Bureau of Reclamation.** 2015. Reclamation announces initial water supply allocation for central valley project. См.: *News Release Archive* [онлайн]. [По состоянию на 12 августа 2020 года]. www.usbr.gov/newsroom/newsrelease/detail.cfm?RecordID=48986
- 17. Valbo-Jørgensen, J., Marmulla, G. & Welcomme, R.L.** 2008. Migratory fish stocks in transboundary basins — implications for governance, management and research. См.: V. Lagutov, ed. *Rescue of Sturgeon Species in the Ural River Basin*, pp. 61–86. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security. Dordrecht, Netherlands, Springer. 351 pp.
- 18. Bojic, D. & Vallée, D.** 2019. Managing complexity for sustainability: experience from governance of water-food-energy nexus. Paper presented at Third World Irrigation Forum, 1 September 2019, Bali, Indonesia.
- 19. Institut Agronomique et Vétérinaire (IAV) Hassan II.** Готовится к публикации. Analysis of water productivity in Berrechid region, contribution to the FAO project "Implementing the 2030 agenda for efficiency, productivity and sustainability in the NENA region".
- 20. FAO.** 2006. *Modern water rights: theory and practice*. FAO Legislative Study No. 92. Rome. 126 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-a0864e.pdf).
- 21. Lachman, B., Resetar, S., Kalra, N., Schaefer, A. & Curtright, A.** 2016. Water market mechanisms. *Water Management, Partnerships, Rights, and Market Trends*, pp. 127–188. Santa Monica, USA, RAND Corporation.
- 22. Easter, K.W. & Huang, Q., eds.** 2014. *Water markets for the 21st century: what have we learned?* Global Issues in Water Policy. Netherlands, Springer.
- 23. Rosegrant, M.W. & Binswanger, H.P.** 1994. Markets in tradable water rights: potential for efficiency gains in developing country water resource allocation. *World Development*, 22(11): 1613–1625.
- 24. FAO.** 2005. *Режим землевладения и развитие сельских районов*. Исследование FAO по вопросам землевладения № 3. Рим. 70 стр. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-y4307r.pdf).
- 25. Rosegrant, M.** 2016. Challenges and policies for global water and food security. *Economic Review: Special Issue 2016: Agriculture's Water Economy*.
- 26. FAO.** 2013. *Добровольные руководящие принципы ответственного регулирования вопросов владения и пользования земельными, рыбными и лесными ресурсами в контексте национальной продовольственной безопасности*. Рим. 47 стр. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i2801r.pdf).
- 27. Young, M.** 2015. *Unbundling water rights: a blueprint for development of robust water allocation systems in the Western United States*. NI R 15-01. Durham, USA, Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions.
- 28. Ravnborg, H.M.** 2016. Water governance reform in the context of inequality: securing rights or legitimizing dispossession? *Water International*, 41(6): 928–943.
- 29. Rosegrant, M.W., Ringler, C. & Zhu, T.** 2009. Water for agriculture: maintaining food security under growing scarcity. *Annual Review of Environment and Resources*, 34(1): 205–222.
- 30. Morgera, E., Webster, E., Hamley, G., Sindico, F., Robbie, J., Switzer, S., Berger, T., Silva Sánchez, P., Lennan, M., Martin-Nagle, R., Tsioumani, E., Moynihan, R. & Zydek, A.** 2020. *The right to water for food and agriculture*. Rome, FAO. 143 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/ca8248en/CA8248EN.pdf).
- 31. United Nations World Water Assessment Programme (WWAP).** 2019. *The United Nations World Water Development Report 2019. Leaving No One Behind*. Paris, UNESCO.

- 32. Marino, M. & Kemper, K.** 1999. *Institutional frameworks in successful water markets - Brazil, Spain, and Colorado, USA*. Technical Paper No. 427. Washington, DC, World Bank.
- 33. Debaere, P. & Li, T.** 2017. The effects of water markets: evidence from the Rio Grande. Selected Paper prepared for presentation at the 2017 Agricultural and Applied Economics Association Annual Meeting, Chicago, Illinois, July 30-August 1. University of Virginia.
- 34. Libecap, G., Cole, D. & Ostrom, E.** 2012. Water rights and markets in the U.S. semi-arid West: efficiency and equity issues. См.: D.H. Cole & E. Ostrom, eds. *Property in land and other resources*, pp. 389–411. Cambridge, USA, Lincoln Institute. 492 pp.
- 35. Australian Government.** 2019. *Australian Water Markets Report 2017–18: National overview section*. Melbourne, Australia, Bureau of Meteorology.
- 36. Boelens, R. & Vos, J.** 2012. The danger of naturalizing water policy concepts: water productivity and efficiency discourses from field irrigation to virtual water trade. *Agricultural Water Management*, 108: 16–26.
- 37. Hearne, R. & Donoso, G.** 2014. Water markets in Chile: are they meeting needs? См.: K.W. Easter & Q. Huang, eds. *Water Markets for the 21st Century*, pp. 103–126. Global Issues in Water Policy. Dordrecht, Netherlands, Springer. 359 pp.
- 38. Hadjigeorgalis, E. & Lillywhite, J.** 2004. The impact of institutional constraints on the Limarí River Valley water market: constraints on the water market. *Water Resources Research*, 40(5) [онлайн]. [По состоянию на 8 августа 2020 года]. <http://doi.wiley.com/10.1029/2003WR002701>
- 39. Young, M.** 2014. Trading into trouble? Lessons from Australia's mistakes in water policy reform sequencing. См.: K.W. Easter & Q. Huang, eds. *Water Markets for the 21st Century*, pp. 203–214. Global Issues in Water Policy. Dordrecht, Netherlands, Springer. 359 pp. (также доступно по адресу http://link.springer.com/10.1007/978-94-017-9081-9_11).
- 40. Grafton, R.Q.** 2019. Policy review of water reform in the Murray-Darling Basin, Australia: the “dos” and “do nots”. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 63(1): 116–141.
- 41. Molle, F. & Closas, A.** 2017. Groundwater Governance: A synthesis. Groundwater Governance in the Arab World Report No. 6. Colombo, IWMI and USAID.
- 42. Saleth, R.M.** 2014. Water markets in India: extent and impact. См.: K.W. Easter & Q. Huang, eds. *Water Markets for the 21st Century*, pp. 239–261. Global Issues in Water Policy. Dordrecht, Netherlands, Springer. 359 pp.
- 43. Mukherjee, S. & Biswas, D.** 2016. An enquiry into equity impact of groundwater markets in the context of subsidised energy pricing: a case study. *IIM Kozhikode Society & Management Review*, 5(1): 63–73.
- 44. Manjunatha, A.V., Speelman, S., Chandrakanth, M.G. & Van Huylenbroeck, G.** 2011. Impact of groundwater markets in India on water use efficiency: a data envelopment analysis approach. *Journal of Environmental Management*, 92(11): 2924–2929.
- 45. Wang, J., Zhang, Q., Huang, J. & Rozelle, S.** 2014. Assessment of the development of groundwater market in China. См.: K.W. Easter & Q. Huang, eds. *Water Markets for the 21st Century: What have we learned?*, pp. 263–282. Dordrecht, Netherlands, Springer. 359 pp.
- 46. Jianwei, M.** 2008. Participants in groundwater markets: who are sellers and who are winners? Fighting poverty through sustainable water use. Paper presented at Proceedings of the CGIAR Challenge Program on Water and Food 2nd International Forum on Water and Food, 2008, Addis Ababa.
- 47. Babbitt, C., Hall, M. & Hayden, A.** 2018. The future of groundwater in California: lessons in sustainable management from across the western U.S. Lincoln, USA, Environmental Defense Fund Daugherty Water for Food Global Institute at the University of Nebraska.
- 48. European Commission.** 2013. The role of water pricing and water allocation in agriculture in delivering sustainable water use in Europe. Final report. Project No. 11589. Brussels.
- 49. Dinar, A., Pochat, V. & Albiac-Murillo, J., eds.** 2015. *Water pricing experiences and innovations*. Global Issues in Water Policy. Cham, Switzerland, Springer International Publishing.
- 50. Molle, F. & Berkoff, J., eds.** 2007. *Irrigation water pricing: the gap between theory and practice*. Wallingford, UK, CABI.
- 51. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).** 2018. *Financing water: investing in sustainable growth*. OECD Environment Policy Papers No. 11. Paris.
- 52. Mamitimin, Y., Feike, T. & Doluschitz, R.** 2015. Bayesian network modeling to improve water pricing practices in northwest China. *Water*, 7(10): 5617–5637.
- 53. Rosegrant, M.** 2020. Water management for sustainable irrigated and rainfed agriculture: opportunities, challenges, impacts and the way forward. Background paper for *The State of Food and Agriculture 2020. Overcoming water challenges in agriculture*. Washington, DC.

