Земельные ресурсы: всемирный обзор

Первое издание

United Nations
Convention to Combat Desertification

United Nations
Convention to Combat Desertification

Задача Конвенции Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием (КБООН) заключается в борьбе с опустыниванием и деградацией земель, а также в сведении к минимуму последствий засухи в затронутых этим бедствием странах по всему миру, особенно в Африке, при помощи эффективных мер на всех уровнях.

Партнеры, заинтересованные в поддержке всемирного обзора земельных угодий

UNDP *Empowered lives. Resilient nations.*

European Commission

THE CHANGWON INITIATIVE

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Federal Department of Foreign Affairs FDFA
Swiss Agency for Development and Cooperation SDC

Government of the Netherlands

Партнеры, содействующие всемирному обзору земельных угодий

Convention on Biological Diversity

zef
Center for Development Research
University of Bonn

ecoagriculturepartners

ELD
THE ECONOMICS OF LAND DEGRADATION

Food and Agriculture Organization of the United Nations

IASS POTSDAM

ICARDA
Science for Better Livelihoods in Dry Areas

IINAS
International Institute for Sustainability Analysis and Strategy

INTERNATIONAL LAND COALITION

International Organization for Migration (IOM)
The UN Migration Agency

IUCN

European Commission

PBL Netherlands Environmental Assessment Agency

Ramsar
Convention on Wetlands

UNDP *Empowered lives. Resilient nations.*

UN environment
United Nations Environment Programme

Wetlands INTERNATIONAL

THE WORLD BANK

© КБООН, 2017
Секретариат Конвенции Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием
Platz der Vereinten Nationen 1
53113 Bonn, Germany
www.unccd.int

Земельные ресурсы: всемирный обзор

Первое издание

© Кейт Эванс (Kate Evans), с разрешения CIFOR

ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ: ВСЕМИРНЫЙ ОБЗОР

Первое издание

СОДЕРЖАНИЕ

Благодарность 4
Предисловие 7
Основные идеи 8
Основные положения 10
Введение 14

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ. ОБЩАЯ КАРТИНА 18

1 **Значение земель** 20
2 **Краткая история землепользования** 30
3 **Факторы, способствующие изменениям** 40
4 **Конвергенция доказательств** 52
5 **Земельные ресурсы и безопасность человечества** 78

ЧАСТЬ ВТОРАЯ. ОБЗОР 104

6 **Сценарии изменений** 106
7 **Продовольственная безопасность и сельскохозяйственная деятельность** 124
8 **Водные ресурсы** 160
9 **Биологическое разнообразие и почва** 190
10 **Энергетика и климат** 212
11 **Урбанизация** 226
12 **Засушливые районы** 246

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ. БОЛЕЕ БЕЗОПАСНОЕ БУДУЩЕЕ 270

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 310

Научная концептуальная база для нейтрализации деградации земель

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 320

Составление карты динамики продуктивности земель: определение важнейших направлений общемировых преобразований, касающихся земельных ресурсов

БЛАГОДАРНОСТЬ

Это первое издание «Земельные ресурсы: всемирный обзор» является результатом коллективной работы, возглавляемой Секретариатом Конвенции по борьбе с опустыниванием Организации Объединенных Наций (КБООН) и осуществленной при поддержке и сотрудничестве партнеров (см. внутреннюю сторону обложки), организационного комитета Земельные ресурсы: всемирный обзор, а также внешних экспертов и организаций. Кроме того, для представления основных выводов и результатов анализа главных тем, рассматриваемых в этом обзоре, был подготовлен ряд рабочих документов.

Рабочая группа «Земельные ресурсы: всемирный обзор»

Координаторы: Ян Джонсон (Ian Johnson) и Саша Александер (Sasha Alexander)
Соавторы: Найджел Дадли (Nigel Dudley) и Саша Александер (Sasha Alexander)

Дизайнер-график: Энн Штайн (Anne Stein)
Фоторедактор: Коринна Фойгт (Corinna Voigt)
Макет и дизайн: Miller Design
Помощь в проведении исследований: Перон Коллинз (Peron Collins), Коринна Фойгт (Corinna Voigt), Вагаки Вишневски (Wagaki Wischnewski), Барбара Бенданди (Barbara Bendandi), Утчанг Канг (Utchang Kang), Маттия Черутти (Mattia Cerutti), Сью Столтон (Sue Stolton)

Соавторы глав: Центр совместных научных исследований Комиссии Европейского союза (Joint Research Centre of the European Commission) принял участие в работе над Главой 4. Эммануэль Касимбази (Emmanuel Kasimbazi), Атиено Мбойя Самандари (Atieno Mboya Samandari) и Роберт МакЛеман (Robert McLeman) приняли участие в работе над Главой 5. Глава 6 была отредактирована благодаря работе Нидерландского агентства по оценке состояния окружающей среды (Netherlands Environment Assessment Agency). Альфред Дуда (Alfred Duda) принял участие в работе над Главой 8. Продовольственная и сельскохозяйственная организация (Food and Agriculture Organization) приняла участие в работе над Главой 9. Международный институт анализа и стратегий устойчивости (International Institute for Sustainability Analysis and Strategy) принял участие в работе над Главой 10. Глава 12 была отредактирована благодаря работе Джонатана Дэвиса (Jonathan Davies), IUCN. Приложение 1 было написано Аннетт Л. Коуи (Annette L. Cowie) и Барроном Дж. Орром (Barron J. Orr). Приложение 2 было составлено Стефаном Соммером (Stefan Sommer), Майклом Черле (Michael Cherlet) и Евой Ивитс (Eva Ivits).

Ведущие авторы рабочей документации: Никола Фавретто (Nicola Favretto), Джонатан Дэвис (Jonathan Davies), Грамменос Мастроджени (Grammenos Mastrojeni), Рональд Варгас (Ronald Vargas), Ричард Томас (Richard Thomas), Грасиела Меттернихт (Graciela Metternicht), Джанкарло Рашио (Giancarlo Raschio), Атиено Мбойя Самандари (Atieno Mboya Samandari), Сет Шеймс (Seth Shames), Альфред Дуда (Alfred Duda), Роберт Маклеман (Robert McLeman), Эммануэль Касимбази (Emmanuel Kasimbazi), Невилл Кроссман (Neville Crossman), Уве Фрише (Uwe Fritsche), Крейг Хэтчер (Craig Hatcher) и Майкл Уэлланд (Michael Welland).

Члены организационного комитета: Адемола Бреймох (Ademola Braimoh), World Bank; Джонатан Дэвис (Jonathan Davies), IUCN; Сиэм Дрисси (Siham Drissi), UNEP; Никола Фавретто (Nicola Favretto), UNU; Тобиас Герхартсрайтер (Tobias Gerhartsreiter), ELD; Люк Гнакаджа (Luc Gnacadja), GPS-Dev; Ханна Джанетчек (Hannah Janetschek), IASS; Энн Джупнер (Anne Juepner), UNDP; Эли Котсе (Eli Kotse), UNDP; Герман Куст (German Kust), UNCCD-SPI; Джейн Мэджвик (Jane Madgwick), WI; Грамменос Мастроджени (Grammenos Mastrojeni), Италия; Алишер Мирзабаев (Alisher Mirzabaev), ZEF; Лука Монтанарелла (Luca Montanarella), EC; Марк Шауэр (Mark Schauer), ELD; Майкл Тейлор (Michael Taylor), ILC; Бен тен Бринк (Ben ten Brink), PBL; Ричард Томас (Richard Thomas), ICARDA; Питер ван дер Ауверерт (Peter van der Auweraert), IOM; Стефан ван дер Эш (Stefan van der Esch), PBL; Иоаким ван Браун (Joachim van Braun), ZEF; Луи Верц (Louis Wertz), EcoAgriculture Partners; Эдоардо Зандри (Edoardo Zandri), UNEP; и Серхио Зелайя (Sergio Zelaya), FAO.

Внешние рецензенты: Это первое издание «Глобальной перспективы» также рецензировали внешние эксперты, предоставившие ценные комментарии и предложения, а именно: Ройял Гарднер (Royal Gardner), Эрин Окуно (Erin Okuno), Сиобан Феннесси (Siobhan Fennessy), Ричард Томас (Richard Thomas), Питер Харпер (Peter Harper), Пит Беттингер (Pete Bettinger), Лорена Агилар (Lorena Aguilar), Марго Гранат (Margaux Granat), Джонатан Дэвис (Jonathan Davies), Елена Мария Абрахам (Elena Maria Abraham), Натали ван Харен (Nathalie van Haren), Роланд Бунч (Roland Bunch), Джемма Шепард (Gemma Shepard), Маркус Гигер (Markus Giger), Изабель Провидоли (Isabelle Providoli), Рима Мекдаски Студер (Rima Mekdaschi Studer), Герман Куст (German Kust), Грасиела Меттернихт (Graciela Metternicht), Дина Ионеско (Dina Ionesco), Сюзанна Мелде (Susanne Melde), Джейн Мэджвик (Jane Madgwick), Виллем Ферведа (Willem Ferweda), Питер Вербург (Peter Verburg), Эрле Эллис (Erle Ellis), Патрик Мейфройдт (Patrick Meyfroidt), Бретт Брайан (Brett Bryan), Невилл Кроссман (Neville Crossman), Карл Хайнц (Karl Heinz), Рикардо Грау (Ricardo Grau), Лука Монтанарелла (Luca Montanarella), Роберт Джон Скоулз (Robert John Scholes), Баренд Эразмус (Barend Erasmus), Мэтью Поттс (Matthew Potts), Бхавани Шанкер Кусум (Bhawani Shanker Kusum), Мариольди Санчез (Marioldy Sanchez), Стефани Уильямсон (Stephanie Williamson), Майкл Вудбридж (Michael Woodbridge), Диана Уолл (Diana Wall), Элизабет Бах (Elizabeth Bach) и Бен тен Бринк (Ben ten Brink).

Руководство и консультации исполнительного секретаря КБООН Моник Барбю (Monique Barbut) послужили важнейшим стимулом при подготовке этой новой программной публикации, предлагающей понятный и конструктивный подход к землепользованию, управлению и планированию устойчивого развития и безопасности человечества.

И наконец, данный обзор невозможно было бы опубликовать без щедрой финансовой поддержки, предоставленной Европейской комиссией, Программой развития Организации Объединенных Наций (United Nations Development Programme) и правительствами Республики Корея, Нидерландов и Швейцарии.

Заявление об отказе от ответственности.
Употребляемые в настоящем документе обозначения и оформление материала данной информационной публикации не должны рассматриваться как выражение какого-либо мнения с позиций Конвенции по борьбе с опустыниванием Организации Объединенных Наций (КБООН) относительно правового статуса или уровня развития той или иной страны, территории, города, местности или их властей, равно как и линий разграничения или границ. Упоминание конкретных компаний или продуктов (запатентованных или незапатентованных) определенных производителей не означает, что они одобрены или рекомендованы КБООН в качестве предпочитаемых компаний или продуктов аналогичного характера, которые не были упомянуты. Мнения, выраженные в этой информационной публикации, являются мнениями соответствующих авторов или соавторов и не обязательно отражают точку зрения или политику КБООН.

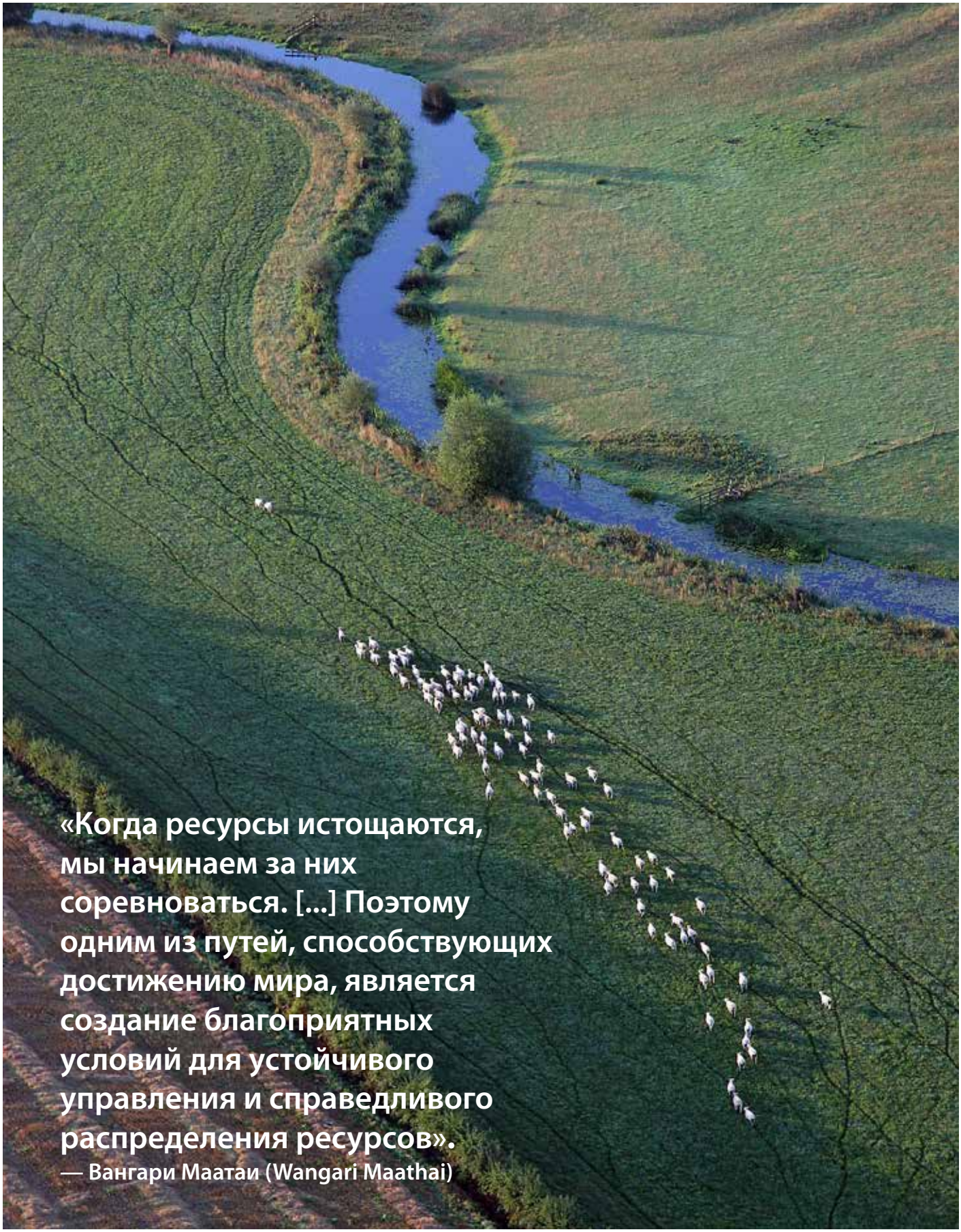
Для получения дополнительной информации и материалов «Глобальной перспективы» посетите страницу www.unccd.int/glo.

Рекомендуемая ссылка: Конвенция Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием, 2017. Глобальная перспектива, первое издание. Бонн, Германия.

ISBN: 978-92-95110-48-9
eISBN: 978-92-95110-47-2

Отпечатано на мелованной бумаге вторичной переработки Cocoon Gloss, произведенной с применением технологии, исключающей использование хлора, и сертифицированной по стандарту FSC® как состоящая на 100% из вторичного сырья.

Фотография на обложке: «Великая зеленая стена» Сахары и Сахель, ©КБООН.



«Когда ресурсы истощаются, мы начинаем за них соревноваться. [...] Поэтому одним из путей, способствующих достижению мира, является создание благоприятных условий для устойчивого управления и справедливого распределения ресурсов».
— Вангари Маатаи (Wangari Maathai)

© Пол Энглфилд (Paul Englefield)

ПРЕДИСЛОВИЕ

Моник Барбю (Monique Barbut)
Исполнительный секретарь Конвенции по борьбе с опустыниванием Организации Объединенных Наций

Я представляю Вашему вниманию первое издание новой программной публикации КБООН «Глобальная перспектива» с большим удовольствием и одновременно с растущим ощущением важности и своевременности этой работы. Рассматривая вопрос о необходимости следующего выпуска «Глобальной перспективы», мы изучили весь спектр проблем, с которыми сталкивается человечество: от давления, оказываемого в результате роста населения, изменения климата, урбанизации, миграции и конфликтов, до незащищенности продовольственных, энергетических и водных ресурсов. Человеческая безопасность на всех уровнях становится все более эфемерной; в настоящее время многие страны мира признают, что деградация земель и изменение климата являются факторами, способствующими росту нестабильности.

Если мы не разработаем более эффективные стратегии адаптации и борьбы с внешними воздействиями, направленные на ответственное управление нашим природным капиталом и его восстановление, деградация земель будет и дальше представлять серьезную угрозу для жизнеобеспечения в сельских районах, приводить к вынужденной миграции и усугублять конфликты из-за ограниченных природных ресурсов (особенно в развивающихся странах). Как вы увидите далее, мы утверждаем, что функциональность и продуктивность земельных ресурсов имеют жизненно важное значение для эффективности любых общемировых усилий, направленных на противодействие этим тревожным тенденциям.

При этом очевидно, что в больших и маленьких, богатых и бедных странах о функциональности и состоянии земельных ресурсов часто не задумываются. Без всякого сомнения, важнейшая роль земель в борьбе с изменением климата, сохранении биологического разнообразия и предоставлении крайне необходимых экосистемных услуг недооценивается. Земельные ресурсы имеют исключительное значение для нашего жизнеобеспечения, процветания и благополучия; от них в буквальном смысле слова зависит образ жизни как наших современников, так и будущих поколений.

В результате нынешних тенденций в производстве, а также урбанизации и деградации окружающей среды мы утрачиваем и бесполезно расходуем слишком большое количество земельных ресурсов. Человек забывает о своей связи с землей. Мы слишком быстро теряем воду, почву и биологическое разнообразие, которые поддерживают жизнь на планете. В период, когда необходимо задействовать все активы и возможности, чтобы обеспечить преимущества для людей и планеты, земли хорошего качества становятся все менее доступными. Американский писатель Марк Твен однажды в шутку посоветовал: *«Покупайте землю — ведь ее уже больше никто не производит»*. Он был абсолютно прав. Чтобы дать толчок экономическому росту и обеспечить источник средств к существованию для миллиардов людей во всем мире, следует взглянуть на ситуацию со стороны, а также трансформировать существующие модели землепользования и управления земельными ресурсами.

В этом документе рассматривается данный вопрос, но исследование проводится намного глубже. Земля — это не только экономика и физическая география. Поэтому данный обзор не ограничивается оценкой количества существующих земельных ресурсов и деградирующих земель. Он также ставит своей целью поиск ответа на вопрос, «что можно сделать в сложившейся ситуации?» Ответ на этот вопрос основывается на утверждении, что в процессе принятия решений участвует каждый из нас, а это означает, что наш выбор может изменить ситуацию к лучшему. Даже небольшие шаги сегодня могут серьезно изменить наше будущее.

В этом обзоре представлена концепция трансформации существующих моделей землепользования и управления земельными ресурсами. Здесь подчеркивается значение земель как необходимой составляющей для обеспечения безопасности человечества и его благополучия в будущем, а также основы, связывающей общество воедино. Я рассчитываю, что эта «Глобальная перспектива» положит начало ряду других изданий, предлагающих смелые решения и конкретные варианты действий.

ОСНОВНЫЕ ИДЕИ

ОБЩАЯ КАРТИНА: ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ В УСЛОВИЯХ ЖЕСТКОГО ДАВЛЕНИЯ

В настоящее время на земельные ресурсы оказывается огромное давление, и ожидается, что в дальнейшем оно будет только усиливаться: противостояние между спросом на преимущества, обеспечиваемые земельными ресурсами (продовольствие, вода и энергия), и услугами, поддерживающими и регулирующими все жизненные циклы на Земле, ощущается все сильнее.

Значительная часть искусственных и естественных экосистем деградирует: в течение двух последних десятилетий приблизительно на 20% покрытых растительностью земель во всем мире наблюдалась устойчивая тенденция к снижению продуктивности, связанная главным образом с характером использования земельных и водных ресурсов и методами управления.

Сокращение биологического разнообразия и изменение климата подвергают функциональность и продуктивность земель еще большей опасности: велика вероятность, что увеличение углеродсодержащих выбросов, высокие температуры, изменение характера распределения количества осадков, почвенная эрозия, исчезновение видов и усиление нехватки воды повлияют на пригодность огромных регионов для производства продуктов питания и проживания людей.

Деградация земель снижает устойчивость к стрессовым воздействиям со стороны окружающей среды: повышение уязвимости, в особенности бедной части населения, женщин и детей, может усилить конкуренцию за ограниченные природные ресурсы и стать причиной миграции, нестабильности и конфликтов.

Более 1,3 млрд. человек оказались в ловушке из-за деградирующих сельскохозяйственных угодий: фермеры малоплодородных земель, в особенности в засушливых районах, ограничены в возможностях для поиска альтернативных источников средств к существованию и часто не принимают участия в процессе масштабного инфраструктурного и экономического развития.

Масштабы трансформации сельских районов в последние десятилетия были беспрецедентными: миллионы людей покидали территории своих предков и мигрировали в городскую местность, часто утрачивая свою культурную самобытность, забывая традиционные знания и регулярно меняя места проживания.

ДОСТИЖЕНИЕ КОНСЕНСУСА: НЕЭФФЕКТИВНАЯ СИСТЕМА

Неэффективная продовольственная система угрожает здоровью человечества и экологической рациональности: как и другие способы землепользования, которые приводят к деградации и загрязнению и нацелены на краткосрочные результаты, современные схемы производства, распределения и потребления продовольствия совершенно не способствуют решению существующих глобальных проблем.

Расширяющаяся пропасть между производством и потреблением, а также проистекающие из этого масштабы потери/утилизации продуктов питания еще больше ускоряют темпы изменения характера землепользования, деградации земель и уничтожения лесов: в бедных странах потеря продуктов питания связана главным образом с проблемами хранения и транспортировки, в то время как в более благополучных странах пищевые отходы являются результатом расточительности и неэффективности конечных звеньев цепочки поставок продовольствия.

Существующая модель агропромышленного бизнеса приносит выгоду единицам и ущерб большинству: мелкие фермеры, на протяжении тысячелетий являющиеся основой системы жизнеобеспечения и производства продуктов питания в сельских районах, сталкиваются с огромными проблемами из-за деградации земель, отсутствия безопасности землевладения и глобализации продовольственной системы, в результате которой предпочтение отдается концентрированным, крупномасштабным и высокомеханизированным фермерским хозяйствам.

Объемы крупномасштабных приобретений земельной собственности колоссально увеличились за последние два десятилетия: национальные элиты и страны, импортирующие продукты питания, захватывают огромные участки пахотных земель (как правило, вместе с правами на водные ресурсы и доступом к транспортной инфраструктуре) в поисках мер на случай ценовой неустойчивости и продовольственной нестабильности в будущем.

Все это итоги наших отдельных решений, усугубляющие общемировой кризис земельных ресурсов: независимо от того, представляем мы потребителей, производителей, корпорации или правительство, традиционный подход к бизнесу в сельскохозяйственном секторе не поможет справиться с этой проблемой.

БОЛЕЕ БЕЗОПАСНОЕ БУДУЩЕЕ: УВАЖИТЕЛЬНОЕ ОТНОШЕНИЕ К ОГРАНИЧЕНИЯМ

Количество земельных ресурсов ограничено; тем не менее, в этом *обзоре* представлены свидетельства, дающие основания полагать, что в случае изменения поведенческих стратегий потребителей и корпораций, а также внедрения более эффективных методов планирования и устойчивого управления удастся на долгий период обеспечить доступность земельных ресурсов в количестве, достаточном для удовлетворения потребностей как в предметах первой необходимости, так и в более широком спектре товаров и услуг.

Необходимо рассуждать с точки зрения уважительного отношения к ограничениям, а не с точки зрения ограничений для роста: удастся принять безотлагательные меры без ущерба для качества жизни в настоящем или наших стремлений в будущем; информированное и ответственное принятие решений наряду с простыми изменениями в нашей повседневной жизни может поспособствовать экономическому росту и одновременно обращению вспять существующих тенденций к деградации земель.

Для реализации новой повестки дня в отношении землепользования права и преимущества должны быть сопряжены с ответственностью: повышение безопасности землевладения, гендерное равенство, а также соответствующие стимулы и вознаграждения являются важнейшими факторами, которые помогают производителям внедрять и распространять более ответственные методы управления земельными ресурсами.

От нашей способности к достижению баланса преимуществ и недостатков в масштабах больших территорий в конечном итоге будет зависеть дальнейшая судьба земельных ресурсов: совместное сохранение природы, управление земельными и водными ресурсами, а также восстановление являются ключевыми элементами, необходимыми для решения задачи нейтрализации деградации земель, и служат важным стимулом, способствующим достижению большинства целей устойчивого развития.

Продуманное планирование землепользования — это необходимые меры, которые принимаются в правильном месте и в правильных масштабах: многофункциональный подход к земельным ресурсам предусматривает более рациональное распределение земель, что увеличивает эффективность потребления ресурсов и сокращает потери; такой подход базируется на принципах участия, согласования и сотрудничества.

Сегодняшние смелые решения и инвестиции определяют качество жизни населения планеты в будущем: многочисленные подходы, технологии и методы, представленные в этом *обзоре,* служат своевременным напоминанием о проверенных экономически целесообразных способах, которые позволят обеспечить успешное и более безопасное будущее, основанное на правах, вознаграждении и уважении к нашим драгоценным земельным ресурсам.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Земельные ресурсы являются важнейшим структурным элементом цивилизации, но их влияние на качество нашей жизни понимается и оценивается совершенно различными и часто противоречащими друг другу способами. Меньшинство разбогатело в результате экологически нерационального использования и масштабной эксплуатации земельных ресурсов, причем связанные с этим конфликты усиливаются во многих странах. Мир достиг этапа, на котором мы обязаны устранить эти противоречия и пересмотреть способы планирования, использования и управления земельными ресурсами.

Наша способность прийти к компромиссу в масштабах больших территорий в конечном итоге будет определять будущее земельных ресурсов — почвы, воды и биологического разнообразия, а также успех или неуспех усилий, направленных на сокращение бедности, обеспечение безопасности продовольствия и водных ресурсов, сведение к минимуму последствий изменения климата и адаптацию к таким последствиям. Действительно, совместное управление земельными и водными ресурсами признано фактором, способствующим достижению большинства целей в отношении устойчивого развития.

Хотя мы находимся на критическом этапе, быстро приближаясь к планетарным границам и в некоторых случаях преодолевая их, в первом издании *«Земельные ресурсы: всемирный обзор»* представлены свидетельства, которые показывают, что информированное и ответственное принятие решений, совершенствование политик и практик управления земельными ресурсами и простые изменения в нашей повседневной жизни при широком внедрении могут поспособствовать обращению вспять существующих тревожных тенденций, касающихся состояния земель.

ОБЩАЯ КАРТИНА

Давление, оказываемое на земельные ресурсы во всем мире, в настоящее время выше, чем в любой другой период истории человечества. Быстрый рост населения в сочетании с повышением уровня потребления является причиной все большего спроса на природный капитал, связанный с землей. Это усиливает конкуренцию между видами землепользования и поставками товаров и услуг, которые обеспечиваются за их счет.

Главным образом это растущая конкуренция между спросом на товары и услуги, приносящие пользу людям (такие как продовольствие, вода и энергия), и необходимостью защиты других экосистемных услуг, регулирующих и поддерживающих жизнь во всем мире. Биологическое разнообразие на Земле служит фундаментом для всех этих услуг и обеспечивает возможность полной реализации широкого ряда прав человека, таких как права на здоровую жизнь, полноценное питание, чистую воду и культурную самобытность.

Существенная часть искусственных и естественных экосистем деградирует и подвергается дополнительному риску в связи с изменением климата и сокращением биологического разнообразия. В период с 1998 по 2013 год приблизительно на 20% покрытых растительностью земель во всем мире наблюдалась устойчивая тенденция к снижению продуктивности, отчетливо выраженная на 20% сельскохозяйственных угодий, 16% лесных угодий, 19% лугопастбищных угодий и 27% пастбищных угодий. Эти тенденции являются особенно тревожными с учетом возросшего спроса на продукты земледелия и животноводства, предполагающие интенсивное землепользование.

Деградация земель способствует изменению климата и увеличивает уязвимость миллионов людей, в особенности бедной части населения, женщин и детей. На используемые в настоящее время методы управления в секторе землепользования приходится 25% общемирового выброса парниковых газов, а деградация земель является одновременно и причиной, и следствием бедности. Более 1,3 млрд. человек (главным образом в развивающихся странах) оказались в ловушке, будучи исключенными из процесса масштабного инфраструктурного и экономического развития из-за деградирующих сельскохозяйственных угодий, подвергающихся стрессовым климатическим воздействиям.

Деградация земель также приводит к возникновению конкуренции за ограниченные ресурсы, что может стать причиной миграции и незащищенности, а также усиления неравенства в доступе к ресурсам и доходах. Эрозия почв, опустынивание и нехватка воды способствуют развитию социального напряжения и кризисов. В связи с этим деградацию земель можно рассматривать как фактор увеличения рисков, особенно в ситуациях, когда она постепенно снижает возможность использования земель человеком для производства продовольствия и хранения воды или отрицательно сказывается на других жизненно важных экосистемных услугах. Это, в свою очередь, усиливает незащищенность человека и при определенных обстоятельствах может провоцировать или увеличивать риск возникновения конфликтов.

Масштабы трансформации сельских районов в последние десятилетия были беспрецедентными по скорости и объемам. Миллионы людей покидали территории своих предков и мигрировали в городскую местность, часто утрачивая свою культурную самобытность, забывая традиционные знания и регулярно меняя места проживания.

ДОСТИЖЕНИЕ КОНСЕНСУСА

Высокие температуры, изменение характера распределения количества осадков и усиление нехватки воды из-за изменения климата повлияют на пригодность огромных регионов для производства продуктов питания и проживания людей. Массовое исчезновение флоры и фауны, включая дикорастущих родичей культурных растений и особей, играющих ключевую роль в сохранении целостности экосистем, подвергает еще большей опасности устойчивость и способность к адаптации, особенно когда речь идет о бедном деревенском населении, в наивысшей степени зависящем от земли как источника удовлетворения базовых потребностей и средств к существованию.

Наша продовольственная система фокусируется на краткосрочном производстве и прибыли, а не на достижении долгосрочной экологической рациональности. Современная сельскохозяйственная система привела к значительному увеличению продуктивности, предотвратившему возникновение голода во многих частях мира, но в то же время эта система базируется на выращивании монокультур, генетически модифицированных сельскохозяйственных культур, а также интенсивном использовании удобрений и пестицидов, что наносит ущерб долгосрочным целям устойчивого развития. На производство продуктов питания приходится 70% от всего забора пресной воды и 80% от общего объема вырубки лесов. При этом почва, являющаяся основой общемировой продовольственной безопасности, во многих районах загрязняется, деградирует и подвергается эрозии, что приводит к долгосрочному снижению продуктивности.

Мелкие фермеры, на протяжении тысячелетий являющиеся основой системы жизнеобеспечения и производства продуктов питания в сельских районах, сталкиваются с огромными проблемами из-за деградации земель, отсутствия безопасности землевладения и глобализации продовольственной системы, в результате которой предпочтение отдается концентрированным, крупномасштабным и высокомеханизированным агропромышленным производствам. Эти фермеры часто располагают ограниченными возможностями для поиска альтернативных источников средств к существованию.

Расширяющаяся пропасть между производством и потреблением и проистекающие из этого масштабы потери/утилизации продуктов питания еще больше ускоряют темпы изменения характера землепользования, деградации земель и уничтожения лесов. В результате быстрой экспансии глобальных цепочек создания стоимости и связанной с ней торговли земельными ресурсами (а также их «виртуальными» компонентами) значительная часть давления на природные ресурсы переместилась из развитых стран в развивающиеся, где прямые последствия деградации земель распределяются неравномерно, особенно в случае многочисленных спекуляций и (или) неэффективного управления.

Объемы крупномасштабных приобретений или «захватов» земельной собственности, направленных на поиск мер, необходимых в случае продовольственной нестабильности и ценовой неустойчивости в будущем, с 2000 года колоссально увеличились и охватывают 42 млн. гектаров земель, предназначенных для производства продовольственных культур, лесных продуктов и биотопливных культур (большая часть этих территорий располагается в Африке). Сегодня на производство товаров, экспортируемых в богатые страны с малым количеством земель, приходится около 25% общемировой площади сельскохозяйственных угодий, а также связанные с этими территориями объемы потребления воды и других ресурсов.

СЦЕНАРИИ ИЗМЕНЕНИЙ

За исключением некоторых регионов Европы, масштабы использования земель человеком до середины 1700-х годов были незначительными по сравнению с современными изменениями в экосистемах Земли. Представления о безграничном мире, где господствует человек, подкреплялись и усиливались благодаря научными достижениям. Население планеты внезапно получило доступ к природному капиталу, запасы которого казались нескончаемыми, а земельные ресурсы воспринимались как безвозмездный дар природы.

Анализ сценариев, проведенный для данного *документа*, позволяет оценить ряд возможных вариантов будущего и проектов, предусматривающих рост противоречий между необходимостью увеличения производства продовольствия и энергии и продолжающимся сокращением биологического разнообразия и экосистемных услуг. Относительно региональной перспективы эти сценарии прогнозируют столкновение стран Африки, расположенных к югу от Сахары, Южной Азии, Ближнего Востока и Северной Африки с огромными проблемами из-за сочетания ряда факторов, включающих высокий рост населения, низкий ВВП на душу населения, ограниченные возможности для сельскохозяйственной экспансии, повышенную нехватку воды и серьезное сокращение биологического разнообразия. Отсутствие экономических и организационных средств для борьбы с этими факторами увеличит риски конфликтов с применением силы и массовой миграции.

Другие глобальные сценарии землепользования основываются на предположении, что ввиду взаимной зависимости методов управления, касающиеся земельных ресурсов, являются более важными детерминантами общих результатов в отношении безопасности окружающей среды и продовольствия, чем прогнозируемые показатели роста населения и экономики. Такие модели отталкиваются от идеи о том, что наблюдаемые компромиссы — это не столько следствие роста населения, сколько предсказуемый результат узконаправленных и экологически нерационального планирования, стратегий и методов землепользования.

Количество земельных ресурсов ограничено, но в данном *обзоре* представлены свидетельства, дающие основания полагать, что в случае изменения поведенческих стратегий потребителей и корпораций, а также внедрения экологически рациональных политик и практик управления мы еще сможем обеспечить доступность земельных ресурсов в количестве, достаточном для удовлетворения спроса и потребностей в широком спектре товаров и услуг. Тем не менее, впереди нас ждет ряд сложных выборов и компромиссов.

Долгосрочная безопасность продовольствия и водных ресурсов потребует отказа от ресурсоемкого производства, углеродоемких технологических процессов и видов транспорта, продуктов питания, обеспечение которых предполагает интенсивное землепользование (главным образом в связи с повышенным спросом на продукты животноводства и пищевые продукты, подвергшиеся технологической обработке), а также сегодняшних масштабов пищевых отходов, включая потери, связанные с послеуборочной обработкой.

Поэтому эффективные стратегии реагирования должны предусматривать изменение отношения к ценности земельных ресурсов и трансформацию методов управления качеством земель для достижения баланса между их биологической продуктивностью и экономической отдачей. Именно совокупность индивидуальных решений каждого из нас (независимо от того, представляем мы потребителей, производителей, корпорации или правительства) привела к формированию общемирового кризиса земельных ресурсов. Как и в ситуации с противодействием изменению климата, традиционный подход к решению этой проблемы будет неэффективным с учетом ее масштабов.

БОЛЕЕ БЕЗОПАСНОЕ БУДУЩЕЕ

Мы уже много знаем о мерах, которые необходимо предпринять, чтобы обеспечить устойчивость планеты для следующих поколений, используя предоставляемые природой грандиозные возможности для экологически рационального роста и формируя более безопасное будущее. Вопрос заключается в следующем: можем ли мы ускорить переход от сегодняшней «эры грабежей» к «эре уважения», предусматривающей почтительное отношение к биофизическим ограничениям?

Для наступления новой «эры уважения» потребуется трансформация существующих способов потребления, производства, работы и сосуществования, которая поможет справиться с серьезным давлением на земельные ресурсы и соответствующими экологическими проблемами. Состояние земельных ресурсов тесно связано со всеми аспектами человеческой безопасности сегодня и в будущем.

Очевидно, что следующие несколько десятилетий будут иметь решающее значение для формирования и реализации новой глобальной повестки дня, направленной на преобразования. В большинстве развивающихся стран усиление безопасности прав землевладения и достижение гендерного равенства и социальной справедливости станут важным шагом на пути к долгосрочному совершенствованию управления земельными ресурсами.

Для реализации новой повестки дня и достижения результатов, соответствующих масштабам проблем, права и преимущества должны быть сопряжены с ответственностью. Безопасность землевладения, а также соответствующие стимулы и вознаграждения необходимы для того, чтобы помочь производителям внедрять и распространять более ответственные методы управления земельными ресурсами. И наконец, мы не можем игнорировать моральные и этические обязательства по охране и сбережению земельных ресурсов для будущих поколений.

В первой части этого *обзора* приводятся общие данные, позволяющие оценить всю ситуацию в целом, в то время как во **второй части** обсуждаются некоторые из наиболее насущных общемировых проблем, влияющих на характер землепользования, спрос на земельные ресурсы и их состояние, а также стратегии, необходимые для решения задачи нейтрализации деградации земель и связанных с ней вопросов сокращения бедности, безопасности продовольствия и водных ресурсов, сохранения биологического разнообразия и почв, минимизации последствий изменения климата и адаптации к ним, а также стабильного жизнеобеспечения.

В третьей части основное внимание уделяется шести стратегиям реагирования, которых могут придерживаться потребители, производители, корпорации и правительства для стабилизации и сокращения давления на земельные ресурсы, а также наглядным ситуационным исследованиям и ключевым инструментам, способствующим достижению успеха.

1. Многофункциональный подход к земельным ресурсам: определение приоритетов и достижение баланса между потребностями различных заинтересованных сторон в масштабах больших территорий с одновременным учетом местных особенностей землепользования, спроса на земельные ресурсы и их состояния для обеспечения полного спектра товаров и услуг. Планирование землепользования помогает определить виды землепользования, которые обеспечивают максимальное удовлетворение потребностей людей при сохранении почвы, воды и биологического разнообразия для будущих поколений.

2. Формирование устойчивости к внешним воздействиям: повышение адаптационной способности сообществ и экосистем благодаря сочетанию природоохранных мер, устойчивого управления и восстановления земельных ресурсов. Существует множество инструментов и практик для защиты функциональности, продуктивности и многообразия природных и управляемых земель, которые могут помочь свести к минимуму последствия изменения климата и других воздействий на природные ресурсы, а также адаптироваться к таким последствиям.

3. Сельскохозяйственная деятельность, нацеленная на многочисленные преимущества: оптимизация наиболее предпочтительного набора экосистемных услуг, связанных с производством продовольствия. Она требует фундаментального изменения методов сельскохозяйственной деятельности для получения более широкого ряда социальных, экологических и экономических преимуществ в результате управления природным капиталом, связанным с земельными ресурсами.

4. Регулирование границ между городскими территориями и сельскими районами: формирование нового подхода к территориальному планированию для сведения к минимуму последствий неконтролируемого разрастания городов и развития инфраструктуры. Города, предназначенные для обеспечения устойчивости в масштабах более широких территорий, могут сократить природоохранные издержки, связанные с транспортом, продовольствием, водой и энергией, и предложить новые возможности для повышения эффективности использования ресурсов.

5. Недопущение суммарных потерь: создание стимулов для экологически рационального потребления природных ресурсов и добычи природного сырья. Решение задачи нейтрализации деградации земель или недопущение суммарных потерь функциональных и продуктивных земель позволит увеличить количество услуг, предоставляемых на местах, и уменьшить нежелательные экологические и социальные последствия за пределами таких территорий. С точки зрения потребления это позволит добиться существенного сокращения сегодняшнего уровня пищевых отходов и потери продуктов питания.

6. Создание благоприятных условий: обеспечение условий, необходимых для трансформации достижений на местном уровне в крупномасштабные инициативы, приводящие к важным изменениям. К ним относятся содействие основополагающим социальным и экономическим условиям и организациям, в частности связанным с привлечением заинтересованных сторон, землевладением, гендерным равенством и наличием стабильных инвестиций и инфраструктуры.

Многочисленные методы и прогрессивные подходы, представленные в этом *обзоре,* служат своевременным напоминанием о проверенных экономически целесообразных стратегиях реагирования, которые позволят обеспечить успешное и более стабильное будущее, основанное на правах, вознаграждениях и уважении к нашим драгоценным земельным ресурсам.

ВВЕДЕНИЕ

Перспектива — это точка обзора, платформа, ракурс; она расширяет наши взгляды на будущее и позволяет нам исследовать свои возможности, как настоящие, так и будущие. Именно в таких расширенных рамках мышления *целью Всемирного обзора земельных угодий является* показать уникальную точку зрения на один из наиболее ценных активов нашей планеты — землю.

Земля — буквально земля под нашими ногами — это истощаемый ресурс, состоящий из почвы, воды, минералов, растений и животных. Это неотъемлемая часть нашей системы жизнеобеспечения и ключевой элемент наших общественных и экономических структур. Поскольку мы боремся с нынешним состоянием земельных ресурсов — трезвым напоминанием о неправильном использовании и бесхозяйственности в прошлом — в первой редакции Глобальной перспективы представлены как основания для беспокойства, так и возможности для действия.

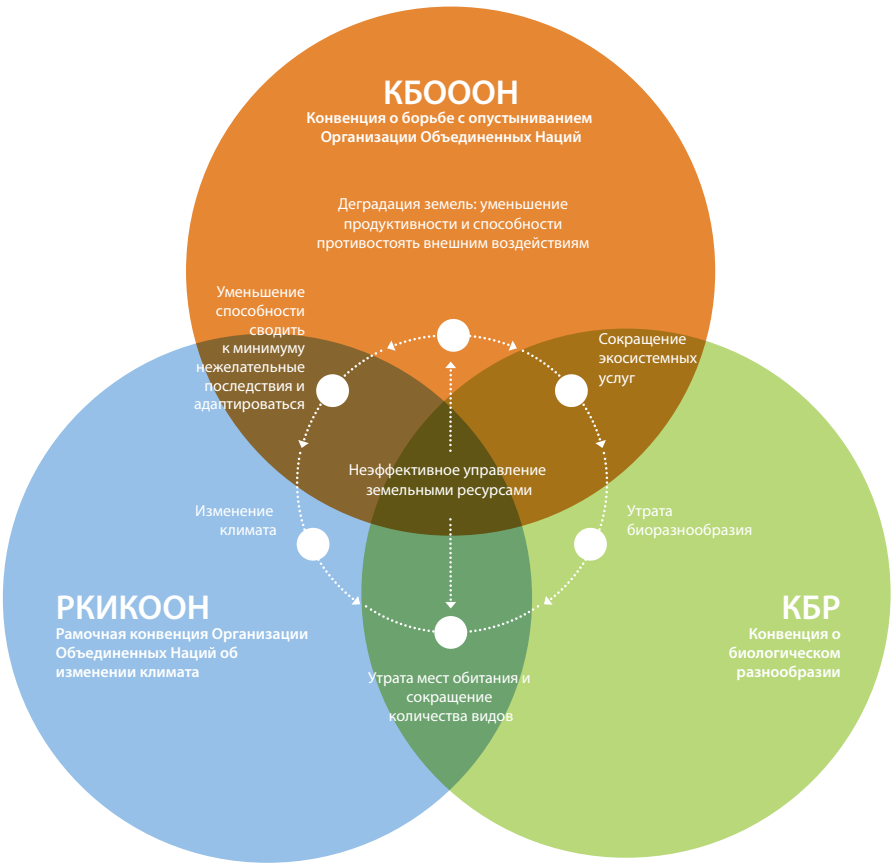
Здоровье и устойчивость наших земельных ресурсов во многом определяются управленческими методами, системами правления и изменениями окружающей среды. Преобразование наших природных экосистем, неэффективное использование водных ресурсов и чрезмерное и нерациональное использование агрохимикатов[1] способствуют деградации земель на локальном уровне, а также увеличению выбросов парниковых газов, потере биологического разнообразия и изменению режима осадков в региональном и глобальном масштабах.[2] Деградация земель, потеря биологического разнообразия и изменение климата в настоящее время признаются взаимосвязанными угрозами для многочисленных аспектов человеческой безопасности, а также вносят вклад в нисходящую спираль производительности и доступности земельных ресурсов.[3]

«Земельные ресурсы: всемирный обзор» предоставляет краткий обзор использования земельных ресурсов на сегодняшний день, а также дает оценку вероятных сценариев для рационального удовлетворения потребностей в земле, ее товарах и услугах в будущем. Основное внимание уделяется более широкой стратегии и методам, уже давно требующими внимания к основным и возникающим проблемам, которые необходимо учитывать при установлении курса мировой общественной политики. Глобальная перспектива — это стратегическое, прогрессивное рассмотрение вопросов и анализ на основании хорошо документированных научных исследований и эмпирических данных. Глобальная оценка деградации и восстановления земель проводится под эгидой Межправительственной научно-политической платформы по биологическому разнообразию и экосистемным услугам.

Она основана на предпосылке, что земля и связанные с ней ресурсы составляют запасы природного капитала. Здоровье и будущая продуктивность планеты испытывают негативное воздействие от растущего спроса на связанные с землей товары и услуги, а также от существующих методов их производства. Нерациональная и чрезмерная эксплуатация земельных ресурсов создают угрозу для человеческой безопасности на нескольких уровнях: снижение продовольственной и водной безопасности, а также ухудшение здоровья почвы и устойчивости экосистем делают нас более уязвимыми для экстремальных погодных явлений и последствий изменения климата, и даже угрожают внутренней и международной стабильности и безопасности стран.

«Земельные ресурсы: всемирный обзор» представляет обзор состояния земель и отчетливый набор ответных мер, направленных на оптимизацию землепользования, управления и планирования, что позволяет обеспечивать межсекторальное взаимодействие при предоставлении связанных с землей товаров и услуг. Этот комплексный подход является фундаментальным принципом концептуальной основы нейтрализации деградации земель (см. Приложение 1) — задачи, которая рассматривается как движущая сила в реализации Конвенции Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием (КБООН), а также как важный элемент Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года.

Рисунок 1. Тесно связанные угрозы и цели Конвенции о биологическом разнообразии



В обзоре не только представлены практические пути к достижению более устойчивого и желаемого будущего, но также отмечены вероятные сценарии, указывающие на то, что сделанные сегодня решения и инвестиции повлияют на режимы пользования и управления землей завтра. Многие из них указывают на уже созревшую острую необходимость переоценки ценностей и установок, определяющих существующие методы пользования и управления нашими земельными ресурсами. Мы убеждены, что данный обзор поспособствует в продвижении нового видения и программы действий для обеспечения более безопасного будущего.

Одна из основных целей КБООН заключается в том, чтобы помочь странам преодолеть барьеры, препятствующие принятию и расширению стратегии и методов устойчивого управления земельными ресурсами (УУЗР), необходимых для сокращения масштабов нищеты и повышения всеобщей продовольственной, водной и энергетической безопасности.

Первое издание «Земельные ресурсы: всемирный обзор» является ответом на мандат, порученный секретариату КБООН, а именно: постоянно изыскивать новаторские подходы и продукты, повышающие осведомленность о проблемах опустынивания/деградации земель и засухи, в то же время поддерживая усилия по созданию благоприятной конъюнктуры для использования испытанных и экономически рациональных решений для реализации задач, указанных в целях устойчивого развития. Ожидается, что всемирный обзор, как ведущая публикация КБООН, будет выпускаться периодически и займет свое место среди других Перспектив.

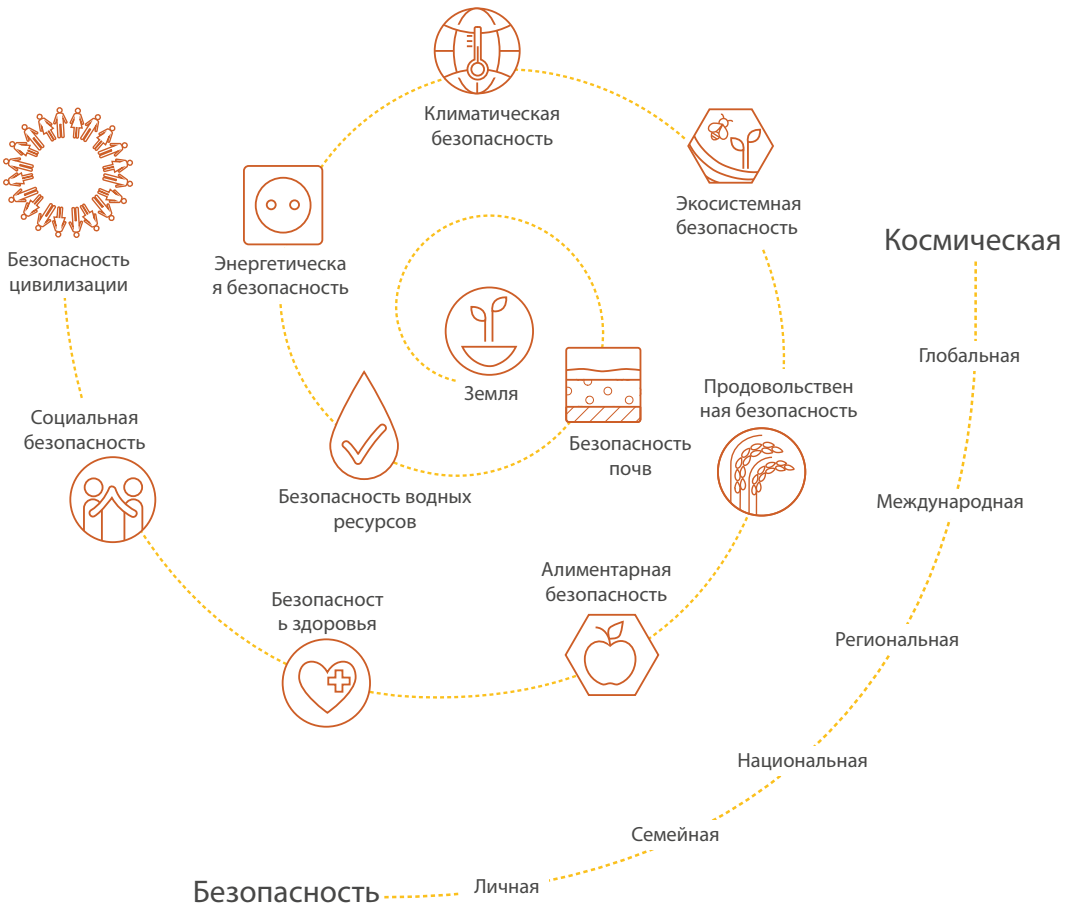


Рисунок 2. Масштабы человеческой безопасности: по материалам[4]

Рисунок 3. Основные темы *Глобальной перспективы*

«Земельные ресурсы: всемирный обзор» создавался таким образом, чтобы быть доступной для гражданского общества и лиц, принимающих решения как в частном, так и в государственном секторах. Он является частью более обширных мер, направленных на содействие обсуждению стратегии и методов землепользования путем освещения фундаментальной важности рационального землепользования. При этом в обзоре приведены доводы того, что каждый из нас может принимать решения и вносить изменения.

В первой части рассматривается ситуация в целом — как в пространственном, так и во временном плане, — а также приведена краткая история землепользования. В ней рассматриваются движущие силы деградации земель и изменений в землепользовании, а также подробные сведения о существующих видах давления на земельные ресурсы. Кроме того, рассматриваются возможные последствия от деградации земель на экономические, социальные и экологические аспекты нашей жизни.

Часть вторая исследует будущие сценарии или пути, предлагая ряд прогнозов по производству и потреблению связанных с землей товаров и услуг. За этим следует тематическое рассмотрение вопросов, связанных с мировыми проблемами, где указаны текущие тенденции и перспективные решения.

Часть третья включает программу действий по обеспечению более безопасного будущего, где рассмотрены проверенные и экономически рациональные варианты увеличения масштабов мероприятий по охране природы, устойчивому управлению земельными ресурсами и восстановлению окружающей среды, направленные на ускорение прогресса в обеспечении более равновесного устойчивого развития.

Хотя в первом издании представлен конструктивный и оптимистический обзор, в нем также затронуты мрачные реалии и сложные задачи. Давайте сначала рассмотрим ситуацию в целом.

БИБЛИОГРАФИЯ

1 REPORT OF THE SPECIAL RAPPORTEUR ON THE RIGHT TO FOOD TO THE THIRTY–FOURTH SESSION OF THE HUMAN RIGHTS COUNCIL, A/HRC/34/48: JANUARY 24, 2017.

2 SIVAKUMAR, M.V.K. 2007. INTERACTIONS BETWEEN CLIMATE AND DESERTIFICATION. Agricultural and Forest Meteorology. **142**: 143-155.

3 Barbut, M. and Alexander, S. 2015. Land degradation as a security threat amplifier: the new global frontier. In: Chabey, I., Frick, M. and Helgeson, J. (eds.) Land Restoration: Reclaiming landscapes for a sustainable future. Elsevier.

4 Lal, R. 2013. Food security in a changing climate. Ecohydrology and Hydrobiology, **13**: 8-21.

© Адриэль Клоппенбург (Adriel Kloppenburg)

Часть первая
ОБЩАЯ КАРТИНА

Общая картина — это мозаика, состоящая из множества мелких элементов. В различных странах, культурах и сообществах понятие «земля» определяется, воспринимается и оценивается совершенно по-разному. Любой отдельно взятый участок земли может использоваться для достижения множества различных целей. В этом суть многоаспектного характера земельных ресурсов: там, где один видит ландшафты, непригодные для обитания, другой чувствует себя абсолютно комфортно; там, где одни видят дикую местность, которую нужно «приручить», другие замечают величие и красоту, которые необходимо сберечь. Все эти факторы влияют на отношение к землепользованию, а также на способы управления земельными ресурсами. Тем не менее, сохранение функциональности земельных ресурсов является важным вкладом в обеспечение безопасности человечества: это дает доступ к продовольствию и воде, стабильную занятость и жизнеобеспечение, устойчивость к изменению климата и экстремальным погодным явлениям, а также (в конечном итоге) социальную и политическую устойчивость.

1. Значение земельных ресурсов 20
2. Краткая история землепользования 30
3. Факторы, способствующие изменениям 40
4. Конвергенция доказательств 52
5. Земельные ресурсы и безопасность человечества 78

ГЛАВА 1

ЗНАЧЕНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Наше представление о земельных ресурсах является не только реакцией на окружающий мир, но также причиной и следствием культурного отбора, в результате которого некоторые явления выдвигаются на первое место, а другие отступают на второй план. Другими словами, чем менее заметна та или иная составляющая земельных ресурсов для конкретной заинтересованной стороны, тем меньшее значение она для нее имеет, результатом чего может стать недостаточная осведомленность о наиболее важных функциях.

Значение и ценность земельных ресурсов могут меняться по мере повышения благосостояния, а непосредственное выживание перестает напрямую зависеть от таких земельных ресурсов. Более того, отношение к земле часто связано с ощущением суверенности, а также с юрисдикцией и зависит от различных форм собственности и прав пользования, что (в свою очередь) влияет на экономические и социально-политические взаимодействия, а также конфликты с другими людьми.

Все эти факторы влияют на отношение к землепользованию, а также на способы управления земельными ресурсами. Тем не менее, сохранение функциональности земельных ресурсов является важным вкладом в обеспечение безопасности человечества: это дает доступ к продовольствию и воде, стабильную занятость и жизнеобеспечение, устойчивость к изменению климата и экстремальным погодным явлениям, а также (в конечном итоге) социальную и политическую безопасность.

ЗЕМЛЯ КАК БЕСЦЕННЫЙ АКТИВ

Независимо от того, каким активом — частным или государственным — являются земельные ресурсы, они обладают потенциалом для предоставления полного набора товаров и услуг; это включает сведение к минимуму последствий изменения климата в масштабах всего мира, регулирование водоснабжения в масштабах ландшафтов и поддержку производства продуктов питания в местных масштабах. Естественные и искусственные экосистемы поддерживают местных жителей, обеспечивая средства к существованию, а также позволяют общинам расти и процветать. Земля — это бесценный, но в то же время ограниченный ресурс, поэтому предоставляемые ею товары и услуги так или иначе являются ограниченными. Для справедливого распределения прав землепользования недостаточно просто установить, кому принадлежит земля и как ее следует использовать. Методы управления земельными ресурсами часто приводят к последствиям, выходящим за пределы таких территорий; поэтому землевладельцы все чаще сталкиваются с ограничениями, касающимися использования или управления земельными ресурсами и направленными на защиту многочисленных экосистемных услуг, обеспечиваемых благодаря этим землям.

Более широкий взгляд на многочисленные функции и услуги, обеспечиваемые земельными ресурсами (т. е. преимущества для людей и других видов), а также на процесс присвоения им ценности позволяет предположить, что в будущем фермеры и другие лица, осуществляющие управление земельными ресурсами, станут играть все большую роль в регулировании земель и связанных с ними ресурсов.

Для защиты и развития этого бесценного актива важно учитывать, что права, вознаграждения и обязанности являются основой устойчивого управления земельными ресурсами. Фермерам и лицам, осуществляющим управление земельными ресурсам, часто требуются стимулы, чтобы обеспечивать предоставление связанных с их землями товаров и услуг, в том числе тех, что выходят за пределы рынка — сохранение биологического разнообразия, водоснабжение, защита от наводнений или улавливание углерода. По поводу объема компенсаций, которые более широкие сообщества должны предоставлять землевладельцам за пользование экосистемными услугами, продолжают вестись споры, но даже при достижении консенсуса относительно размера выплат останется ряд практических проблем, касающихся того, как должны начисляться эти компенсации.[1] Во многих странах долгосрочная продовольственная безопасность и экономический рост в значительной степени зависят от устойчивого управления природным капиталом, базирующимся на земельных ресурсах.

Земельные ресурсы всегда были тесно связаны с развитием человечества; их экономическая функция — это только один пункт из широкого перечня. Земля — это уникальный, ценный и незыблемый ресурс, представленный в ограниченном количестве и обеспечивающий многочисленные преимущества для общества. Это основополагающий источник средств к существованию, который ценится за изобилие выше и ниже уровня земной поверхности. Земля является стратегическим социально-экономическим активом, особенно в бедных обществах, где зачастую и выживание, и процветание до сих пор в значительной степени зависят от контроля и доступа к земельным ресурсам. Именно по этой причине земельные ресурсы связаны со сложной системой вопросов, от наиболее тесных связей с экономикой до символических связей с несправедливостью всей системы в целом. Земля является центральным элементом разнообразных и сложных социальных отношений между производством и потреблением.

Определение земли

КБООН определяет землю как «земную биопродуктивную систему, включающую в себя почву, растительность, прочую биомассу, а также экологические и гидрологические процессы, происходящие внутри этой системы».[2] Альтернативное определение земли звучит следующим образом: «обозначенная территория на поверхности суши планеты, которой присущи все атрибуты биосферы непосредственно над поверхностью земли или под ней, в том числе околоземный климат, почва и рельефы, гидрология поверхностных вод (включая мелкие озера, реки, топи и болота), близкие к поверхности слои осадочных пород и связанные с ними запасы грунтовых вод, растительные и животные популяции (биологическое разнообразие), структура населенных пунктов и физические результаты прошлой и нынешней деятельности человека (такие как террасирование, водохранилища или дренажные сооружения, дороги и здания)».[3]

МНОГОАСПЕКТНЫЙ ХАРАКТЕР ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Для эффективного обсуждения экологически рационального использования, управления и планирования земельных ресурсов требуются интеграционные системы и подходы, предполагающие участие заинтересованных сторон, а не линейные секторальные стратегии. Перспективная позиция должна учитывать все возможные характеристики земельных ресурсов. На Рисунке 1.1 показаны точки зрения на значение понятия «земля», чтобы продемонстрировать многообразие проблем, вопросов и приоритетов различных заинтересованных сторон.

Разумеется, это просто стереотипы, приведенные в качестве иллюстрации. Большая часть заинтересованных сторон придерживается различных точек зрения в отношении конкретных видов землепользования, а также самого понятия «земля». Такие точки зрения часто не вписываются в одну категорию или существенно отличаются от взглядов большинства. Комплексный подход по своему определению лучше отражает многообразие взглядов и способствует более глубокому пониманию компромиссов и обоюдной поддержки, необходимых для поиска наиболее подходящих решений, которые позволят расширить масштабы охвата устойчивых методов управления.

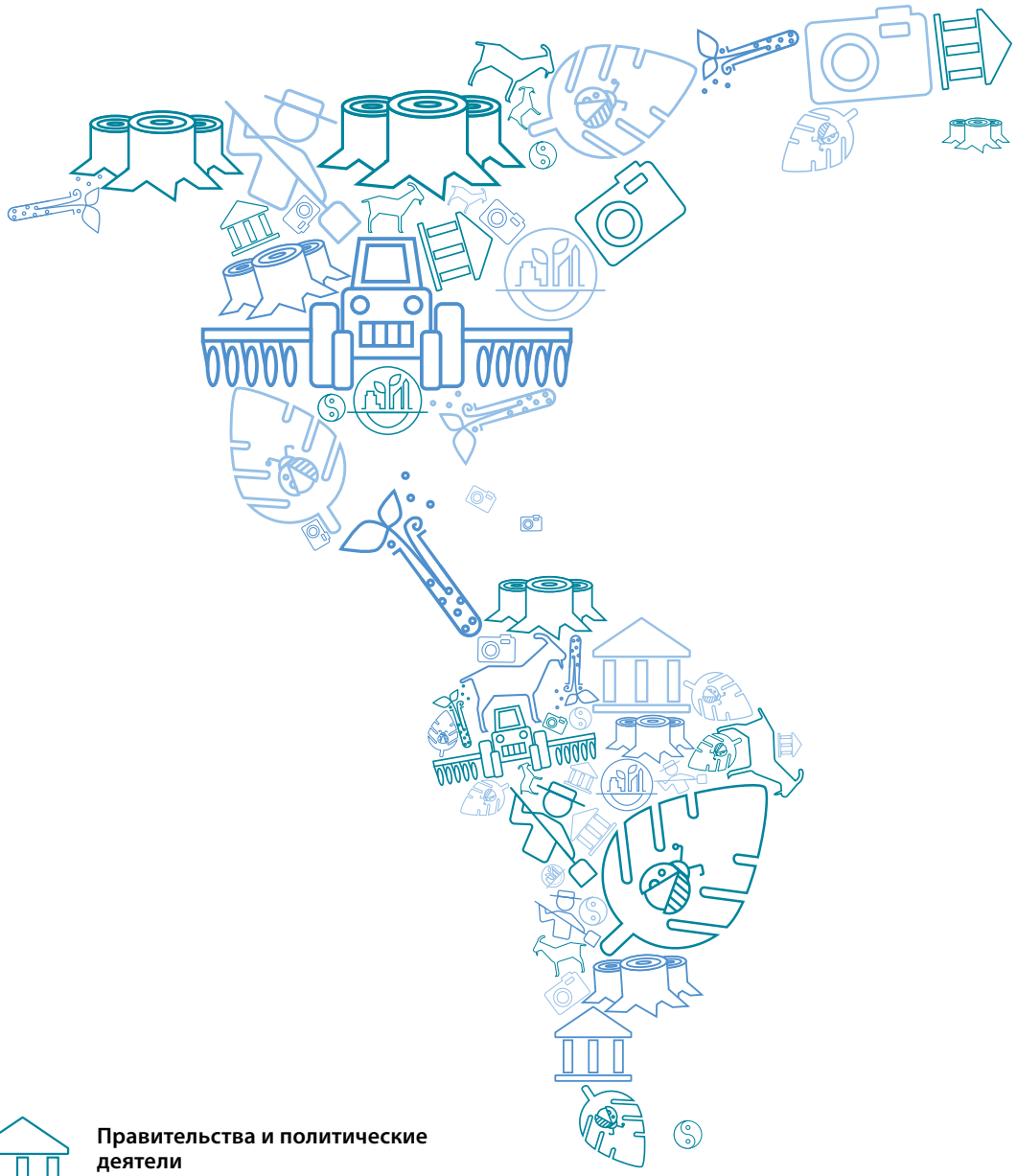


Рисунок 1.1. Представление заинтересованных сторон о значении и ценности земельных ресурсов

Правительства и политические деятели
в одних случаях охраняют земельные ресурсы в общественных интересах, а в других используют их как инструмент власти и контроля.

Ученые и исследователи
рассматривают земельные ресурсы как совокупность почвы, воды, биологического разнообразия и минералов, взаимодействие между которыми обеспечивает предоставление товаров и услуг, приносящих пользу людям, и поддерживает функционирование экосистем.

Ведущие натуральное хозяйство фермеры и скотоводы
рассматривают земельные ресурсы как источник продовольствия и средств к существованию; это способ передачи благосостояния от поколения к поколению, а также основа для чувства принадлежности и причастности.

Коренные и местные общины
часто рассматривают земельные ресурсы как общественный или священный актив, который необходимо защищать для нынешнего и будущих поколений. Многие религиозные группы рассматривают определенные ландшафты или формы рельефа как имеющие особенное духовное значение или силу.

Борцы за охрану окружающей среды и активисты экологических движений
придают особое значение ценности земельных ресурсов как источника обитания видов или дикой природы, которую следует защищать.

Сельскохозяйственный бизнес и промышленные фермеры/ скотоводы
рассматривают земельные ресурсы как возможности для бизнеса и прибыльные активы.

Компании по производству древесины, бумаги и целлюлозы
фокусируются на деревьях, в то время как горнодобывающий и энергетический секторы сосредоточены главным образом на том, что лежит под поверхностью земли.

Градостроители и жители осваиваемых территорий
находятся в постоянном поиске земель для расширения освоенных территорий и достижения экономического благополучия. Садоводы и архитекторы заинтересованы в возможной модификации или трансформации ландшафтов для эстетического обогащения культурной среды.

Художники, философы и туристы
рассматривают земельные ресурсы как место для отдыха или прибежище, а также источник духовности, вдохновения и красоты.

ЗЕМЛЯ КАК ЧАСТНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ

Земля как частная собственность — это относительно недавнее явление, встречающееся в одних культурах чаще, чем в других. Во многих странах правительство до сих пор контролирует обширные земельные участки, хотя наиболее продуктивные из них перераспределялись или продавались как частная собственность отдельным лицам и корпорациям, что наблюдается и по сей день. Приобретение земель государством и частными юридическими лицами[4] может привести к разрушительным последствиям для людей, которые традиционно проживают на таких землях, но не имеют официальных прав или прав собственности.[5]

Хотя земельные ресурсы всегда были надежным активом с уникальной ценностью, исключительные политические и правовые системы, поощряющие частную собственность, изменили отношение людей к земле, особенно в городских и других высокоценных экономических районах.[6] Большие участки земель во всем мире сменили владельцев в результате операций с разной степенью контроля и официального признания, хотя предпринимаются попытки продвигать добровольные руководящие принципы, определяющие управление правами землевладения.[7]

В некоторых развивающихся странах в течение нескольких последних десятилетий наблюдалась выраженная консолидация земельных владений, так что теперь присвоение прав собственности считается нормой и тесно связано с повышением благосостояния. Исторически сложилось так, что многие сельские районы во всем мире, которые традиционно принадлежали и управлялись местными общинами, а также аборигенными народами в рамках систем обычных прав собственности на землю, позже были приобретены государствами. Совсем недавно многие страны приступили к осуществлению процесса отказа от государственного контроля над земельными ресурсами, предусматривающего возвращение земель аборигенным народам и местным общинам.[8]

Люди, живущие в развитых странах, рассчитывают, что права собственности на землю будут четко определены, зарегистрированы и защищены правами собственности, а поддержку таких прав будут обеспечивать органы управления земельными ресурсами. Тем не менее, в большей части развитых стран индивидуальные права собственности не признаются, а права на природные ресурсы часто распределяются между различными пользователями в местных общинах.[9] Так, в Западной Африке различные группы пользователей (например, мужчины, женщины, фермеры, скотоводы или церкви) могут иметь права и доступ к разным составляющим одной и той же территории: деревья в управляемых общинами лесах служат кормом для домашнего скота; фрукты и овощи собираются женщинами; добычей древесины занимаются мужчины. Более того, даже в таких системах параллельного землепользования предоставление общего доступа может отличаться в зависимости от времени года.[10]

Устанавливаемые государством правовые системы не всегда являются подходящими или оказываются недостаточно гибкими, чтобы справиться со всем сложным комплексом проблем обычных прав землепользования. С другой стороны, в местах, где права на землю не устанавливаются официально или не контролируются государственными органами, их легко можно игнорировать из-за увеличения давления или роста конкуренции за земельные ресурсы. Пренебрежение причинами, обусловливающими целесообразность систем землевладения, которые основываются на обычном праве и поддерживают долгосрочные методы восстановления, а также параллельное использование земель различными заинтересованными сторонами, может нанести ущерб как обществу, так и окружающей среде.[11]

Многие развивающиеся страны страдают от отсутствия адекватного законодательства или оказываются не в состоянии реализовать принятые положения, которые юридически определяют, кто владеет землей и ее ресурсами. Это может привести к тому, что право собственности будет по умолчанию присваиваться государству, влиятельным лицам или корпорациям. Такие случаи часто приводят к тяжелым последствиям для традиционных землепользователей, чьи земли эксплуатируют без их согласия или компенсации, вытесняя таких землепользователей из их общин и собственности. Сочетание нескольких факторов может приводить к вытеснению людей с их земель, возникновению конфликтов и увеличению миграции из сельских районов. Традиционные экологически рациональные подходы к управлению земельными ресурсами также иногда подвергаются давлению в связи с демографическими изменениями или влиянием веяний современности на традиционные общества.

ЗЕМЛЯ КАК ОБЩЕСТВЕННОЕ БЛАГО

Земля играет важную роль в захвате и удержании атмосферного углерода; она регулирует биофизические циклы и обеспечивает предоставление многочисленных товаров и услуг, которые приносят пользу всему обществу в целом. Тем не менее, в случае неэффективного управления или деградации земельных ресурсов возможность обеспечивать эти функции утрачивается. Ландшафты представляют собой мозаику, состоящую из экосистем и человеческих сообществ. К сожалению, роль земель как общественного блага и общего ресурса в настоящее время не получает достаточного признания в политике и планировании землепользования.

Один из подходов к земельным ресурсам предполагает, что земля принадлежит всем, при этом у каждого поля или участка имеется местный хранитель.

Роль хранителя, обеспечивающего увеличение положительных (или уменьшение негативных) последствий, связанных с различными видами землепользования, может принести многочисленные преимущества, имеющие большое значение для поддержания функциональности более широких ландшафтов и здоровья общества. К примеру, индивидуальные решения о вырубке деревьев или вспашке постоянных пастбищ приведут к высвобождению углерода, что усилит негативные последствия изменения климата и сократит количество преимуществ для общества.

В Нигерии некоторые поймы рек нередко используются несколькими заинтересованными сторонами одновременно: у рыбаков есть право пользования такими ресурсами во время сезонов дождей при условии применения разрешенных видов рыбной ловли; фермеры выращивают сельскохозяйственные культуры в сухие месяцы; скотоводы получают право пользования этими ресурсами после сбора урожая, а также доступ к некультивированным лугопастбищным угодьям в поймах рек.[12] В системах такого типа, основанных на обычных правах землепользования, вопрос о том, кому принадлежит земля, является неопределенным; даже концепция первичных и вторичных пользователей оказывается неактуальной. Права пересекаются, поэтому при работе с традиционными концепциями прав собственности необходимо соблюдать осторожность, чтобы избежать непонимания. Земля нередко принадлежит общинам, которые могут включать в себя различные этнические группы и виды землепользователей, поэтому при определении прав на землю часто необходимо учитывать традиционные системы управления и механизмы ведения переговоров.

ЗЕМЛЯ КАК ОСНОВА ЧУВСТВА ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

На вопросы о принадлежности, собственности, правах и обязанностях сложно ответить, пользуясь простыми терминами. Ответы на них лежат в пределах широкого спектра — от юридического оформления прав собственности на землю до общинного и обычного права или простого чувства принадлежности. Для многих людей земельные ресурсы связаны с достоинством, культурой и самобытностью. Право собственности на землю подразумевает свободу от эксплуатации и рабства; оно обеспечивает безопасность и защищенность. Беспрепятственный доступ к земельным ресурсам может служить основой для самоопределения и гарантией неразрывной связи между поколениями. Некоторые считают, что права на землю лежат в основе прав человека.[13]

Многие люди получают преимущества просто за счет проживания и работы на земле или обретают культурную или духовную идентичность благодаря своему местоположению в ландшафте. Нахождение в непосредственном контакте с землей может обеспечить ряд преимуществ для психического и физического здоровья; это также может укрепить представление о том, кто мы и где мы находимся, и послужить основой для чувства собственного «Я» и принадлежности. Для общин и сообществ, где существуют сильные духовные связи с землей, методы устойчивого управления часто являются неотъемлемой составляющей их традиций (примером этого служат «священные рощи» в Индии и «леса-храмы» в Эфиопии).

За последние несколько лет сформировалась концепция прав на существование:[14] это права видов на выживание и экологические взаимодействия. Исследования показывают, что сегодня эта точка зрения распространена во многих обществах. Большинство людей инстинктивно понимает, что человечество обязано предотвращать исчезновение видов во всех ситуациях, когда это возможно. Огромная поддержка, оказываемая легендарным видам, таким как тигры или панды, которых большинство людей никогда не увидит в дикой природе, свидетельствует о том, что охрана природы — это не просто утилитарная проблема.

Эту точку зрения разделяет подавляющее большинство крупнейших мировых философий и религий, признающих необходимость управления земельными ресурсами. Лидеры всех основных религий выступают с заявлениями, подтверждающими моральный долг человечества не уничтожать то, что осталось от природы.[15]

Культура может играть важную роль в объединении различных точек зрения на то, как люди приспосабливаются к своим ландшафтам или изменяют их. Культурные аспекты, связанные с землей, серьезно отличаются в зависимости от региона и развиваются по мере освоения новых территорий, а рынки продуктов, связанных с земельными ресурсами, становятся все более доступными. Воздействие этих внешнеэкономических стимулирующих факторов может серьезно изменить или даже уничтожить изначальную атмосферу места. Это противоречие между традиционными и современными веяниями, характерное для глобализированного мира, увеличивает вероятность разногласий, касающихся использования и управления земельными ресурсами. В то время как одни люди делают упор на рыночной стоимости земельных ресурсов, определяемой их обменной способностью, другие считают, что земля имеет внутреннюю ценность сама по себе, и испытывают опасения, что этот аспект может быть утрачен в результате стремления получить максимальную прибыль.

Таблица 1.1. Связи между религиями и экологически рациональным мышлением[16]

Религия	Связи с идеями защиты окружающей среды
Бахаи	Основана иранцем по имени Бахаулла. Считает, что все религиозные лидеры являются воплощением Бога и священного писания. Природа и священное писание — это две «книги» откровения. Шоги Эффенди, правнук Бахауллы, отмечает: «Человек органично существует в мире. Его внутренняя жизнь формирует окружающую среду, которая, в свою очередь, оказывает на него серьезное влияние».[17]
Буддизм	Проповедует уважение и взаимозависимость с природой; растения и животные вписаны в схемы спасения души.[18] Гаутама Будда родился, достиг просветления и умер под деревьями. Священные деревья украшаются и почитаются. Буддизм свидетельствует в пользу методов природоохранной деятельности, таких как прктика Ridam в Бутане, предполагающая ежегодный запрет на въезд в определенные горные леса.[19]
Христианство	Проповедует идею о том, что все сущее создано милостью Бога и что человечество не может уничтожать творения Бога без риска уничтожения самого себя. Святой Франциск был одним из первых сторонников устойчивого управления. Христианские лидеры часто высказывались против экологического кризиса.[20] Папа Франциск в 2015 году опубликовал энциклику, призывающую к охране природы.[21]
Даосизм	Принято считать, что это религиозное течение было основано Лао-цзы. Оно подчеркивает необходимость гармоничного взаимодействия с окружающей средой, которое символически передается балансом между двумя противодействующими силами — Инь и Ян.[22] Чжуан-цзы, даосистский ученый, выступает против концепции, предполагающей, что вся природа должна быть «полезной», и делает упор на ценности самого факта ее существования.[23] Современная интерпретация делает упор на экологию.
Индуизм	Земля почитается как Bhumi, т. е. «Мать Земля». Существует много рекомендаций, указывающих на необходимость сохранения земельных ресурсов; например, «Артхашастра» предусматривает штрафы за уничтожение деревьев.[24] Загрязнение основных священных рек Индии, Ганга и Нармады вызвало ряд протестов, частично связанных с религиозными убеждениями.[25] Во время акций движения Чипко женщины защищали деревья от уничтожения, прикрывая их собственными телами.[26]
Джайнизм	Джайны стремятся сводить к минимуму ущерб, причиняемый всем формам жизни, а их учение уделяет особое внимание симпатии и состраданию ко всему живому.[27] Махавира сказал: «Те, кто пренебрегает или сбрасывает со счетов существование земли, воздуха, огня, воды и растений, сбрасывают со счетов свое собственное существование, неразрывно связанное с этими вещами». Институт джайнологии в 1990 году выпустил «Джайнскую декларацию о природе».[28]
Иудаизм	Наблюдавшееся в прошлом противодействие пантеизму привело к обесцениванию природы, хотя сейчас эта ситуация меняется.[29] «Древо жизни» — это одно из самых впечатляющих изображений иудаизма. Высаживание деревьев было широко распространенной практикой, особенно в последнее время, а Тора рекомендовала создавать зеленые пояса вокруг городов (Книга Чисел 35:4). В Израиле деревья остаются предметом поклонения.[30]
Ислам	Согласно учению Аллаха, изложенному в Коране, человек господствует над природой, но природа принадлежит Богу.[31] Для рек и озер необходима буферная зона, а высаживание деревьев и доброе отношение к животным поощряются. Ислам разработал практику Hima, которая предполагает защиту земель для выпаса скота, пчеловодства, лесов или водоемов[32] и до сих пор применяется в Иордании и Саудовской Аравии.[33]
Синтоизм	Синтоизм был традиционной религией Японии до прихода буддизма. В нем существует множество божеств без формальной иерархии или доктрины, но все эти божества тесно связаны с природой. Во время своих церемоний синтоисты обращаются к kami, силам природы, живущим в горах, родниках, деревьях и пр. Для них важное значение имеют «священные рощи», включающие как искусственные, так и естественные зоны.
Сикхизм	Сикхи верят в единого Бога, а их священные писания объединены в тексте «Гуру Грантх Сахиб». Гуру Нанак сказал: «Во вселенной Земля была создана как святыня». Согласно религии сикхов, вся природа является священной. Сикхизм следует трехсотлетним циклам; текущий цикл, который должен завершиться в 2299 году, считается «Циклом творения» и уделяет особое внимание природоохранным методам.
Зороастризм	Основан Заратустрой на территории современного Ирана. Позже многие зороастрийцы переселились в Индию, где их стали называть парсами. Они считают землю священной, подразумевая, что жизнь также является священной. Сокращение популяции стервятников в Индии из-за химического отравления[34] — это серьезная проблема для общин парсов, потому что эти птицы являются важнейшей составляющей обряда избавления от мертвых в «Башнях молчания».

©Джейсон Чен (Jason Chen)

Блок 1.1. Геомифология[35]

«Вы знаете, что на самом деле земля похожа на большую книгу?» — спрашивает Элисон Андерсон (Alison Anderson), старейшина общины Папуня в Австралии.[36] Европоцентричное мировоззрение предусматривает необходимость четкого отделения науки от «фольклора». Если мы хотим объективно рассматривать культурные и духовные ценности земельных ресурсов, эти гипотезы следует фундаментально пересмотреть.