БИБЛИОГРАФИЯ

54. FAO. 2008. *AQUASTAT country profile – Israel* [онлайн]. [По состоянию на 12 августа 2020 года]. www.fao.org/3/ca0341en/CA0341EN.pdf
55. Weitzman, M.L. 1974. Prices vs. quantities. *The Review of Economic Studies*, 41(4): 477.
56. Burness, H.S. & Quirk, J.P. 1980. Water law, water transfers, and economic efficiency: the Colorado River. *The Journal of Law and Economics*, 23(1): 111–134.
57. Rosegrant, M., Li, M. & Xu, W. 2017. Beyond water markets: second-best water allocation policy. См.: P. Pingali & G. Feder, eds. *Agriculture and Rural Development in a Globalizing World: challenges and opportunities*, pp. 227–250. Part Three: Community and rural institutions. Chapter 12. New York, USA, Routledge Earthscan.
58. Burness, H.S. & Quirk, J.P. 1979. Appropriate water rights and the efficient allocation of resources. *The American Economic Review*, 69(1): 25–37. (также доступно по адресу <https://www.jstor.org/stable/1802494>).
59. Molle, F. 2009. Water scarcity, prices and quotas: a review of evidence on irrigation volumetric pricing. *Irrigation and Drainage Systems*, 23(1): 43–58.
60. Tsur, Y. & Dinar, A. 1995. *Efficiency and equity considerations in pricing and allocating irrigation water*. Policy Research Working Paper No. 1460. Washington, DC, World Bank. 40 pp.
61. Latinopoulos, P. 2005. Valuation and pricing of irrigation water: an analysis in Greek agricultural areas. *Global NEST Journal*, 7(3): 323–335.
62. Huang, Q., Rozelle, S., Howitt, R., Wang, J. & Huang, J. 2010. Irrigation water demand and implications for water pricing policy in rural China. *Environment and Development Economics*, 15(3): 293–319.
63. Rosegrant, M.W. & Hazell, P.B.R. 2000. *Transforming the rural Asian economy: the unfinished revolution*. New York, USA, Oxford University Press. 512 pp.
64. Perry, C. 2001. Water at any price? Issues and options in charging for irrigation water. *Irrigation and Drainage*, 50(1): 1–7.
65. Lofgren, H. 1996. *Cost of managing with less: cutting water subsidies and supplies in Egypt's agriculture*. Trade and Microeconomics Division Discussion Paper No. 7. IFPRI.
66. Brill, E., Hochman, E. & Zilberman, D. 1997. Allocation and pricing at the water district level. *American Journal of Agricultural Economics*, 79(3): 952–963.
67. Rosegrant, M., Ringler, C. & Rodgers, C. 2005. The water brokerage mechanism – efficient solution for the irrigation sector. Paper presented at XII World Water Congress “Water for Sustainable Development - Towards Innovative Solutions”, 2005, New Delhi, India.
68. FAO. 2017. *Community fisheries organizations of Cambodia: sharing processes, results and lessons learned in the context of the implementation of the SSF Guidelines*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1138. Rome. 99 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i7206e.pdf).
69. Ostrom, E. 1990. *Governing the commons: the evolution of institutions for collective action*. New York, USA, Cambridge University Press.
70. Liu, J., Meinzen-Dick, R., Qian, K., Zhang, L. & Jiang, L. 2002. The impact of irrigation management transfer on household production in central China. *China Economic Quarterly*, 17: 465–480.
71. Samad, M. & Vermillion, D.L. 1999. *Assessment of participatory management of irrigation schemes in Sri Lanka: partial reforms, partial benefits*. Colombo, IWMI.
72. Uphoff, N. & Wijayarathna, C.M. 2000. Demonstrated benefits from social capital: the productivity of farmer organizations in Gal Oya, Sri Lanka. *World Development*, 28(11): 1875–1890.
73. Chaudhry, W. 1998. *Water users' associations in Pakistan: institutional, organizational and participatory aspects*. Göttingen, Germany, Georg-August-Universität Göttingen.
74. Mekonnen, D.K., Channa, H. & Ringler, C. 2015. The impact of water users' associations on the productivity of irrigated agriculture in Pakistani Punjab. *Water International*, 40(5–6): 733–747.
75. Aarnoudse, E., Closas, A. & Lefore, N. 2018. *Water user associations: a review of approaches and alternative management options for sub-Saharan Africa*. Colombo, IWMI.
76. Araral, E. 2005. Water user associations and irrigation management transfer: understanding impacts and challenges. См.: P. Shyamsundar, E. Araral & S. Weeraratne, eds. *Devolution of resource rights, poverty, and natural resource management*, pp. 45–63. Environmental Economics Series No. 104. Washington, DC, World Bank. 121 pp.

77. Gómez, M. & Winkler, I. 2015. Gender equality, water governance and food security with a focus on the Near East and North Africa (NENA). Global Initiative for Economic, Social and Cultural Rights. Geneva.

78. FAO. 2016. *How can women control water? Increase agriculture productivity and strengthen resource management* [онлайн]. [По состоянию на 12 августа 2020 года]. www.fao.org/3/a-i6405e.pdf

79. Araral, E. 2011. *The impact of decentralization on large scale irrigation: evidence from the Philippines*. SSRN Scholarly Paper ID 1904755. Rochester, USA, Social Science Research Network.

80. Mukherji, A., Fuleki, B., Suhardiman, D., Shah, T. & Giordano, M. 2009. *Irrigation reform in Asia: a review of 108 cases of irrigation management transfer*. IWMI Research Reports No. 118.

81. Shah, T., van Koppen, B., Merrey, D., de Lange, M. & Samad, M. 2002. *Institutional alternatives in African smallholder irrigation: lessons from international experience with irrigation management transfer*. Research Report No. 60. Colombo, Sri Lanka, IWMI. 24 pp.

82. Giordano, M., Samad, M. & Namara, R. 2007. Assessing the outcomes of IWMI's research and interventions on irrigation management transfer. См.: H. Waibel, ed. *International research on natural resource management - advances in impact assessment*, p. London and Rome, CAB International and FAO. 270 pp.

83. Hatibu, H., Oweis, T., Wani, S., Barron, J., Bruggeman, A., Qiang, Z., Farahani, J. & Karlberg, L. 2007. Managing water in rainfed agriculture. См.: D. Molden, ed. *Water for food, water for life: a comprehensive assessment of water management in agriculture*, pp. 315–352. London, IWMI and Earthscan. 48 pp.

84. Adegoke, J., Aggarwal, P.K., Rüegg, M., Hansen, J., Cuellar, D., Diro, R., Shaw, R., Hellin, J., Greatrex, H. & Zougmore, R.B. 2017. Improving climate risk transfer and management for climate-smart agriculture – a review of existing examples of successful index-based insurance for scaling up. См.: FAO [онлайн]. [По состоянию на 12 августа 2020 года]. www.fao.org/3/a-bu216e.pdf

85. Wani, S., Rockstrom, J. & Sahrawat, K. 2017. *Integrated watershed management in rainfed agriculture*. London, CRC Press.

86. Government of India. 2017. National Rainfed Area Authority. См.: Ministry of Agriculture and Farmers Welfare [онлайн]. [По состоянию на 12 августа 2020 года]. http://nraa.gov.in/Organization_Structure.aspx

87. Livestock Emergency Guidelines. 2014. *Livestock Emergency Guidelines and Standards (LEGS)*. Second edition. Rugby, UK, Practical Action Publishing.

88. FAO. 2018. *Системы сельскохозяйственного наследия мирового значения. Сочетание сельскохозяйственного биоразнообразия, стойких экосистем, традиционных методов ведения сельского хозяйства и культурной самобытности* [онлайн]. [По состоянию на 12 августа 2020 года]. www.fao.org/3/i9187ru/i9187ru.pdf

89. Mati, M., Muchiri, J., Njenga, K., Penning de Vries, F. & Merrey, D. 2006. *Assessing water availability under pastoral livestock systems in drought-prone Isiolo District, Kenya*. Colombo, International Water Management Institute.

90. FAO. 2016. *Improving governance of pastoral lands: implementing the Voluntary Guidelines on the Responsible Governance of Tenure of Land, Fisheries and Forests in the Context of National Food Security*. Governance of Tenure Technical Guide No. 6. Rome. 146 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i5771e.pdf).

91. International Fund for Agricultural Development (IFAD). 2017. *The JP RWEE pathway to women's empowerment. The Joint Programme on Accelerating Progress towards the Economic Empowerment of Rural Women* [онлайн]. [По состоянию на 12 августа 2020 года]. www.ifad.org/documents/38714170/39148759/Five+years+of+the+AAF%E2%80%99S+technical+assistance+facility/de6fa0c4-1398-4b0c-acdc-c9e227d73439

92. Watson, C. 2011. Protecting livestock, protecting livelihoods: the Livestock Emergency Guidelines and Standards (LEGS). *Pastoralism: Research, Policy and Practice*, 1(1): 9.

93. McCartney, M.P., Whiting, L., Makin, I., Lankford, B.A. & Ringler, C. 2019. Rethinking irrigation modernisation: realising multiple objectives through the integration of fisheries. *Marine and Freshwater Research*, 70(9): 1201.

94. Dougherty, T.C. & Hall, A.W. 1995. *Environmental impact assessment of irrigation and drainage projects*. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 53. Rome. 105 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/tempref/agl/AGLW/Morini/05_EIA.pdf).

95. Lorenzen, K., Smith, L., Nguyen Khoa, S., Burton, M. & Garaway, C. 2007. *Guidance manual: management of impacts of irrigation development on fisheries*. Colombo, Sri Lanka and Penang, Malaysia, IWMI and WorldFish Center.