Геологи воспринимают красочные разводы, покрывающие скалы горного хребта Ката-Тьюта в Австралии, как «пустынную корку», состоящую частично из минерального и микробного покрытия и характерную для засушливых районов. Для культур Pitjantjatjara и Anangu это борода Вонамби, короля змей, который живет на вершине. Геологи видят в скалистых вершинах историю, охватывающую 500 млн. лет и рассказывающую о гальке, гравии и песке, сброшенных в древнее море, погребенных там, затвердевших, смещенных, поднятых на поверхность и разрушенных. Представители аборигенов уверены, что каждая вершина *является* созданием со Времен творения. В 1966 году Дороти Виталиано (Dorothy Vitaliano) из Геологической службы США предложила использовать слово *«геомифология»* для описания взаимосвязей между легендами и геологией.[37] Она разделила связанный с геологическими понятиями фольклор на истории, удовлетворяющие потребность людей в объяснении того или иного явления (*этиологические*), и истории, связанные с наблюдением за реальными явлениями (*эвгемеристские*).

Этиологические истории о земле в изобилии представлены почти во всех аборигенных культурах. Во многих культурах земля — это все: такие культуры являются частью земли, а земля — частью этих культур, источником продовольствия и средств для лечения болезней, а также местом поклонения.[38] У самой земли есть память. Секреты человеческого происхождения скрыты под земной поверхностью; места, обеспечивающие доступ под землю (каньоны, кратеры и пещеры), имеют особое духовное значение, о чем свидетельствует концентрация наскальной живописи на таких участках. Эвгемеристские истории также играют ключевую роль во многих культурах.

Наши предки странствовали по миру со времен великого ледникового периода и рассказывали истории об изменении уровня моря, ледниковых паводках и кардинальных переменах климата. В 2014 году была задокументирована эволюция одного из ледниковых ландшафтов в северо-западной части Монтаны; было обнаружено, что «гидрологические процессы играют решающую роль как в геонаучном, так и в традиционной аборигенной хрониках, а между традиционными историями и западными геонаучными теориями наблюдается интригующее сходство».[39]

Аборигенное мировоззрение отличается внутренней целостностью: в нем отсутствует разделение между людьми и природой, между самоопределением и землей; кроме того, сейчас наблюдается растущий интерес к интеграции с традиционным научным мышлением.[40] Дэвид Бом, великий физик-теоретик, говорит о «ненарушенной целостности тотальности существования как непрерывного поступательного движения без границ».[41] Геологические дисциплины сами по себе не выходят за рамки холистического мышления; даже привычное разделение веществ на органические и неорганические начинает разрушаться: минералы проходят процесс, который наилучшим образом описывается понятием «эволюция».[42] Отношения между людьми и местом неизбежно зависят от культуры и опыта.[43] Если говорить коротко, то земля — это книга, которую нужно читать разными способами и в разных переводах. Понимание и интеграция этих разных книг в гибридную систему знаний, без всякого сомнения, должны стать фундаментальной предпосылкой для формирования различных взаимодействий, необходимых для устойчивого развития.

© Cape Kypal (Sare Kural)

ВЫВОДЫ

Определение перспектив различных заинтересованных сторон и обеспечение их участия в процессе принятия решений — это важнейший первый шаг на пути к более эффективному управлению земельными ресурсами и планированию землепользования. Земля принадлежит и управляется государствами, корпорациями, общинами и отдельными лицами, но от земельных ресурсов зависит здоровье и благополучие каждого из нас. Мы не можем игнорировать эту фундаментальную связь.

Глобальные проблемы, такие как деградация земель, являются сложными, но существуют закономерности, благодаря которым организованное мышление и новые творческие решения смогут обеспечить более эффективное использование земельных ресурсов в будущем. В быстро меняющемся мире и давление, и спрос на имеющиеся в распоряжении природные ресурсы постоянно растут; «Земельные ресурсы: всемирный обзор» рассказывает о проблемах и возможностях, связанных с устойчивым использованием, управлением и планированием земельных ресурсов. Этот обзор предназначен для каждого из нас: от политических деятелей до мелких фермеров; от корпораций до общин; от потребителей до производителей. Итак, давайте перейдем к краткой истории о том, как мы достигли этой точки.

БИБЛИОГРАФИЯ

1 Wunder, S. 2005. Payment for Ecosystem Services: Some nuts and bolts. CIFOR Occasional Paper number **42**: Center for International Forestry Research, Bogor, Indonesia.

2 Article 1 of the Text of the Convention http://www2.unccd.int/sites/default/files/relevant-links/2017-01/UNCCD_Convention_ENG_0.pdf

3 Convention on Sustainable Development (CSD). 1996. Progress Report on Chapter 10 of Agenda 21. United Nations, New York, NY, USA.

4 Peters, P.E. 2013. Conflicts over land and threats to customary tenure in Africa. African Affairs **112** (449): 543-562.

5 Rulli, M.C., Saviori, A., and D'Odorico, P. 2013. Global land and water grabbing. Proceedings of the National Academy of Sciences **110** (3): 893-897.

6 Ting, L., Williamson, I.P., Grant, D., and Parker, J.R. 1999. Understanding the evolution of land administration systems in some common law countries. Survey Review **35** (272): 83-102.

7 Munro-Faure, P. and Palmer, D. 2012. An overview on the voluntary guidelines on the governance of tenure. Land Tenure Journal **1**: 5-17.

8 http://www.reuters.com/article/us-indonesia-landrights-indigenous-idUSKBN14V1IV; http://www.reuters.com/article/us-latam-landrights-idUSKCN1175A1

9 Hart, S. (ed.) 2008. Shared Resources: Issues of Governance. IUCN, Gland, Switzerland.

10 Metternicht, G. 2017. Land Use and Spatial Planning to Support Sustainable Land Management. Working paper for the GLO.

11 Ibid.

12 Thomas, D.H.L. 1996. Fisheries tenure in an African floodplain village and the implications for management. Human Ecology **24** (3): 287-313.

13 UN Economic and Social Council. 2014. Report of the United Nations High Commissioner on Human Rights. E/2014/86.

14 Van Houtan, K.S. 2006. Conservation as virtue: a scientific and social process for conservation ethics. Conservation Biology **20**: 1367-1372.

15 Palmer, M. and Finlay, V. 2003. Faith in Conservation. The World Bank, Washington, DC.

16 Adapted from Dudley, N., Higgins-Zogib, L., and Mansourian, S. 2009. The links between protected areas, faiths, and sacred natural sites. Conservation Biology **23**: 568-577.

17 Landau, R. 2002. The Baha'i faith and the environment. In: Timmerman, P. (ed.) Encyclopedia of global environmental change. Volume 5, social and economic dimensions of global environmental change. John Wiley and Sons, London. Available from http://bahailibrary.com/articles/landau.environment.html (accessed February 2009).

18 Swearer, D.K. 1998. Buddhism and ecology: challenge and promise, Earth Ethics **10** (1).

19 Ura, K. 2004. The herdsman's dilemma. Journal of Bhutan Studies **11**: 1-43.

20 Hessel**,** D.T. 1998. Christianity and ecology: Wholeness, respect, justice, sustainability. Earth Ethics **1**: 1.

21 http://w2.vatican.va/content/francesco/en/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si.html accessed November 12, 2016.

22 Girardot, N., Miller, J., and Xiaogan, L. (eds.) 2001. Daoism and Ecology: Ways within a Cosmic Landscape. Harvard University Press, Cambridge, MA, USA.

23 Merton, T. 1960. The Wisdom of the Desert: Saying of the desert fathers in the 4th century. New Directions Publishers, New York.

24 Narayanan, V. 2001. Water, wood, and wisdom: ecological perspectives from the Hindu traditions. Daedalus **130** (4): 179-206.

25 Shiva, V. 2002. Water Wars: Privatization, Pollution and Profit. Pluto Press, London.

26 Weber, T. 1988. Hugging the Trees: The story of the Chipko movement. Viking, London.

27 Chapple, C.K. 1998. Hinduism, Jainism, and ecology. Earth Ethics **10** (1): 16-18.

28 Singhvi, L.M. 1990. The Jain Declaration on Nature. Jainism Global Resource Center, Alpharetta, Georgia.

29 Vogel, D. 1999. How Green is Judaism? University of Berkeley, California, USA.

30 Dafni, A. 2002. Why are rags tied to the sacred trees of the Holy Land? Economic Botany **56** (4): 315-327.

31 Foltz, R., Denny, F.M., and Baharuddin, A. 2003. Islam and Ecology: A Bestowed Trust. Harvard University Press, Cambridge MA, USA.

32 Bagader, A.A., Al-Chirazi El-Sabbagh, A.T., As-Sayyid Al-Glayand, M., and Izzi-Deen Samarrai, M.Y. 1994.Environmental Protection in Islam, 2nd edition, IUCN Environmental Policy and Law paper No. 20. Gland, Switzerland.

33 Sulayem, M. and Joubert, E. 1994. Management of protected areas in the kingdom of Saudi Arabia. Unasylva no. 176. UN Food and Agricultural Organization, Rome.

34 Green, R.E., Newton, I., Schultz, S., Cunningham, A.A., Gilbert, M., et al. 2004. Diclofenac poisoning as a cause of vulture population declines across the Indian subcontinent. Journal of Applied Ecology **41**: 793-800.

35 Welland, M. 2017. "So the land is actually like a big book, you know?" Working paper for the GLO.

36 Miller, G. (Producer). 2007. The Australian landscape: a cultural history (Radio broadcasts, four episodes). Canberra: Australian Broadcasting Corporation. Retrieved from http://www.abc.net.au/rn/legacy/features/landscape/default.htm

37 Vitaliano, D.B. 1974. Legends of the Earth: Their geologic origins. Indiana University Press, Bloomington, IN.

38 Rose, D.B. 1996. Nourishing Terrains: Australian Aboriginal views of landscape and wilderness. Australian Heritage Commission, Canberra, NSW.

39 Johnson, A.N., Sievert, R., Durglo, M. Sr., Finley, V., Adams, L., et al. 2014. Indigenous knowledge and geoscience on the Flathead Indian Reservation, Northwest Montana: implications for place-based and culturally congruent education. Journal of Geoscience Education **62** (2): 187-202.

40 Aikenhead, G. and Michell, H. 2011. Bridging culture, indigenous and scientific ways of knowing. Pearson, Don Mills, ON.

41 Bohm, D. 1980. Wholeness and the implicate order. Routledge and Kegan Paul, London and Boston.

42 Hazen, R.M., Grew, E.S., Downs, R.T., Golden, J., and Hystad, G. 2015. Mineral ecology: Chance and necessity in the mineral diversity of terrestrial planets. Canadian Mineralogist **53**: 295-324.

43 Tuan, Y-F. 1974. Topophilia: A study of environmental perceptions, attitudes, and values. Columbia University Press, New York

ГЛАВА 2

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

Существует масса свидетельств, позволяющих предположить, что человечество оказывало непосредственное воздействие на экосистемы суши в процессе охоты, собирательства, расчистки земель, земледелия и другой деятельности, начавшейся около 12 000 лет назад. Земледелие, которое иногда называют «неолитической революцией», стало медленно преобразовывать общественный строй и образ жизни людей; традиционная модель жизни охотников-собирателей уступила место более постоянным поселениям и более надежным пищевым ресурсам. Эта трансформация была особенно выраженной в некоторых регионах, где наблюдались многолетние изменения в результате вырубки лесов, частых пожаров, вымирания мегафауны, распространения видов и эрозии почвы.

Начавшись приблизительно 8000 лет назад, сельскохозяйственное землепользование распространилось на территории Месопотамии и Благодатного полумесяца в Передней Азии, и повлекло за собой развитие Китая, Индии и Европы. Схемы интенсивного землепользования были выработаны в Индии, в особенности в поймах Ганга; в Китае на участках вдоль низовий рек Хуанхэ и Янцзы; в Африке на территории саванны Сахель; и в Южной Америке на участках вдоль Анд. Такое распространение сельского хозяйства привело к развитию более сложных форм общественной организации. Плодородные земли и одомашнивание диких продовольственных культур позволили кочевым племенам перейти к оседлому образу жизни и образовать первые малые и средние города. В частности, ландшафты неотропических сухих лесов Южной Америки сыграли решающую роль в появлении доколумбовых цивилизаций, таких как цивилизация инков.

Приблизительно 6000 лет назад сельское хозяйство распространилось на большую часть континентов, что привело к расчистке территорий от местной растительности, а также отбору или одомашниванию травоядных животных. По мере роста и увеличения плотности населения местные флора и фауна были вытеснены благодаря практикам интенсивного растениеводства и содержания скота. Начавшееся около 1750 лет назад преобразование земель стало более интенсивным; быстрое изменение характера землепользования оказывает решающее влияние и по сегодняшний день.

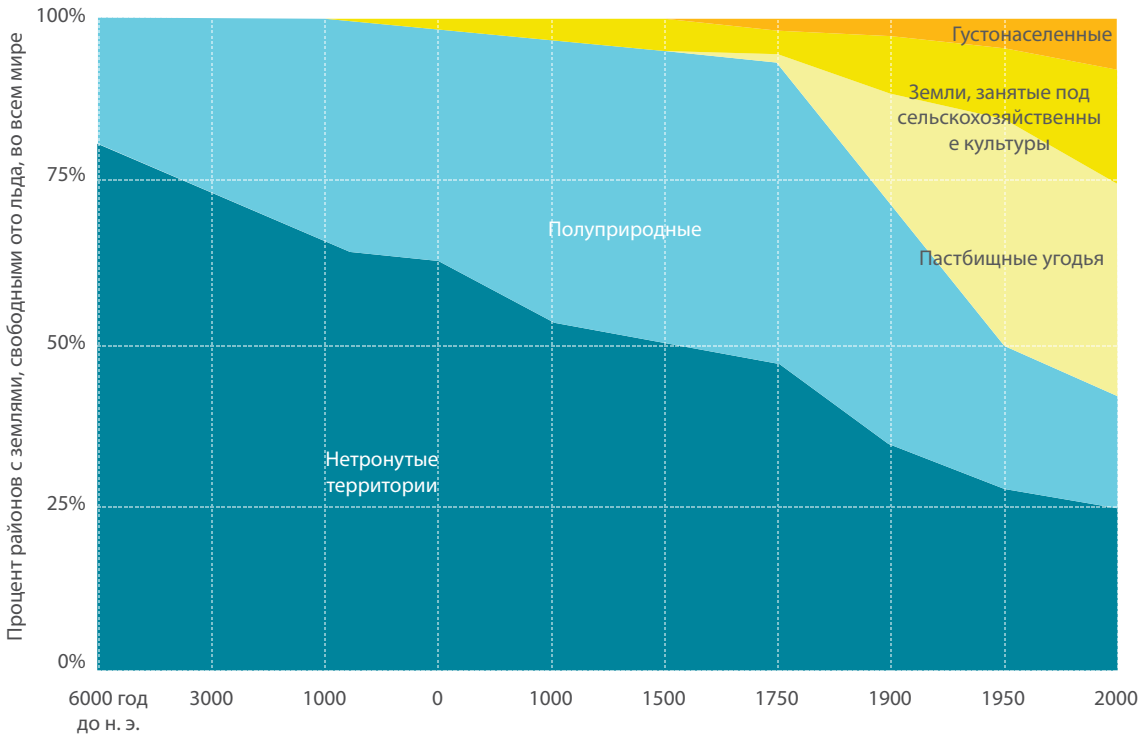


Рисунок 2.1. Трансформация биосферы за более чем 8000 лет: Адаптированные данные, позаимствованные из[4] на основе[5]

НАША ЭРА

К началу нашей эры (н. э.) до 60% земель Европы использовалось людьми (пусть и с выраженной нестабильностью, связанной с тем, что некоторые территории периодически становились незаселенными из-за войн, голода и других явлений, влиявших на население). К моменту наступления Средневековья (XIV и XV веков) интенсивность использования земель как в Европе, так и в Китае существенно увеличилась благодаря развитию средних и малых городов. В течение этого же периода приблизительно 90% коренного населения Северной и Южной Америки вымерло в результате контакта с европейцами из-за массовых убийств и (главным образом) болезней. Это привело к масштабному возобновлению роста местной флоры, в особенности лесов Амазонки, Анд, Мезоамерики и западных территорий Северной Америки.[1]

Эти изменения, касающиеся характера землепользования и наблюдавшиеся до 1700 года, были значительно менее выраженными, более локализованными и менее интенсивными, чем те, что последовали в дальнейшем; тем не менее, их результатом стала трансформация ландшафтов, например, превращение густых лесов в редколесье и изменение грунтов, характера пожаров и географической структуры биологического разнообразия.[2] Считается, что в некоторых случаях относительно небольшие группы людей, существовавшие более 3000 лет назад, широко распространялись и становились причиной масштабных экологических изменений.[3]

Рисунок 2.2. Theatrum Orbis Terrarum: Воспроизводится с разрешения[7]

КАРТА, КОТОРАЯ ИЗМЕНИЛА МИР

В 1564 году Абрахам Ортелий, тридцатисемилетний картограф из Антверпена, представил версию карты, которую принято считать первым современным атласом; эта версия известна как *Theatrum Orbis Terrarum*. В этом атласе впервые была представлена четко различимая карта мира.[6] Не все данные в этом атласе были точными: Антарктика была слишком большой, Южная Америка слишком узкой, а Австралию еще предстояло открыть. Тем не менее, даже случайному зрителю понятно, что перед ним именно карта мира. В течение нескольких следующих десятилетий наблюдался выраженный прогресс в области картографии (главным образом в Европе), и к середине XVII века карты полушарий стали гораздо более точными. Новые карты послужили толчком к новым открытиям: поиску новых земель, приобретению нового опыта и появлению новых продуктов. Начался век исследований, что быстро привело к колониализму и массовой эксплуатации природных ресурсов во всем мире.

Развитие геодезии и картографии во всем мире оказало огромное влияние на формирование стремлений человечества в отношении мира природы. Если раньше человечество и мир природы были единым целым, то теперь природа стала рассматриваться как объект, отдельный от человека, и представляла ценность только в силу того, что была полезна человечеству.[8] В конечном итоге это привело к серьезной трансформации характера взаимодействия общества с землей в некоторых частях мира.[9] В этой связи к идеям научной революции XVII века добавились (главным образом благодаря Фрэнсису Бэкону и Рене Декарту) призывы к «завоеванию», «овладению» природой и «господству» над ней.[10] Убежденность в том, что технологический прогресс может преодолеть любые ограничения, накладываемые природой, стала центральным элементом всемирных политических и экономических стратегий.[11]

Общие очертания мира становились все более изученными, но о том, что находится за границами побережий, было известно совсем мало: большая часть внутренних областей Африки, Северной и Южной Америк и Австралии оставалась неисследованной. На тот момент население планеты по оценкам составляло приблизительно 500 миллионов, то есть всего[12] человек на квадратный километр (по сравнению с 57 человек на сегодняшний день).[13] Ведение сельского хозяйства и кустарная разработка месторождений полезных ископаемых имели небольшие масштабы, а леса в большей части тропиков оставались нетронутыми. Пока продолжали открываться новые сухопутные границы, социальные и природоохранные издержки природопользования представлялись неопределенными или легко компенсируемыми. Позже мы осознали, что эта новая система коммуникаций и отношений трансформировала продовольственную систему и ландшафты за относительно короткий период.[14]

НОВАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПАРАДИГМА

Силы науки и экономики объединились, чтобы полностью преобразовать представление о природе. Представление о безграничном мире, созданном руками человека,[15] передавалось и усиливалось благодаря множеству исследовательских экспедиций, главным образом из Европы. Колонизаторы неожиданно получили доступ к природным ресурсам, запасы которых казались безграничными,[16] и в ходе освоения этих ресурсов оставили свой след в виде отрицательного воздействия на окружающую среду.[17]

Тем временем экономическая мысль претерпела собственную революцию, которая привела к формированию философии, основанной на свободной торговле и главенстве меркантильных интересов.[18] Земля[19] как основной источник благосостояния в классической экономике утратила свою главенствующую роль в процессе перехода к неоклассической экономике, и ее место заняли понятия предельной пользы и производительности. Различие между материальными благами и стоимостью, а также такие понятия, как потребительская стоимость и обменная стоимость, отошли в прошлое; новая экономическая парадигма почти полностью игнорировала более масштабные социальные и природоохранные издержки[20] накопления капитала.[21] За период с 1700 по 2000 год биосфера Земли осуществила решающий переход от практически полностью дикого состояния к практически полностью антропогенному.[22]

С точки зрения капиталистического расчета стоимости земля рассматривается как безвозмездный дар природы[23] и в современной экономике часто упоминается как «даровое благо». Неизбежными последствиями такого накопления капитала были и остаются безудержная эксплуатация общих благ[24,25] и ускоренное ухудшение состояния окружающей среды.[26] История цивилизации содержит массу примеров нерациональных методов управления земельными ресурсами, приводящих к уничтожению лесов и деградации почвы[27] и (в конечном итоге) к социальному краху. Тем не менее, именно сочетание новых товарных отношений, перестроенных концепций блага и стоимости, а также индустриализированного сельского хозяйства проложило путь к быстрой и систематической интенсификации землепользования.

ЗЕМЛЯ КАК ПРИРОДНЫЙ КАПИТАЛ

Позже массовое производство привело к экономике, базирующейся на массовом потреблении и запланированном моральном износе; при этом экономический рост расценивается как единственная фундаментальная цель и маркер успеха развития и измеряется валовым внутренним продуктом (ВВП). Хотя решительные сторонники такой экономики отрицают любые ограничения для роста,[28] у этой парадигмы существовала заметная оппозиция, возглавляемая в 1970-х годах Римским клубом[29] и сохранившаяся по сей день. Только в XX веке ведущие экономисты начали рассматривать природный капитал (включая землю) наравне с человеческим и созданным капиталом[30] для понимания характера и важности природного капитала (и влияния его истощения) с точки зрения благосостояния человечества, а также изучения стоимости и последствий деградации земельных ресурсов с точки зрения экономического роста.[31,32]

Хотя такой прогресс свидетельствует о движении в правильном направлении, он также сопряжен с серьезным риском дальнейшего превращения природы в товар. Первоначальной мотивацией этого экономического подхода было привлечение поддержки со стороны политических систем и бизнес-структур для сохранения природных ресурсов и их ответственного использования благодаря демонстрации материальных и нематериальных ценностей. Данный подход остается оправданным и актуальным. В некоторых случаях этот подход преобразовывался в подход, предусматривающий плату за использование экосистемные услуги при условии, что такая компенсация обеспечит их предоставление.[33,34]

Рисунок 2.3. Связь между природными ресурсами и безопасностью человечества: Адаптированные данные, позаимствованные из[35]

Блок 2.1. Реванш природы

Способность человеческих систем преобразовывать планету, оказывая на нее деструктивное воздействие и тем самым провоцируя природу на «реванш», уже была очевидной и наблюдалась в конце XVIII и начале XIX веков. Так, в 1848 году немецкий ботаник Маттиас Шлейдензаявил, что *«в странах, которые сейчас представляют собой бесплодные пустыни, лишенные растительности (часть Египта, Сирия, Персия и так далее), раньше росли густые леса и текли многочисленные реки»,* **но теперь они** *«высохли или уменьшились до предела»,* **так что земля ничем не защищена от палящего солнца. Он соотнес эти изменения окружающей среды главным образом с уничтожением лесов человеком:** *«За собой он [человек] оставляет пустыню, обезображенную и разоренную землю, на его совести бездумное растрачивание богатств природы; и снова, в эгоистичной погоне за прибылью, осознанно или неосознанно, движимый омерзительным принципом колоссальной моральной низости [sic], сформулированным одним человеком как «après nous le déluge» («после нас хоть потоп»), он [человек] берется за дело разрушения».*[36]

ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА И ТРАКТОРЫ

Производственные процессы трех последних столетий стали важнейшими факторами, повлиявшими на антропогенные глобальные изменения, включая изменение характера землепользования и преобразование экосистем. К началу XIX века население Земли увеличилось вдвое всего за сто лет,[37] и спрос на древесину, энергию, металлы и благородные минералы должен был расти по экспоненте: началась промышленная революция. Это в корне изменило мир. Сегодня мы противостоим этому наследию и будем продолжать это противостояние в XXI веке.

Возникший в связи с промышленной революцией спрос на такие минералы, как железная руда и уголь, наряду с древесным топливом породил новую волну спроса на земельные ресурсы среди быстро растущего населения, стремящегося к благосостоянию и процветанию.

Хотя добыча благородных минералов из недр земли началась уже в 3000 году до нашей эры в Египте,[38] она была мелкомасштабной и серьезно зависела от рабочей силы. Развитие крупномасштабной горнодобывающей промышленности можно проследить до начала XVII века. В 1627 году в обращение начали вводиться взрывчатые вещества, что позволило существенно увеличить масштабы добычи полезных ископаемых, а произошедший несколько лет спустя переход на паровые двигатели привел к росту спроса на энергетическое минеральное сырье. Возникший в связи с промышленной революцией спрос на такие минералы, как железная руда и уголь, наряду с древесным топливом породил новую волну спроса на земельные ресурсы среди быстро растущего населения, стремящегося к благосостоянию и процветанию. Увеличилась важность других минералов, таких как золото и драгоценные камни, и они фактически превратились в валюту, при этом мало добавляя к реальному благосостоянию.[39]

Сельскохозяйственные методы можно проследить примерно на 10 000 лет назад или больше; именно промышленный сектор с увеличивающейся заработной платой и ростом спроса на продовольствие, сопутствующим росту населения, изменил ориентиры и масштабы сельскохозяйственной деятельности. В XVII и XVIII веках в связи с растущей потребностью в дешевом продовольствии и топливе в сельскохозяйственные системы были внесены значительные изменения, такие как чередование культур, селекционное животноводство, практика установки ограждений и механизация, которые свидетельствуют о зарождении промышленного сельского хозяйства.

В результате увеличивающейся потребности в дешевом продовольствии, энергии и воде возникла необходимость обрабатывать землю по-новому. Последующие технологические достижения, такие как механизация, обеспечили возможность перехода к новым практикам и поспособствовали его интенсификации. В 1901 году был представлен первый механизированный трактор, подготовивший почву для отказа от использования тяговых животных и ознаменовавший начало эры энергоемкого сельского хозяйства. За последние сто лет использование достижений сельскохозяйственной науки стало гораздо более интенсивным в результате спроса на продовольствие. «Зеленая революция», произошедшая в начале 1970-х годов, привела к существенному повышению урожайности, а также более интенсивному использованию удобрений и пестицидов. Но общее существенное повышение урожайности, достигнутое в связи с неизбежными угрозами нехватки продовольствия, сопровождалось нежелательным воздействием на окружающую среду, значительным расширением и консолидацией земель, используемых для выращивания сельскохозяйственных культур и животноводства.

Нет сомнений в том, что современное сельское хозяйство добилось успеха в увеличении производства продуктов питания. Вопреки прогнозам Томаса Мальтуса,[40] темпы производства продуктов питания не только не отставали от роста населения, но и опережали его. Но при этом примерно половина площади земной поверхности была преобразована в пастбища для одомашненных животных или землю для выращивания сельскохозяйственных культур и продуктивных лесов, что привело к потере более половины лесов во всем мире.[41] Расширение и интенсификация этих процессов стали причиной разрушительного воздействия на окружающую среду на местном, государственном и мировом уровнях.

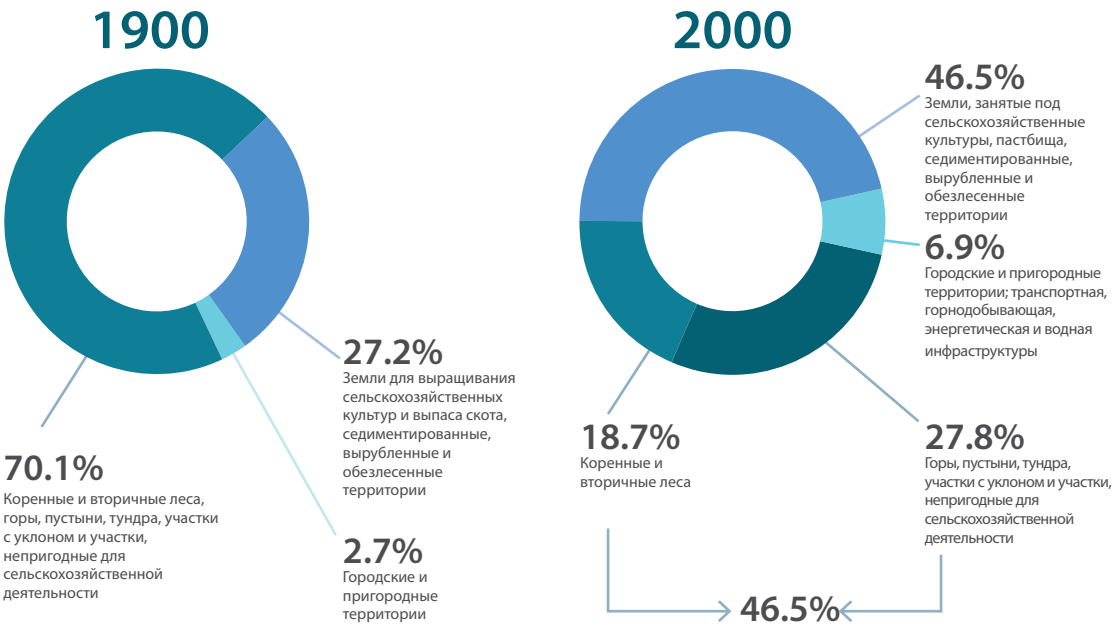


Рисунок 2.4. Изменения в землепользовании за столетие: На основе данных за 1900[47] и 2000 годы[48]

ВЕК ИЗМЕНЕНИЙ В ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ

Многочисленные факторы привели к росту городов и переходу от сельского образа жизни к городскому. Имеется много разных причин существования городов; разнообразие характерных особенностей городов можно соотнести с широким спектром функций, которые они выполняют: от транспортировки до обеспечения безопасности, включая, разумеется, рыночные функции, изначально связанные с излишками сельскохозяйственной продукции, а затем и с другими товарами и услугами, в том числе банковскими и финансовыми. Как правило, города располагаются в стратегически важных зонах: в торговых узлах, рядом с плодородными сельскохозяйственными угодьями, вблизи от государственных и военных комплексов и т. д.

Размеры, темпы и характер урбанизации были определяющей характеристикой XX и XXI веков. Несмотря на то, что быстрые темпы роста городского населения за последнее столетие наблюдались менее чем на 3% территории земной поверхности, последствия такого роста оказались глобальными. Приблизительно 78% углеродосодержащих выбросов, 60% сточных бытовых вод и 76% древесины, используемой для промышленных целей, связаны с городскими территориями.[42] Было подсчитано, что вплоть до середины XIX века в городах проживало всего 4 - 7% мирового населения. На ранних этапах расширение городов, как правило, было горизонтальным: согласно оценкам, с двадцатикратным увеличением числа населения таких городов, как Лондон и Париж, размеры территорий, занимаемых такими городами, увеличились в двести раз.

Изменения в землепользовании, связанные с необходимостью строительства городов и обеспечения потребностей растущего городского населения, приводят к иным изменениям окружающей среды. В 2007 году произошло важное событие: впервые в истории был осуществлен переход от преобладания количества сельских жителей к преобладанию количества жителей городов.[43] Городское население зависит от производственных возможностей экосистем, выходящих далеко за пределы самих городов. Так называемый «экологический след» этих городов, а именно — процессов, которые требуются для производства потоков товаров и услуг (включая поглощение отходов), поддерживающих благополучие и качество жизни людей, в десятки и сотни раз превышает фактически занимаемую ими городскую территорию.[44] Ответом на эту парадоксальную ситуацию стал новый упор на интенсивное сельское хозяйство, которое сконцентрировано на наиболее продуктивных землях и функционирует в соответствии с моделью сектора промышленного сельскохозяйственного бизнеса, приобретая все большее влияние на торговые системы и исследования.[45] Хотя жители городов всегда полагались на излишки сельскохозяйственной продукции, сегодня масштабы этого явления беспрецедентны.[46] Спрос на сельскохозяйственную продукцию был единственным крупнейшим историческим фактором, способствовавшим изменению характера землепользования.

Многие народы определяют свою культуру и ценности сквозь призму территорий, которые они населяют. У коренных народов исторически сложилась тесная и глубокая связь с землей.

НЕРЫНОЧНАЯ ЦЕННОСТЬ ЗЕМЕЛЬ

Земли предлагают преимущества, которые выходят за рамки простых экономических или финансовых выгод, связанных с сельским, лесным хозяйством или горнодобывающей промышленностью. Многие народы определяют свою культуру и ценности сквозь призму территорий, которые они занимают. У коренных народов исторически сложилась тесная и глубокая связь с землей.[49] Земли повсеместно ценились за их неотъемлемое грандиозное значение с точки зрения религий, духовности, эстетики и возможностей для отдыха. Люди относятся к землям как к объектам, ценность которых существенно превышает их меновую стоимость.

Что касается национального уровня, то практически все страны мира признали часть своих территорий охраняемыми зонами, которые необходимо сохранять в течение неограниченного времени. Эти охраняемые территории и воды обеспечивают наследие, которым смогут воспользоваться будущие поколения. Первые национальные парки в Африке, Индии, Австралии и Соединенных Штатах были созданы в конце XIX века. На сегодняшний день приблизительно 15% поверхности суши и внутренних вод во всем мире считается охраняемыми территориями; это свидетельствует о том, что мы серьезно заботимся о сохранении биологического разнообразия и экосистемных услуг, а также о величии и красоте ландшафтов.

Все большее количество территорий признается охраняемыми на международном уровне. Организация Объединенных Наций недвусмысленно заявила, что земля заключает в себе важные ценности, имеющие гораздо большее значение, чем финансовые. Объекты всемирного наследия Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры, включающие как культурные, так и природные комплексы, остаются важным символом признания культурной, социальной и духовной ценности наших земель. На сегодняшний день более чем 1000 объектов присвоен статус объектов всемирного наследия; 200 из них классифицируются как природные или многофункциональные. Считается, что эти природные объекты представляют собой «*великолепные природные феномены, служащие важным естественным местом обитания для сохранения биологического разнообразия в условиях живой природы*».[50]

ВЫВОДЫ

Понимание того, что количество природных ресурсов, имеющихся в нашем распоряжении, ограничено, а также признание важности этих ресурсов для нашего выживания и повышение осведомленности о темпах, с которыми мы их истощаем и уничтожаем, сформировало абсолютно новую парадигму в публичном дискурсе. Увеличение количества вопросов, связанных с экологией и касающихся устойчивости природных систем и их компонентов, сопряжено с широким рядом академических дисциплин. Изменение климата стало основной движущей силой, которая влияет (и подвергается влиянию) на использование земельных ресурсов и управление ими, делая связь земель со всеми аспектами безопасности человечества еще более прочной.

Эта движущая сила продолжает набирать мощность на мировом и национальном уровнях. В преддверии конференции «Рио+20», спустя два десятилетия после переломного Саммита Земли, прошедшего в 1992 году в Рио-де-Жанейро, в Конвенции по борьбе с опустыниванием Секретариата Организации Объединенных Наций была представлена амбициозная программа по достижению нейтрального уровня с точки зрения деградации земельных ресурсов к 2030 году.[52] Повестка дня Организации Объединенных Наций в области устойчивого развития на период до 2030 года, принятая в 2015 году, содержит ряд целей устойчивого развития (ЦУР), способствующих более целесообразному использованию земельных ресурсов, управлению и планированию. В частности, ЦУР 15 уделяет большое внимание необходимости расширения преобразующих управленческих практик и направлена на «*защиту, восстановление и содействие ответственному использованию наземных экосистем, ответственное управление лесами, борьбу с опустыниванием, остановку и устранение последствий деградации земель, а также прекращение потери биологического разнообразия*».[53]

Оснований сомневаться в том, что планета достигнет критической точки в результате применяемых способов использования наших земельных ресурсов и управления ими, очень мало. Спрос на эти ресурсы будет только возрастать; ряд сценариев будущего рассматривается во второй части этого обзора. Устойчивое землепользование в равной степени касается как обеспечения защиты и питания земель для будущих поколений, так и предоставления социальных и экономических возможностей сегодня. Соблюдение баланса останется постоянной задачей для XXI века.

© NASA 7. Декабрь 1972 года

Вид из космоса

В декабре 1968 года произошло важное событие, которое изменило человечество и трансформировало наш взгляд на Землю. После того как «Аполлон-8» покинул земную орбиту, отправившись в полет к Луне, он отослал обратно снимок нашей планеты, подобного которому еще не видели. Фотограф представил уникальную перспективу, позволяющую оценить форму Земли, ее голубой цвет и (что, возможно, самое главное) ее конечные размеры. Затем были представлены серии других снимков, включая знаменитое изображение планеты «Blue Marble (Синий марбл)», сделанное экипажем корабля «Аполлон-17» во время последней лунной миссии в 1972 году. Эти снимки оказали огромное влияние на работу ученых и исследователей. Группа просвещенных бизнесменов, возглавляемая Аурелио Печчеи и командой исследователей и системных планировщиков из Массачусетского технологического института и отвечавшая за выпуск новаторской книги «Пределы роста», в которой вопрос конечности Земли рассматривается в контексте экономики и политики, часто упоминала о влиянии, которое ранние космические снимки оказали на их работу. Разумеется, к концу XX века сформировалась новая этика, подкрепляющая и трансформирующая наше представление о важности управления природными ресурсами способом, который можно последовательно использовать в течение долгого времени, при этом сохраняя уважение к планетарным границам.

БИБЛИОГРАФИЯ

1 See for example Flannery, T. 2001. The Eternal Frontier: An ecological history of North America and its peoples. William Heinemann, London.

2 Ellis, E.C., Kaplan, J.O., Fuller, D.Q., Vavrus, S., Goldewijk, K.K., and Verburg, P.H. 2013. Used planet: A global history. Proceedings of the National Academy of Sciences **110** (20): 7978-7985.

3 Ibid.

4 IINAS. 2013. Global Land Use Scenarios: Findings from a review of key studies and models. GLOBALANDS Working Paper AP 1.3, Darmstadt, Germany.

5 Ellis, E. C. 2011. Anthropogenic transformation of the terrestrial biosphere. Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, **369**: 1010-1035.

6 van den Broecke, M. 2015. Abraham Ortelius (1527-1598) Life, Works, Sources and Friends. Cartographica Neerlandica, Bilthoven, Netherlands.

7 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:OrteliusWorldMap.jpeg

8 Geisinger, A. 1999. Sustainable development and the domination of nature: Spreading the seed of the Western ideology of nature. Boston College Environmental Affairs Law Review **27** (1): 43-73.

9 White, L. Jnr. 1967. The historical roots of our ecological crisis. Science **155** (3767): 1203-1207.

10 Harvey, D. 1996. Justice, Nature and the Geography of Difference. Wiley, London, p. 121.

11 Martin, J.L., Maris, V., and Simberloff, D.S. 2016. The need to respect nature and its limits challenges society and conservation science. Proceedings of the National Academy of Sciences **113** (22): 6105-6112.

12 Korotayev, A. 2005. A compact macromodel of world system evolution. Journal of World-Systems Research **11** (1): 79-93.

13 2015 estimates from the World Bank: http://data.worldbank.org/indicator/EN.POP.DNST accessed December 12, 2016.

14 McNeill, J.R. and McNeill, W.H. 2003. The Human Web. A Bird's Eye View of World History. W.W. Norton and Company, USA.

15 Hughes, T.P. 2004. Human-Built World: How to Think About Technology and Culture. University of Chicago Press, Chicago.

16 Crosby, A.W. 1986. Ecological Imperialism: The biological expansion of Europe, 900-1900, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

17 Ponting, C. 1991. A Green History of the World. Sinclair Stevenson, London.

18 Stiglitz, J.E. 2002. Globalization and Its Discontents. Norton, New York.

19 Hubacek, K. and van den Bergh, J.C.J.M. 2006. Changing concepts of land in economic theory: From single to multi-disciplinary approaches. Ecological Economics **56**: 5-27.

20 Foster, J.B. and Clarke, B. 2009. The paradox of wealth: Capitalism and ecological destruction. Monthly Review **61** (1).

21 On the notion of social cost and its relation to the conflict between private riches and public wealth, James Maitland, the eighth Earl of Lauderdale, argued that there was an inverse correlation between public wealth (use values) and private riches (exchange values), such that an increase in the latter often served to diminish the former. Scarcity, in other words, is a necessary requirement for something to have value in exchange, and to augment private riches. But this is not the case for public wealth, which encompasses all value in use, and thus includes not only what is scarce but also what is abundant. This paradox led Lauderdale to argue that increases in scarcity in such formerly abundant but necessary elements of life as air, water, and food would, if exchange values were then attached to them, enhance individual private riches, and indeed the riches of the country—conceived of as "the sum-total of individual riches"—but only at the expense of the common wealth. See Lauderdale Maitland J., Earl of 1819. An Inquiry into the Nature and Origin of Public Wealth and into the Means and Causes of its Increase, second edition, Chapter II. This contradiction is also known as the "Lauderdale paradox"; Daly, Herman E. 1998. The return of Lauderdale's paradox. Ecological Economics **25**: 21-23; Foster, J.B. and Clarke, B. 2009. The paradox of wealth: Capitalism and ecological destruction. Monthly Review **61** (1).