БИБЛИОГРАФИЯ

- 96. Joffre, O., Kosal, M., Kura, Y., Sereyath, P. & Thuok, N.** 2012. *Community fish refuges in Cambodia – lessons learned*. Phnom Penh, WorldFish Center.
- 97. Belton, B., Filipski, M. & Hu, C.** 2017. *Aquaculture in Myanmar: fish farm technology, production economics and management*. Feed the Future Innovation Lab for Food Security Policy Research Brief No. 37. East Lansing, USA, Michigan State University.
- 98. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture.** 2007. *Water for food, water for life: a comprehensive assessment of water management in agriculture*. London and Sterling, USA, Earthscan and IWMI.
- 99. Doocy, S., Daniels, A., Murray, S. & Kirsch, T.D.** 2013. The human impact of floods: a historical review of events 1980-2009 and systematic literature review. *PLoS Currents and Disasters*, 5 [онлайн]. [По состоянию на 12 августа 2020 года]. <https://currents.plos.org/disasters/index.html%3Fp=6695.html>
- 100. Svetlana, D., Radovan, D. & Ján, D.** 2015. The economic impact of floods and their importance in different regions of the world with emphasis on Europe. *Procedia Economics and Finance*, 34: 649–655.
- 101. Spate Irrigation Network Foundation.** 2015. *Flood based farming systems in Africa* [онлайн]. [По состоянию на 12 августа 2020 года]. http://spate-irrigation.org/wp-content/uploads/2015/03/OP5_Flood-based-farming-in-Africa_SF.pdf
- 102. Talbot, C.J., Bennett, E.M., Cassell, K., Hanes, D.M., Minor, E.C., Paerl, H., Raymond, P.A., Vargas, R., Vidon, P.G., Wollheim, W. & Xenopoulos, M.A.** 2018. The impact of flooding on aquatic ecosystem services. *Biogeochemistry*, 141(3): 439–461.
- 103. Opolot, E.** 2013. Application of remote sensing and geographical information systems in flood management: a review. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 6(10): 1884–1894.
- 104. Bronstert, A.** 2003. Floods and climate change: interactions and impacts. *Risk Analysis*, 23(3): 545–557.
- 105. FAO.** 2018. *The impact of disasters and crises on agriculture and food security 2017*. Rome. 144 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/I8656EN/I8656en.pdf).
- 106. Short Gianotti, A.G., Warner, B. & Milman, A.** 2018. Flood concerns and impacts on rural landowners: an empirical study of the Deerfield watershed, MA (USA). *Environmental Science & Policy*, 79: 94–102.
- 107. Lane, S.N.** 2017. Natural flood management. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 4(3): e1211 [онлайн]. [По состоянию на 12 августа 2020 года]. <http://doi.wiley.com/10.1002/wat2.1211>
- 108. Ahmed, F., Rafi, M.Y., Ismail, M.R., Juraimi, A.S., Rahim, H.A., Asfaliza, R. & Latif, M.A.** 2013. Waterlogging tolerance of crops: breeding, mechanism of tolerance, molecular approaches, and future prospects. *BioMed Research International*, 2013: 1–10.
- 109. Shaw, R.E., Meyer, W.S., McNeill, A. & Tyerman, S.D.** 2013. Waterlogging in Australian agricultural landscapes: a review of plant responses and crop models. *Crop and Pasture Science*, 64(6): 549.
- 110. Ritzema, H.P., Satyanarayana, T.V., Raman, S. & Boonstra, J.** 2008. Subsurface drainage to combat waterlogging and salinity in irrigated lands in India: lessons learned in farmers' fields. *Agricultural Water Management*, 95(3): 179–189.
- 111. Ashraf, M.A.** 2012. Waterlogging stress in plants: a review. *African Journal of Agricultural Research*, 7(13): 1976–1981.
- 112. Bennett, S.J., Barrett-Lennard, E.G. & Colmer, T.D.** 2009. Salinity and waterlogging as constraints to saltland pasture production: a review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 129(4): 349–360.
- 113. Department of Primary industries and Regional Development (DPIRD).** 2019. *Managing waterlogging in crops and pastures* [онлайн]. [По состоянию на 12 августа 2020 года]. www.agric.wa.gov.au/waterlogging/managing-waterlogging-crops-and-pastures
- 114. Islam, M.R., Abdullah, H.M., Ahmed, Z.U., Islam, I., Ferdush, J., Miah, M.G. & Miah, M.M.U.** 2018. Monitoring the spatiotemporal dynamics of waterlogged area in southwestern Bangladesh using time series Landsat imagery. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 9: 52–59.
- 115. FAO.** 2020. AQUASTAT. См.: FAO [онлайн]. [По состоянию на 15 августа 2020 года]. www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=en
- 116. International Commission on Irrigation and Drainage (ICID).** 2018. *Agricultural Water Management for Sustainable Rural Development: Annual report 2017-2018*. New Delhi.
- 117. Valipour, M.** 2014. Drainage, waterlogging, and salinity. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 60(12): 1625–1640.

118. Smedema, L.K., Vlotman, W.F. & Rycroft, D.W. 2004. *Modern land drainage*. London, Taylor & Francis.

119. Sheng, F. & Xiuling, C. 2007. Developing drainage as the basis of comprehensive control of drought, waterlogging, salinity and saline groundwater. *Irrigation and Drainage*, 56(S1): S227–S244.

ГЛАВА 5

1. FAO. 2012. *Coping with water scarcity: an action framework for agriculture and food security*. FAO Water Report No. 38. Rome. 96 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i3015e.pdf).

2. Bhaduri, A., Ringler, C., Dombrowski, I., Mohtar, R. & Scheumann, W. 2015. Sustainability in the water–energy–food nexus. *Water International*, 40(5–6): 723–732.

3. Pingali, P.L. & Rosegrant, M.W. 2001. Intensive food systems in Asia: can the degradation problems be reversed? См.: D.R. Lee & C.B. Barrett, eds. *Tradeoffs or synergies? Agricultural intensification, economic development and the environment*, pp. 383–397. Wallingford, UK, CAB International. 560 pp.

4. Группа экспертов высокого уровня по вопросам продовольственной безопасности и питания (ГЭВУ). 2015. *Водные ресурсы и обеспечение продовольственной безопасности и питания*. Доклад Группы экспертов высокого уровня по вопросам продовольственной безопасности и питания Комитета по всемирной продовольственной безопасности. Рим, ФАО. 163 стр. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-av045r.pdf).

5. FAO. 2017. *Near East and North Africa Regional Overview of Food Insecurity 2016*. Cairo. 35 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i6860e.pdf).

6. Sdravovich, C., Sab, R., Zouhar, Y. & Albertin, G. 2014. *Subsidy reform in the Middle East and North Africa: recent progress and challenges ahead*. Departmental Paper No. 14/08. Washington, DC, International Monetary Fund.

7. World Bank. 2018. *Beyond scarcity: water security in the Middle East and North Africa*. MENA Development Report. Washington, DC.

8. World Bank. 2007. *Making the most of scarcity: accountability for better water management results in the Middle East and North Africa*. MENA Development Report. Washington, DC.