22 Ellis, E.C., Goldwijk, K.K., Siebert, S., Lightman, D., and Ramankutty, N. 2010. Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000. Global Ecology and Biogeography **19**: 589-606.

23 Furnivall, J. S. 1909. Land as a free gift of nature. The Economic Journal **19** (76): 552-562.

24 Linebaugh, P. 2010. Enclosures from the bottom up. Radical History Review Issue 108: 11-27.

25 Polanyi, K. 1944. The Great Transformation. The Political and Economic Origins of Our Time. Farrar and Rhinhart, New York.

26 It should be noted here that the existence of rents for land and resources does not alter the essential fact that nature is excluded from the value calculation. Instead, rents ensure that part of the surplus produced by society is redistributed to those who are able to monopolize the "rights" to natural resources.

27 Goldewijk, K.K. and Ramankutty, N. 2004. Land use changes during the past 300 years. Land Use, Land Cover and Soil Sciences. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS); UNESCO: Ontario, Canada and Paris, France.

28 Solow, R.M. 1974. The economics of resources or the resources of economics. American Economic Review **64** (2): 1-14.

29 Meadows, D.H., Meadows, G., Randers, J., and Behrens III, W.W. 1972. The Limits to Growth. Universe Books, New York.

30 Ehrlich, P.R., Kareiva, P.M., and Daily, G.C. 2012. Securing natural capital and expanding equity to rescale civilization. Nature **486**: 68-73.

31 Nkonya, E., Gerber, N., von Braun, J., and De Pinto, A. 2011. Economics of land degradation. IFPRI Issue Brief, 68.

32 Martin-Ortega, J., Brouwer, R., and Aiking, H. 2011. Application of a value-based equivalency method to assess environmental damage compensation under the European Environmental Liability Directive. Journal of Environmental Management **92**: 1461-1470.

33 Fairhead, J., Leach, M., and Scoones, I. 2012. Green grabbing: a new appropriation of nature? The Journal of Peasant Studies **39** (2): 237-261(244).

34 A prime example of this process can be found on the web portal Ecosystem Marketplace that states: «The world's population depends on ecosystem services, but in economic terms, these services are typically 'free' and consequently, increasingly overexploited. One promising approach to sustaining vital ecosystem services is to enable market-based mechanisms to mediate supply and demand, putting a price on these services (…)» The rebranding of nature as a service provider and the commodification of the ecosystem services it provides can, indeed, lead to viable business opportunities. There is, however, a not insignificant associated risk that by opening the door to the appropriation of land resources at the expense of its former custodians and of public wealth, that new inequalities will arise, and traditional land management strategies will be lost.

35 Alexander, S., Aronson, J., Whaley, O., & Lamb, D. 2016. The relationship between ecological restoration and the ecosystem services concept. Ecology and Society, 21(1).

36 Schleiden, M.J. 1848. The Plant: A Biography in a series of popular lectures. Hippolyte Bailliere, London, pp. 304-307.

37 Kremer, M. 1993. Population growth and technological change: One million B.C. to 1990. The Quarterly Journal of Economics **108** (3): 681-716.

38 Klemm, R. and Klemm, D. 2013. Gold and Gold Mining in Ancient Egypt and Nubia. Springer, Heidelberg.

39 Ponting, C. 1991. Op cit.

40 Malthus T. 1798. An Essay on the Principle of Population, as it Affects the Future Improvement of Society with Remarks on the Speculations of Mr. Godwin, M. Condorcet, and Other Writers. J. Johnson in St Paul's Churchyard, London.

41 Kareiva, P., Watts, S., McDonald, R., and Boucher, T. 2007. Domesticated nature: Shaping landscapes and ecosystems for human welfare. Science **316** (5833): 1866-1869.

42 Grimm, N.B., Faeth, S.H., Golubiewski, N.E., Redman, C.L., Wu, J., et al. 2008. Global change and the ecology of cities. Science **319**: 756-760.

43 United Nations. 2014. World Urbanization Prospects: 2014 Revision. UN, New York.

44 Grimm, N.B., et al. 2008. Op cit.

45 Grigg, D.B. 1974. The Agricultural Systems of the World: An Evolutionary Approach. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

46 Ellis, E.C., et al. 2013. Op cit.

47 Ellis, E. C., Klein Goldewijk, K., Siebert, S., Lightman, D., & Ramankutty, N. 2010. Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000. Global Ecology and Biogeography, **19**: 589-606.

48 Hooke, R. L., Martín-Duque, J. F., & Pedraza, J. 2012. Land transformation by humans: a review. GSA today, **22**: 4-10.

49 Posey, D. (ed.) 1999. Cultural and Spiritual Values of Biodiversity. Intermediate Technology Publications, London.

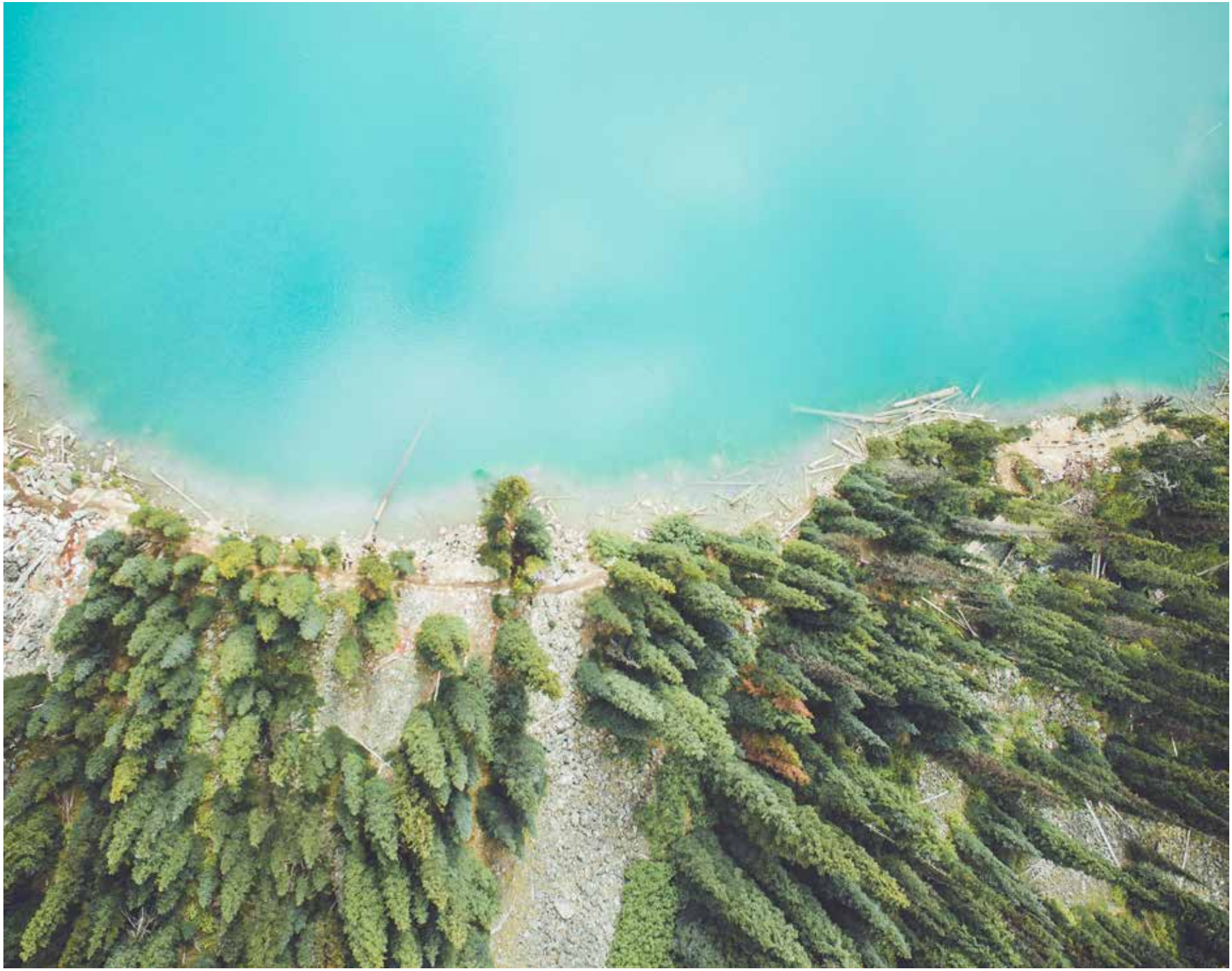
50 Badman, T., Bomhard, B., Fincke, A., Langley, J., Rosabal, P. et al. 2008. Outstanding universal value: Standards for natural world heritage. IUCN, Gland, Switzerland.

51 http://www.lpi.usra.edu/resources/apollo/frame/?AS17-148-22727

52 UNCCD. 2016. Land Degradation Neutrality: The target setting programme. UNCCD, Bonn.

53 United Nations: Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. New York.

© Крис Монтгомери (Chris Montgomery)



ГЛАВА 3

ФАКТОРЫ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ ИЗМЕНЕНИЯМ

Растущий спрос на продовольствие, корма, топливо и сырье приводит к росту давления на землю и конкуренции за природные ресурсы. В то же время площадь доступных продуктивных земель снижается в результате их деградации. Движущими силами деградации земель являются внешние факторы, которые прямо или косвенно влияют на здоровье и продуктивность земли, а также связанных с ней ресурсов, таких как почва, вода и биологическое разнообразие.

Прямые движущие силы могут быть природными (например, землетрясения, оползни, засуха, наводнения) или антропогенными (т. е. образовавшимися в результате человеческой деятельности); ряд последних воздействуют на то, что раньше считалось природными климатическими событиями. Наиболее значимыми прямыми причинами деградации земель по-прежнему остаются антропогенные движущие силы, такие как обезлесение, осушение водно-болотных угодий, чрезмерный выпас, нерациональные методы землепользования, а также расширение сельскохозяйственных, промышленных и городских районов (т. е. изменение режима землепользования).

Многие современные методы управления в области растениеводства и животноводства непосредственно ведут к эрозии/уплотнению почв, уменьшению фильтрации/доступности воды и сокращению биологического разнообразия как на поверхности земли, так и под ней. Между тем, добыча полезных ископаемых и инфраструктура для транспортных, энергетических и промышленных целей все больше усиливают свое влияние на ландшафт и земельные ресурсы.

За последние сто лет количество земель, отведенных под городские и пригородные районы, удвоилось, а в ближайшие несколько десятилетий ожидается ускорение темпов их роста. Однако, несмотря на свой все еще относительно небольшой масштаб — примерно 5% от общей площади суши — городские районы часто занимают наиболее плодородные земли и почвы.

© Андреас Книг (Andreas Knig)/GIZ

Среди глубинных причин одной или нескольких прямых движущих сил деградации земель обычно рассматриваются косвенные движущие силы. В отличие от прямых движущих сил, они являются сложными, взаимосвязанными, рассредоточенными, действуют в более крупных и продолжительных масштабах и возникают дальше от района деградации. К ним относятся рост численности населения, землевладение и характер миграции; потребительский спрос на производимые на земле товары и услуги; ориентированная на быстрый рост макроэкономическая политика; а также государственная политика и институты, которые поощряют инвестиции, препятствующие межсекторальной координации.

ВВЕДЕНИЕ

Деградация земель представляет собой сложное явление, обычно связанное с частичной или полной их потерей: продуктивности, почвы, растительного покрова, биомассы, биологического разнообразия, экосистемных услуг и экологической устойчивости. Деградация обычно возникает вследствие неправильного использования или чрезмерной эксплуатации земельных ресурсов, например, вырубки зеленых насаждений; истощения питательных веществ; чрезмерного выпаса; ненадлежащего орошения; чрезмерного использования агрохимикатов; роста городов; загрязнения окружающей среды; или других непосредственных воздействий, таких как добыча полезных ископаемых глубинным и поверхностным способами, уничтожение растительного покрова за счет вытаптывания или проезда транспортных средств. Изменения в режиме землепользования — это не то же самое, что деградация; с точки зрения преимуществ для человечества, некоторые изменения в землепользовании могут иметь общий положительный эффект. Однако, в текущем контексте ухудшения естественных экосистем с одновременным ростом давления на земельные ресурсы, изменения в режиме землепользования зачастую связаны с деградацией, которая приводит к сокращению биологического разнообразия и ухудшению экосистемных услуг.

Стоимость природного капитала. Причуды нашей экономической системы и стремление к накоплению капиталов являются мощными косвенными движущими силами, которые приумножают и усиливают непосредственные движущие силы деградации земель. Из четырех видов экосистемных услуг, определенных Оценкой экосистем на пороге тысячелетия — обеспечивающие, поддерживающие, регулирующие и культурные — только обеспечивающие (такие как продукты питания, топливо, волокна) и, в меньшей степени, культурные услуги (такие как рекреационные, туристические) имеют рыночную цену; к большинству поддерживающих и регулирующих услуг это не применимо. В доминирующих рыночных системах последних двухсот лет таким услугам, как образование почв, регулирование климата, защита биологического разнообразия и среды обитания исторически приписывалась низкая или нулевая ценность, несмотря на их важную роль в поддержании продуктивности ландшафтов и человеческой безопасности. Используемые в этих системах высокие учетные ставки как правило поощряют принятие решений, ориентированных на краткосрочную выгоду без учета реальной долгосрочной стоимости природного капитала, что подрывает усилия, направленные на устойчивое управление, сохранение и восстановление земельных ресурсов.

Как обсуждалось в Главе 2, эта ситуация медленно меняется. С 1990-х годов многочисленные ценности природного капитала заняли центральное место в дискуссии, связанной с Целями развития на следующее тысячелетие (2000 – 2015 гг.) и текущими Целями устойчивого развития (2015 – 2030 гг.). Обоснованная оценка экосистемных функций и услуг (т. е. с точки зрения преимуществ для человечества) могла бы уменьшить некоторые из последствий прямых движущих сил путем продвижения более целостного подхода к управлению земельными ресурсами; в котором свойственно обсуждение конкурентных компромиссов в рамках социальной, политической и административной основы для совместной оценки непосредственных и косвенных преимуществ.

К деградации земель приводят три широкие и взаимосвязанные группы факторов: биофизические факторы, определяющие режим землепользования; институциональные факторы, которые регулируют более широкую политику землепользования; и социально-экономические факторы, влияющие на спрос и управление земельными ресурсами.[2] К первичным факторам, определяющим режим землепользования, обычно относят климат, растительность, рельеф местности и доступность воды; а экономическая ситуация влияет на управленческие решения, в том числе на время и способ осуществления изменений. Институциональные факторы часто исторически определяются многолетними культурными нормами, а также под воздействием политических и экономических решений. В понимании влияния институциональных факторов решающее значение имеют права собственности и владения. Обеспечение гарантий землевладения может стимулировать инвестиции, экономический рост, а также рациональное планирование и управление природными ресурсами. Но владение землей — это сложный феномен, в рамках которого права устанавливаются на основании широкого спектра формальных и неформальных способов, включая культурные, исторические, обычные или неофициальные схемы. Сельские и городские районы в одной и той же стране зачастую могут иметь разные юридические формы владения, что еще более усложняет правовой порядок землевладения в пригородных районах. По мере увеличения спроса на землю, не имеющие официального статуса владения или прав собственности лица могут испытывать правовую незащищенность в той или иной мере.

Деградация земель — это сокращение или потеря биологической или экономической продуктивности и комплексного строения неорошаемых и орошаемых сельхозугодий, выпасов, пастбищ, лесов и лесных массивов в результате землепользования или процесса, или комбинации процессов, связанных с человеческой деятельностью.

Рисунок 3.1. Всемирный обзор современных систем управления земельными ресурсами: скопировано из[3]

В целом, изменение режимов землепользования, которое приводит к деградации земель, а связанная с ним потеря земельных функций обусловлены множеством элементов, взаимодействующих на всех уровнях от местного до глобального.[4] В течение ближайших десятилетий снижение доступности продуктивных земель будет усугубляться за счет конкуренции режимов землепользования.[5] Движущие силы деградации земель можно разделить на два вида: (I) прямые или приближенные движущие силы и (II) косвенные или базовые движущие силы. Прямые движущие силы — это деятельность человека, напрямую связанная с изменениями режима землепользования и состояния земель.[6]Косвенные движущие силы сложнее поддаются выявлению или количественной оценке, а определение их влияния в основном зависит от экономических и социальных показателей, а также от анализа тенденций.[7]

ПРЯМЫЕ ДВИЖУЩИЕ СИЛЫ ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ

Глобальные оценки площади деградированных земель широко варьируются от 1 до 6 млрд. га, что показывает как масштаб проблемы, так и необходимость в более точных данных. К критическим движущим силам, кратко рассмотренным здесь, и более подробно во второй части *обзора*, относятся:

- сельское хозяйство и лесоводство;
- урбанизация;
- развитие инфраструктуры;
- производство энергии;
- добыча полезных ископаемых глубинным и поверхностным способами.

1. Сельское хозяйство и лесоводство

Сельское хозяйство, безусловно, является самым крупным направлением человеческого землепользования, занимая примерно 38% площади поверхности суши, за исключением Гренландии и Антарктики.[8] Площадь используемых под сельское хозяйство территорий все еще растет, в настоящее время главным образом за счет естественных лесов[9] и, частично, лугопастбищных угодий. Это, например, наиболее значимая причина нынешнего освоения земель[10] в тропиках,[11] приводящего к потере биологического разнообразия и экосистемных услуг.[12] Деградированные земли составляют более одной пятой доли лесных и сельскохозяйственных земель в Латинской Америке и Карибском бассейне.[13] Коммерческое сельское хозяйство является ключевой движущей силой,[14] особенно производство говядины, соевых бобов и масличной пальмы.[15]

Несмотря на продолжающийся рост общей площади, отведенной под сельское хозяйство, за этим расширением скрывается потеря земель по причине деградации и консервации земель, что является следствием потери почвы, эрозии, истощения питательных веществ и засоления.[16] В некоторых местах консервация земель также обусловлена политическими и экономическими факторами. Увеличение уровня механизации и использования агрохимикатов, таких как нитратные и фосфатные удобрения, пестициды и гербициды, в краткосрочной перспективе способствовало повышению урожайности, но также оказало значительное негативное воздействие на качество почвы и воды, и на здоровье экосистем и видов, что может, в свою очередь, подорвать продовольственную безопасность.[17]

© Паролан Харахап (Parolan Harahap)

Движущие силы деградации почв[18]

Деградация почв является ключевым фактором, подрывающим продовольственную безопасность. Деградация почв во времени может быть как качественной (например, засоление), так и количественной (например, эрозия). Существует несколько основных видов деградации почв.

Физическая деградация: структурное разрушение почвы при нарушении почвенного профиля. Это приводит к нарушению водно-воздушного режима, что ведет к снижению инфильтрации поверхностной воды, увеличению стока и ухудшению водного баланса. Со временем это приводит к сокращению доступных для растений и биоты газов. Процессы физической деградации включают эрозию, запечатывание и образование корки, а также уплотнение.

Химическая деградация: процессы, приводящие к химическому дисбалансу почвы, включая засоление, потерю питательных веществ, загрязнение кислотными и токсическими веществами.

Биологическая деградация: искусственное разрушение структуры почвы (например, при обработке почвы) может привести к чрезмерной активности почвенной биоты вследствие оксигенации и чрезмерной минерализации органического вещества, что ведет к нарушению структуры и потере питательных веществ.

На все эти процессы может воздействовать ряд прямых движущих сил, как естественных, так и антропогенных, которые оказывают разное влияние на почвенные процессы, включая природу и скорость процессов. К прямым движущим силам относятся климат, опасные природные явления, геология и геоморфология, а также биологическое разнообразие. Климат в значительной степени влияет на почвенные процессы и предоставление экосистемных услуг. Воздействуя на влажность и температуру почвы, местный климат (например, интенсивность выпадения осадков, температура, солнечный свет) влияет на поддерживающие процессы и биологическое разнообразие. Опасные природные явления, такие как, землетрясения или извержения вулканов, могут приводить к изменению комплекса свойств почвы, а геологическое происхождение исходного материала обуславливает исходный набор минералов, которые определяют развитие и свойства почвы, а также разновидности обитающих там видов и их разнообразие. На почвенные процессы также в значительной мере влияют антропогенные движущие силы, такие как режим землепользования, методы и технологии ведения сельского хозяйства. Режим землепользования (например, земледелие, скотоводство) определяет тип вмешательства (например, обработка почвы, вытаптывание, использование агрохимикатов) и используемых материалов (например, навоз, синтетические удобрения). Практика ведения сельского хозяйства определяет интенсивность вмешательства (например, органическое или традиционное земледелие) и объем внесенных препаратов (например, количество и сроки внесения удобрений).

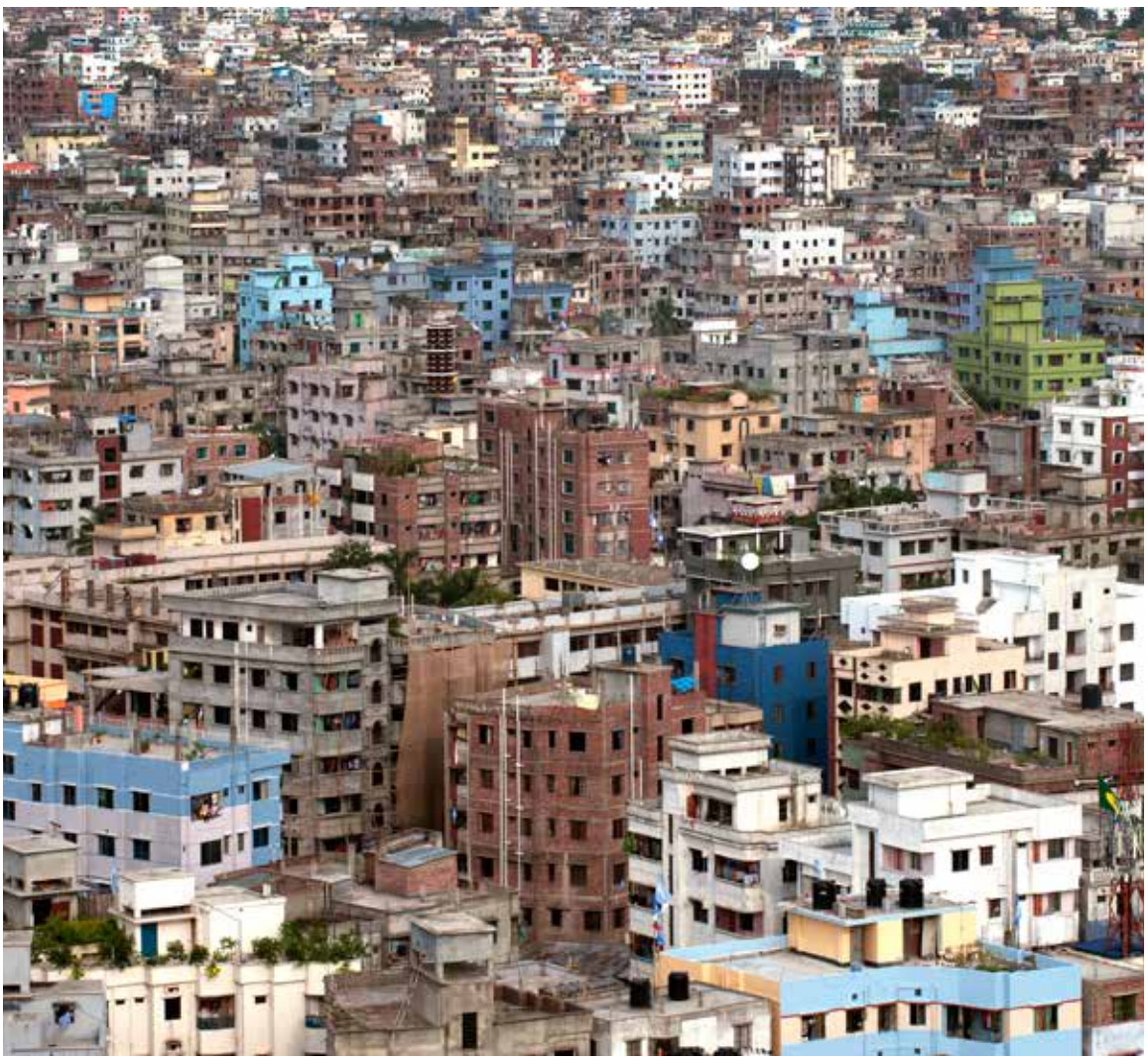
Предполагаемый урон от урбанизации в период между 2000 и 2030 гг. составит 1,6 – 3,3 млн. га высокоплодородных сельскохозяйственных угодий в год.

Консервированные сельскохозяйственные районы часто относят к деградированым землям,[19] а уровень консервации земель рассматривается как показатель их деградации,[20] хотя они также могут обеспечивать значимые возможности для экологического восстановления. Консервация может быть обусловлена потерей продуктивности, сельско-городской миграцией, стареющим населением, конфликтом, ростом популяций инвазивных видов, изменениями в сельскохозяйственном субсидировании, или другими факторами, препятствующими сельскохозяйственной деятельности.

Лесохозяйственная деятельность также в значительной степени воздействует на экосистемы. Вырубка лесов часто предшествует созданию плантаций для производства продовольствия или волокна, при этом продажа древесины часто является способом финансирования дальнейших операций. В других местах экологические и гидрологические изменения происходят как следствие более интенсивных практик управления природными лесными угодьями или их освоением под плантации, что при неправильном планировании может приводить к эрозии почв и потере других экосистемных услуг.

2. Урбанизация

К 2050 году ожидаемый рост доли городского населения планеты составит примерно 2,5 млрд. человек.[21] Такой рост часто приводит к росту городов, когда ряд городских районов строится на территории плодородных почв и сельскохозяйственных земель,[22] что ведет к необратимой потере пахотных земель. В глобальном масштабе на сегодняшний день урбанизировано около 2 – 3% площади поверхности суши; к 2050 году ожидается рост этого показателя до 4 – 5%.[23] В то же время в ряде стран ожидается троекратный рост районов городской застройки к 2030 году.[24] Предполагаемые потери от урбанизации в период между 2000 и 2030 гг. составит от 1,6 до 3,3 млн. га высокоплодородных сельскохозяйственных угодий в год.[25] Помимо непосредственного использования («изъятия») земель, «экологический след» городских поселений распространяется далеко за их пределами.[26] Например, была установлена положительная корреляция между тропическим обезлесением и ростом городского населения, а также экспортом сельскохозяйственной продукции.[27]



© UN Photo/Kibae Park

© Денис Невожай (Denys Nevozhai)

Рисунок 3.2. Распределение прогнозируемых инвестиций в инфраструктуру: скопировано из[31]

3. Развитие инфраструктуры

С притоком людей в городские центры также увеличивается потребность в такой инфраструктуре, как дороги, водоотведение и канализация, а также линии электропередач.[28] В то же время большая часть такой инфраструктуры во многих старых городах требует улучшения или замены.[29] По оценкам, в период с 2013 по 2030 гг. необходимые инвестиции в инфраструктуру составят порядка 57 трлн. долл. США. Эти инвестиции будут иметь решающее значение в сферах транспорта, энергетики, водоснабжения и телекоммуникаций для развивающихся стран, таких как Китай, Бразилия, Индия и Индонезия.[30]

Суммарная площадь под инфраструктурными и городскими районами уже составляет 60 млн. га,[32] что примерно равно площади Украины, а в ближайшие четыре десятилетия ожидается ее увеличение дополнительно на 100 – 200 млн. га.[33] Подобные изменения оказывают прямое и косвенное воздействие на землю. Транспортная инфраструктура способствует росту городов, вытесняя природные экосистемы[34] и приводя к уплотнению почв, что увеличивает риск наводнений. Кроме того, велика вероятность загрязнения стоков воды из городских районов, что негативно сказывается на пресноводных ресурсах[35] и других связанных экосистемных услугах.[36]

Развитие инфраструктуры также приводит к изменению альбедо (т. е. отражательной способности) поверхности и скорости рассеяния тепла от эвапотранспирации, что влияет на местные погодные условия.[37] Масштабы прогнозируемого развития инфраструктуры, вероятно, приведут к вытеснению продуктивных видов землепользования в некоторых районах, а в других повлияют на консервацию земель.

За пределами городских районов автомобильные и железные дороги разрезают девственные экосистемы, нанося им непосредственный ущерб, а в случае неудачного планирования и реализации способствуют дальнейшему внеплановому освоению земель.[38] В результате может образовываться известный «эффект рыбьей кости»,[39] когда многочисленные небольшие и неофициальные дороги ответвляются от новой автомагистрали, проходящей через природные лесные или лугопастбищные угодья.[40] В бразильской Амазонии сеть из более чем 20 000 км федеральных или внутриштатных дорог дополняют почти 200 000 км неофициальных дорог,[41] которые часто возникают в ходе лесозаготовительных работ,[42] и непредсказуемы в своем развитии.[43] В настоящее время ведется более 20 проектов дорожного строительства,[44] многие из которых в значительной мере сказываются на обезлесении и[45] деградации лесов.[46] Как обсуждалось в Главе 7, проекты в области гидроэнергетики также меняют экосистемы, а добыча полезных ископаемых приводит как к непосредственному ущербу,[47] так и к более долгосрочному загрязнению.

© ООН

4. Производство энергии

Все возобновляемые и невозобновляемые источники энергии требовательны к земельным ресурсам. Традиционное использование энергии топливной древесины в некоторых развивающихся странах является значительной движущей силой обезлесения, деградации лесов и эрозии почв.[48] Помимо своей роли в ускорении изменения климата, добыча нефти и газа влияет на состояние земель на месте, способствует дальнейшему негативному изменению режимов землепользования, а также может приводить к загрязнению на больших площадях. Новые методы добычи энергоресурсов, такие как гидравлический разрыв пласта (ГРП), требуют большого количества воды, трубопроводов, дорог, компрессорных станций и прудов-испарителей, все из которых увеличивают нагрузку на землю; более того, существуют документированные опасения относительно связанного с ГРП негативного воздействия на человеческое здоровье и сейсмическую стабильность.[49] Европейский Союз субсидирует использование древесины и древесных отходов в качестве важного устойчивого источника биотоплива. Европейские угольные электростанции все чаще используют древесину из США и Канады, что приводит к увеличению объемов вырубки лесов и выбросов парниковых газов. Свежие районы лесовосстановления способны поглощать CO_2, но даже при замене деревьев по принципу «один к одному», потребуется 20 – 100 лет, чтобы полностью поглотить выделенный CO_2.[50]

Производство возобновляемой энергии также увеличивает нагрузку на землю, негативно влияет на землепользование и деградацию земель. Для выращивание биотоплива требуется много земли,[51] при этом такие культуры, как масличные пальмы и соя вторгаются на площадь лесных и лугопастбищных угодий.[52] В 2010 году глобальная площадь земель под биотопливными культурами оценивалась в 45 млн. га,[53] с ожидаемым двукратным ростом,[54] до порядка 3 – 4,5% от общей площади обрабатываемых земель, к 2030 году.[55] Разработки в сфере гидроэнергетики приводят к непосредственному заводнению больших площадей, открывают для использования новые районы, а также изменяют гидрологию, оказывая существенное воздействие на реки, поймы и сезонные водно-болотные угодья.[56] Для сооружения солнечных и ветровых электростанций также требуется значительная площадь на поверхности суши, и распределительная инфраструктура, такая как электрические сети и линии электропередач, как и для остальных источников энергии.

Производство возобновляемой энергии также увеличивает нагрузку на землю, негативно влияет на землепользование и деградацию земель. Для выращивания биотоплива требуется много земли, при этом такие культуры, как масличные пальмы и соя вторгаются на площадь лесных и лугопастбищных угодий.

5. Добыча полезных ископаемых глубинным и поверхностным способами

Недавние политические и экономические изменения привели к увеличению инвестиций в добычу полезных ископаемых,[57] что непосредственно ведет к деградации земель и почв в результате обезлесения,[58] сжигания растительности,[59] и проведения горнодобывающих работ, а также к более широко распространенному экологическому и социальному ущербу.[60] Добыча в открытых и нагорных карьерах наиболее разрушительна,[61] в то время как обрушение подземных шахт может также приводить к таким проблемам, как оседание грунта, эрозия почв и загрязнение водных ресурсов.[62] При добыче полезных ископаемых образуется большое количество отходов,[63] порядка десятков миллионов тонн ежегодно,[64] приводя к заиливанию водоемов,[65] дренажу кислых шахтных вод и выносу токсичных минералов. Эти отходы также загрязняют воздух,[66] что может негативно воздействовать на здоровье человека[67] и подавлять производство сельскохозяйственных культур.[68] Высокий уровень загрязнения также характерен для горнодобывающих работ, в особенности, если они ведутся незаконно и соответственно бесконтрольно; например, использование цианида и ртути при добыче золота[69] приводит к загрязнению поверхностных и подземных вод.[70]

© Çukru Arban (Şükrü Ağbal)

КОСВЕННЫЕ ДВИЖУЩИЕ СИЛЫ ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ

За последние два столетия наблюдался экспоненциальный рост спроса на товары и услуги, производимые на земле. Косвенные или базовые причины деградации земель связаны с образом жизни, экономикой и структурами потребления, сложным сочетанием демографических, технологических, институциональных и социально-культурных факторов.[71] К ним относятся международные рынки и цены на сырьевые товары, рост численности и миграция населения,[72] внутренние рынки и потребительский спрос, политика и управление,[73] а также более локальные тенденции, такие как изменения в поведении домашних хозяйств.[74]

На государственном уровне в качестве косвенных движущих сил деградации лесных и лугопастбищных угодий были выявлены такие факторы, как слабое управление и нестабильные институты, отсутствие межсекторальной координации, низкий потенциал государственных учреждений, коррупция и незаконная деятельность. Изменение климата играет ключевую роль, приводя к смене режимов землепользования под воздействием экосистемных изменений.[75]

С 1960-х годов объем глобальной торговли сельскохозяйственными товарами увеличился в десять раз,[76] а древесными сырьевыми материалами — в семь раз.[77] Одним из результатов является рост конкуренции за высокоплодородные сельхозугодья и пастбища. Международная торговля теперь также включает в себя виртуальные схемы обмена природными ресурсами, такими как почва, вода и земля,[78] тем самым уменьшая значимость экологических последствий подобной экономической деятельности.[79] Это привело к масштабной сельскохозяйственной экспансии[80] в развивающихся странах, зачастую в условиях неэффективного управления.

Многие из базовых движущих сил зачастую формируются на большом удалении от района их воздействия. Например, изменения в рационе питания в Китае, в частности рост потребление мяса, привели к росту импорта сои из Бразилии в качестве корма для животных в сферах свиноводства и птицеводства.[81] Аналогичным образом растущий спрос на лесоматериалы в сочетании с программами сохранения лесов в Китае и Финляндии привел к усилению давления на Российские леса с целью обеспечения потребности в импортной древесине в Китае.[82] Широко распространенная консервация земель после распада Советского Союза в конечном итоге привела к росту импорта говядины из Бразилии в Россию, ускорив изменения в землепользовании в Бразилии.[83]

Консолидация земель и цепи поставок. Более поздней косвенной движущей силой является тот факт, что земля стала новым классом активов. В результате некоторые инвесторы стремятся обеспечить ликвидность путем приобретения сельских земельных владений в ожидании высокой ренты и прибыли. Это вызывает озабоченность, что крупномасштабные приобретения и консолидация земель могут стать новой базовой движущей силой деградации земель.[84] На протяжении последнего десятилетия будущее мелких фермеров подвергалось угрозе из-за роста коммерческих цепочек создания стоимости, обусловленных многонациональной пищевой промышленностью и поддерживаемых потребительским спросом. Глубокое проникновение этих цепочек поставки привело к снижению потребительских цен, что значительно помогло малоимущим потребителям. Тем не менее, сокращение маржи производителей влияет на будущие инвестиции, увеличивает вероятность консолидации фермерских хозяйств, а также заставляет бедных фермеров находиться на грани выживания.[85] Это может в значительной мере повлиять на деградацию земель в ближайшие десятилетия по мере исчезновения мелких фермеров и их общин, и увеличения сельско-городской миграции.

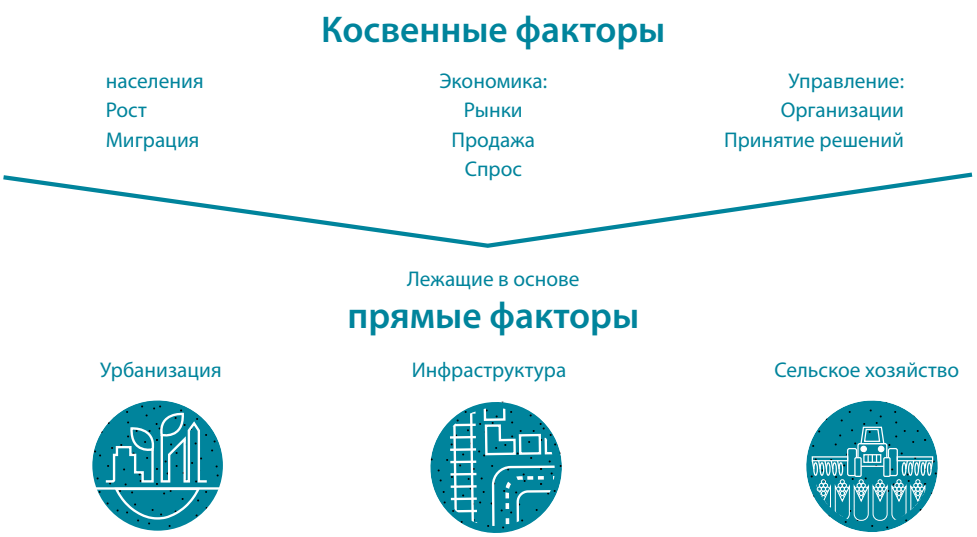


Рисунок 3.3. Косвенные движущие силы, лежащие в основе прямых движущих сил

ВЫВОДЫ

Движущие силы деградации земель относятся к факторам, которые напрямую или косвенно влияют на здоровье и продуктивность земли. Прямые движущие силы могут быть как естественными, так и антропогенными. Наиболее значительными прямыми причинами деградации земель по-прежнему являются обезлесение, чрезмерный выпас и расширение сельскохозяйственных, промышленных и городских районов.

Косвенные движущие силы, с другой стороны, намного сложнее по своей природе и действуют в более крупных и продолжительных масштабах на большем расстоянии от района деградации. К ним относятся демографические тенденции, землевладение, изменение потребительского спроса на производимые на земле товары и услуги, макроэкономическая политика быстрого роста, неравноправные системы управления, а также государственная политика и институты, которые поощряют инвестиции, препятствующие межсекторальной координации. Прямые и косвенные движущие силы взаимодействуют, усиливая друг друга и в совокупности приводя к деградации земель во многих частях мира.

БИБЛИОГРАФИЯ

1 UNCCD. 1994. Article 2 of the Text of the United Nations Convention to Combat Desertification. http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/conventionText/conv-eng.pdf.

2 Stolte, J., Tesfai, M., Øygarden, L., Kværnø, S., Keizer, J., et al. (eds.) 2016. Soil threats in Europe. European Commission, Brussels.

3 Enemark, S. 2005. Understanding the land management paradigm. In Symposium on Innovative Technology for Land Administration: FIG Commission 7 (pp. 17-27).

4 Geist, H.J. and Lambin, E.F. 2002. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. Bioscience **52**: 143-150.

5 Lambin, E. F. and Meyfroidt, P. 2011. Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. Proceedings of the National Academy of Sciences **108** (9): 3465-3472.

6 Hosonuma, N., Herold, M., De Sy, V., De Fries, R.S., Brockhaus, M., et al. 2012. An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. Environmental Research Letters **7** (4): 044009.

7 Kissinger, G., Herold, M., and De Sy, V. 2012. Drivers of Deforestation and Forest Degradation – A Synthesis Report for REDD+ Policymakers. Vancouver, Canada.