9. Arab Water Council. 2014. *3rd Arab Water Forum: 'Together towards a Secure Arab Water'*. Final report. Cairo.

10. Berglöf, E., Devarajan, S., Jägerskog, A., Clausen, T.J., Holmgren, T. & Lexén, K. 2015. Water for development: fulfilling the promise. См.: A. Jägerskog, T. J. Clausen, T. Holmgren & K. Lexén, eds. *Water for development – charting a water wise path*, pp. 23–27. Report No. 35. Stockholm, Stockholm International Water Institute (SIWI). 73 pp.

11. United States Department of Agriculture (USDA). 2016. *Algeria: Grain and Feed Annual*. Foreign Agricultural Service Network GAIN Report AG1601. Global Agricultural Information. Foreign Agricultural Service. (также доступно по адресу https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Grain%20and%20Feed%20Annual_Algers_Algeria_3-23-2016.pdf).

12. Tellioglu, I. & Konandreas, P. 2017. *Agricultural policies, trade and sustainable development in Egypt*. Geneva, International Centre for Trade and Sustainable Development.

13. Kassim, Y., Mahmoud, M., Kurdi, S. & Breisinger, C. 2018. *An agricultural policy review of Egypt: first steps towards a new strategy*. MENA RP Working Paper No. 11. Washington, DC, and Cairo, International Food Policy Research Institute.

14. FAO. 2014. *Iran: country fact sheet on food and agriculture policy trends* [онлайн]. www.fao.org/3/a-i4126e.pdf

15. Sadiddin, A. 2013. An assessment of policy impact on agricultural water use in the northeast of Syria. *Environmental Management and Sustainable Development*, 2(1): 74.

16. FAO. 2017. *Tunisia: country fact sheet on food and agriculture policy trends* [онлайн]. [По состоянию на 15 августа 2020 года]. www.fao.org/3/a-i7738e.pdf

17. FAO. 2019. *Rural transformation – key for sustainable development in the Near East and North Africa*. Overview of Food Security and Nutrition 2018. Cairo. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 80 p. (также доступно по адресу www.fao.org/3/ca3817en/ca3817en.pdf).

18. Elbehri, A. & Sadiddin, A. 2016. Climate change adaptation solutions for the green sectors of selected zones in the MENA region. *Future of Food: Journal on Food, Agriculture and Society*, 4(3): 39–54.

19. ФАО. 2020. ФАОСТАТ. См.: ФАО [онлайн]. [По состоянию на 15 августа 2020 года]. <http://www.fao.org/faostat/ru/#home>

БИБЛИОГРАФИЯ

20. Mekonnen, M.M. & Hoekstra, A.Y. 2011. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15(5): 1577–1600.
21. FAO. 2020. AQUASTAT. См.: FAO [онлайн]. [По состоянию на 15 августа 2020 года]. www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=en
22. FAO, International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies Mediterranean Agronomic Institute of Montpellier (CIHEAM-IAMM) & Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD). 2017. *Study on small-scale family farming in the Near East and North Africa region. Synthesis*. Cairo. 182 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/b-i6436e.pdf).
23. Ababsa, M. 2013. Crise agraire, crise foncière et sécheresse en Syrie (2000-2011). *Maghreb - Machrek*, 215(1): 101–122.
24. Weinthal, E., Zawahri, N. & Sowers, J. 2015. Securitized water, climate, and migration in Israel, Jordan, and Syria. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 15(3): 293–307.
25. De Châtel, F. 2014. The role of drought and climate change in the Syrian uprising: untangling the triggers of the revolution. *Middle Eastern Studies*, 50(4): 521–535.
26. United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs. 2010. *Syria drought response plan 2009-2010. Mid-term review*. New York, USA.
27. Rosegrant, M. 2019. *From scarcity to security: managing water for a nutritious food future*. Chicago, USA, Chicago Council on Global Affairs.
28. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 2019. *Navigating pathways to reform water policies in agriculture*. Paris.
29. Dhawan, V. 2017. *Water and agriculture in India: status, challenges and possible options for action. Background paper for the South Asia expert panel during the Global Forum for Food and Agriculture*. Hamburg, Germany, German Asia-Pacific Business Association. (также доступно по адресу www.oav.de/fileadmin/user_upload/5_Publikationen/5_Studien/170118_Study_Water_Agriculture_India.pdf).
30. Palanisami, K., Mohan, K., Giordano, M. & Charles, C. 2011. *Measuring irrigation subsidies in Andhra Pradesh and southern India: an application of the GSI method for quantifying subsidies*. Geneva, Global Subsidies Initiative.
31. Lynch, A.J., Baumgartner, L.J., Boys, C.A., Conallin, J., Cowx, I.G., Finlayson, C.M., Franklin, P.A., Hogan, Z., Koehn, J.D., McCartney, M.P., O'Brien, G., Phouthavong, K., Silva, L.G.M., Tob, C.A., Valbo-Jørgensen, J., Vu, A.V., Whiting, L., Wibowo, A. & Duncan, P. 2019. Speaking the same language: can the sustainable development goals translate the needs of inland fisheries into irrigation decisions? *Marine and Freshwater Research*, 70(9): 1211–1228.
32. Jägermeyr, J., Pastor, A., Biemans, H. & Gerten, D. 2017. Reconciling irrigated food production with environmental flows for Sustainable Development Goals implementation. *Nature Communications*, 8(1): 15900.
33. Thorpe, A., Whitmarsh, D., Drakeford, B., Reid, C., Karimov, B., Timirkhanov, S., Satybekov, K. & Van Anrooy, R. 2011. *Feasibility of restocking and culture-based fisheries in Central Asia*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 565. Ankara, FAO. 106 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/ba0037e/ba0037e.pdf).
34. Valbo-Jørgensen, J. & Thompson, P. 2007. *Culture-based fisheries in Bangladesh: a socio-economic perspective*. FAO Fisheries Technical Paper No. 499. Rome, FAO. 41 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a1412e/a1412e00.pdf).
35. De Silva, S. & Funge-Smith, S. 2005. *A review of stock enhancement practices in the inland water fisheries of Asia*. RAP Publication No. 2005/12. Bangkok, FAO Regional Office for Asia and the Pacific. 93 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-ae932e.pdf).
36. Sugunan, V.V. 1997. *Fisheries management of small water bodies in seven countries in Africa, Asia and Latin America*. FAO Fisheries Circular No. 933. Rome, FAO. (также доступно по адресу www.fao.org/3/w7560e/w7560e00.htm).
37. FAO. 2015. *Responsible stocking and enhancement of inland waters in Asia*. RAP Publication No. 2015/11. Bangkok, FAO Regional Office for Asia and the Pacific. 142 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i5303e.pdf).
38. Renault, D. & Facon, T. 2004. Beyond drops for crops: the system approach for water value assessment in rice-based production systems. Paper presented at FAO Rice Conference 04/CRS.17, 12 February 2004, Rome. (также доступно по адресу www.fao.org/3/y5682e/y5682e09.htm).