8 Foley, J.A. 2011. Sustain the planet? Scientific American. November 2011, pp. 60-65.

9 Keenan, R.J., Reams, G.A., Achard, F., de Freitas, J.V., Grainger, A. et al. 2015. Dynamics of global forest area: Results from the FAO Global Forest Resources Assessment 2015. Forest Ecology and Management **352**: 9-20.

10 Lambin, E.F. and Meyfroidt, P. 2011. Op cit.

11 Gibbs, H.K., Ruesch, A.S., Achard, F., Clayton, M.K., Holmgren, P., et al. 2010. Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. Proceedings of the National Academy of Sciences **107** (38): 16732-16737.

12 Chomitz, K.M. 2007. At Loggerheads? Agricultural Expansion, Poverty Reduction, and Environment in the Tropical Forests. The World Bank, Washington, DC.

13 Vergara, W., Gallardo, L., Lomeli, G., Rios, A.R., Isbell, P., et al. 2016. The Economic Case for Landscape Restoration in Latin America. World Resources Institute, Washington, DC.

14 Boucher, D., Elias, P., Lininger, K., May-Tobin, C., Roquemore, S. et al. 2011. The Root of the Problem: What's Driving Tropical Deforestation Today? Union of Concerned Scientists. Cambridge, MA.

15 Rudel, T.K., Schneider, L., Uriarte, M., Turner II, B.L., DeFries, R., et al. 2009. Agricultural intensification and changes in cultivated areas, 1970–2005. Proceedings of the National Academy of Sciences **106** (49): 20675-20680.

16 Overseas Development Group. 2006. Global Impacts of Land Degradation. Paper for the GEF. ODG, University of East Anglia, Norwich, UK.

17 UNEP. 2014. UNEP Year Book 2014: Emerging issues in our global environment. United Nations Environment Programme, Nairobi, pp. 6-11.

18 Dominati, E., Patterson, M., and Mackay, A. 2010. A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils. Ecological Economics **59** (9): 1858-1868.

19 Gibbs, H.K. and Salmon, J.M. 2015. Mapping the world's degraded lands. Applied Geography **57**: 12-21.

20 Kosmas, C., Kairas, O., Karavitis, C., Ritsema, C., Salvati, L. et al. 2013. Evaluation and selection of indicators for land degradation and desertification monitoring: methodological approach. Environmental Management DOI 10.1007/s00267-013-0109-6.

21 United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2014. World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights (ST/ESA/SER.A/352).

22 UNEP. 2014. Assessing Global Land Use: Balancing Consumption with Sustainable Supply: A Report of the Working Group on Land and Soils of the International Resource Panel. United Nations Environment Programme, Paris.

23 Ibid.

24 Ibid.

25 Lambin, E.F. and Meyfroidt, P. 2011. Op cit.

26 Rees, W.E. 1992. Ecological footprints and appropriated carrying capacities: what urban economics leaves out. Environment and Urbanization **4** (2): 121-130. DOI: 10.1177/095624789200400212

27 Defries, R.S. et al. 2010. Op cit.

28 Urban Land Institute and Ernst and Young. 2013. Infrastructure 2013: Global Priorities, Global Insights. Washington, DC.

29 Ibid.

30 McKinsey Global Institute. 2013. Infrastructure productivity: How to save $1 trillion a year. London, UK.

31 McKinsey Global Institute. 2013. Infrastructure productivity: How to save $1 trillion a year. London, UK.

32 Nachtergaele, F. and George, H. 2009. How much land is available for agriculture? (Unpublished paper) FAO, Rome.

33 Bettencourt, L.M., Lobo, J., Helbing, D., Kuhnert, C., and West, G.B. 2007. Growth, innovation, scaling, and the pace of life in cities. Proceedings of the National Academy of Sciences **104** (17): 7301-7306.

34 UNEP. 2012. GEO-5 Environment for the future we want. Nairobi, Kenya.

35 UNEP. 2016. GEO-6 Regional Assessment for North America. Nairobi, Kenya.

36 European Environment Agency. 2010. The European environment — state and outlook 2010: Land Use (Vol. 196). Copenhagen. http://doi.org/10.2800/5930.

37 UNEP. 2012. Op cit.

38 Laurance W.F., Clements, G.R., Sloan, S., O'Connell, C.S., Mueller, N.D., et al. 2014. A global strategy for road building. Nature **513**: 229-232.

39 Ahmed, S.E., Souza, C.M. Jr., Riberio, J., and Ewers, R.M. 2013. Temporal patterns of road network development in the Brazilian Amazon. Regional Environmental Change **13** (5): 927-937.

40 Arima, E.Y., Walker, R.T., Sales, M., Souza, C. Jr., and Perz, S.G. 2008. The fragmentation of space in the Amazon basin. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing **74** (6): 699-709.

41 Barber, C.P., Cochrane, M.A., Souza, C.M. Jr., and Laurance, W.F. 2014. Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. Biological Conservation **17**: 203-209.

42 Laurance, W.F., Goosem, M., and Laurance, S.G. 2009. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. Trends in Ecology and Evolution **24** (12): 659-669.

43 Rosa, I.M., Purves, D., Souza, C. Jr., and Ewers, R.M. 2013. Predictive modelling of contagious deforestation in the Brazilian Amazon. PloS One **8** (10): e77231.

44 Kis Madrid, C., Hickey, G.M., and Bouchard, M.A. 2011. Strategic environmental assessment effectiveness and the initiative for the integration of regional infrastructure in South America (IIRSA): A multiple case review. Journal of Environmental Assessment Policy and Management **13** (04): 515-540.

45 Ferretti-Gallon, K. and Busch, J. 2014. What drives deforestation and what stops it? Working Paper 361, Centre for Global Development, London.

46 Müller, R., Pacheco, P., and Montero, J.C. 2014. The context of deforestation and forest degradation in Bolivia: Drivers, agents and institutions. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia.

47 Lees, A.C., Peres, C.A., Fearnside, P.M., Schneider, M., and Zuanon, J.A.S. 2016. Hydropower and the future of Amazonian biodiversity. Biodiversity and Conservation **25** (3): 451-466.

48 CBD. 2010. Global Biodiversity Outlook 3. Secretariat to the Convention on Biological Diversity, Montreal, Quebec, Canada.

49 McDermott-Levy, R., Kaktins, N., and Sattler, B. 2013. Fracking, the environment and health. American Journal of Nursing **113** (6): 45-51.

50 Vet, L., Katan, M., and Rabbinge, R. 2016. Position Paper: Biofuel and Wood as Energy Sources. Effect on Greenhouse Gas Emissions. Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, Amsterdam.

51 UNEP. 2014. Op cit.

52 Gerbens-Leenes, P.W., van Lienden, A.R., Hoekstra, A.Y., and van der Meer, Th.H. 2012. Biofuel scenarios in a water perspective: The global blue and green water footprint of road transport in 2030. Global Environmental Change **22** (3): 764-775.

53 Woods, J., Lynd, L.R., Laser, M., Batistella, M., Victoria, D., et al. 2015. Land and Bioenergy. In: Souza, G.M., Victoria, R.L., Joly, C.A., and Verdade, L.M. (eds.), Bioenergy and Sustainability: bridging the gaps. Paris: Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE). pp. 259-300.

54 Lapola, D.M., Schaldach, R., Alcamo, J., Bondeau, A., Koch, J., et al. 2010. Indirect land-use changes can overcome carbon savings from biofuels in Brazil. Proceedings of the National Academy of Sciences **107** (8): 3388-3393.

55 FAO. 2011. The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) – Managing systems at risk. The Food and Agriculture Organization of the United Nations and Earthscan, Rome and London.

56 World Commission on Dams. 2000. Dams and Development: A new framework for decision-making. Earthscan, London.

57 Kesler, S. 2007. Mineral supply and demand into the 21st century. In: Proceedings, Workshop on Deposit Modeling, Mineral Resource Assessment, and Sustainable Development (pp. 55-62).

58 Rademaekers, K., Eichler, L., Berg, J., Obersteiner, M., and Havlik, P. 2010. Study on the evolution of some deforestation drivers and their potential impacts on the costs of an avoiding deforestation scheme. IIASA. Rotterdam, Netherlands.

59 ELAW (ed.). 2010. Guidebook for Evaluating Mining Project EIAs. Environmental Law Alliance Worldwide, Eugene, USA.

60 Mkpuma, R.O., Okeke, O.C., and Abraham, E.M. 2015. Environmental problems of surface and underground mining: a review. The International Journal of Engineering and Science **4** (12): 12-20.

61 Sadhu, K., Adhikari, K., and Gangopadhyay, A. 2012. Effect of mine spoil on native soil of Lower Gondwana coal fields: Raniganj coal mines areas, India. International Journal of Environmental Sciences **2** (3):1675-1687.

62 Meng, L., Feng, Q., Zhou, L., Lu, P., and Meng, Q-J. 2009. Environmental cumulative effects of coal underground mining. Procedia Earth and Planetary Science **1** (1): 1280-1284.

63 Katoria, D., Sehgal, D., and Kumar, S. 2013. Environment impact assessment of coal mining. International Journal of Environmental Engineering and Management **4** (3): 245-250.

64 Clean Air Task Force. 2001. Cradle to Grave: The environmental impacts from coal. Boston, MA.

65 Goswami, S. 2013. Environment management in mining areas (A study of Raniganj and Jharia coal field in India). Global Journal of Human Social Science **13** (7): 9-20.

66 Ugwu, E.I., Agwu, K.O., and Ogbu, H.M. 2008. Assessment of radioactivity content of quarry dust in Abakaliki, Nigeria. The Pacific Journal of Science and Technology **9** (1): 208-211.

67 Momo, A., Mhlongo, S.E., Abiodun, O., Muzerengi, C., and Mudanalwo, M. 2013. Potential implications of mine dusts on human health: A case study of Mukula mine, Limpopo South Africa. Pakistan Journal of Medical Sciences **29** (6): 1444-1446.

68 Rashid, H., Hossain, S., Urbi, Z., and Islam, S. 2014. Environmental impact of coal mining: A Case study on the Barapukuria coal mining industry, Dinajpur, Bangladesh. Middle-East Journal of Scientific Research **21** (1): 268-274.

69 Kissinger, G. et al. 2012. Op cit.

70 Ezeh, H.N. 2010. Assessment of Cu, Pb, Zn, and Cd in groundwater in areas around the derelict Enyigba Mines, south eastern Nigeria. Global Journal of Geological Sciences **8** (2): 67-173.

71 Geist, H.J. and Lambin, E.F. 2002. Op cit.

72 Rademaekers, K. et al. 2010. Op cit.

73 Defries, R.S., Rudel, T., Uriarte, M., and Hansen, M. 2010. Deforestation driven by urban population growth and agricultural trade in the twenty-first century. Nature Geoscience **3**: 178-181.

74 Obersteiner, M., Huettner, M.M., Kraxner, F., McCallum, I., Aoki, K., Bottcher, H., Fritz, S., Gusti, M., Havlik, P., Kindermann, G., Rametsteiner, E., and Reyers, B. 2009. On fair, effective and efficient REDD mechanism design. Carbon Balance and Management **4** (11): 1-11.

75 HLPE. 2012. Climate change and food security. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome.

76 UNEP. 2014. Op cit.

77 FAO Statistical Databases. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Retrieved from http://faostat.fao.org

78 Hubacek, K. and Giljum, S. 2003. Applying physical input-output analysis to estimate land appropriation (ecological footprints) of international trade activities. Ecological Economics **44** (1): 137-151.

79 Srinivasan, U.T., Carey, S.P., Hallstein, E., Higgins, P.A.T., Kerr, A.C., et al. 2008. The debt of nations and the distribution of ecological impacts from human activities. Proceedings of the National Academy of Science **105** (5): 1768-1773

© Крис Хаппель (Chris Happel)

ГЛАВА 4

КОНВЕРГЕНЦИЯ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ

Человечество является доминантным видом на планете, влияние которого затрагивает все ее уголки. За последние 20 лет площадь сельскохозяйственных земель выросла на 16%, орошаемые площади удвоились, а сельскохозяйственное производство увеличилось почти в три раза. Но почти миллиард человек все еще страдают от недоедания. Рост спроса на продовольствие, глобальное изменение пищевых привычек, производство биотоплива, урбанизация и другие разнонаправленные требования оказывают огромную нагрузку на земельные ресурсы планеты. Свалки и недропользование также являются факторами нагрузки на земельные ресурсы. Как следствие, возникает дефицит здоровых и продуктивных земель.

Очевидно, что экологически нерациональная деятельность человека угрожает земельным ресурсам, в то же время представляя опасность для экосистемных услуг, от которых зависит все человечество. В одной только Европе низкий уровень управления земельными ресурсами приводит к смыву около 970 млн. тонн почвы ежегодно; мировой уровень смыва почвы оценивается в 24 млрд. тонн ежегодно. На снимках со спутника видно, что за период с 2000 по 2012 гг. в мире исчезло 2,3 млн. км^2 лесов, тогда как лесовосстановление проведено лишь на 0,8 млн. км^2. Потеря лесов и других природных экосистем напрямую сказывается на биологическом разнообразии и экосистемных услугах, таких как круговорот питательных веществ, углерода и воды, а также регулирование климата.

Обеспечение человеческой жизнедеятельности зависит от продуктов земледелия, таких как еда, волокна и др. Сельхозугодья занимают порядка 14% от общей площади свободных ото льда земель на планете, в то время как доля пастбищ составляет около 26%. Почти 45% сельскохозяйственных угодий мира расположено в засушливых районах, главным образом в Африке и Азии; они обеспечивают около 60% мирового производства продуктов питания. Несмотря на значимость роста пищевого производства для нужд растущего населения, расширение сельского хозяйства угрожает местным и региональным экосистемным функциям и жизненно важным услугам, которые они предоставляют для всех видов флоры и фауны.

ВВЕДЕНИЕ

Измерение степени деградации земель связано со сложностями; среди экспертов нет единого мнения ни о текущем положении, ни о тенденциях, даже в таких хорошо изученных регионах как Европа и Северная Америка. Всемирный атлас опустынивания (ВАО),[1] проект, координируемый Объединенным исследовательским центром (ОИЦ) Европейской комиссии совместно с Конвенцией Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием (КБООН), выходит за рамки традиционного анализа опустынивания, более широко рассматривая текущее состояние и тенденции в глобальных антропогенных процессах изменения земель, с уклоном на сельхозугодья и пастбищные угодья. ВАО дополняет обширная доказательная база данных о лесных и водных ресурсах, биологическом разнообразии и состоянии почв, которые в сокращенном виде приведены во второй части данного *обзора*. В данной главе подведены итоги ряда основных выводов ВАО, а в заключении представлено сравнение текущего положения и тенденций в динамике продуктивности земель, с примерами товаров и услуг, которым угрожает повсеместная деградация земель.

Разработка единого показателя или индекса для представления или карты земель сильно осложнено тем, что в основе деградации земель лежат множественные движущие силы и факторы, а ответные меры зависят от конкретной ситуации. Таким образом, ВАО основывается на систематической структуре, обеспечивающей «конвергенцию доказательств» в отношении взаимодействия человека и окружающей среды. Это позволяет выявлять варианты развития и явные географические закономерности параллельных процессов, способных привести к деградации земель.

Такой подход к предоставлению и объединению геопространственной информации с данными локального уровня соответствует структуре мониторинга и оценки КБООН[2] и применению подходов ландшафтного уровня для реализации цели нейтральной деградации земель (Цели устойчивого развития (ЦУР) 15.3).

Подход ВАО к глобальному составлению карт основан на оценочных данных приблизительно 15 - 20-летнего контрольного периода со времени публикации последнего атласа, с учетом результатов оценки экосистем на пороге тысячелетия[3] от 2005, и призван помочь с выявлением потенциальных районов устойчивой деградации земель, а также районов с признаками восстановления плодородия почв. Эти карты дополнены информацией о наиболее часто документированных прямых и косвенных причинах деградации земель и по возможности включают информацию о рациональных методах землепользования и управления, таких как агролесомелиорация и сберегающее земледелие.

Систематическая и прозрачная структура ВАО позволяет отслеживать места протекания основных процессов, а также взаимодействия человека и окружающей среды. Эта географическая конвергенция доказательств поучительна в том, что позволяет особым образом отмечать регионы и вероятные пути деградации земель, а также ответные меры, включая защиту, устойчивое управление и восстановление земельных ресурсов. В третьем издании ВАО основное внимание уделяется глобальным базам данных, на основании которых создаются различимые схемы изменений в потенциально подверженных риску районах. Затем производится стратификационный анализ системы этих стресс-факторов с учетом круга интересов заинтересованных сторон, таких как перспективы сельскохозяйственных или пастбищных угодий. Так как ВАО применим лишь в мировом масштабе, его возможности интерпретации конкретных локальных ситуаций ограничены, и для решения таких задач необходимы контекстные данные, интерпретируемые на основании понимания их взаимодействия в заданном масштабе. Тем не менее, конвергентная структура ВАО может оказаться полезна в качестве справочной информации для более подробных исследований на государственном или местном уровнях.

Не всегда тенденция к понижению продуктивности как таковая связана с деградацией земель, равно как и растущая тенденция не является обязательным признаком их восстановления. Для дальнейшей оценки с целью выявления критических районов деградации земель необходима аналитическая структура конвергенции доказательств на основе дополнительных предметных данных.

Блок 4.1. Методика оценки состояния растительного покрова

В прошлом, карты деградации земель носили противоречивый характер; многогранность этого явления, сложность участвующих процессов, а также сложности интерпретации карт в глобальном масштабе позволяли ставить под сомнение их ценность. Однако, точность этого вида анализа возросла за счет прогресса последних двух десятилетий — благодаря появлению улучшенных глобальных наборов данных, лучшему пониманию основных процессов и быстрому развитию аналитических инструментов.

Как правило, продуктивность и динамика земель выражаются в состоянии растительного покрова Земли и его развитии со временем, что отражает комплексные экологические условия и влияние естественных и антропогенных экологических перемен. Термин «динамика продуктивности земель» (ДПЗ) в рамках ВАО, отражает тот факт, что первичная продуктивность стабильной системы землепользования не является устойчивым состоянием, которое может значительно изменяться в зависимости от года и цикла развития зеленого фонда как следствие естественных колебаний и/или антропогенного воздействия. Это говорит о невозможности осуществить достоверную оценку степени изменения продуктивности земель путем сопоставления отдельных годовых или многолетних средних значений продуктивности земель, что подчеркивает необходимость применения подходов, основанных на долгосрочных тенденциях. Таким образом, набор данных ДПЗ основывается на динамической и тематической оценке долгосрочных глобальных временных рядов вегетативных индексов, полученных дистанционным зондированием, что позволяет выполнять расчеты в эквиваленте чистой первичной продуктивности. Существующие национальные и международные системы наблюдения за поверхностью Земли, такие как Группа по наблюдению за поверхностью Земли, все чаще предоставляют подобные наборы данных временных рядов с биофизическими переменными по данным моделирования.[4,5]

Карта ДПЗ не позволяет оценить продуктивность земель в количественном выражении. Скорее, она отражает устойчивое развитие динамики продуктивности земель за последние 15 лет. В ней представлены пять качественных классов направления устойчивого развития продуктивности земель с 1998 по 2013 гг. — другими словами, качественный комбинированный показатель интенсивности и устойчивости отрицательных или положительных динамик, а также изменений растительного покрова. В Приложении 2 приведены основные элементы цепочки обработки данных ДПЗ, а также учтены аспекты проверки достоверности и точности результатов.

Динамика продуктивности земель

Продуктивность земель выражает чистую первичную продуктивность (ЧПП) на единицу площади и времени. Она отражает общее качество земель и почвы, являющиеся результатом экологических условий и условий пользования/управления земельными ресурсами. На долгосрочное изменение здоровья и продуктивного потенциала земель указывает постоянное снижение продуктивности земель. Это снижение прямо или косвенно влияет на практически все экосистемные услуги земли, то есть на выгоды, лежащие в основе рациональной жизнедеятельности и экономического роста во всех человеческих сообществах. Этот показатель основан на разновременной и тематической оценке глобальных долгосрочных динамических рядов показателя продуктивности земель в эквиваленте ЧПП, измеренного на расстоянии с высоким пространственным разрешением (1 км или выше) и оперативно обработанного существующими системами наблюдения Земли.

Таблица 4.1. Пять классов динамики продуктивности земель

Значение класса	Описание
1	Устойчивое значительное снижение продуктивности
2	Устойчивое умеренное снижение продуктивности
3	Стабильное состояние при стрессовом воздействии; устойчивые выраженные изменения межгодовой продуктивности
4	Стабильная продуктивность
5	Устойчивое увеличение продуктивности

Ключевой посыл ВАО заключается в том, что деградация земель представляет собой многогранное глобальное явление с явными различиями между регионами и всеми основными системами растительного покрова/землепользования, и это явление невозможно описать единым или ограниченным набором параметров.

Необходимо четкое понимание, что «производительность земель» в контексте данных ДПЗ относится исключительно к общей продуктивности наземной растительной биомассы. Это понятие концептуально отличается и не всегда напрямую связано с сельскохозяйственным доходом на единицу площади, или со значением «продуктивности земель» в традиционной сельскохозяйственной терминологии.

Ключевой посыл ВАО заключается в том, что деградация земель представляет собой многогранное глобальное явление с явными различиями между регионами и всеми основными системами растительного покрова/землепользования, и это явление невозможно описать единым или ограниченным набором параметров. Важнейшим показателем в структуре ВАО является набор данных о динамике продуктивности земель (ДПЗ), который ссылается на продуктивность биомассы древостоя, и значения которого получают на основании анализа 15-летнего временного ряда (1998 - 2013 гг.) наблюдений фенологического развития глобального относительного индекса растительности (NDVI), произведенных при помощи приборов SPOT-VGT с 10-дневными интервалами при пространственном разрешением 1 км. Включая в себя 5 классов, соответствующих районам отрицательного или положительного изменения или стабильности, эта карта является показателем наличия или отсутствия изменений в кажущейся способности земель к поддержанию динамического равновесия первичной продуктивности за данный 15-летний период наблюдений.

Признаки снижения продуктивности наблюдаются в глобальном масштабе, при этом затронуто до 22 млн. км^2 , т. е. примерно на 20% покрытой растительностью поверхности Земли наблюдаются стойкие тенденции к пониженной или стрессовой продуктивности земель. Эти глобальные тенденции проявляются на 20% сельхозугодий, 16% лесных земель, 19% лугопастбищных угодий и 27% пастбищных угодий (т. е. местность, покрытая кустарниками, травянистыми растениями, а также районы с редкой растительностью). В глобальной масштабе преобладают лугопастбищные и пастбищные угодья, испытывающие снижение продуктивности, нежели ее повышение. В абсолютном выражении, наибольшее снижение продуктивности наблюдается в Южной Америке и Африке, а Австралия и Океания отличаются наибольшей долей районов поражения: приблизительно 37% в Австралии, 27% в Южной Америке и 22% в Африке.

Учитывая, что на поддержание и повышение продуктивности пахотных и многолетних сельхозугодий направляются огромные усилия и ресурсы, а также тот факт, что существуют явные ограничения для дальнейшего расширения сельхозугодий, эти цифры являются поводом для беспокойства и принятия мер. Этот анализ может быть дополнительно разбит на составные части в зависимости от классификации земельного покрова/землепользования. На следующем этапе анализа распределение классов ДПЗ в дальнейшем разбивается на более общие категории по признакам земельного покрова/землепользования на глобальном и континентальном уровнях:

- сельхозугодья, включая пахотные земли, многолетние культуры и смешанные категории с более чем 50-процентной долей зерновых;
- лугопастбищные угодья, включая естественные лугопастбищные угодья и управляемые пастбища;
- пастбищные угодья, включая местность, покрытую кустарниками, травянистыми растениями, а также районы с редкой растительностью;
- лесные земли, включая все категории лесов и смешанные классы с древесным покровом свыше 40%.

Это распределение демонстрирует значительные расхождения между соответствующими районами (Рисунок 4.3) и пропорциональными долями (Рисунок 4.4), для которых характерны убывающая или стрессовая (т. е. нестабильная) динамика продуктивности земель. Общая картина становится более детальной при разбиении на составляющие на континентальном/региональном и субрегиональном уровнях. Это проявляется в существенных различиях между континентами по их размерам и масштабам потенциально критических районов, а также их отношению к растительным покровам/землепользованию.

Рисунок 4.1. Глобальная карта динамики продуктивности земель с 1999 по 2013 гг., отражающая 5 классов устойчивых направлений развития продуктивности земель за период наблюдения. Не всегда тенденция к понижению продуктивности как таковая связана с деградацией земель, равно как и растущая тенденция не является обязательным признаком их восстановления. Для дальнейшей оценки с целью выявления критических районов деградации земель необходима аналитическая структура конвергенции доказательств на основе дополнительных предметных данных.

Условные обозначения

- Снижение
- Умеренное снижение
- Стрессовое
- Стабильное
- Увеличение

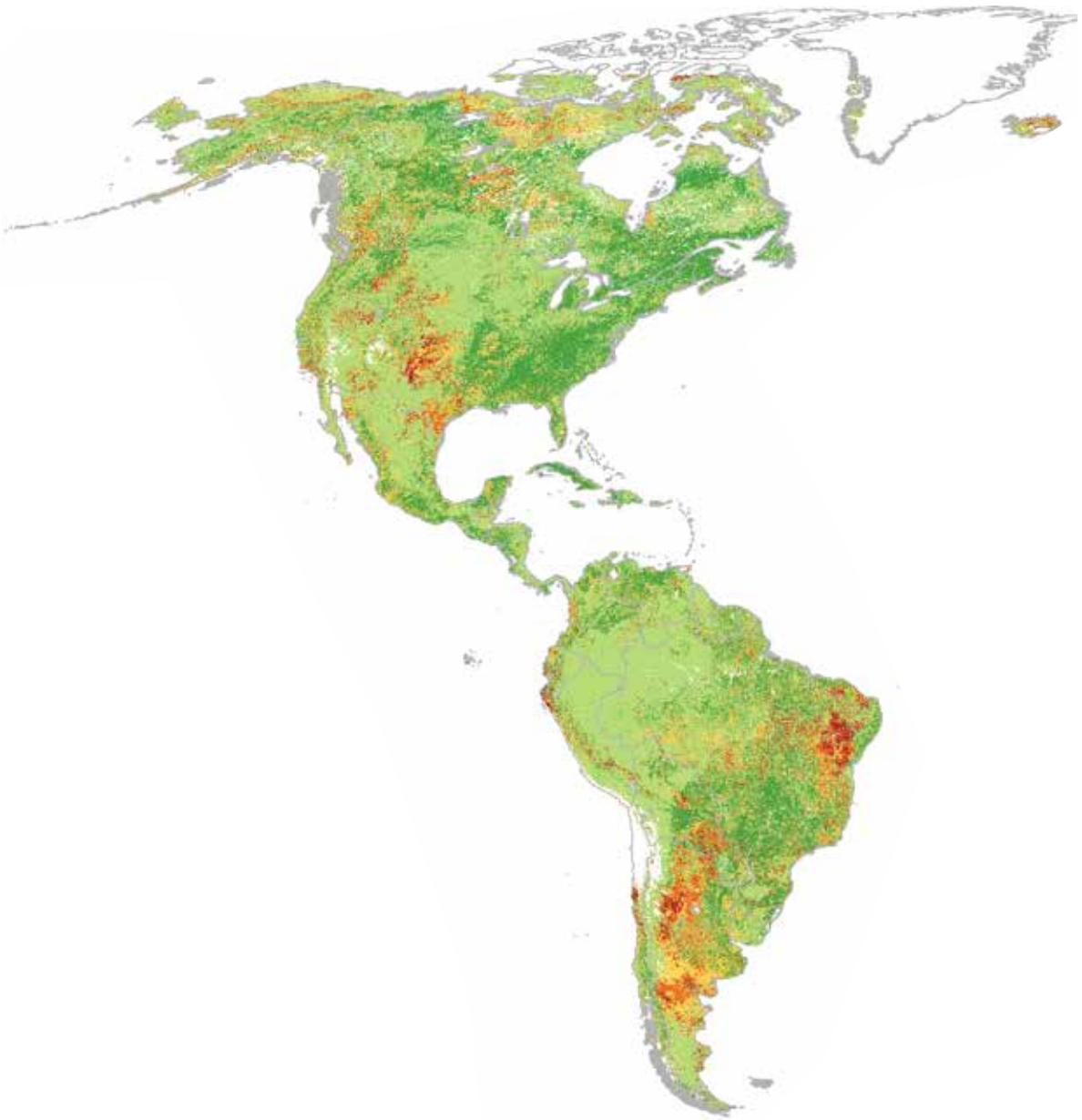
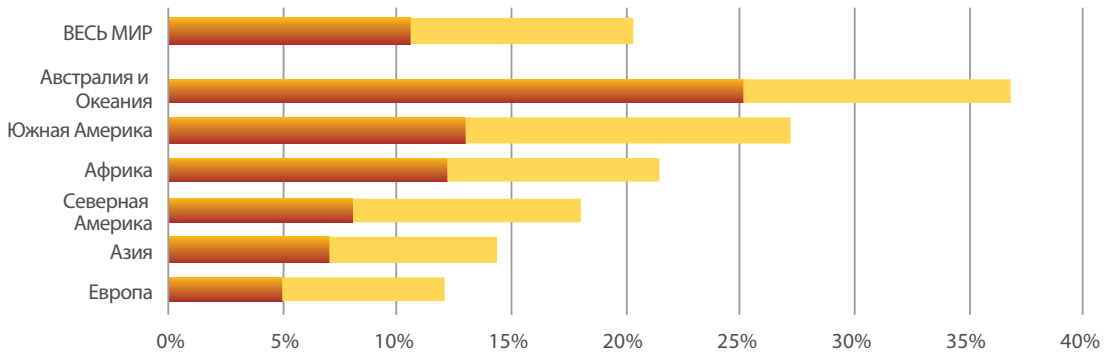


Рисунок 4.2. Региональное деление связано с системой классификации по континентам (Австралия и Океания включают Новую Зеландию, Папуа-Новую Гвинею и тихоокеанские острова; Северная и Центральная Америка включают Карибский бассейн).

Условные обозначения

- Снижение и умеренное снижение (в совокупности)
- При стрессовом воздействии



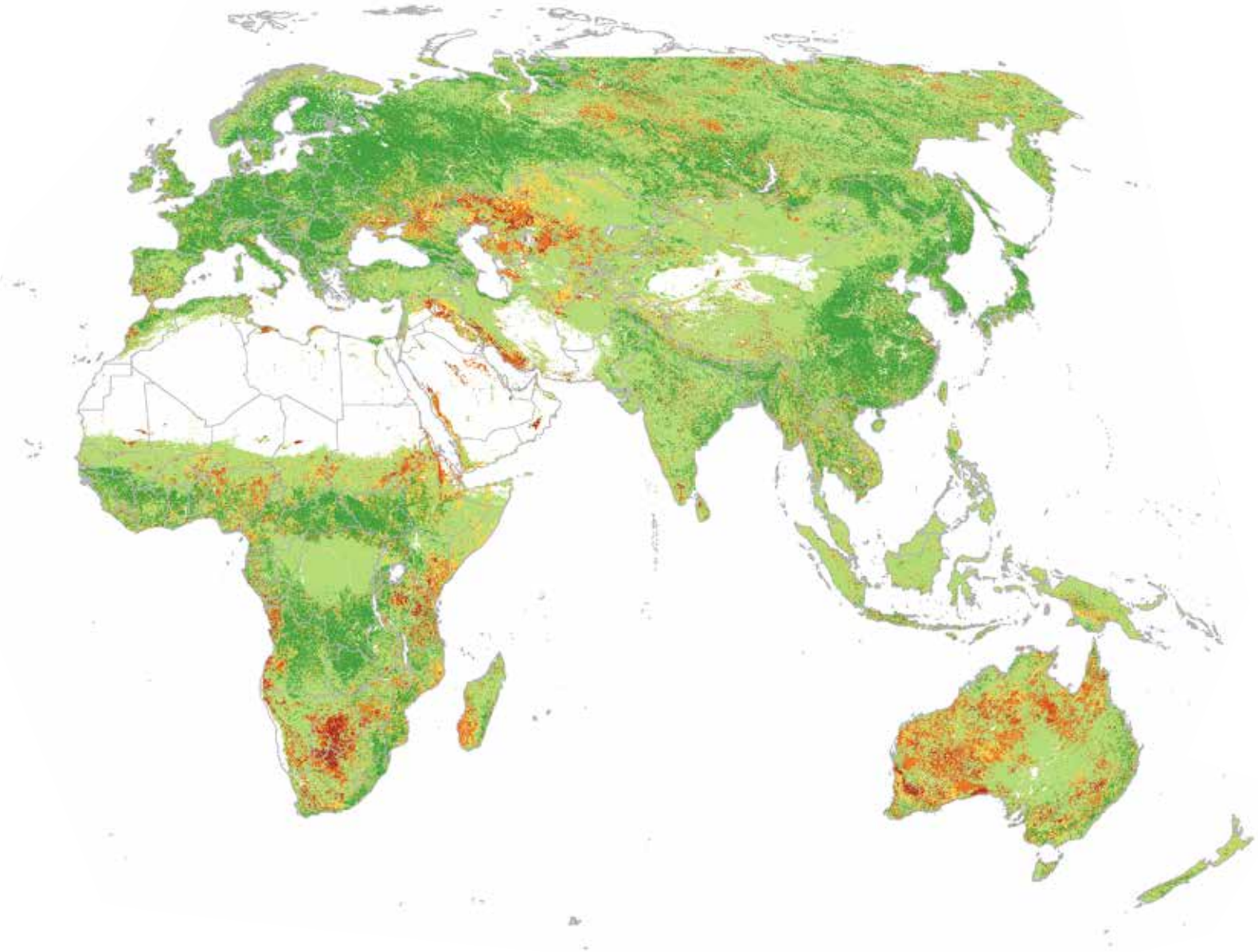


Рисунок 4.3. Глобальная пространственная протяженность классов ДПЗ по отдельным категориям растительного покрова/ землепользования

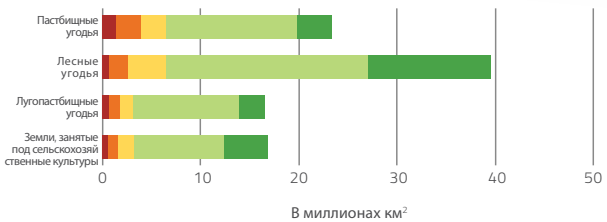


Рисунок 4.4. Процентное распределения классов ДПЗ для 4 основных категорий растительного покрова/ землепользования на глобальном уровне

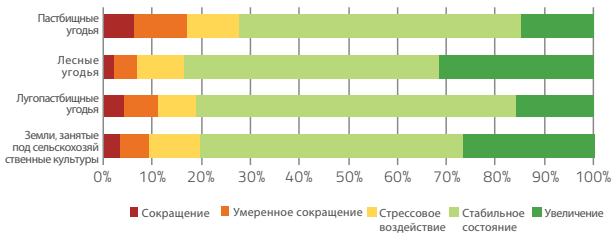


Рисунок 4.5. Карта динамики продуктивности земель с 1999 по 2013 гг. для Африки, отражающая 5 классов устойчивых направлений развития продуктивности земель за период наблюдения

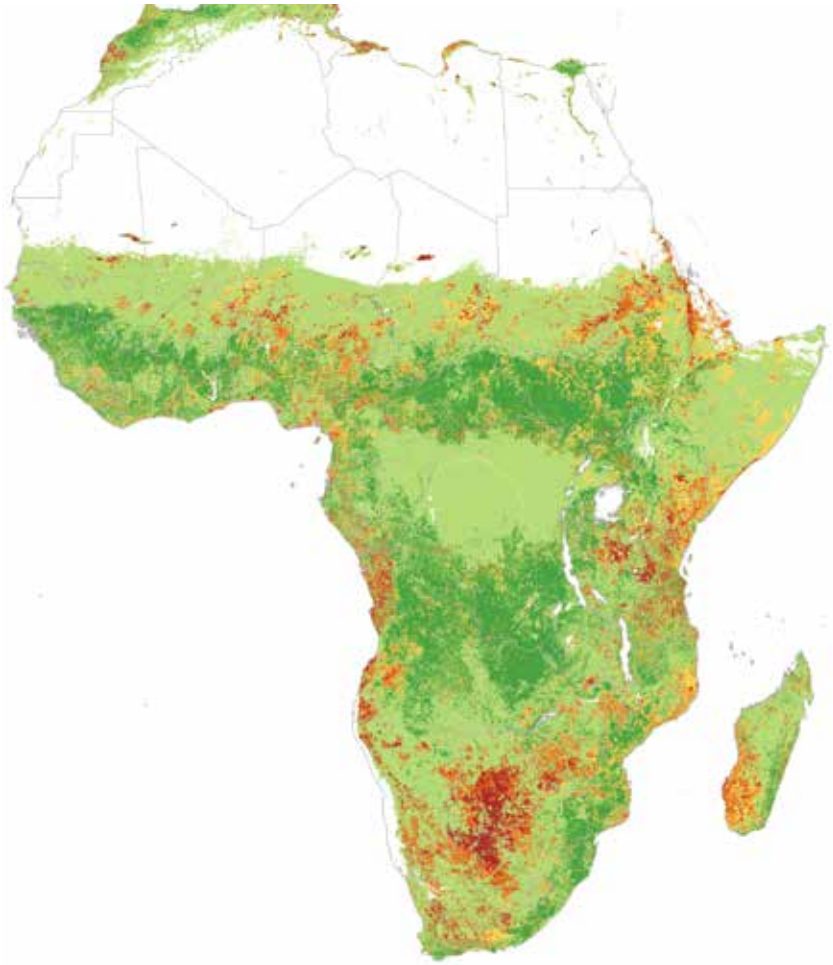


Рисунок 4.6. Глобальная пространственная протяженность классов ДПЗ в Африке по отдельным категориям растительного покрова/ землепользования

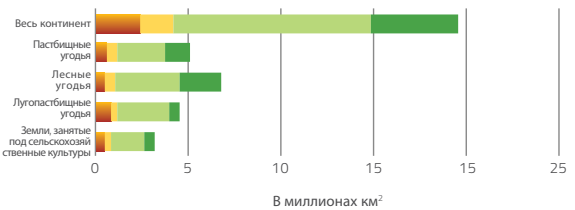
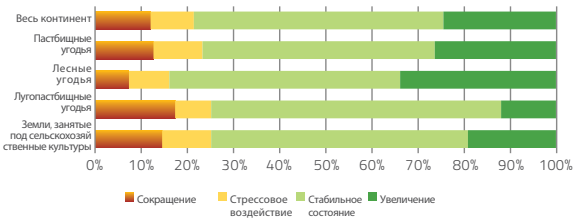


Рисунок 4.7. Процентное распределение классов ДПЗ для 4 основных категорий растительного покрова/ землепользования в Африке



В **Африке** примерно 16% покрытых растительностью земель выделяются в категорию сельхозугодий, примерно 23 - 24% которых имеют признаки снижающейся или нестабильной продуктивности земель. Будучи важным ресурсом для животноводства и жизнеобеспечения значительных слоев населения, африканские пастбищные и лугопастбищные угодья испытывают снижение продуктивности подобно пораженным сельхозугодьям. Как представляется, общий рост масштабов снижения продуктивности земель превышает средние показатели по миру, а также превышает масштабы районов роста или восстановления продуктивности, особенно в части сельхоз- и лугопастбищных угодий.

Эта критическая несбалансированность тенденций продуктивности земель африканских сельхоз- и лугопастбищных угодий особенно тревожна ввиду ожидаемого роста населения. В Африке леса по-прежнему занимают около 7 млн. км^2, 16% земель, страдающих от снижающейся или стрессовой продуктивности, и 34% площади лесного покрова с признаками роста продуктивности. Возможно, это положительный сигнал, свидетельствующий об определенном прогрессе за последние 10 - 15 лет программ стимулирования защиты лесов, облесения и высадки деревьев для рациональных систем фермерских, лесопастбищных и пастбищных земель.

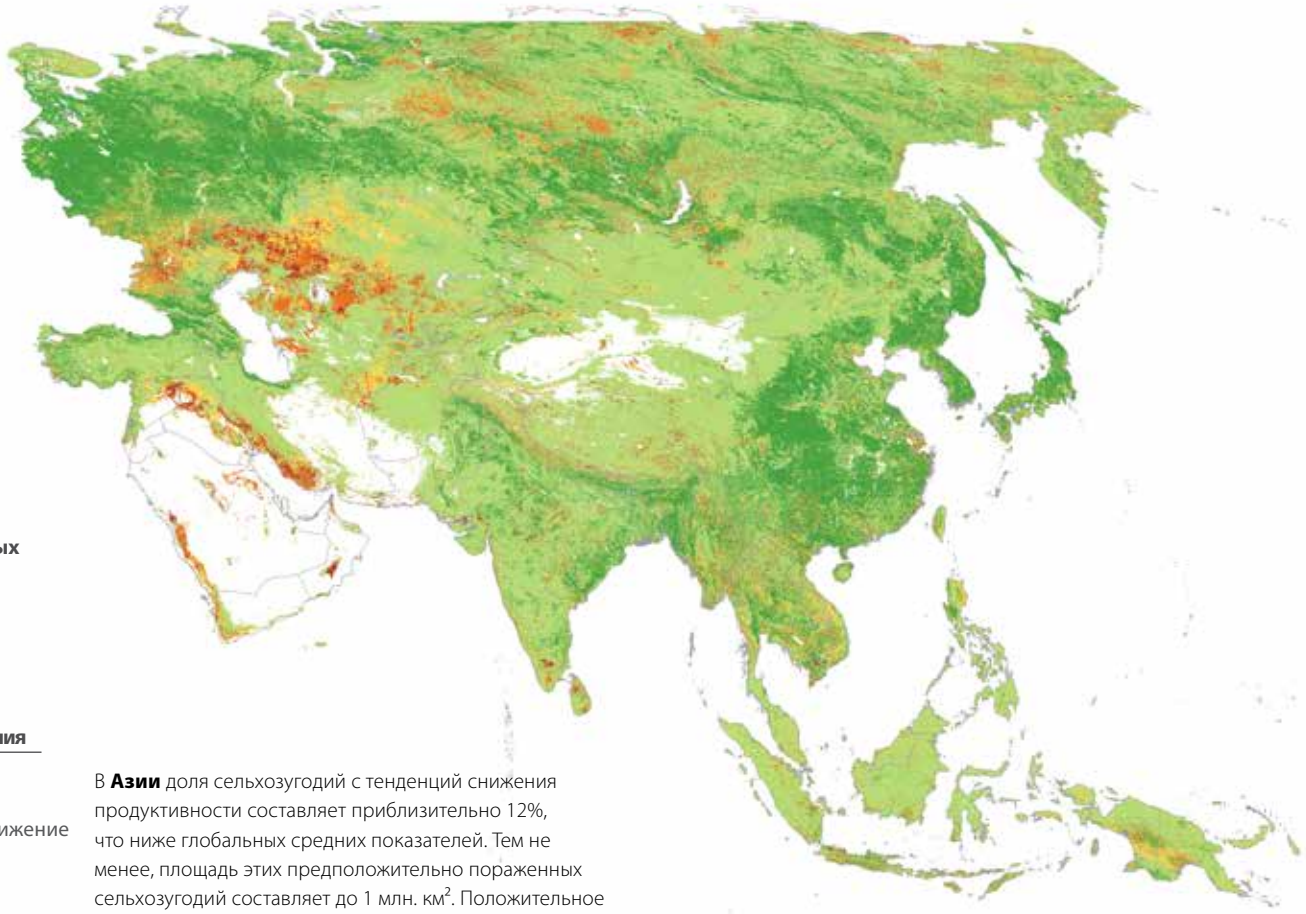


Рисунок 4.8. Карта динамики продуктивности земель с 1999 по 2013 гг. для Азии, отражающая 5 классов устойчивых направлений развития продуктивности земель за период наблюдения

Условные обозначения

- Снижение
- Умеренное снижение
- Стрессовое
- Стабильное
- Увеличение

В **Азии** доля сельхозугодий с тенденций снижения продуктивности составляет приблизительно 12%, что ниже глобальных средних показателей. Тем не менее, площадь этих предположительно пораженных сельхозугодий составляет до 1 млн. км^2. Положительное влияние сравнительно недавних перемен в сторону более капиталоемкого сельского хозяйства во многих азиатских странах может скрывать некоторые критические нагрузки, потенциально приводящие к снижению продуктивности земель на экосистемном уровне. На картах конвергенции доказательств ниже показаны районы накопления антропогенных нагрузок.

Рисунок 4.9. Глобальная пространственная протяженность классов ДПЗ в Азии по отдельным категориям растительного покрова/ землепользования

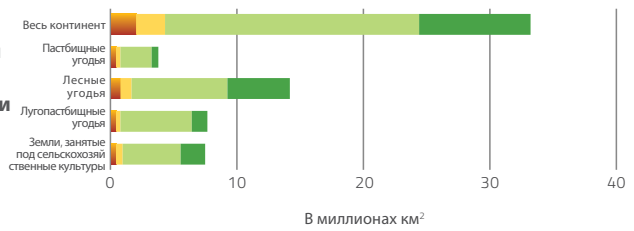
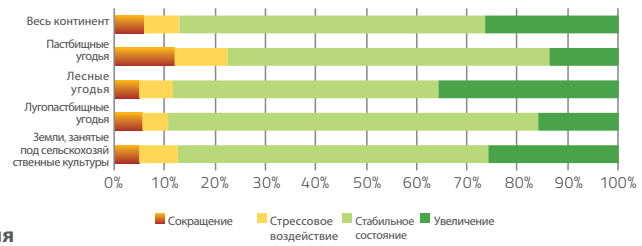


Рисунок 4.10. Процентное распределение классов ДПЗ для 4 основных категорий растительного покрова/ землепользования в Азии



Пропорционально наибольшая подверженность тенденциям снижения продуктивности земель (до 20%) приходится на пастбищные угодья, что превышает долю земель с растущей или восстанавливающейся продуктивностью. Это наиболее заметно в поясе тенденций к понижению продуктивности земель в Центральноазиатском регионе, где в сфере землепользования произошли значительные изменения после основания независимых государств в 1990-х годах. Во многих случаях результатом более сидячих форм животноводства стал чрезмерный выпас и рост поголовья скота в уязвимых системах пастбищных угодий, в то время как широкомасштабные системы коллективного земледелия и животноводства были заброшены. Около 12% азиатских лесных угодий имеют признаки устойчиво снижающейся или нестабильной первичной продуктивности, тогда как более 35% отмечены тенденциями к росту, т. е. восстановлению. Такой статус наблюдается примерно на 2 млн. км^2, при этом в Сибири отмечаются крупные площади покровов, а в Южной и Юго-Восточной Азии — сложная картина снижения и повышения продуктивности, что отражает высокую динамику изменений лесов в этих регионах.

Рисунок 4.11. Карта динамики продуктивности земель с 1999 по 2013 гг. для Австралии/Океании, отражающая 5 классов устойчивых направлений развития продуктивности земель за период наблюдения

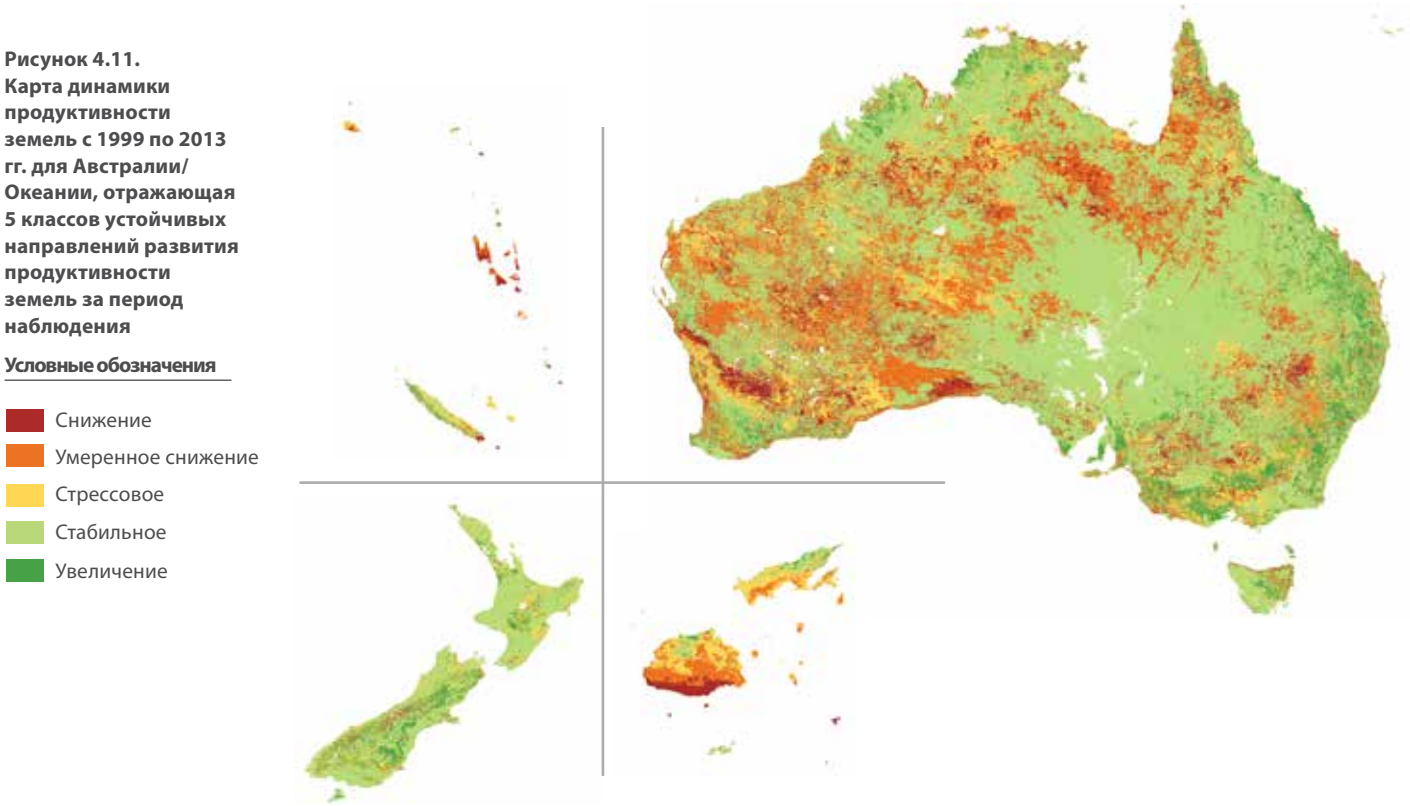


Рисунок 4.12. Пространственная протяженность классов ДПЗ в Австралии/Океании по отдельным категориям растительного покрова/ землепользования

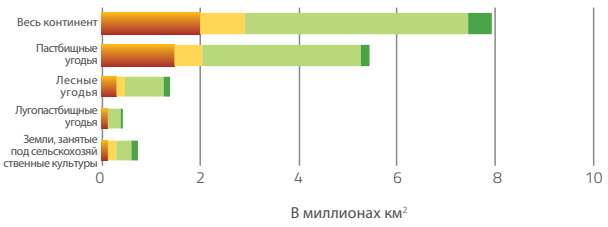
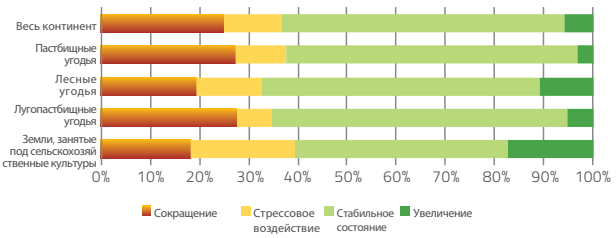


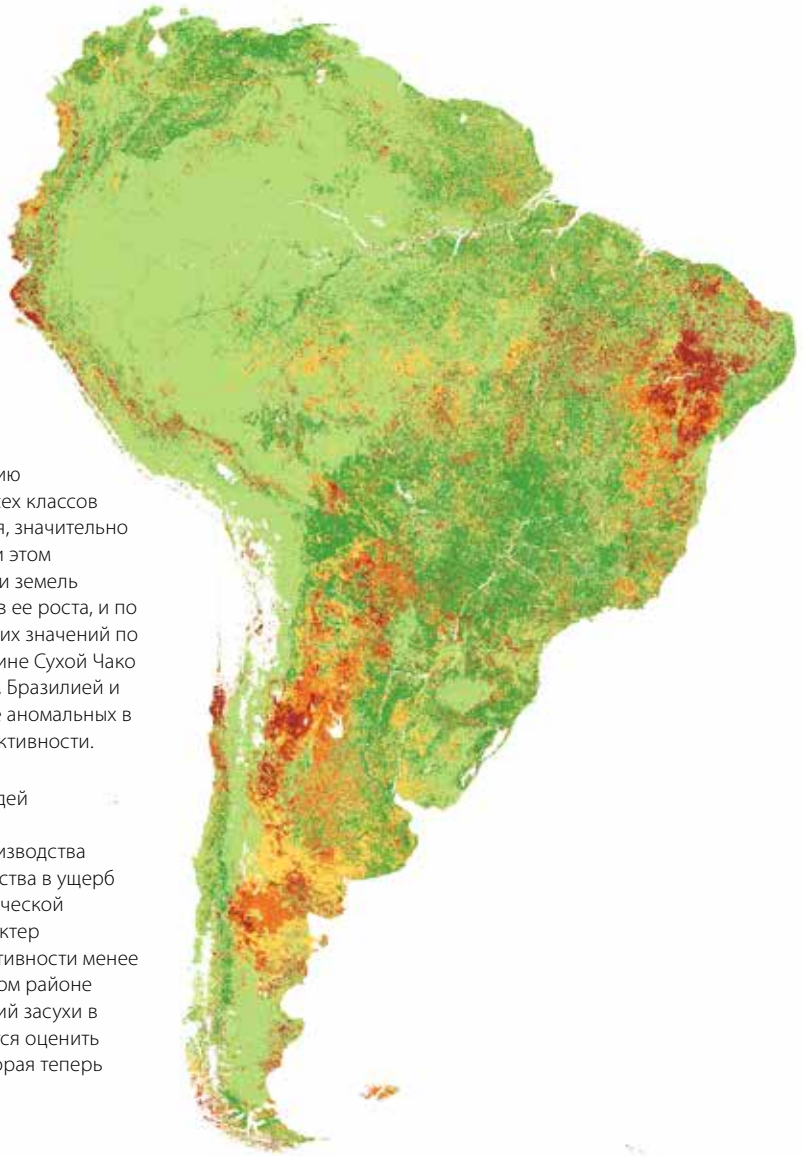
Рисунок 4.13. Процентное распределение классов ДПЗ для 4 основных категорий растительного покрова/ землепользования в Австралии/Океании



В мировом масштабе, на **Австралию**/**Океанию** приходится наибольшая доля земель с тенденций к снижению продуктивности, это около 37% покрытых растительностью земель, что явно выше средних показателей в мире. Это в первую очередь отражает ситуацию на австралийском континенте и относится ко всем классам материкового растительного покрова/ землепользования; во всех классах, районов с тенденциями к снижению продуктивности земель больше, чем с тенденциями к росту. Это связано с особыми климатическими условиями и периодическими засухами австралийского континентального массива в период наблюдения с 1999 по 2013 гг.

Эти тенденции отчетливо видны на карте, показывающей рост проблемных районов с выраженным градиентом в направлении с востока на запад, который соответствует общему градиенту засушливости для Австралии. Самая северная часть Квинсленда, принадлежащая ко влажной тропической зоне, также отмечена видимой тенденцией к понижению первичной продуктивности, что является отклонением от общего градиента засушливости и засух. Имеются данные о восстановлении растительного покрова после периодов значительных осадков 2015 года.[6]

Рисунок 4.14. Карта динамики продуктивности земель с 1999 по 2013 гг. для Южной Америки, отражающая 5 классов устойчивых направлений развития продуктивности земель за период наблюдения



Условные обозначения

- Снижение
- Умеренное снижение
- Стрессовое
- Стабильное
- Увеличение

В **Южной Америке** тенденции к понижению продуктивности земель отмечаются для всех классов растительного покрова/землепользования, значительно превышая средние показатели в мире, при этом количество районов роста продуктивности земель обычно не превышает количество районов ее роста, и по этому показателю регион отстает от средних значений по миру. На обширной полузасушливой равнине Сухой Чако в пограничном районе между Аргентиной, Бразилией и Парагваем расположена одна из наиболее аномальных в мире зон с тенденцией к снижению продуктивности.

Пространственное распределение площадей снижающейся продуктивности в целом соответствует быстрому расширению производства сельскохозяйственных культур и скотоводства в ущерб девственных сухих лесов высокой экологической ценности. В зонах тропических лесов характер понижающейся или нестабильной продуктивности менее определен. В северо-восточном засушливом районе Бразилии заметно влияние тяжелых условий засухи в конце периода наблюдения. Пока не удается оценить долгосрочный эффект этой аномалии, которая теперь видна как снижение продуктивности.

Рисунок 4.15. Пространственная протяженность классов ДПЗ в Южной Америке по отдельным категориям растительного покрова/ землепользования

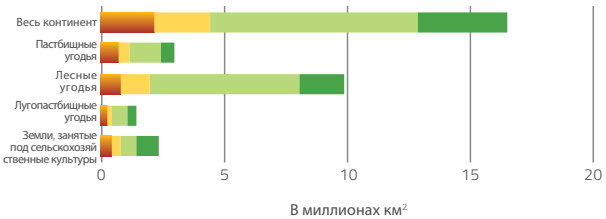
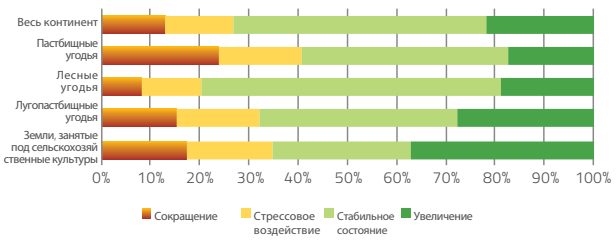


Рисунок 4.16.Процентное распределение классов ДПЗ для 4 основных категорий растительного покрова/ землепользования в Южной Америке



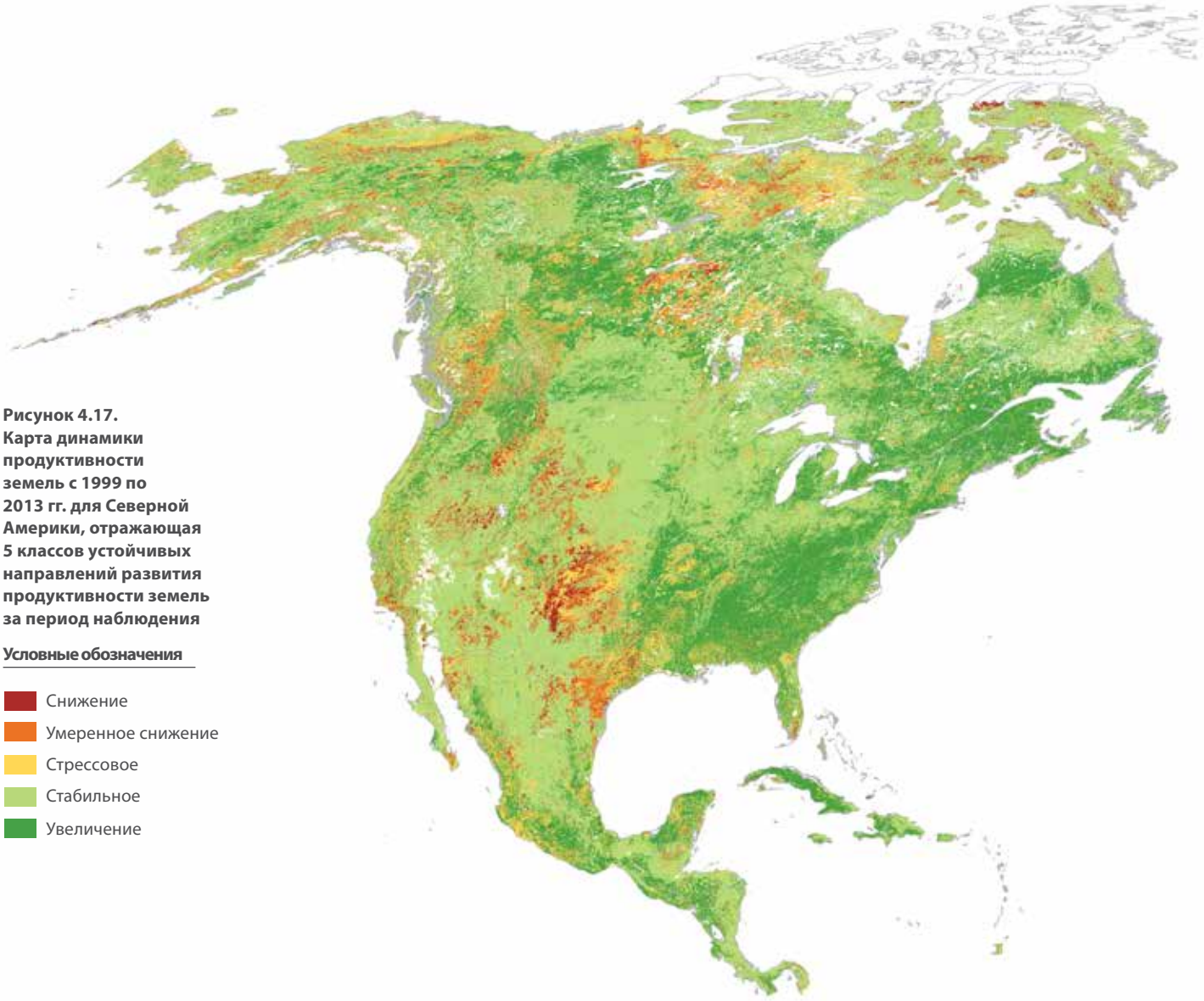


Рисунок 4.17. Карта динамики продуктивности земель с 1999 по 2013 гг. для Северной Америки, отражающая 5 классов устойчивых направлений развития продуктивности земель за период наблюдения

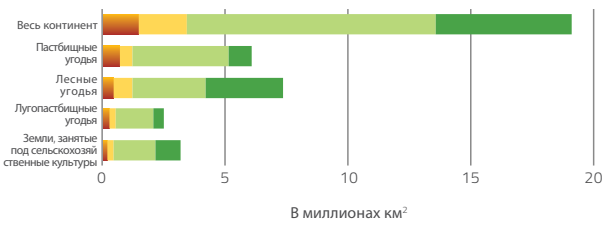


Рисунок 4.18. Пространственная протяженность классов ДПЗ в Северной Америке по отдельным категориям растительного покрова/ землепользования

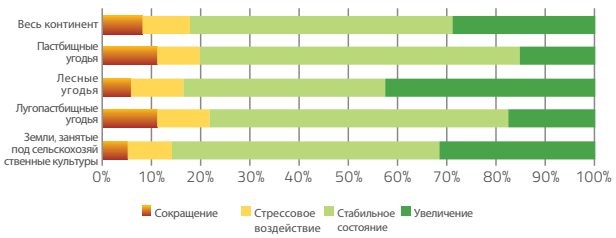


Рисунок 4.19. Процентное распределение классов ДПЗ для 4 основных категорий растительного покрова/ землепользования в Северной Америке

Для **Северной Америки** тенденции к понижению продуктивности для 4 категорий растительного покрова/ землепользования остаются обычно на уровне средних показателей в мире или ниже. Как представляется, наиболее затронуты тенденциями к понижению продуктивности районы лугопастбищных и пастбищных угодий, площадь которых оценивается в 20 - 22% в обоих случаях, что явно превышает площадь территорий с признаками роста или восстановления первичной продуктивности.

Только 13% сельхозугодий характеризуются тенденциями к снижению или устойчивой нестабильностью, тем не менее, это около 500 000 км². Наиболее значимая зона аномального падения продуктивности расположена в южной части полузасушливых Великих равнин, в приграничном районе между штатами Нью-Мексико, Техас, Оклахома и Канзас, где большие площади занимают капиталоемкие, орошаемые культуры (такие как хлопок в северо-западном Техасе), которые в основном зависят от ископаемых грунтовых вод.

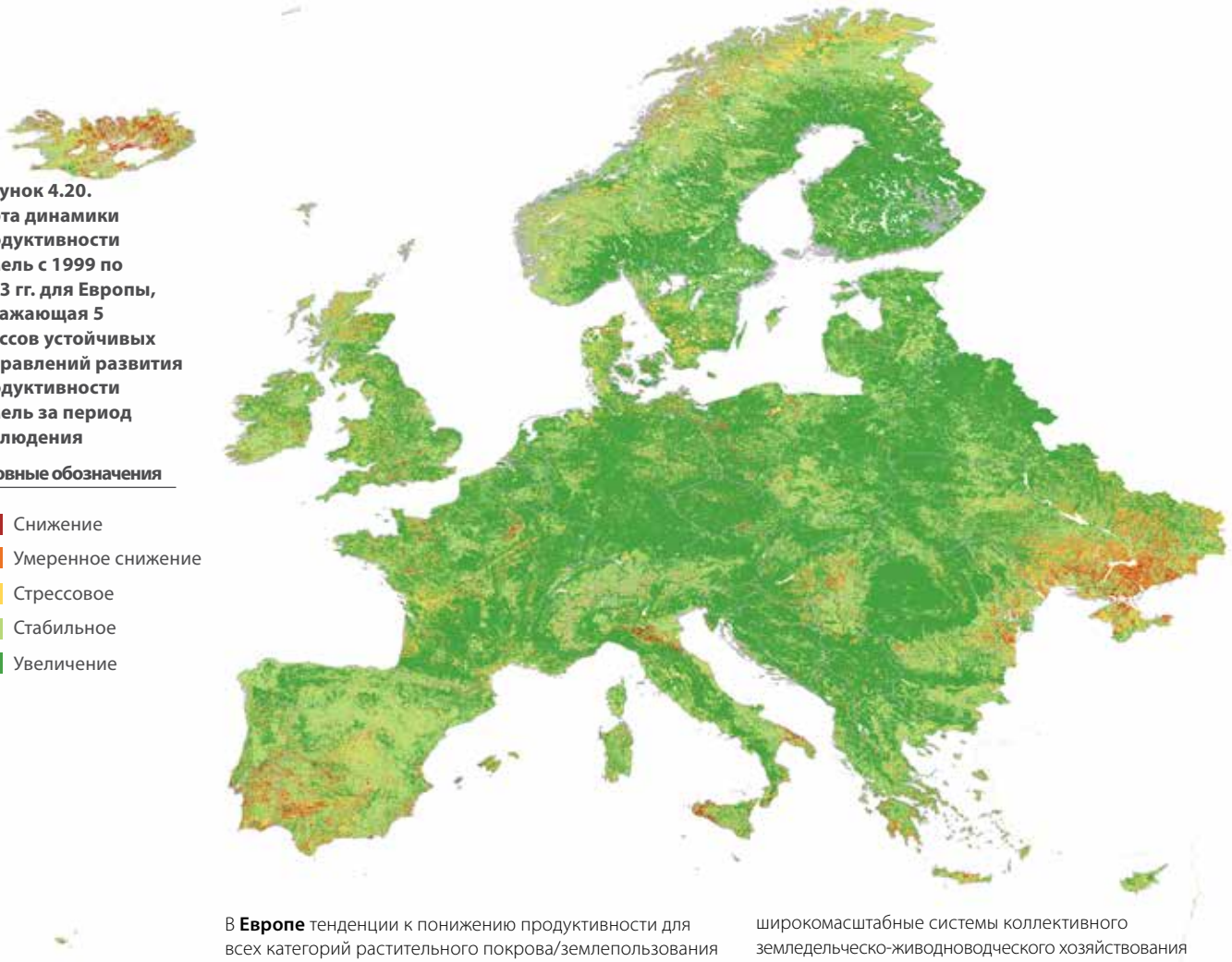


Рисунок 4.20. Карта динамики продуктивности земель с 1999 по 2013 гг. для Европы, отражающая 5 классов устойчивых направлений развития продуктивности земель за период наблюдения

В **Европе** тенденции к понижению продуктивности для всех категорий растительного покрова/землепользования обычно ниже средних показателей в мире. Однако, так как доля сельхозугодий в Европе самая высокая среди всех континентов, европейские сельскохозяйственные земли пропорционально более подвержены различным воздействиям по сравнению с другим рассматриваемыми видами растительного покрова. По оценкам, 18% сельхозугодий могут подвергаться значительному воздействию движущих сил, ведущих к снижению продуктивности, что особенно актуально для южной части Восточной Европы, где (как и в Центральной Азии) широкомасштабные системы коллективного земледельческо-животноводческого хозяйствования претерпели значительные изменения в результате экономического кризиса.

Некоторые горячие точки понижающейся продуктивности земель в Западной Европе, особенно в Средиземноморском регионе, характеризуются интенсификацией сельского хозяйства, которая часто переплетается с быстрым расширением участков инфраструктуры и застройки в ущерб сельхозугодьям. На многих европейских сельхозугодьях влияние деградации земель и почв на продуктивность может быть скрыто за счет устойчивой способности компенсировать потери плодородности почв, но при значительном ущербе биологическому разнообразию и качеству пресноводных ресурсов.

При разбиении данных и рассмотрении их в широком контексте категорий растительного покрова/землепользования, ДПЗ позволяет выделять значимые закономерности в процессах земельных изменений, протекающих на континентальном и национальном уровнях. Таким образом, ДПЗ предоставляет первое приближение и сравнение различных регионов или даже стран по критерию их способности поддерживать первичную продуктивность систем землепользования. Для обоснования этого типа данных в контексте основных причин и движущих сил деградации земель ВАО пропагандирует концепцию конвергенции доказательств.

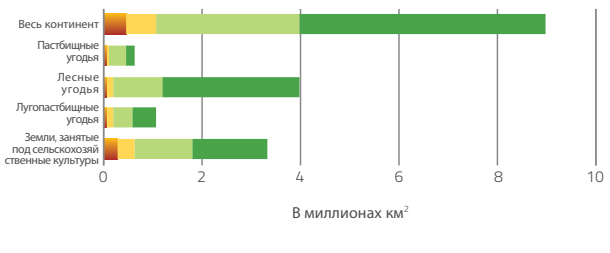


Рисунок 4.21. Пространственная протяженность классов ДПЗ в Европе по отдельным категориям растительного покрова/ землепользования

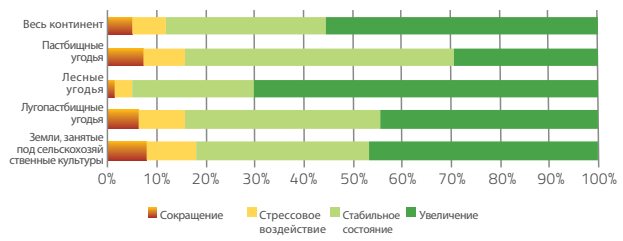


Рисунок 4.22. Процентное распределение классов ДПЗ для 4 основных категорий растительного покрова/ землепользования в Европе

Блок 4.2. Разработка глобальных карт конвергенции доказательств

С целью учета сложных взаимодействий и динамики, вызывающих изменение растительного покрова/землепользования, Всемирный атлас опустынивания (ВАО) опирается на концепцию «конвергенции доказательств»: согласованность нескольких источников доказательств позволяет делать строгие выводы, даже если ни один из отдельных источников доказательств не является значимым сам по себе. Карты конвергенции составляются путем объединения глобальных наборов данных по ключевым процессам за учетный период 15 - 20 лет. При отсутствии точных данных о процессах изменения земель в разных местах комбинирование производится без предварительных допущений. Полученные шаблоны указывают на области ожидаемых существенных нагрузок на земельные ресурсы.[8]

Полученные в результате карты конвергенции демонстрируют один из подходов к объединению, рассмотрению и анализу этих данных для различных видов землепользования/растительного покрова. Конвергенция осуществляется в два этапа: (I) составляется глобальное иерархическое представление растительного покрова/землепользования с представлением долей сельхоз- и пастбищных угодий,[9] а также лесного покрова на 2007 год[10] (возможны другие предварительные представления на основе имеющихся данных о климате, почве или экосистемных услугах); затем выполняется разделение на классы (неконтролируемая классификация); и (II) для каждого класса рассчитываются районные или классовые статистические данные по каждому набору данных или потенциальной проблеме. Проблемы переклассифицируются относительно статистически установленного порогового значения, с учетом их ожидаемого эффекта (положительного или отрицательного) в части деградации земель. Полученным уровням присваиваются значения 0 (без нагрузки) и 1 (потенциальная нагрузка), сумма которых указывает на количество проблем, одновременно присутствующих в каком-либо географическом месте. Данный метод является универсальным и может применяться для разных масштабов. На основании литературных источников,[11] наборы данных, связанные с различными проблемами, сгруппированы следующим образом.

Связанные с окружающей средой человека:
- изменение плотности населения;
- миграция и рост городов.

Связанные с землепользованием:
- расширение сельского хозяйства;
- индустриализация сельского хозяйства;
- плотность поголовья и методы животноводства;
- обезлесение, разрушение среды обитания и пожары.

Связанные с природной средой:
- продуктивность земель;
- доступность и использование воды;
- состояние почв;
- изменение аридности и засухи.

Теперь для большинства из этих проблем доступны наборы глобальных данных, а получаемая в результате анализа ВАО конвергенция основана на 13 унифицированных и географически непрерывных наборах данных по социально-экономическим и биофизическим вопросам. Поскольку деградация земель сама по себе является процессом, в идеале следует использовать динамические наборы данных, но лишь некоторые из них в настоящее время обеспечивают согласованное и унифицированное глобальное покрытие.

Динамические уровни данных:
- изменение численности населения (2000 - 2015 гг.);
- изменение площади застройки (2000 - 2014 гг.);
- динамика продуктивности земельной биомассы (1999 - 2013 гг.);
- потери древесного покрова (2000 - 2014 гг.).

Государственные уровни данных:
- плотность населения в 2015 г.;
- валовой национальный доход на душу населения в 2015 г.;
- площадь, оборудованная для орошения (2005 г.);
- азотный баланс на ландшафтном уровне (2000 г.);
- плотность поголовья скота (2006 г.);
- периодичность возникновения пожаров (с 2000 по 2013 гг.);
- острая нехватка воды (2010 г.);
- аридность (показатель засушливости с 1981 по 2000 гг.);
- аномалии тенденций климата и растительности (с 1982 по 2011 гг.).

Глобальные карты конвергенции по ключевым проблемам

Помимо землепользования и экологического изменения окружающей среды со временем, на возникновение и темпы деградации земель влияет ряд факторов, таких как процентные ставки, цены на животноводческие продукты и политика поддержки сельского хозяйства. Последовательность этих изменений зависит от медленных или быстрых переменных.[7] Тем не менее, как пути к деградации, так и управляющие ими переменные взаимодействия, многочисленны, неустойчивы и в целом неизвестны, что затрудняет моделирование деградации земель в глобальном масштабе. Без понимания социальных и экономических условий во всех рассматриваемых масштабах невозможно осмысленно интерпретировать физически измеряемые результаты, которые можно наблюдать с помощью спутниковых данных, такие как ДПЗ или наземные наблюдения (напр., уменьшение биомассы, биологического разнообразия, органического углерода в почве, или увеличение эрозии почвы или количества нежелательных видов растений).

На картах конвергенции доказательств показаны места влияния антропогенных процессов изменения земель и окружающей среды на сельхозугодья (Рисунок 4.23) и пастбищные угодья (Рисунок 4.24). На рисунках видны явные закономерности, указывающие на районы с разными уровнями давления; однако, только по количеству одновременно существующих проблем не всегда можно судить о степени влияния или результатах в части деградации земель. Как правило, на сельхоз- и пастбищных угодьях, где давление потенциально больше, требуется большее внимание к управлению земельными ресурсами и последующему мониторингу ситуации, хотя результаты анализа не означают, что деградация земель происходит в настоящее время повсеместно. По возможности, интерпретация должна учитывать дополнительные контекстные сведения и доказательства. Бумажные карты имеют ограничения и не могут передать полную глубину данных, поэтому для предоставления более полных данных и информационных запросов разрабатывается цифровой портал.

Состояние земель в сельхозугодьях

Результаты анализа показывают, что глобально около 9% (или 1,38 млн. м^2) районов с более чем 50% долей сельхозугодий испытывают потенциальное давления от 8 до 143 одновременно существующих проблем, вызывающих процессы изменения земель, связанные с деградацией земель, причем практически все они относятся к засушливым районам. Когда ряд связанных проблем сельхозугодий сочетается с понижением продуктивности земель, это указывает на окончание или существование различимой трансформации. Такая ситуация наблюдается на 2% площади (0,3 млн. км^2) и может быть хорошим показателем деградации, протекающей в этих районах. Более половины, или приблизительно 60% (8,9 млн. км^2), общей территории с более чем 50% долей сельхозугодий испытывают потенциальное давление от 4 до 7 одновременно существующих проблем, вызывающих процессы изменения земель, связанные с их деградацией, и эти территории равномерно распределены между засушливыми и незасушливыми районами. На 12% площади (12,4 млн. км)^2) присутствие этих проблем сопровождается признаками снижения продуктивности земель. Всего 2% общей площади сельхозугодий не подвержены давлению 13 рассмотренных проблем, и все они относятся к незасушливым районам. В районах, где сельхозугодья занимают от 10 до 50% территории, доля земель, испытывающих одновременное влияние свыше 8 из 13 проблем, снижена до 3% (или 0,6 млн. км^2), а на 69% (11,7 млн. км^2) территории одновременно присутствуют от 4 до 7 проблем.

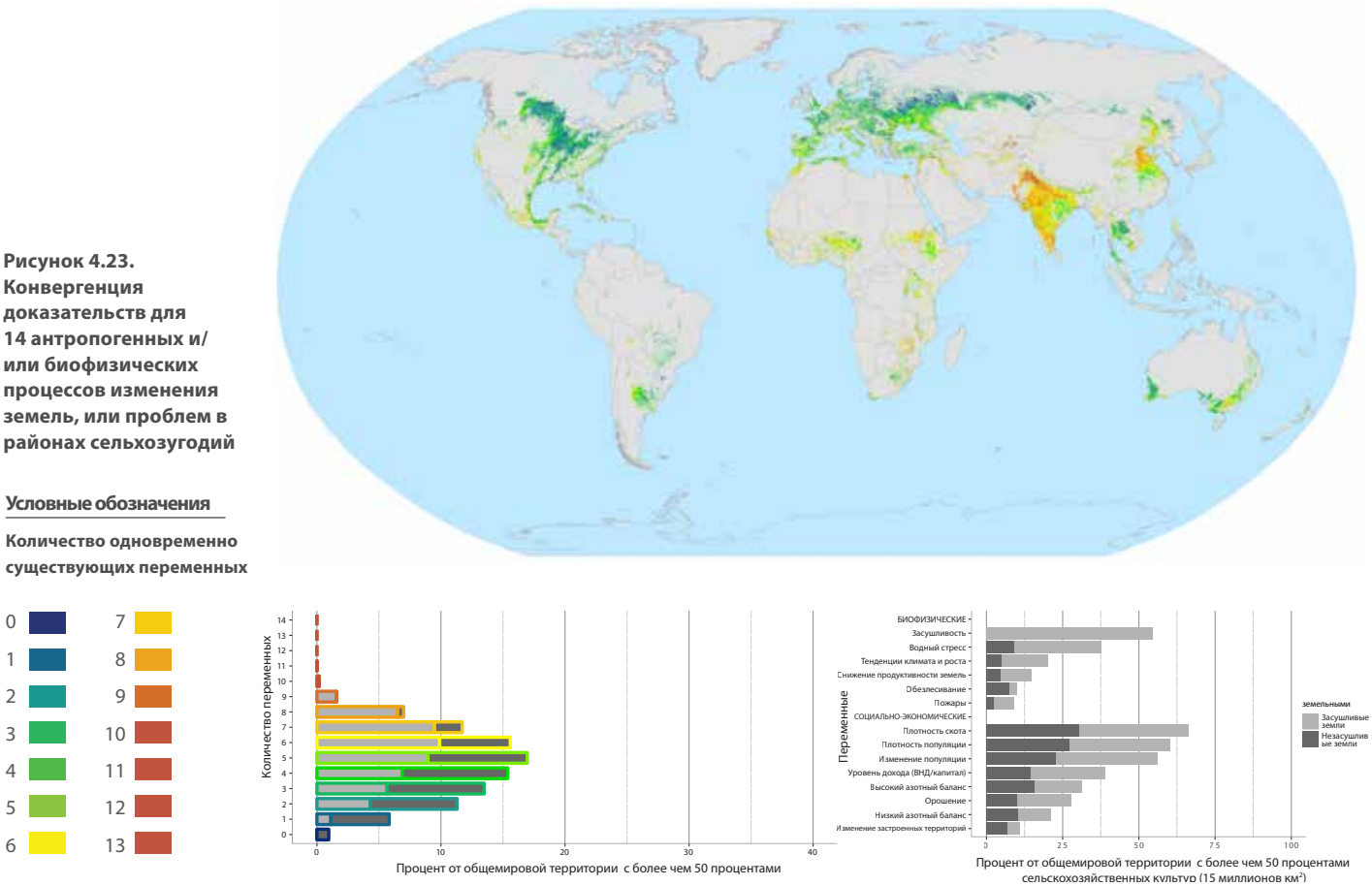


Рисунок 4.23. Конвергенция доказательств для 14 антропогенных и/или биофизических процессов изменения земель, или проблем в районах сельхозугодий

К основным районам сельхозугодий под влиянием множественных факторов давления относятся в том числе следующие:

- Азия, включая индийские и пакистанские сельхозугодья, районы расширения сельского хозяйства на северо-западе Китая, а также горячие точки на Филиппинах и на о. Ява;
- юго-восточная Австралия и небольшие районы юго-западной Австралии;
- Африка южнее Сахары, включая Буркина-Фасо, северную Нигерию, восточный Судан, южную Кению, Малави и Зимбабве;
- Северная Африка и Ближний Восток, включая северную часть Марокко, район египетского Нила, регион Тигра и Евфрата;
- районы интенсивного земледелия в Средиземноморье и Центральной Европе;
- Центральная Азия вокруг Аральского моря и сельхозугодья в восточном Казахстане, Узбекистане, Кыргызстане и Таджикистане;
- горячие точки в Латинской Америке и Карибском бассейне, включая северо-восточные бразильские засушливые районы, районы расширения сельского хозяйства в районе аргентинского Чако, центральная часть Чили, южно-мексиканские сельхозугодья, а также части Кубы и Гаити; и
- орошаемые районы на западе США.