- 39. Renault, D., Wahaj, R. & Smits, S.** 2013. *Multiple uses of water services in large irrigation systems: auditing and planning modernization the MASSMUS approach*. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 67. Rome, FAO. 225 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/i3414e/i3414e.pdf).
- 40. Nguyen-Khoa, S., Smith, L. & Lorenzen, K.** 2005. *Impacts of irrigation on inland fisheries: appraisals in Laos and Sri Lanka*. Comprehensive Assessment Research Report No. 7. Colombo, Comprehensive Assessment Secretariat.
- 41. Jutagate, T., Silva, S.S.D. & Mattson, N.S.** 2003. Yield, growth and mortality rate of the Thai river sprat, *Clupeichthys aesarnensis*, in Sirinthorn Reservoir, Thailand. *Fisheries Management and Ecology*, 10(4): 221–231.
- 42. Kolding, J., van Zwieten, P., Marttin, F., Funge-Smith, S. & Poulain, F.** 2019. *Freshwater small pelagic fish and their fisheries in the major African lakes and reservoirs in relation to food security and nutrition*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. T642. Rome, FAO. 122 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/documents/card/en/c/CA0843EN).
- 43. FAO.** 2017. *Watershed management in action – lessons learned from FAO field projects*. Rome. 168 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i8087e.pdf).
- 44. Goyal, A. & Nash, J.** 2017. *Reaping richer returns: public spending priorities for African agriculture productivity growth*. Washington, DC, World Bank.
- 45. Shah, T., Ul Hassan, M., Khattak, M.Z., Banerjee, P.S., Singh, O.P. & Rehman, S.U.** 2009. Is irrigation water free? A reality check in the Indo-Gangetic Basin. *World Development*, 37(2): 422–434.
- 46. Kishore, A.** 2004. Understanding agrarian impasse in Bihar. *Economic and Political Weekly*, 39(31): 3484–3491.
- 47. Shah, T., Rajan, A., Rai, G.P., Verma, S. & Durga, N.** 2018. Solar pumps and South Asia's energy-groundwater nexus: exploring implications and reimagining its future. *Environmental Research Letters*, 13(11): 115003 [онлайн]. [По состоянию на 7 февраля 2020 года]. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aae53f>
- 48. Jayan, T.V.** 2018. Solar pumps: a nondescript village in Gujarat shows the way. См.: *The Hindu* [онлайн]. [По состоянию на 15 августа 2020 года]. <https://www.thehindubusinessline.com/news/solar-pumps-a-nondescript-village-in-gujarat-shows-the-way/article22694612.ece>
- 49. Claassen, R., Cattaneo, A. & Johansson, R.** 2008. Cost-effective design of agri-environmental payment programs: U.S. experience in theory and practice. *Ecological Economics*, 65(4): 737–752.
- 50. United Nations.** 2018. *Forests and water: valuation and payments for forest ecosystem services*. Geneva.
- 51. FAO.** 2013. *Financial sustainability for environmental services: rural development in microwatersheds Rio Rural, Brazil*. Case studies on Remuneration of Positive Externalities (RPE)/Payments for Environmental Services (PES). Prepared for the multi-stakeholder dialogue 12–13 September 2013. Rome. (также доступно по адресу www.fao.org/fileadmin/user_upload/pes-project/docs/FAO_RPE-PES_RJ_Brazil.pdf).
- 52. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).** 2012. *Meeting the water reform challenge*. OECD Studies on Water. Paris, OECD Publishing.
- 53. Rosegrant, M.W., Ringler, C. & Zhu, T.** 2009. Water for agriculture: maintaining food security under growing scarcity. *Annual Review of Environment and Resources*, 34(1): 205–222.
- 54. Mekonnen, M.M. & Hoekstra, A.Y.** 2011. *National water footprint accounts: the green, blue and grey water footprint of production and consumption*. Value of Water Research Report Series No. 50. Delft, Netherlands, UNESCO-IHE.
- 55. Ramirez-Vallejo, J. & Rogers, P.** 2010. Failure of the virtual water argument: possible explanations using the case study of Mexico and NAFTA. См.: C. Ringler, A.K. Biswas & S. Cline, eds. *Global change: impacts on water and food security*, pp. 113–126. Berlin, Springer. 281 pp.
- 56. Kumar, M.D. & Singh, O.P.** 2005. Virtual water in global food and water policy making: is there a need for rethinking? *Water Resources Management*, 19(6): 759–789.
- 57. Wichelns, D.** 2010. Virtual water: a helpful perspective, but not a sufficient policy criterion. *Water Resources Management*, 24: 2203–2219.
- 58. Berrittella, M., Rehdanz, K., Tol, R. & Zhang, J.** 2008. The impact of trade liberalization on water use: a computable general equilibrium analysis. *Journal of Economic Integration*, 23(3): 631–655.
- 59. Konar, M. & Caylor, K.K.** 2013. Virtual water trade and development in Africa. *Hydrology and Earth System Sciences*, 17(10): 3969–3982.