Состояние земель на пастбищных угодьях

Примерно 5% (0,5 млн. км^2) общей площади пастбищных угодий одновременно испытывают потенциальное давление от 8 до 13 существующих проблем, вызывающих процессы изменения земель, связанные с деградацией земель, причем практически все они относятся к засушливым районам. Примерно 52% (13,1 млн. км^2) общей площади пастбищных угодий одновременно испытывают потенциальное давление от 5 до 8 существующих проблем, вызывающих процессы изменения земель, связанные с деградацией земель, причем свыше двух третей из них относятся к засушливым районам. Опять же, только 2% пастбищных угодий, расположенных в незасушливых районах, не испытывают давления от каких-либо из этих проблем.

К пастбищным угодьям, испытывающим множественные проблемы больше остальных, относятся, в том числе: Индия; Центральная Азия; Внутренняя Монголия в Китае; районы восточной Австралии; окраинные районы стран Африки к югу от Сахары; Восточная Африка и некоторые районы Южной Африки; юго-западный Мадагаскар; северо-центральная часть Чили и южный Эквадор; центральная Мексика; а также южно-центральные области США.

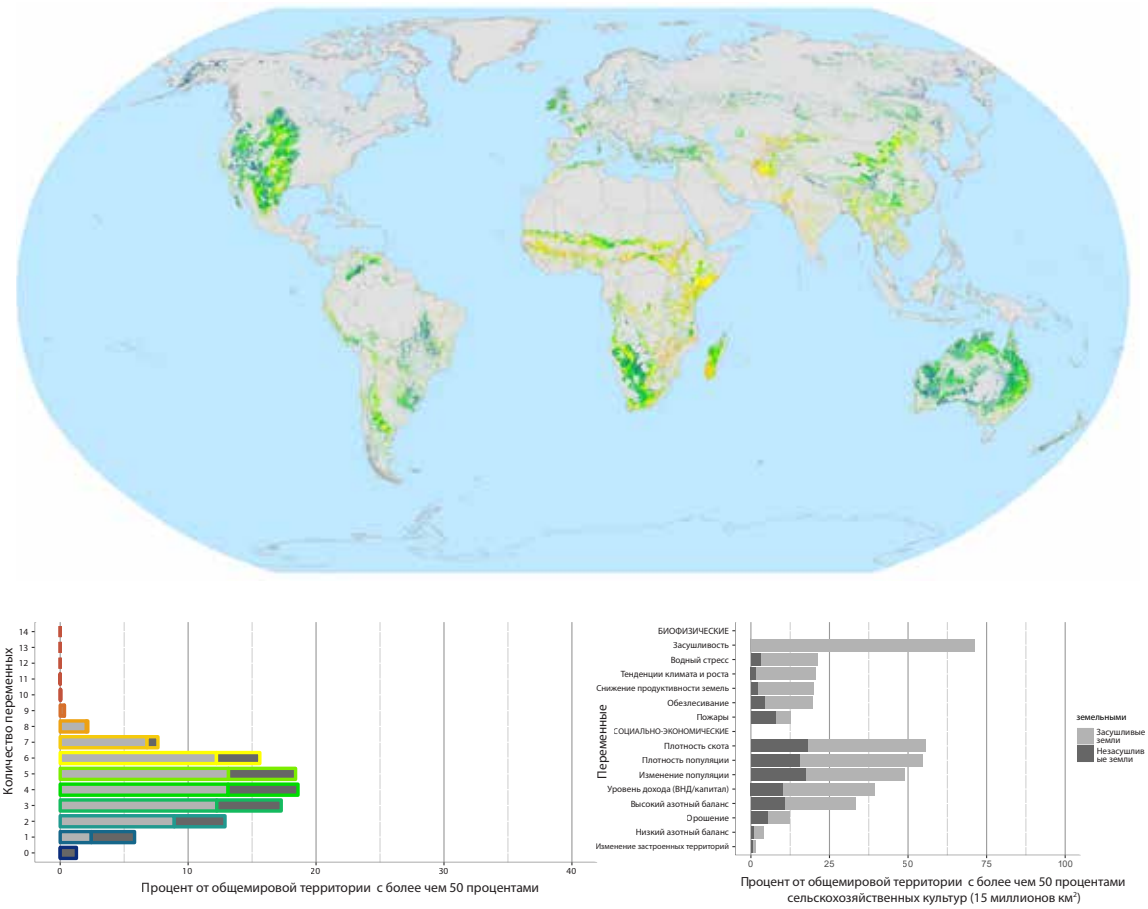


Рисунок 4.24. Конвергенция доказательств для 14 антропогенных и/или биофизических процессов изменения земель или проблем в районах пастбищных угодий

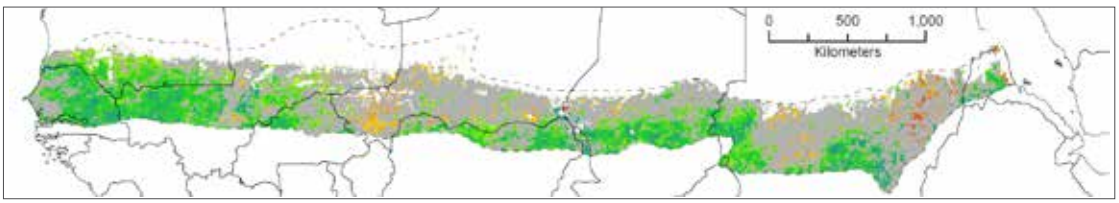
Основные аспекты на региональном и государственном уровне

Ближний Восток и Центральная Азия Основной проблемой этих регионов является нехватка и управление водными ресурсами. Более 70% глобальных безвозвратных потерь поверхностных вод приходится на Ближний Восток и Центральную Азию.[12] Потребность в воде для орошения в сочетании с интенсивным земледелием создают экологически нерациональное давление на земельные ресурсы. Численность поголовья скота остается высокой, а продуктивные пастбища сокращаются или разделяются под действием роста численности населения и расширения сельского хозяйства.[13]

Индия Начиная с 1700-х годов, высокая плотность населения оказывает значительное давление на всей территории Индии.[14] Относительно всего мира, на долю Индии приходится всего 2,4% площади суши, на которой проживают 18% населения и 15% поголовья скота.[15] С 1960-х годов доля сельхозугодий на душу населения уменьшилась в три раза — до 0,12 га на человека; 53% Индии занимают сельскохозяйственные земли, на которых используются в среднем 157 кг/га удобрений, из них свыше 36% — орошаемые; ежегодный забор пресной воды один из самых высоких в мире — 761 млрд. м^3. Это говорит о значительном давлении на сельхозугодья. Тем не менее, динамика продуктивности земель за последние 15 лет показывает стабильный уровень. Оценка некоторых из районов совпадает с подробной национальной оценкой текущей деградации, основанной на выявлении биофизических процессов по результатам спутниковых наблюдений.[16]

Китай Результаты спутниковых наблюдений за состоянием продуктивности земель по биомассе в период с 1999 по 2014 гг. показывают стабильную или растущую динамику на большей части территории Китая. Тем не менее, сочетание высокой плотности населения с интенсивным, преимущественно орошаемым земледелием в районе Пекин-Хэбэй-Шаньдун, приводит к нехватке воды и низкому качеству земель. В крупных районах северного Китая, особенно во Внутренней Монголии и западном Синьцзяне, внедрение земледелия на маргинальных землях, традиционно используемых для выпаса овец и КРС, привело к поверхностной эрозии почв — процессу, известному как «опесчанивание».[17] Государственная политика Внутренней Монголии, направленная на приватизацию лугопастбищных угодий общего пользования, а также на то, чтобы заставить кочевников-скотоводов вести оседлый образ жизни, увеличивает давление на пастбищные угодья, приводя у крупномасштабной деградации.[18] Программы государственного стимулирования и приватизации сельскохозяйственных земель, реализуемые в северном Китае с 1980 года, привели к повышению продуктивности, главным образом за счет орошения грунтовыми водами и использования удобрений. В результате совместного действия норм и ограничений на законный доступ удалось замедлить расширение сельхозугодий в экологически чувствительные пастбищные угодья, а также частично стабилизировать миграцию дюн и покровных песков. Однако это сопровождалось быстрым истощением подземных водных ресурсов с связи с растущими темпами замены оросительных систем мелких землевладельцев на крупномасштабные системы кругового орошения. Применение таких систем приводит к снижению уровня грунтовых вод, на спутниковых снимках видно исчезновение многих озер и водно-болотных угодий.

Страны Африки к югу от Сахары За последние 50 лет, в полузасушливом районе стран Африки к югу от Сахары произошли значительные изменения окружающей среды в результате оседлого образа жизни и деятельности человека, а также изменчивости климата. Учитывая дефицит водных ресурсов,[19] текущий рост населения, потребность в пищевых товарах местного производства и дефицит сельхозугодий, которыми управляют мелкие землевладельцы с ограниченными финансовыми возможностями, накопление процессов изменения земель на обширных участках сельхозугодий стран Африки к югу от Сахары можно считать значительным. На этой территории в основном выращивают неорошаемые культуры (за исключением частей Эфиопии) на довольно бедных, в целом, почвах со средним или низким содержанием органического вещества. Системы мелких землепользователей в основном характеризуются низким уровнем затрат, а также высокой плотностью поголовья скота и возрастающим давлением со стороны растущего числа оседлого населения.



Страны Африки к югу от Сахары (изогиеты осадков 150 - 700 мм/год)

Значение градиента: изменения в NDVI (единицы измерения NDVI) за весь период

- -0,05 <
- -0,05 — -0,04 <
- -0,04 — -0,03 <
- -0,03 — -0,02 <
- -0,02 — -0,01 <
- -0,01 — 0,01
- > 0,01 — 0,02
- > 0,02 — 0,03
- > 0,03 — 0,04
- > 0,04 — 0,05
- > 0,05
- Незначительное

Рисунок 4.25. Недавние исследования по наблюдению за Землей показывают положительную тенденцию в отношении индексов дождевых осадков и растительности за последние десятилетия на большей части стран Африки к югу от Сахары — известную как повторное озеленение стран Африки к югу от Сахары.[24] Эти результаты интерпретирует как увеличение биомассы, что противоречит устоявшейся концепции масштабной деградации по причине хищнического использования ресурсов человеком и изменения климата. Тем не менее, предыдущие наблюдения за районами понижения продуктивности, такими как Нигер и Судан, показали, что процесс повторного озеленения является неоднородным во всех странах Африки к югу от Сахары.

Значимой проблемой в обеспечении жизнедеятельности и продовольственной безопасности в странах Африки к югу от Сахары является деградация пахотных земель, но несмотря на десятилетия интенсивных исследований в сфере взаимодействия человека и окружающей среды, до сих пор отсутствует общий консенсус о степени тяжести деградации земель.[20] Данные наблюдений Земли указывают на общее увеличение зеленого растительного покрова, что подтверждают наземные наблюдения. Однако остается неясным, приводят ли наблюдаемые позитивные тенденции к улучшению экологической обстановки с положительным влиянием на жизнеобеспечение населения.[21] Несмотря на то, что за последние 15 лет не наблюдается широкого снижения продуктивности по биомассе, можно отметить местное ее уменьшение.[22] Долгосрочные оценки биологического разнообразия в меньших масштабах иногда демонстрируют тенденцию к снижению видового разнообразия.[23] Обстановка в странах Африки к югу от Сахары подчеркивает необходимость мониторинга динамики состояния земель, совмещая долгосрочные данные наблюдений за Землей с локальными наблюдениями, которые улучшают понимание локализованного влияния изменений в землепользовании и наблюдаемых тенденций растительного покрова.

Бразилия/Аргентина Высокозатратные методы занятия сельским хозяйством на плодородных землях с использованием большого количества воды и удобрений для краткосрочной экономической выгоды ставят под угрозу земельные ресурсы за счет истощения и/или загрязнения почвы и воды.[25,26] Например, в обширном районе Чако в Аргентине, Парагвае и Боливии, где местная растительность, особенно сухие леса, претерпевают один из самых высоких темпов обезлесения в мире, угрозу для земельных ресурсов представляет обезлесение с последующим орошаемым земледелием (см. Рисунок 4.26). Это объясняется быстрым расширением территории и наращиванием объемов сельского хозяйства, особенно производства сельскохозяйственных культур (напр., сои, кукурузы) и скотоводства.[27] Трансформация земель, обусловленная их обработкой, привела к значительному снижению биологического разнообразия, фрагментации ландшафта и сокращению ценных экосистемных услуг,[28] что, вероятно, приведет к дальнейшей деградации земель.[29] Мониторинг имеет важное значение для выявления движущих сил биофизических, социальных, политических и экономических изменений, а также для разработки стратегии планирования и управления землепользованием, направленной на смягчение или изменение направления динамики деградации земель.

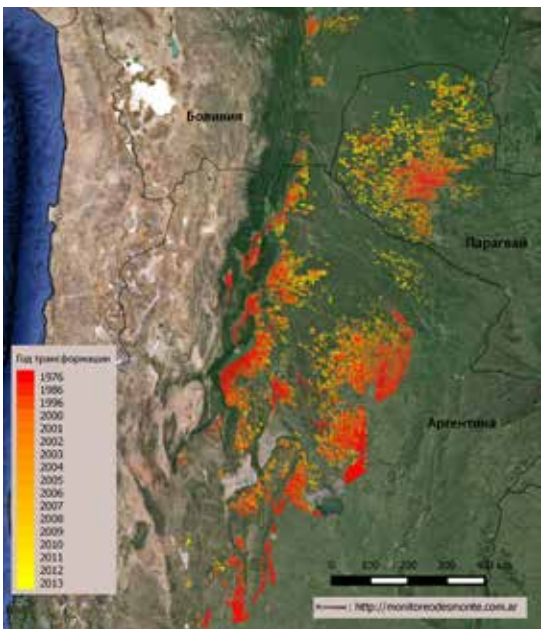


Рисунок 4.26. В период с 1976 по 2012 гг. было трансформировано 20% всего экорегиона, при этом в Парагвае ежегодный коэффициент трансформации показывает экспоненциальный рост. Районы, обозначенные цветами от красного (трансформированные в 1976 г.) до желтого (трансформированные в 2013 г.), показывают масштабы и быстрые темпы трансформации Сухого Чако в сельхозугодья или пастбища.

Как и в других странах с преобладающим тропическим и субтропическим климатом, сельское хозяйство в Бразилии первоначально развивалось с использованием традиционной отвальной обработки почвы, на основании опыта фермеров, приобретенном в умеренных регионах Северного полушария.[30] В этом климате потенциал для деградации земель возникает из-за сочетания крайне уязвимых для эрозии почв, высокого давления на землепользование и интенсивных дождей в период наибольшей подверженности почв эрозии.[31] Ежегодный смыв почвы в районах, занятых под посевы и пастбища, оценивается в 0,8 млрд. тонн.[32] Издержки, связанные с эрозией за пределами фермерских хозяйств, оцениваются в 1,3 млрд. долл. США.[33]

Соединенные Штаты и Европа Высокозатратные системы производства пищевых продуктов, основанные на механизации и внесением большого количества удобрений, что заставляет сельскохозяйственные земли зависеть от непрерывного введения питательных веществ для обеспечения высокой урожайности. Это рискованный процесс принятия сбалансированных решений, но благоприятная экономическая ситуация до сих пор позволили сохранить, в целом, баланс земельных ресурсов. Местные методы ведения сельского хозяйства зачастую приводят к водной и ветровой эрозии и другим явлениям деградации, но их невозможно целостно отразить в текущем масштабе анализа с имеющимися на данный момент наборами данных.

© Дорин Ванцеа (Dorin Vancea)

ЧТО МЫ МОЖЕМ ПОТЕРЯТЬ? ЗНАЧИМОСТЬ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ

Состояние земель, включая их продуктивность, играет ключевую роль в потенциале любого конкретного района для производства множественных товаров и услуг; очевидно, что снижение LPD напрямую негативно сказывается на их количестве и качестве. Ключевая роль, которую играет здоровая земельная база в предоставлении экосистемных услуг, является основополагающим принципом *всемирного обзора*, однако предыдущий анализ подтверждает результаты других исследований, свидетельствующих о снижении качества экосистемных услуг. Чтобы дать этому более четкое представление, в данном разделе перечислены основные экосистемные услуги земли, многие из которых мы воспринимаем как должное, и которым сейчас угрожает деградация земель и/или снижение продуктивности.

Экосистемные услуги — это товары и услуги, производимые или связанные с природным капиталом, которые прямо или косвенно приносят пользу человечеству. Деградация земель и последующая потеря биологического разнообразия приводят к сокращению многих жизненно важных экосистемных услуг, что ведет к большему снижению продовольственной и водной безопасности.[34] Последствия деградации земель можно заметить в понижении урожайности, снижении способности сельскохозяйственных систем противостоять экзотическим вредителям и патогенам,[35] а также в общем снижении устойчивости экосистемных функций.[36] Это имеет негативные последствия для всех, но в целом сильнее всего влияет на наиболее уязвимые и бедные слои населения.[37]

Природные экосистемы все чаще признаются значимыми местами, способствующими физическому и психическому здоровью и благополучию.

Экосистемные услуги определяются и классифицируются несколькими способами. Например, Оценка экосистем на пороге тысячелетия предлагает простую типологию для обобщения различных услуг, предоставляемых природным капиталом, которые делятся на поддерживающие, снабженческие, регулирующие и культурные услуги.[38] Существует бесконечное количество экосистемных услуг, связанных с тысячами биологических видов и экологических взаимодействий. Некоторые из них известны только небольшой группе людей, признающих их ценность, такие как лекарственная ценность конкретного растения. По мере того, как общества различных стран становятся более однородными, многие из этих традиционных знаний об экологии утрачиваются. Гораздо более широко признаются другие экосистемные ценности, затрагивающие целые сообщества, города, страны или действующие на глобальном уровне. К ключевым наземным экосистемным услугам, затронутым деградацией земель, относятся:

- продовольственная безопасность;
- водная безопасность;
- физическое и психическое здоровье;
- снижение риска стихийных бедствий;
- смягчение последствий изменения климата и адаптация к ним;
- культурные ценности;
- туризм, в особенности экотуризм;
- сырьевые материалы.

Многие из этих услуг более подробно рассматриваются во второй части данного *обзора* (например, пища, вода, энергия и климат), а здесь приведен лишь их краткий обзор; другие же рассмотрены чуть более детально. Все большее признание, часто под эгидой «природоохранных решений», получает концепция активного управления земельными ресурсами для гарантии обеспечения экосистемных услуг (т. е. преимуществ для людей).[39]

1. Продовольственная безопасность

Сельское хозяйство зависит от ряда экосистемных услуг (см. Главу 7): вспомогательные услуги, такие как круговорот питательных веществ и почвообразование; регулирующие услуги, такие как очистка воды, атмосферное регулирование и ветроопыление.[40] Кроме того, порядка 150 миллионов человек напрямую зависят от пищи, добытой в дикой природе, включая растения, корма, дичь и рыбу.[41] На 2005 год, стоимость потребленных в южной части Африки ресурсов дикой природы оценивалась в 800 млн. долл. США ежегодно.[42] Экосистемные услуги вносят непосредственный вклад в продовольственную безопасность и безопасность питания. Насекомые и птицы обеспечивают опыление, которое жизненно важно для земледелия, хотя и находятся под угрозой, а общая оценочная стоимость этих услуг в настоящее время составляет 160 млрд. долл. США в год,[43,44]

Для селекции сельскохозяйственных культур необходим широкий диапазон генетических изменений, помогающих в адаптации видов к изменяющимся условиям окружающей среды, в том числе к новым вредителям и болезням. Для повышения устойчивости и пригодности культур к выращиванию, агрономы используют два источника генетических материалов: изменчивость в традиционных разновидностях сельскохозяйственных культур, известных как местные сорта, и в родственных диких видах, известных как *дикорастущие родичи культурных растений* (ДРКР). Учитывая большое разнообразие угроз для урожая, как местные сорта, так и ДРКР являются жизненно важными ресурсами, помогающими обеспечивать будущую продовольственную безопасность.[45] По недавним оценкам, внедрение новых генов от ДРКР способствовало увеличению урожайности только в США приблизительно на 20 млрд. долл. США в год, и на 115 млрд. долл. США во всем мире.[46] Тем не менее, эти ценности часто недооцениваются, а многие центры происхождения культурных растений — места происхождения несоразмерного количества видов культур в мире — плохо сохраняются.[47]

2. Водная безопасность

Устойчивые, функционирующие экосистемы играют решающую роль в обеспечении водной безопасности, помогая сохранять качество, а в некоторых случаях и количество воды, а также контролировать водные потоки. Естественная растительность и здоровая почва могут помочь в сохранении качества воды, а в некоторых случаях и увеличить количество доступной воды (см. Главу 8).[48] На сегодняшний день, большая часть населения мира живет вниз по течению от облесенных водоразделов:[49] они обеспечивают более качественное водоснабжение, чем водоразделы в землях, отведенных под другие виды землепользования, которые, как правило, имеют более нарушенную структуру, повышенный уровень почвенной эрозии и, вероятно, загрязнены пестицидами, удобрениями или токсичными отходами.[50]

Некоторые экосистемы, такие как влажные тропические леса и районы растительности *парамо* в центральной Южной Америке, поглощают водяные капли из облаков и увеличивает чистый водный поток. Например, влажные тропические леса национального парка Ла-Тигра в Гондурасе обеспечивают более 40% водоснабжения г. Тегусигальпа, а в Эквадоре 80% населения г. Кито получают питьевую воду из двух охраняемых районов.[51] Более трети из 100 крупнейших городов мира получают значительную часть своей питьевой воды из охраняемых лесов.[52] В некоторых случаях влияние может ощущаться на расстоянии сотен или тысяч миль от предоставляющей услугу экосистемы. Водный пар из Амазонки преодолевает тысячи миль в южном направлении чтобы выпасть в виде дождя на одни из самых богатых сельскохозяйственных районов континента, которые без этих так называемых «летающих рек» были бы гораздо более засушливыми.[53]

3. Физическое и психическое здоровье

Природные экосистемы все чаще признаются значимыми местами, способствующими физическому и психическому здоровью и благополучию. Большую часть современных лекарственных получают или синтетически воспроизводят из природных источников. Традиционные лекарственные средства, которые собираются на месте, являются основным ресурсом для удовлетворения нужд первичного медико-санитарного обслуживания в Азии, Латинской Америке и Африке,[54] где собирают гораздо больше видов лекарственных растений, чем любого другого природного продукта.[55] 90% и 80% лекарственных растений, собираемых Индии и Китае соответственно, происходят из дикой природы.[56] Ежегодный объем международных продаж природных лекарственных средств составляет более 50 млрд. долл. США.[57] Дикие виды также являются сырьем для развития фармацевтической отрасли; особенно важными источниками лекарственных соединений являются леса[58] , а некоторые компании платят за право на проведение исследований в охраняемых районах или других районах с высоким биологическим разнообразием.

Что более существенно, проведение времени на природе признано критическим фактором поддержания психического и физического здоровья. Установлено, что в Соединенных Штатах каждый доллар США, инвестированный в двигательную активность, приводит к снижению медицинских расходов на 3,2 долл. США,[59] а люди, имеющие доступ к привлекательным общественным местам, чаще всего больше ходят пешком.[60] Все большее число стран поощряют ходоков, бегунов и велосипедистов использовать природоохранные зоны в качестве мест для занятий спортом, что также известно как концепция зеленого фитнеса. В Шотландии, польза лесных угодий для здоровья оценивается в пределах от 17,6 до 23,6 млн. долл. США в год (по ценам 2006 года), помогая сокращать количество заболеваний и преждевременных смертей за счет увеличения физических нагрузок, снижения загрязненности воздуха, экономии на психиатрических расходах и сокращения нерабочих дней.[61] Окружающая природная среда помогает людям восстанавливаться от умственного утомления и способна улучшать способность восстанавливаться после болезней и травм, а также справляться со стрессом.[62]

4. Снижение риска стихийных бедствий

Естественные и хорошо управляемые экосистемы играют важную роль в смягчении последствий экстремальных погодных явлений и предотвращении их перехода на уровень полномасштабных бедствий. С точки зрения человеческих потерь и экономических последствий, наихудшие бедствия зачастую происходят в тех местах, где естественная защита была деградирована или уничтожена.[63] Леса защищают от наводнений, лавин, тайфунов и ураганов, опустынивания, засух и оползней; водно-болотные угодья могут смягчать последствия наводнений; коралловые рифы и мангровые леса помогают защитить от штормовых волн, цунами и наводнений.[64,65]

В Таблице 4.2 сведены некоторые ключевые преимущества экосистемных услуг в плане снижения риска бедствий (СРБ). Здоровые, функционирующие и разнообразные экосистемы более устойчивы к этим факторам риска. Исследование, проведенное в Шри-Ланке после азиатского цунами 2004 года, показало, что районы с разнообразным ландшафтом песка, окаймленных мангровыми зарослями лагун, кокосовых плантаций, кустарникового леса и домашних садов были поражены в гораздо меньшей степени, чем очищенные от естественной растительности, поскольку такие экосистемы поглотили большую часть энергии волн.[75] Сохранение естественных экосистем все чаще рассматривается как способ защиты от погодных факторов риска или неблагоприятных явлений.[76]

Блок 4.3. Экосистемные услуги в дельте Меконга

По оценкам внутренние рыболовства в водоразделе Меконга ежегодно поставляют 2 млн. тонн рыбы,[66] обеспечивая, к примеру, почти 80% животного белка для населения Камбоджи.[67] Рост человеческого населения ставит эти ресурсы под угрозу. Охраняемые районы помогают контролировать производство: 60% рыбы в этом регионе вылавливают на озере Тонлесап, которое является заповедником в рамках программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера»,[68]а национальный парк Реам в Камбодже приносит местному населению 1,2 млн. долл. США ежегодно в виде доходов от ловли рыбы.[69] Рыбоохранные зоны в Лаосской НДР находятся под совместным управлением для рыболовства; сельские жители сообщают о значительном увеличении запасов более 50 видов рыб.[70]

Экосистемные услуги играют важную роль в снижении риска стихийных бедствий. Уязвимость дельты Меконга к разрушению береговой линии обусловлена ее низким расположением относительно уровня моря и частыми штормами, а изменение климата вероятно лишь ухудшит ситуацию. Все больше возрастает ценность природных барьеров, таких как мангровые заросли и кораллы. В Шри-Ланке и Таиланде свою эффективность в качестве барьеров доказали некоторые виды мангровых деревьев.[71] Ценность мангровых зарослей для защиты Тайланда от штормов оценивается в 27 264 - 35 921 долл. США/га.[72] Восстановление мангровых зарослей может быть экономически эффективным вариантом улучшения защиты прибрежных районов. Программа восстановления мангровых зарослей в северном Вьетнаме, стоимостью 1,1 млн. долл. США, обеспечила эффективную защиту во время тайфунов и сэкономила около 7,3 млн. долл. США в год на содержании морских дамб.[73]

Малоимущие слои населения все еще зависят от сбора природных продуктов в лесах. В Национальном заповеднике по сохранению биологического разнообразия НамЭт в Лаосской НДР, 81 сельская община зависит от побочной продукции леса, стоимость которой оценивается в 1,88 млн. долл. США в год (30% из них составляет денежный доход, а остальное — собирательство), обеспечивая сельским жителям региона более чем средний уровень дохода на душу населения.[74]

5. Смягчение последствий изменения климата и адаптация к ним

Здоровые леса, лугопастбищные и водно-болотные угодья, а также почва и нижележащие отложения содержат запасы углерода и улавливают атмосферный углерод, тем самым играя ключевую роль в смягчении последствий изменения климата (см. Главу 10): например, в водно-болотных угодьях содержится около 33% углерода планеты.[78] И наоборот, их уничтожение и высвобождение углерода являются одним из факторов, ведущих к ускорению изменения климата. Управление круговоротом углерода является важным аргументом в попытках убедить правительства сохранять природные экосистемы, хотя одних лишь нынешних программ компенсации под эгидой программы Сокращения выбросов в результате обезлесения и деградации (REDD)+ обычно недостаточно для того, чтобы компенсировать ценности, пожертвованные в процессе развития. Значение природных экосистем в смягчении климатических последствий также отражено в функциях охраняемых районов.[79]

Естественные и хорошо управляемые экосистемы также помогают обществу адаптироваться к меняющемуся климату, поддерживая критические для выживания экосистемные услуги: такие как, защита береговых линий от повышения уровня моря, водоразделов от наводнений вследствие сильных дождей, а источники диких пищевых продуктов часто помогают общинам переживать периоды чрезвычайных ситуаций в результате засух или других погодных явлений.[80]

6. Культурные ценности

Природные экосистемы также испытывают влияние антропогенных факторов. На многих из них расположены важные археологические объекты, исторические здания, паломнические маршруты и земли традиционного или священного пользования. Объекты ландшафтного наследия и обитающие на их территории виды могут воплощать в себе дух нации или региона, подобно культовым зданиям, писателям и футбольным командам. В природных районах часто располагаются священные места или ландшафты, почитаемые местными общинами, такие как священные рощи, водопады и горы. Такие знаковые национальные парки как Йеллоустоун, Голубые горы в окрестностях Сиднея, Лейк-Дистрикт в Великобритании и Японские Альпы вдохновляли художников и писателей на протяжении поколений. В более локальном масштабе, эти естественные среды обитания являются щедрыми источники идей и энергии для поэтов, художников, музыкантов и других представителей искусств.

© Адриэль Клоппенбург (Adriel Kloppenburg)

Таблица 4.2. Роль природных экосистем в смягчении последствий стихийных бедствий[77]

Событие	Роль экосистем
Наводнения	Предоставляют пространство для отвода паводкового стока без нанесения серьезного ущерба Поглощают последствия наводнений естественной растительностью
Оползни	Стабилизируют почвы Уплотняют снежный покров Замедляют движение земли, горных пород и снега, а также ограничивают размеры ущерба
Штормовые приливы, цунами, эрозия	Кораллы и мангровые леса создают естественный барьер для воздействия волн Корни стабилизируют водно-болотные угодья
Засухи и опустынивание	Уменьшают давление (в частности, пастбищное давление), что сокращает формирование пустынь Поддерживают популяции засухоустойчивых растений, служащих источником пищи во время засух
Пожары	Ограничивают распространение в наиболее пожароопасные районы Поддерживают традиционные системы управления для контроля пожаров Защищают нетронутые природные системы, способные лучше противостоять огню
Ураганы и тайфуны	Смягчают последствия наводнений и оползней Ограждают сообщества от последствий штормов (например, штормовых приливов)
Землетрясения	Предотвращают или смягчают связанные с землетрясением угрозы, включая оползни и камнепады

7. Туризм

Туризм является основным источником дохода**,** обеспечивая 7,2 трлн. долл. США (или 9,8% мирового ВВП) и 284 млн. рабочих мест (1 из 11 рабочих мест) для глобальной экономики на 2015 год.[81] Во многих странах, наличие естественных или полуестественных ландшафтов позволило развивать экотуризм, определяемый как «*Ответственное посещение природных территорий с сохранением окружающей среды и улучшением благосостояния местного населения.*»[82] Глобальный рост расходов на экотуризм составляет 20% в год, что примерно в шесть раз выше отраслевых темпов роста.[83] По оценкам, 80% туристического рынка Кении сосредоточено на дикой природе, при этом в целом индустрия туризма приносит треть поступлений иностранной валюты в страну.[84] Экотуризм зависит от сохранения качества земельных ресурсов; деградированный ландшафт или исчезающая дикая природа перестают привлекать посетителей.

8. Сырьевые материалы

Дикая природа является источником многих сырьевых материалов, которые зачастую извлекаются в огромных объемах, и к которым относятся пиломатериалы, топливная древесина, смола, каучук, трава, ротанг и минералы, причем от их сбора зависит существование многих общин. В Таблице 4.3 ниже приведены примеры.

Определение ценности природных экосистем

В то время как предоставление услуг, таких как продукты питания, топливо и волокно, имеет рыночную стоимость, ценность других преимуществ природных экосистем может определяться на трех уровнях: *качественном*, *количественном* и *финансовом*.[85] Качественная оценка основывается на нечисловых ценностях, таких как описание роли конкретной горы или ландшафта в определении местной культуры и самобытности. Количественные показатели ценности фокусируются на численных данных, таких как количество посетителей или количество хранящегося в национальном парке углерода. Финансовая оценка отражает ценность услуг в денежном выражении, например, путем расчета дохода, полученного от вылова рыбы в речной системе,

Таблица 4.3. Примеры материалов, собранных в природных экосистемах.

Типология	Ценность	Пример
Материалы для строительства или для физической защиты (в т. ч. лесоматериалы, тростник, бамбук и травы)	Жилье	На полуострове Юкатан в Мексике ценность пальмовых листьев в качестве кровельного материала определяется в 137 млн. долл. США в год.[85]
Материалы для выпаса скота (например, травы, растения)	Корм (домашний скот)	Значительная доля 471-миллионного поголовья скота в Индии питаются на лесных пастбищах или кормами лесного происхождения.[86]
Топливо (например, древесина, топливная древесина)	Топливо (для приготовления пищи и отопления)	В развивающихся странах 2,4 млрд. человек — свыше трети мирового населения — зависят от древесины или другого топлива, получаемого из биомассы, для приготовления пищи и отопления жилья.[87]
Ремесленные материалы (в т. ч. травы, тростники, семена, дерево, бамбук и т. д.)	Доход	В Намибийском охотничьем заповеднике Каприви одним из немногих источников дохода для местных женщин является продажа туристам корзин из пальмовых листьев. К 2001 году количество их производителей выросло с 70 в 1980-х годах до более чем 650.[88]
Материалы, собранные и **проданные** (сами по себе, либо в составе прочей продукции) для получения дохода (включая кораллы, морские раковины, каучук, кору пробкового дерева, мед и т. д.)	Доход	Сбор грибов Мацутакэ в китайском природном заповеднике Баймасюэшань помог увеличить доходы населения 70 деревень в 5 - 10 раз.[89] Доход от килограмма этих грибов может превышать среднегодовую заработную плату в провинции Юньнань.[90]
Материалы, имеющие традиционную, культурную или духовную ценность	Культурная/ духовная ценность	Такая недревесная продукция леса как грибы, травы и ягоды имеет огромную культурную и экономическую ценность для скандинавского региона.[91]

или стоимостью хранящегося в болоте углерода, при условии наличия рынков для этих услуг. Финансовые индикаторы применяются главным образом для выражения предоставляемых услуг. Таким образом, все три вида ценностей, вероятно, будут использоваться для комплексной оценки преимуществ.

Общая оценка глобальных экосистемных услуг на 2011 год составила 125 - 145 трлн. долл. США в год.[86] Задача заключается в том, как включить эти ценности в процесс принятия решений: для отдельных землевладельцев или пользователей природных ресурсов, в краткосрочной перспективе зачастую выгоднее понизить качество ресурса, даже при более высокой стоимости для широкого общества. Платежи за экосистемные услуги (ПЭУ) — это попытка решить такие проблемы за счет осуществления прямых платежей тем, кто поддерживает и восстанавливает экосистемные услуги. То, каким образом эти ценности приносят пользу беднейшим людям — более сложный вопрос, зависящий от таких факторов как качество управления со стороны власти, правовые нормы, степень коррупции и готовность принимающих решения лиц поддерживать программы сокращения масштабов нищеты.[87]

Блок. 4.4. Определение ценности систем национальных парков в Восточной Европе

В 2013 — 2014 гг. в европейском регионе Динарская Дуга (страны бывшей Югославии и Албании) была проведена оценка экосистемных услуг во всех национальных парках региона с использованием стандартной методологии[88] . Семинары позволили обеспечить понимание местных культур и традиций, а также повысить осведомленность о масштабе преимуществ, предоставляемых парком. Были выявлены некоторые четкие закономерности того, как охраняемые районы могут лучше содействовать охране природы, защите местной культуры и созданию стратегий рационального финансирования в регионе: в 96% охраняемых районов заинтересованные стороны получают экономические выгоды от туризма, а для более чем половины из них важное экономическое значение имеет коммерческое использование воды, тогда как 60% охраняемых районов имеют ценность в качестве источника для пропитания местного населения. Для развития бренда местных/региональных продуктов из охраняемых районов (например, мед, грибы, лекарственные растения, сыр) имеется потенциал. Охраняемые районы в значительной мере обеспечивали занятостью население регионов, пострадавших от упадка сельских районов, что увеличило важность их будущего для местных политиков. Восходящая система оценки с участием более тысячи человек в 58 национальных парках предоставляет четкую информацию о ценности экосистемных услуг, даже если многие из них не вошли в экономические расчеты.[89]

ВЫВОДЫ

Для поддержания или улучшения производственного потенциала земли и связанных с ней ресурсов нам необходимо поддерживать и превосходить инициативу «отсутствия суммарных потерь» качества земли. Это вопрос сохранения или повышения способности почвы, воды и биологического разнообразия к поддержанию необходимых экосистемных функций и услуг для удовлетворения сегодняшних и будущих потребностей.

Более рациональное управление земельными ресурсами может помочь сократить нехватку урожаев, повысить устойчивость к стрессам и потрясениям, и тем самым поддержать человеческое здоровье, благосостояние и безопасность в долгосрочной перспективе. ВАО представляет собой полезный глобальный обзор текущего положения и тенденций в состоянии наших земельных ресурсов, а также потенциальных человеческих воздействий. Выявление испытывающих стресс районов дает возможность принимающим решения лицам для реализации корректирующих мер и создания благоприятной среды в ожидании того же от заинтересованных сторон.

БИБЛИОГРАФИЯ

1 Joint Research Centre of the European Commission. Forthcoming. World Atlas of Desertification. 3rd edition. Ispra, Italy.

2 http://www.unccd.int/en/programmes/Science/Monitoring-Assessment/Documents/Decision22-COP11.pdf

3 http://www.millenniumassessment.org/en/index.html

4 Yengoh, G.T., Dent, D., Olsson, L., Tengberg, A.E., and Tucker III, C.J. 2015.Use of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to Assess Land Degradation at Multiple Scales. Springer.

5 GEO. 2017. Earth Observations in support of the 2030 Agenda for Sustainable Development. Geneva. http://www.earthobservations.org/documents/publications/201703_geo_eo_for_2030_agenda.pdf

6 Metcalfe, D.J. and Bui, E.N. 2017. Australia State of the Environment 2016: Land. Australian Government Department of the Environment and Energy, Canberra.