БИБЛИОГРАФИЯ

- 60. Hoekstra, A.** 2010. *The relation between international trade and freshwater scarcity*. Staff Working Paper ERSD-2010-05. Enschede, Netherlands, World Trade Organization.
- 61. Wichelns, D.** 2010. *An economic analysis of the virtual water concept in relation to the agri-food sector*. Background report supporting the OECD study (2010) Sustainable management of water resources in agriculture. Paris, OECD.
- 62. Jackson, L.A., Pene, C., Martinez-Hommel, M.-B., Tamiotti, L. & Hofmann, C.** 2014. Water policy, agricultural trade and WTO rules. См.: P. Martinez-Santos, M. Aldaya & M. Ramón Llamas, eds. *Integrated water resources management in the 21st century: revisiting the paradigm*, pp. 59–78. Leiden, Netherlands, CMR Press. 321 pp.
- 63. Domenech, L. & Ringler, C.** 2013. *The impact of irrigation on nutrition, health, and gender: a review paper with insights for Africa south of the Sahara*. Discussion Paper No. 01259. Washington, DC, IFPRI.
- 64. Bryan, E., Chase, C. & Schulte, M.** 2019. *Nutrition-sensitive irrigation and water management*. Water Global Practice Guidance Note. Washington, DC, World Bank.
- 65. Iannotti, L., Cunningham, K. & Ruel, M.** 2009. *Improving diet quality and micronutrient nutrition: homestead food production in Bangladesh*. 2020 Vision Initiative. IFPRI Discussion Paper 00928. Washington, DC, IFPRI.
- 66. Olney, D.K., Talukder, A., Iannotti, L.L., Ruel, M.T. & Quinn, V.** 2009. Assessing impact and impact pathways of a homestead food production program on household and child nutrition in Cambodia. *Food and Nutrition Bulletin*, 30(4): 355–369.
- 67. Burney, J., Woltering, L., Burke, M., Naylor, R. & Pasternak, D.** 2010. Solar-powered drip irrigation enhances food security in the Sudano-Sahel. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(5): 1848–1853.
- 68. FAO.** 2019. *Estudio de caso “gobernanza del agua en territorios agrícolas de la cuenca estratégica del río Guadalquivir del valle central de Tarija”*. Informe de Consultoría Nacional. La Paz, Ministerio de Medio Ambiente y Agua, Gobierno Autónomo Departamental de Tarija and FAO. 48 pp.
- 69. FAO.** Готовится к публикации. *Study on water governance in the Tinguiririca sub-basin of the Rio Rapel river basin*. Rome.
- 70. Rockström, J., Karlberg, L., Wani, S.P., Barron, J., Hatibu, N., Oweis, T., Bruggeman, A., Farahani, J. & Qiang, Z.** 2010. Managing water in rainfed agriculture—the need for a paradigm shift. *Agricultural Water Management*, 97(4): 543–550.
- 71. Hatibu, H., Oweis, T., Wani, S., Barron, J., Bruggeman, A., Qiang, Z., Farahani, J. & Karlberg, L.** 2007. Managing water in rainfed agriculture. См.: D. Molden, ed. *Water for food, water for life: a comprehensive assessment of water management in agriculture*, pp. 315–352. London, IWMI and Earthscan. 48 pp.
- 72. FAO.** 2019. *Proactive approaches to drought preparedness – Where are we now and where do we go from here?* Rome. 47 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/ca5794en/ca5794en.pdf).
- 73. FAO.** 2019. *Water use in livestock production systems and supply chains – guidelines for assessment (Version 1)*. Rome, Livestock Environmental Assessment and Performance (LEAP) Partnership. 126 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/ca5685en/ca5685en.pdf).
- 74. FAO.** 2010. *An international consultation on integrated crop-livestock systems for development: the way forward for sustainable production intensification*. Integrated Crop Management. Vol. 13. Rome. 75 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/images/iclsd/documents/crop_livestock_proceedings.pdf).
- 75. Bhattarai, M. & Narayanamoorthy, A.** 2003. Impact of irrigation on rural poverty in India: an aggregate panel-data analysis. *Water Policy*, 5(5–6): 443–458.
- 76. Benson, T.** 2015. Associations between irrigated farming and improved nutrition in Malawian farm households. См.: N.-L. Aberman, J. Meerman & T. Benson, eds. *Mapping the linkages between agriculture, food security and nutrition in Malawi*, pp. 50–55. Lilongwe, and Washington, DC, IFPRI. 61 pp.
- 77. van der Hoek, W., Feenstra, S.G. & Konradsen, F.** 2002. Availability of irrigation water for domestic use in Pakistan: its impact on prevalence of diarrhoea and nutritional status of children. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 20(1): 77–84.
- 78. Rosegrant, M.W., Sulser, T.B., Mason-D’Croz, D., Cenacchi, N., Nin-Pratt, A., Dunston, S., Zhu, T., Ringler, C., Wiebe, K., Robinson, S., Willenbockel, D., Xie, H., Kwon, H.Y., Johnson, T., Thomas, T.S., Wimmer, F., Schaldach, R., Nelson, G.C. &**

Willaarts, B. 2017. *Quantitative foresight modeling to inform the CGIAR Research Portfolio*. Washington, DC, IFPRI.

79. You, L., Ringler, C., Wood-Sichra, U., Robertson, R., Wood, S., Zhu, T., Nelson, G., Guo, Z. & Sun, Y. 2011. What is the irrigation potential for Africa? A combined biophysical and socioeconomic approach. *Food Policy*, 36(6): 770–782.

80. Xie, H., You, L., Wielgosz, B. & Ringler, C. 2014. Estimating the potential for expanding smallholder irrigation in Sub-Saharan Africa. *Agricultural Water Management*, 131: 183–193.

81. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 2018. *Financing water: investing in sustainable growth*. OECD Environment Policy Papers No. 11. Paris.

82. Svendsen, M., Gulati, A. & Raju, K.V. 2003. Reform options for construction and rehabilitation. См.: A. Gulati, R.S. Meinzen-Dick & K.V. Raju, eds. *Financial and institutional reforms in Indian irrigation*, p. Bangalore, India, Books for Change.

83. World Bank. 2017. Public-private partnership in irrigation. См.: *PPP Legal Resource Center* [онлайн]. [По состоянию на 15 августа 2020 года]. <https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/ppp-sector/water-sanitation/ppps-irrigation>

84. FAO. 2016. *Lessons learned in water accounting: the fisheries and aquaculture perspective in the System of Environmental-Economic Accounting (SEEA) framework*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 599. Rome, FAO. 78 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i5880e.pdf).

85. ФАО и Издательство «Весь мир». 2011. *Состояние мировых земельных и водных ресурсов для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Управление системами, находящимися под угрозой*. ФАО (Рим) и Издательство «Весь мир» (Москва). 310 стр. (также доступно по адресу www.fao.org/3/a-i1688r.pdf).

86. FAO. 2019. *Report of the special session on advancing integrated agriculture aquaculture through agroecology: Montpellier, 25 August 2018*. FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 1286. Rome. 262 pp. (также доступно по адресу www.fao.org/3/ca7209en/ca7209en.pdf).

87. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 2015. *Water resources allocation: sharing risks and opportunities*. OECD Studies on Water. Paris. 144 pp. (также доступно по адресу www.oecd-ilibrary.org/environment/water-resources-allocation_9789264229631-en).

ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

1. Rosegrant, M. 2020. Water management for sustainable irrigated and rainfed agriculture: opportunities, challenges, impacts and the way forward. Background paper for *The State of Food and Agriculture 2020. Overcoming water challenges in agriculture*. Washington, DC.

2. Rosegrant, M., Koo, J., Cenacchi, N., Ringler, C., Robertson, R., Fisher, M., Cox, C., Garrett, K., Perez, N. & Sabbagh, P. 2014. *Food security in a world of natural resource scarcity: the role of agricultural technologies*. Washington, DC, IFPRI. (также доступно по адресу <http://ebrary.ifpri.org/cdm/ref/collection/p15738coll2/id/128022>).

3. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007. *Climate Change 2007: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland. 104 pp.

4. Rosegrant, M.W., Sulser, T.B., Mason-D’Croz, D., Cenacchi, N., Nin-Pratt, A., Dunston, S., Zhu, T., Ringler, C., Wiebe, K., Robinson, S., Willenbockel, D., Xie, H., Kwon, H.Y., Johnson, T., Thomas, T.S., Wimmer, F., Schaldach, R., Nelson, G.C. & Willaarts, B. 2017. *Quantitative foresight modeling to inform the CGIAR Research Portfolio*. Washington, DC, IFPRI.

5. Palazzo, A., Valin, H.J.P., Batka, M. & Havlík, P. 2019. *Investment needs for irrigation infrastructure along different socioeconomic pathways*. Policy Research Working Papers. World Bank. (также доступно по адресу <http://elibrary.worldbank.org/doi/book/10.1596/1813-9450-8744>).

6. Robinson, S., Mason-D’Croz, D., Islam, S., Sulser, T., Robertson, R., Zhu, T., Gueneau, A., Pitois, G. & Rosegrant, M. 2015. The International Model for Policy Analysis of Agricultural Commodities and Trade (IMPACT): Model description for version 3. IFPRI Discussion Paper No. 1483. Washington, DC, IFPRI.

7. FAO & International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA). 2020. *Global Agro-Ecological Zones (GAEZ v4.0)*. Laxenburg, Austria, and Rome.

8. International Food Policy Research Institute (IFPRI). 2019. Global Spatially-Disaggregated Crop Production Statistics Data for 2010 Version 1.0. Harvard Dataverse. См.: *Harvard Dataverse* [онлайн]. [По состоянию на 5 августа 2020 года]. <https://dataverse.harvard.edu/citation?persistentId=doi:10.7910/DVN/PRFF8V>

БИБЛИОГРАФИЯ

9. **ФАО.** 2019. Наблюдения Земли. Система индекса сельскохозяйственного стресса (ASIS): Историческая частота засух в сельскохозяйственных районах (1984–2018). См.: ФАО [онлайн]. [По состоянию на 5 августа 2020 года]. www.fao.org/giews/earthobservation/asis/index_1.jsp?lang=ru
10. **ФАО.** 2020. SDG Indicator 6.4.2 on water stress. Rome.
11. **ФАО.** 2020. Contribution of the agriculture sector to the level of water stress. Rome.
12. **Schiavina, M., Freire, S. & MacManus, K.** 2019. GHS population grid multitemporal (1975–1990–2000–2015), R2019A. См.: *European Commission* [онлайн]. [По состоянию на 6 августа 2020 года]. <http://data.europa.eu/89h/0c6b9751-a71f-4062-830b-43c9f432370f>
13. **ФАО.** 2020. *Hand in Hand Geospatial Platform* [online]. [По состоянию на 12 ноября 2020 года]. <https://data.apps.fao.org/>
14. **Wood-Sichra, U., Joglekar, A. & You, L.** 2016. *Spatial Production Allocation Model (SPAM) 2005: technical documentation*. HarvestChoice Working Paper. Washington, DC and St. Paul, USA, International Food Policy Research Institute (IFPRI) and International Science and Technology Practice and Policy (InSTePP) Center, University of Minnesota.

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

1. **ФАО.** 2019. Наблюдения Земли. Система индекса сельскохозяйственного стресса (ASIS): Историческая частота засух в сельскохозяйственных районах (1984–2018). См.: ФАО [онлайн]. [По состоянию на 5 августа 2020 года]. www.fao.org/giews/earthobservation/asis/index_1.jsp?lang=ru
2. **FAO & International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA).** 2020. *Global Agro-Ecological Zones (GAEZ v4.0)*. Laxenburg, Austria, and Rome.
3. **International Food Policy Research Institute (IFPRI).** 2019. *Global Spatially-Disaggregated Crop Production Statistics Data for 2010 Version 1.0*. Harvard Dataverse. См.: *Harvard Dataverse* [онлайн]. [По состоянию на 5 августа 2020 года]. <https://dataverse.harvard.edu/citation?persistentId=doi:10.7910/DVN/PRFF8V>
4. **ФАО.** 2020. SDG Indicator 6.4.2 on water stress. Rome.



2020

ПОЛОЖЕНИЕ ДЕЛ В ОБЛАСТИ ПРОДОВОЛЬСТВИЯ И СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ С ВОДОЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Усиление дефицита водных ресурсов представляет угрозу для продовольственной безопасности и питания. Это означает, что необходимо принять срочные меры, которые позволят повысить устойчивость водопользования в сельском хозяйстве и обеспечить равноправный доступ к воде. Крупнейшим потребителем пресной воды по-прежнему остается орошаемое земледелие, но из-за увеличения спроса и конкуренции за нее дефицит пресноводных ресурсов нарастает. При этом в богарном земледелии усугубляется проблема изменчивости осадков, которая связана с изменением климата. Эти тенденции обостряют противоречия между водопользователями и усиливают неравенство в доступе к воде. Особенно это сказывается на положении мелких фермеров, сельской бедноты и других уязвимых групп населения.

В докладе "Положение дел в области продовольствия и сельского хозяйства – 2020" представлены новые оценки распространенности дефицита воды в орошаемом земледелии и перебоев с водой в богарном земледелии, а также данные о численности населения, которое затрагивают эти проблемы. По этим параметрам выявлены большие различия ситуации в разных странах, а также существенные пространственные вариации внутри стран. Полученные данные послужат основой для обсуждения возможных вмешательств и мер политики, которые страны могут применить в зависимости от характера и масштабов этой проблемы, а также от других факторов, включая тип системы сельскохозяйственного производства, уровень развития страны и ее политическое устройство. На основании этих данных в докладе сформулированы рекомендации по вопросам определения первоочередных мер политики и мероприятий, позволяющих справиться с проблемой нехватки водных ресурсов в сельском хозяйстве и обеспечить эффективный, устойчивый и справедливый доступ к воде.



ISBN 978-92-5-133646-5 ISSN 2070-0962



9 789251 336465

CB1447RU/1/12.20