7 Geist, H.J. and Lambin, E.F. 2004. Dynamic causal patterns of desertification. Bioscience **54**: 817-829.

8 Craglia, M. and Shanley, L. 2015. Data democracy - increased supply of geospatial information and expanded participatory processes in the production of data. International Journal of Digital Earth **8-9**: 1-15.

9 Ramankutty, N., Evan, A.T., Monfreda, C., and Foley, J.A. 2008. Farming the planet: 1. Geographic distribution of global agricultural lands in the year 2000. Global Biogeochemical Cycles **22** doi:10.1029/2007GB002952.

10 Hansen, M.C., Potapov, P.V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S.A., et al. 2013. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. Science **342**: 850-853.

11 For example Geist, H. 2005. The Causes and Progression of Desertification. Gower Publishing, London.

12 Pekel, F., Cottam, A., Gorelick, N., and Belward, A.S. 2016. High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. Nature **540**: 418-422.

13 Thornton, P.K. 2010. Livestock production: Recent trends, future prospects. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences **365**: 2853-2867.

14 Eswaran, H., Reich, P., and Vearasilp, T. 2004. Perspectives on desertification during the Anthropocene. In: Faz Cano, A., Ortiz, R., and Garcia, G. (eds.) Fourth International Conference on Land Degradation, Cartagena, Murcia, Spain, September 2004. ISBN 84-95781-42-5.

15 Mythili, G. and Goedecke, J. 2015. Economics of land degradation in India. In: Nkonya, E.M., Mirzabaev, A., and von Braun, J. (eds.) Economics of Land Degradation and Improvement - A Global Assessment for Sustainable Development. Springer International Publishing, Cham. pp. 431-469.

16 Indian Space Research Organisation. 2016. Desertification and Land Degradation Atlas of India. Government of India, Delhi.

17 PR China State Forestry Administration. 2008. Atlas of Desertified and Sandified Land in China.

18 Conte, T.J. 2015. The effects of China's grassland contract policy on Mongolian herders' attitudes towards grassland management in northeastern Inner Mongolia. Journal of Political Ecology **22**: 79-97.

19 Pekel, J.F., et al. 2016. Op. Cit.

20 Rasmussen, K., D'haen, S., Fensholt, R, Fog, B., Horion, S., et al. 2016. Environmental change in the Sahel: reconciling contrasting evidence and interpretations. Regional Environmental Change **16** (3): 673-680.

21 Herrmann, S.M., Sall, I., and Oumar, S. 2014. People and pixels in the Sahel: A study linking coarse-resolution remote sensing observations to land users' perceptions of their changing environment in Senegal. Ecology and Society **19** (3): http://dx.doi.org/10.5751/ES-06710-190329.

22 Fensholt, R., Langanke, T., Rasmussen, K., Reenberg, A., Prince, S.D., et al. 2012. Greenness in semi-arid areas across the globe 1981-2007 — an Earth observing satellite based analysis of trends and drivers. Remote Sensing of Environment **121**: 144-158.

23 Brandt, M., Hiernaux, P., Tagesson, T., Verger, A., Rasmussen, K., et al. 2016. Woody plant cover estimation in drylands from Earth observation based seasonal metrics. Remote Sensing of Environment **172**: 28-38.

24 Fensholt, R., Rasmussen, K., Kaspersen, P., Huber, S., Horion, S., et al. 2013. Assessing land degradation/recovery in the African Sahel from long-term Earth observation based primary productivity and precipitation relationships. Remote Sensing **5** (2): 664-686.

25 Wassenaar, T., Gerber, P., Verburg, P.H., Rosales, M., Ibrahim, M., et al. 2007. Projecting land use changes in the Neotropics: The geography of pasture expansion into forest. Global Environmental Change **17**: 86-104.

26 Zak, M.R., Cabido, M., Cáceres, D., and Díaz, S. 2008. What drives accelerated land cover change in central Argentina? Synergistic consequences of climatic, socioeconomic, and technological factors. Environmental Management 42: 181-189.

27 Vallejos, M., Volante, J.N., Moscario, M.J., Vale, L.M., Bustamante, M.L., et al. 2015. Transformation dynamics of the natural forest cover in the Dry Chaco ecoregion: A plot level geo-database from 1976-2012. Journal of Arid Environments **123**: 3-11.

28 REDAF. 2012. Monitoreo de Deforestación en los Bosques Nativos de la Región Chaqueña. Red Agroforestal Chaco Argentina, 1-34.

29 Grau, H.R., Tortres, R., Gasparri, N.I., Blendinger, P.G., Marinaro, S, et al. 2015. Natural grassland in the Chaco: A neglected ecosystem under threat by agriculture expansion and forest-orientated conservation policies. Journal of Arid Environments **123**: 40-46.

30 De Freitas, P.L. de and Landers, J.N. 2014. The transformation of agriculture in Brazil through development and adoption of Zero Tillage Conservation Agriculture. International Soil and Water Conservation Research **2** (1): 35-46.

31 Ramalho-Filho, A., de Freitas P.L., and Claessen, M.E.C. 2009. Land degradation and the zero-tillage system in Brazil. Advances in GeoEcology **40**: 311-324.

32 Hernani, L.C., de Freitas, P.L., Pruski, F.F., de Maria, I.C., Castro-Filho, C., et al. 2002. A Erosão e seu Impacto (Water Erosion and its impact). In: Manzatto, C.V., Freitas-Júnior, E. and Peres, J.R.R. (eds.) Uso agrícola dos solos Brasileiros (Agricultural use of Brazilian Soils). Embrapa, Rio de Janeiro, pp. 47-60.

33 Landers, J.N., Barros, G S., de Rocha, M.T., Manfrinato, W.A., and Weiss, J. 2001. Environmental impacts of zero tillage in Brazil: A first approximation. Proceedings of the World Congress on Conservation Agriculture. Conservation agriculture: A worldwide challenge. FAO-ECAF, Madrid, pp. 317-326.

34 Díaz, S., Fargione, J., Chappin III, S.F., and Tilman, D. 2006. Biodiversity loss threatens human wellbeing. PLoS Biology **4** (8): 1300-1305.

35 Cardinale, B.J., Duffy, J.E., Gonzalez, A., Hooper, D.U., Perrings, C., et al. 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. Nature **486**: 59-67.

36 Oliver, T.H., Isaac, N.J.B., August, T.A., Woodcock, B.A., Roy, D.B, et al. 2015. Declining resilience of ecosystem functions under biodiversity loss. Nature Communications. DOI: 10.1038/ncomms10122.

37 Agrawal, A. and Redford, K. 2006. Poverty, Development, and Biodiversity Conservation: Shooting in the Dark? Working Paper number 26. Wildlife Conservation Society, New York.

38 Millennium Ecosystem Assessment. 2003. Ecosystems and Human Wellbeing: A framework for assessment, Millennium Ecosystem Assessment, Island Press, Covelo, California and New York.

39 Cohen-Sacham, E., Walters, G. Janzen, C., and Maginnis, S. (eds.) 2016. Nature-based solutions to address societal challenges. IUCN, Gland, Switzerland.

40 Zhang, W., Ricketts, T.H., Kremen, C., Carney, K., and Swinton, S.M. 2007. Ecosystem services and dis-services to agriculture. Ecological Economics **56** (2): 253-260. doi:10.1016/j.ecolecon.2007.02.024

41 Elliott, J., Grahn, R., Sriskanthan, G., and Arnold, C. 2002. Wildlife and Poverty Study, Department for Environmental Development, London, UK.

42 Millennium Ecosystem Assessment. 2005. General Synthesis Report. Island Press, Washington, DC.

43 Gallai, N., Salles, J.M., Settele, J., and Vaissière, B.E. 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. Ecological Economics **68**: 810-821.

44 Goulson, D., Nicholls, E., Botias, C., and Rotheray, E.L. 2015. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides and lack of flowers. Science, **347** (6229): 1255957.

45 Hunter, D. and Heywood, V.H. (eds.) 2011. Crop Wild Relatives: A Manual of In Situ Conservation. Earthscan, London.

46 Pimentel, D., Wilson, C., McCullum, C., Huang. R., Dwen, P., et al. 1997. Economic and environmental benefits of biodiversity. BioScience **47**: 747-757.

47 Stolton, S., Boucher, T., Dudley, N., Hoekstra, J., Maxted, N., et al. 2008. Ecoregions with crop wild relatives are less well protected, Biodiversity **9** (1-2): 52-55.

48 Hamilton, L. 2008. Forests and Water. FAO Forestry paper 155. FAO, Rome.

49 Reid, W.V. 2001. Capturing the value of ecosystem services to protect biodiversity. In: Chichilenisky, G., Daily, G.C., Ehrlich, P., Heal, G., et al. (eds.) Managing human-dominated ecosystems, Monographs in Systematic Botany 84, Missouri Botanical Garden Press. St Louis, USA.

50 Stolton, S. and Dudley, N. (eds.) 2010. Arguments for Protected Areas. Earthscan, London.

51 http://www.un-page.org/countries/page-exchange/ecuador

52 Dudley, N. and Stolton, S. 2003. Running Pure: The importance of forest protected areas to drinking water, WWF, Gland.

53 Nobre, A.D. 2014. The Future Climate of Amazonia: Scientific Assessment Report. ARA: CCST-INPE: INPA. São José dos Campos, SP, Brazil.

54 World Health Organization. 2002. WHO Traditional Medicine Strategy 2002-2005. WHO, Geneva.

55 Hamilton, A., Dürbeck, K., and Lawrence, A. 2006. Towards a sustainable herbal harvest: A work in hand. Plant Talk, **43**: January.

56 Alves, R.R.N. and Rosa, L.M.L. 2007. Biodiversity, traditional medicine and public health: Where do they meet? Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine **3**: 14. doi:10.1186/1746-4269-3-14.

57 Cunningham, A.B., Shanley, P., and Laird, S. 2008. Health, habitats and medicinal plant use. In: Colfer, C.J.P. (ed.), Human health and forests: A global overview of issues, practice and policy. Earthscan, London.

58 Pierce Colfer, C.J., Sheil, D., and Kishi, M. 2006. Forests and human health: Assessing the evidence. CIFOR Occasional Paper 45. Center for International Forestry Research, Bogor, Indonesia.

59 Bird, W. 2004. Natural Fit: Can Green Space and Biodiversity Increase Levels of Physical Activity? RSPB and The Faculty of Public Health, UK.

60 Giles-Corti, B., Broomhall, M.H., Knuiman, M., Collins, C., Douglas, K., et al. 2005. Increasing walking - How important is distance to, attractiveness, and size of public open space? American Journal of Preventative Medicine **28**: 2.

61 RPA and Cambridge Econometrics. 2008. The Economic Impact of Scotland's Natural Environment. Scottish Natural Heritage Commissioned Report No. 304, Scotland.

62 Maller, C., Townsend, M., Pryor, A., Brown, P., and St. Leger, L. 2006. Healthy nature - healthy people: 'Contact with nature' as an upstream health promotion intervention for populations. Health Promotion International **21** (1): 45-54.

63 Abramovitz, J. 2001. Unnatural Disasters. Worldwatch Paper 158, Worldwatch Institute, Washington, DC.

64 Stolton, S., Dudley, N., and Randall, J. 2008. Natural Security: Protected areas and hazard mitigation. WWF, Gland, Switzerland.

65 Renaud, F.G., Sudmeier-Rieux, K., and Estrella, M. (eds.) 2013. The Role of Ecosystems in Disaster Risk Reduction. United Nations University Press, Tokyo, New York, Paris.

66 Welcomme, R.L., Cowx, I.G., Coates, D., Béné, C., Funge-Smith, S., et al. 2010. Inland capture fisheries. Philosophical Transactions of the Royal Society B **365**: 2881-2896.

67 Hortle, K.G. 2007. Consumption and the yield of fish and other aquatic animals from the Lower Mekong Basin. MRC Technical Paper 16, Mekong River Commission: Vientiane, Laos.

68 ICEM. 2003. Regional Report on Protected Areas and Development: Review of Protected Areas and Development in the Lower Mekong River Region. ICEM, Indooroopilly, Queensland, Australia.

69 Emerton, L. (ed.) 2005. Values and Rewards: Counting and Capturing Ecosystem Water Services for Sustainable Development. IUCN, Ecosystems and Livelihoods Group Asia, Sri Lanka.

70 Baird, I. 2000. Integrating Community-Based Fisheries Co-Management and Protected Areas Management in Lao PDR: Opportunities for Advancement and Obstacles to Implementation. Evaluating Eden Series. International Institute for Environment and Development, London, UK.

71 Tanaka, N., Sasaki, Y. Mowjood, M.I.M., Jinadasa, K.B.S.N., and Homchuen, S. 2007. Coastal vegetation structures and their functions in tsunami protection: Experience of the recent Indian Ocean tsunami. Landscape and Ecological Engineering **3**: 1. DOI:10.1007/s11355-006-0013-9

72 Sathirathai, S. and Barbier, E.B. 2001. Valuing mangrove conservation in Southern Thailand. Contemporary Economic Policy **19**: 109-122.

73 Brown, O., Crawford, A., and Hammill, A. 2006. Natural Disasters and Resource Rights: Building resilience, rebuilding lives. International Institute for Sustainable Development, Manitoba, Canada.

74 ICEM. 2003. Lessons learned in Cambodia, Lao PDR, Thailand and Vietnam. ICEM, Indooroopilly, Queensland, Australia.

75 Caldecott, J. and Wickremasinghe, W.R.M.S. 2005. Sri Lanka: Post-Tsunami Environmental Assessment. United Nations Environment Programme, Nairobi.

76 Murti, R. and Buyck, C. (eds.) 2014. Safe Havens: Protected areas for disaster risk reduction and climate change adaptation. IUCN, Gland, Switzerland.

77 Drawn from Stolton, S., et al. 2008. Op cit.

78 Pritchard, D. 2009. Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in developing countries (REDD)-the link with wetlands. A background paper for Foundation for International Environmental Law and Development, London.

79 Dudley, N., Stolton, S., Belokurov, A., Krueger, L., Lopoukhine, N., et al. (eds.) 2009. Natural Solutions: Protected areas helping people cope with climate change, IUCN-WCPA, TNC, UNDP, WCS, The World Bank and WWF, Gland, Switzerland, Washington, DC, and New York.

80 Andrade Pérez, A., Herrera Fernandez, B., and Cazzolla Gatti, R. (eds.) 2010. Building Resilience to Climate Change: Ecosystem-based adaptation and lessons from the field. IUCN, Gland, Switzerland.

81 http://www.wttc.org/research/economic-research/economic-impact-analysis/#undefined accessed January 16, 2017.

82 TIES website : www.ecotourism.org

83 TEEB. 2009. The Economics of Ecosystems and Biodiversity, Summary for Policy Makers. UNEP and EC, Nairobi and Brussels.

84 The International Ecotourism Society, 2000 Ecotourism Statistical Fact Sheet.

85 Kettunen, M. and ten Brink, P. (eds.) 2013. Social and Economic Benefits of Protected Areas: An assessment guide. Routledge, UK.

86 Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S.J., et al. 2014. Changes in the global value of ecosystem services. Global Environmental Change http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002.

87 Dudley, N., Mansourian, S., Stolton, S., and Suksuwan, S. 2008. Safety Net: Protected areas and poverty reduction, WWF International, Gland, Switzerland.

88 Stolton, S. and Dudley, N. 2009. The Protected Areas Benefits Assessment Tool. WWF International, Gland, Switzerland.

89 Ivanić, K.Z., Štefan, A., Porej, D., and Stolton, S. 2017. Using a participatory assessment of ecosystem services in the Dinaric Arc of Europe to support protected area management. PARKS **23** (1): 61-74.

ГЛАВА 5

ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

В данной главе рассмотрен ряд более общих вопросов безопасности человечества, связанных с состоянием земельных ресурсов. Многие из основополагающих факторов давления на земельные ресурсы заметны не сразу. Значительный объем данных свидетельствуют о том, что люди более склонны к устойчивому землепользованию если им обеспечена безопасность владения землей. Однако во многих странах сохраняется незащищенность, которую усугубляет растущий феномен «захвата земель».

Гендерное неравенство усиливает риск для многих женщин и их семей, оставляя их в числе наиболее уязвимых жителей. В действительности же от них ожидается принятие ответственности за управление земельными ресурсами по мере растущей миграции мужского населения в поисках работы.

С ростом доходов одновременно создаются широкие средние классы, для которых характерны новые модели потребления, ведущие к неустойчивому землепользованию и усилению существующей серьезной неравномерности в распределении доходов. Конфликты, связанные с дефицитом ресурсов, могут становиться причиной дополнительного локального, а иногда и глобального давления. Одним из результатов стал рост миграции из сельских районов в города, главным образом внутри государств или между соседними государствами. Все чаще миграция на большие расстояния способствует социальной и политической напряженности, имеющей последствия во всем мире.

ВВЕДЕНИЕ

Взаимодействие экологии, климата и управления земельными ресурсами человечеством формировало мир на протяжении тысячелетий. Прошло почти 9000 лет с тех пор, как ранние поселения на территории Айн-Газаля, в предместьях современного Аммана, Иордания, были частично покинуты, по-видимому, из-за деградации земель вследствие валки леса и интенсивного разведения коз.[1] Аналогично, периодическое охлаждение климата наносит огромный ущерб сельскохозяйственным общинам, что приводит к их распаду и уходу из некогда плодородных районов. Возвышенные территории Британии, где в течение тысяч лет велось сельское хозяйство, были покинуты в более холодные периоды конца бронзового века, и лишь на немногие из них вернулись люди.[2] Даже если климат останется стабильным, последствием неправильного использования природных ресурсов может стать потеря основных экосистемных услуг, сопровождаемая потенциальным крахом зависимых от них человеческих сообществ.[3] Человечество не всегда могло гордиться своей историей землепользования, примеры чего можно найти практически в любой части мира, от древнейшей истории до наших дней.[4] Начавшаяся в Европе в XVI[M] веке волна колонизации привела к обширной чрезмерной эксплуатации земельных ресурсов теми, кого мало интересовало их долгосрочное состояние.[5]

Мнение, что деградация земель является основной причиной крупных общественных потрясений, миграций, разногласий и конфликтов, является упрощенным и, как правило, неверным. Человеческие культуры многогранны, а сообщества развиваются в результате взаимодействия многочисленных социальных, политических, экономических и экологических факторов. Но специалистами все чаще признается, что способствующими факторами для некоторых из этих общественных потрясений являются наличие земельных ресурсов и доступ к ним.[6,7] Существуют связи между здоровьем и стабильностью управляемых и естественных экосистем, например, между степенью продовольственной и водной безопасности, а также общей безопасностью человеческих сообществ, и их устойчивостью к стрессам и потрясениям и, в конечном итоге, проблемами миграции или риском конфликтов.

Блок. 5.1:. Остров Пасхи — экоцид, геноцид или эпидемия?

Рапа-Нуи или остров Пасхи является одним из самых отдаленных населенных островов в мире, расположен посреди Тихого океана, в тысяче миль от ближайшего соседа, и известен сотнями массивных каменных статуй голов (моаи), вырезанных жителями по причинам, которые до конца не понятны. Рапа-Нуи пережил экологическую катастрофу, связанную с исчезновением многих аборигенных видов (включая все виды наземных птиц); разрушением колонии морских птиц, которая могла быть одной из крупнейших в мире; почти полным обезлесением и исчезновением нескольких видов деревьев; а также широким распространением эрозии почв. Но кто виноват?

Случай с Рапа Нуи показывает сложность установления причинно-следственных связей и опасность упрощенных толкований. Считается, что давно заселившие остров полинезийцы[8] постепенно осуществляли вырубку леса на протяжении 400 лет. Предполагается, что интродукция крыс могла увеличить скорость потерь,[9] хотя в атласе пыльцы отсутствуют доказательства вторжения крыс.[10] Некоторые исследователи утверждают, что для населения острова просто закончилось место и плодородные почвы и наступил общественный коллапс, что привело к межплеменному конфликту и каннибализму; на момент прибытия европейских поселенцев на острове находились лишь остатки населения.[11] Другие утверждают, что, несмотря на несомненный вклад полинезийцев в масштабный экологический ущерб, их общество было жизнеспособным до прибытия европейцев, но затем было уничтожено болезнями, к которым у них отсутствовал иммунитет.[12] Третьи указывают на последствия захвата большой части населения перуанскими работорговцами в 1860-х годах.[13] Широкое распространение овцеводства привело к окончательной стадии деградации[14] в результате чего в XX веке произошло вымирание ряда видов. Было ли общество на пути к саморазрушению, когда прибыли европейцы, или они имели возможность стабилизировать почву и сохранить сельское хозяйство? По-видимому, сельское хозяйство в некоторых частях острова было заброшено задолго до прибытия Европейцев.[15] Привело ли появление европейцев к усугублению или ускорению общественного коллапса? Какую роль сыграл климат? Это лишь некоторые из повторяющихся вопросов в исследовании взаимодействия человечества и окружающей среды.

В этой главе рассмотрены некоторые из наиболее значительных проблем безопасности человечества, связанных с деградацией земель и конвергенцией доказательств, как описано в Главе 4.

1. **Землевладение:** устойчивое пользование в значительной степени зависит от гарантии человеческих прав на земельные ресурсы.
2. **Гендерные вопросы:** в традиционных, обычно патриархальных, обществах женщины находятся в неблагоприятном положении.
3. **Недостаток ресурсов:** усиливает уровень глобальной незащищенности с точки зрения количества необходимых земельных ресурсов и материалов.
4. **Увеличение неравенства:** стремление к быстрому экономическому росту еще более усугубляет неблагоприятное положение «неимущих», которые в результате зачастую вынуждены прибегать к неустойчивым методам управления земельными ресурсами.
5. **Миграция и безопасность:** частично объясняются экологическими изменениями во многих частях мира.

1. ЗЕМЛЕВЛАДЕНИЕ

Кто владеет землей, кто имеет право пользоваться землей и природными ресурсами, и насколько эти права существенно влияют на метод управления землей. Смена различных форм государственного, частного и общинного управления обусловлена более широкими социальными и политическими изменениями, которые часто выходят за рамки контроля людей, живущих на какой-либо территории. Собственность отличается от владения, и большинство государств в конечном итоге являются «собственниками» земли, поскольку они оставляют за собой приоритет перед личными правами.

Задача Целей в области устойчивого развития под номером 2.3 состоит в том, чтобы «*удвоить продуктивность сельского хозяйства и доходы мелких производителей продовольствия, в частности женщин, представителей коренных народов, фермерских семейных хозяйств, скотоводов и рыбаков, в том числе посредством обеспечения гарантированного и равного доступа к земле, другим производственным ресурсам и факторам сельскохозяйственного производства, знаниям, финансовым услугам, рынкам и возможностям для увеличения добавленной стоимости и занятости в несельскохозяйственных секторах.*»

© Альберт Гонсалес Фарран (Albert Gonzalez Farran)

Блок 5.2. Формы владения

Национализированное землевладение: государство имеет полное право собственности, в то время как физические лица имеют только право пользования. Центральное правительство может передавать полномочия региональным правительствам.

Владение по праву полной земельной собственности:считается, что эта форма владения обеспечивает высокую гарантию права собственности, подразумевая право владеть, контролировать, управлять, использовать и распоряжаться имуществом, хотя большинство государств также оставляют за собой право контроля за режимом пользования землями, владение которыми осуществляется по праву полной собственности. Также возможна отмена прав в ходе государственной экспроприации. Полная собственность может быть условной, например, до окончания выплат или периода разработки.

Лизинг: основан на принципе выплаты арендных платежей в течение различных периодов. Земельная собственность какого-либо субъекта — государства или физического лица, — которая передается во временное пользование другому субъекту в договорном порядке. Договоры лизинга могут быть краткосрочными или долгосрочными. На практике, 99-летние договоры лизинга считаются такими же безопасными, как и полная собственность.

Аренда: арендное пользование землей, принадлежащей государству или частному лицу на праве собственности.

Общее владение: земля принадлежит кооперативу или группе лиц, участники которой являются совладельцами.

Землевладение на основании обычаев: земля принадлежит коренным или местным общинам и управляется в соответствии с их обычаями. Собственником является племя, группа, сообщество или семья. Выделение земель зачастую осуществляется обычными властями, например, вождями. Обычные права на землю относятся к отдельным территориям, и зачастую расплывчаты, имеют спорные границы и включают механизмы разрешения споров, а также индивидуальные и общие права на использование местных земельных ресурсов.[19]

Владение — условия распоряжения земельной собственностью — более существенно, нежели собственность. Четко определенные и гарантированные права землевладения и доступа к земле и другим природным ресурсам обеспечивают основу для долгосрочного планирования и управления, а также механизмы урегулирования конфликтующих требований, предъявляемых различными пользователями и группами заинтересованных сторон. Гарантированное право землевладения признается важным фактором устойчивого управления земельными ресурсами и снижения риска деградации окружающей среды; например, гарантия землевладения связана с сокращением обезлесения.[16] Однако деградация земель иногда может продолжаться и в условиях гарантированного права землевладения, например, во многих частях Европы, что подтверждает необходимость в четкой политической и законодательной поддержке землевладения с целью избежания деградации.

Системы землевладения могут значительно различаться как между странами, так и внутри отдельного государства. В их формировании участвовал ряд исторических и культурных факторов, среди которых обычные и/или юридические, законные права на землю и связанные с ней ресурсы, а также вытекающие социальные отношения между членами общества.[17] Землевладение может определяться как распоряжение земельной собственностью разными способами отдельными лицами и группами лиц, или комплекс взаимоотношений, сформировавшихся в на основании закона или обычаев между людьми в отношении земли.[18] Системы землевладения развивались постепенно и зачастую продолжают изменяться. В некоторых случаях на них повлияли революционные процессы, такие как переворот существующих систем землевладения в ходе реформы перераспределения или принудительной коллективизации земель, характерных для различных революций XX века. В ряде стран директивные органы укрепили роль государства в распределении земель и управлении ими, часто путем национализации незарегистрированных земель, владение которыми осуществлялось на основании обычного права, или же напротив, посредством более строгой формализации прав владения, что дало отдельным лицам и общинам больший контроль над их землями. Несмотря на то, что структура многих стран изменилась, во многих из них, особенно в развивающихся странах, продолжает действовать их нормативно-правовая база в сфере земельных отношений, в некоторых случаях отмечается гармонизация нормативных актов с нормами обычного права, все также отсутствуют гарантии прав владения и собственности в отношении земли.

На протяжении XIX века, во многих частях мира под влиянием колониализма вводились новые аспекты собственности и владения землей, основанные на праве собственности и аренды, которые как правило игнорировали или отменяли существующие формы землевладения на основании обычаев. Стремление к установлению частной собственности продолжалось в течение XX века и в последствии перенималось многими правительствами получивших независимость стран. В результате системы землевладения все чаще основываются на формальных законных правах, к которым относятся частные права на собственность и аренду наряду с более неофициальными обычными правилами и порядками.

В непрерывном спектре возможных вариантов землепользования, каждый из них предоставляет разные гарантии прав и разную степень безопасности и ответственности. Существуют различные формы религиозного владения, а также системы временного или неформального владения, в том числе незаконные.[20] Кроме того, проведенное в 64 странах исследование показало, что 10% земель принадлежат коренным народам и местным общинам, а еще 8% предназначены для этих групп или «контролируются» ими.[21] Некоторые формы владения могут быть связаны только с соответствующим режимом эксплуатации или с определенными временами года.

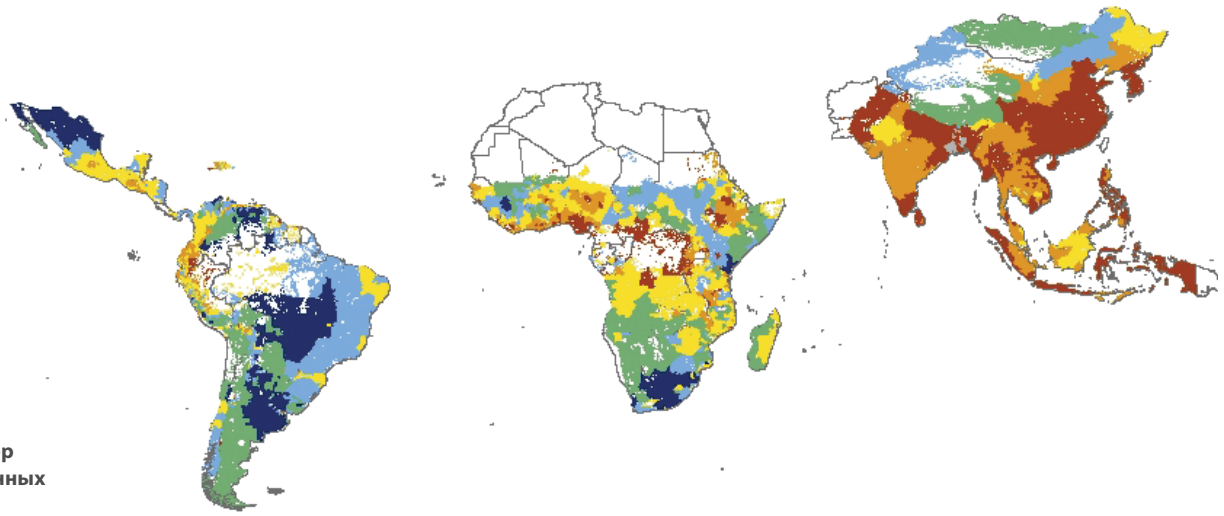


Рисунок 5.1. Размер сельскохозяйственных концернов в развивающихся странах: используется с разрешения[23]

Условные обозначения

- Городские
- Экстенсивный выпас (в среднем > 15 га, > 90% пастбищ)
- Очень крупные (в среднем > 50 га)
- Крупные (в среднем 15 – 50 га)
- Средние (в среднем 5 – 15 га)
- Мелкие (в среднем 2 – 5 га)
- Очень маленькие (в среднем < 2 га)

Доминирующая роль сельского хозяйства в сельском землепользовании означает, что значительная часть земель контролируется и управляется фермерами. Число ферм во всем мире оценивается в 570 млн., большинство из которых мелкие; например, 410 млн. из них занимают менее гектара, а 475 млн. — менее 2 га. Несмотря на их количество, мелкие фермерские хозяйства с площадью менее 2 га занимают лишь 12% от общей площади сельскохозяйственных земель, а остальная часть принадлежит значительно более крупным хозяйствам.[22]

В то время как некоторые правительства признали, в той или иной степени, законность ряда договоренностей о землевладении, все еще присутствует тенденция строго определять понятие «гарантия прав землевладения» с точки зрения юридических, законных форм владения, таких как частное право собственности на землю. Однако это не отражает действительное положение дел на местах и серьезно сокращает число людей, которые могут позволить себе или получить доступ к таким «формальным» режимам владения, особенно это касается женщин и малоимущего населения в сельских районах развивающихся стран. Требования к формальному оформлению прав также могут иметь отрицательные последствия, так как у бедных людей может возникнуть соблазн продать землю, чтобы свести концы с концами, или могут быть подорваны и заменены существующие социальные порядки и механизмы, которые потенциально могут обеспечить большую гарантию прав.[24] Наиболее остро эти проблемы стоят в странах Африки к югу от Сахары, где большинство населения остается безземельным. Например, в Южной Африке на 2013 год 80% сельскохозяйственных земель по-прежнему принадлежали белому меньшинству.[25] В целом в Африке зарегистрировано лишь около 10% сельских земель, в результате чего на 90% из них осуществляется неформальное землепользование.[26] Аналогичные проблемы землевладения возникают по всему миру; в Индии проживает самое большое население безземельных людей на планете.[27]

На сегодняшний день, системы прав собственности и владений землей быстро меняются, о чем свидетельствует рост числа случаев экспроприации земель и связанных с землей конфликтов,[28] частично возникающих в результате спекулятивных действий и высокой ценности качественных сельскохозяйственных земель.

Землевладение, регистрация и разрешение споров

В странах, где системы владения остаются неформальными или находятся на стадии изменений, единой общей мерой стало принятие инициативы о создании земельного реестра для оформления прав на землю путем регистрации прав собственности или сделок в особой письменной форме. В этих случаях необходимо учитывать два важных элемента: реестр, в котором фиксируются права на землю и кадастр, который содержит информацию о расположении, границах, режиме пользования и стоимости земельных участков. Такой подход внедряется правительствами многих развивающихся стран, предоставляя дополнительные гарантии землепользователям,[29] с целью увеличения земельных инвестиций,[30] а также содействия развитию финансовых рынков; к настоящему времени это происходило с переменным успехом. Новые системы регистрации земель (хоть они иногда и полезны в решении долгосрочных проблем землепользования) зачастую узаконивают внутрисистемные неравенства.

Большинство систем оформления законных прав владения землей были задуманы с точки зрения физических лиц, но зачастую игнорируют тех, кто имеет неофициальные права пользования, например женщин, детей, мигрантов, внутренне перемещенных лиц (ВПЛ), скотоводов, охотников и собирателей, а также прочих групп меньшинств. Кроме того, не были надлежащим образом рассмотрены коллективные права на землю, такие как семейные права на землю, вопросы, касающихся правового положения общинных земель, включая леса, водно-болотные и пастбищные угодья, которые, как правило, управляются на основании обычаев. Оформление прав на землю может быть длительным и дорогостоящим процессом, особенно если общинные землевладельцы не определены в явном виде и необходимо создание новых должным образом оформленных организаций.

Земельные споры часто сосредотачиваются на демаркации, оформлении прав собственности, опекунстве и наследовании земель, или возникают вследствие нарушения обычных прав. Во многих странах земельные споры стали причиной социальной напряженности и

открытых конфликтов. В Латинской Америке конфликты в основном происходят между безземельным населением и крупными землевладельцами, а также между безземельным населением и коренными общинами. Ключевыми движущими силами земельных конфликтов являются сочетание несправедливого доступа к земле и контроля над ней, деградация природных ресурсов, исторические претензии и демографическое давление, усугубляемые слабым правительством и политической коррупцией.

Несправедливое распределение и отсутствие доступа к земле и контроля над ней и ее ресурсами могут стать ключевыми движущими силами нищеты, отсутствия продовольственной безопасности и деградации земель. Перераспределение прав с целью установления более справедливого распределения земель может стать мощной стратегией, способствующей как экономическому развитию, так и экологической устойчивости, но прямая связь между официальным оформлением прав на землю, обеспечением гарантий землевладения, экономическим развитием и миром не установлена.

Как уже упоминалось, стандартные подходы к формальной регистрации прав землевладения, сосредоточенные исключительно на частных и/или индивидуальных правах собственности, могут приводить к возникновению проблем, так как они не учитывают коллективные права. Другие подходы направлены на создание режимов управления земельными ресурсами, которые поощряют взаимодействие центральной администрации, местных органов власти и привычных органов власти. Успешные процессы включали элементы согласования законности и легитимности; достижения консенсуса; определения реалистичной и адаптируемой стратегии реализации; а также обеспечения финансовой жизнеспособности для планирования и управления земельными услугами.[31]

Для разрешения споров на государственном или местном уровне был разработан ряд механизмов. Ожидается, что в Гане совет старейшин и комитеты по распределению земель окажут помощь обычным попечителям.[32] В Танзании Земельная комиссия рекомендовала участие старейшин (Вази) в судах для обеспечения справедливого разрешения земельных споров.[33] В Колумбии, с принятием новой конституции в 1991 году, четвертая часть земель стала территорией коренных народов.[34]

Несмотря на существование общего консенсуса о необходимости перераспределения земель во многих странах, зачастую возникают споры о возможности реализации этого процесса в мирном, справедливом, и законном порядке, не вызывая разгула коррупции, политического вмешательства, взяточничества или социальных конфликтов.[35] В результате частых противоречий между формальными и неформальными правилами и учреждениями землевладения возникают конфликты и снижается их эффективность. Одной из целей политики в области земельных реформ является поиск путей объединения этих различных систем, с тем чтобы обеспечить равные для женщин и мужчин права владения и пользования собственностью, которые являются краеугольным камнем социального и экономического прогресса.

Несмотря на существование общего консенсуса о необходимости перераспределения земель во многих странах, зачастую возникают споры о возможности реализации этого процесса в мирном, справедливом, и законном порядке, не вызывая разгула коррупции, политического вмешательства, погони за рентой или социальных конфликтов.

Захват земель и виртуальные земли

«Захват земель» — это растущее явление в Центральной и Южной Америке, Африке, странах Тихоокеанского региона и Юго-Восточной Азии,[36] которое выражается в получении сторонними заинтересованными сторонами прав на проведение лесозаготовительных работ или создание крупномасштабных коммерческих ферм, плантаций или животноводческих предприятий на землях в развивающихся странах, где исторически преобладали коллективные, общинные или установленные обычаями режимы землепользования.[37] Хотя наиболее известные случаи связаны с приобретением крупными инвестиционными компаниями, базирующимися на Ближнем Востоке, в Азии, Северной Америке и Европе, сельскохозяйственных земель в странах Африки к югу от Сахары, инициаторами захвата земель чаще всего являются отечественные инвесторы, пользующиеся поддержкой своих правительств.[38] Такие резкие изменения в контроле крупных участков земли являются современным отражением исторических событий, в том числе непрекращающихся территориальных войн, колонизации, социалистической коллективизации, а также лишения коренных народов их прав.

Захват земель часто происходит незаконно, поскольку противоречит закону, либо с нарушением процессуальных норм, так как при этом используются лазейки в законе, несоответствия между законами и системами владения и пользования землей, или желаемый результат достигается за счет коррупционных схем или слабой правительственной координации и низкой эффективности. Однако с этими же проблемами могут быть связаны и законные захваты земель.

Богатые страны, неспособные удовлетворить свои собственные потребности в продовольствии и воде, приобретают земли в развивающихся странах с богатыми пахотными землями и водными ресурсами, иногда с целью хеджирования собственных рисков нехватки продовольствия и воды. В период 2004 – 2009 гг., иностранные инвесторы приобрели земли в 81 стране;[40,41] но многие сделки проводятся без общественной огласки. Объем сделок купли-продажи в период 2000 – 2011 гг. оценивается в районе 200 млн. га., при этом средний размер сделок по земле составил порядка 40 000 га. По оценкам, примерно две трети этих сделок произошли в странах Африки к югу от Сахары, где объем инвестированных средств составил более 2 млрд. долл. США. Крупными предприятиями были приобретены почти 10% общей площади обрабатываемых земель и 35% оставшихся потенциально доступных сельхозугодий в Африке, из которых более 70 млн. га. отведены под биотопливо.

По оценкам, прямым следствием этого стало уменьшение семейных доходов для более 12 млн. людей во всем мире, значительные последствия ощущаются, например, в Габоне, Либерии, Малайзии, Мозамбике, Папуа-Новой Гвинее, Сьерра-Леоне, Южном Судане и Судане.[42] Ученые также встревожены объемами водных ресурсов, которыми завладели и пользуются эти мощные новые концерны в странах с высокой долей засушливых районов, а также высокими темпами обезлесения в районах захвата земель в Юго-Восточной Азии и Бразилии.[43] Захват земель, как правило, составляет небольшой процент от общей

Блок 5.3. Тиранская декларация[39]

Крупномасштабное приобретение земли или концессия именуется «захватом», если они имеют одну или несколько из следующих характеристик:

- **нарушения прав человека, в частности равные права женщин;**
- **не основано на свободном, предварительном и информированном согласии пострадавших землепользователей;**
- **не основано на тщательной оценке или не учитывает социальное, экономическое и экологическое воздействие, включая гендерное;**
- **не основано на заключении прозрачных договоров, с четкими и имеющими полную юридическую силу обязательствами в части деятельности, занятости и совместного использования выгод;**
- **не основано на эффективном демократическом планировании, независимом надзоре и конструктивном участии заинтересованных сторон.**

площади доступных сельскохозяйственных земель, но концентрируется в районах, отличающихся особенно высокой плодородностью и доступностью к транспортным, водным и рыночным ресурсам.[44] Несмотря на доступность лишь ограниченного объема эмпирических данных, представляется вероятным, что результатом этого процесса является значительное перемещение и вынужденная миграция населения.[45] Примеры Танзании, Кении и Мадагаскара[46] подтверждают, что захват земель часто происходит против воли коренного населения, процветает коррупция, а местная социально-экономическая разрозненность увеличивается впоследствии захвата земель.[47] Захваты земель также могут усилить напряженность и вероятность потенциальных конфликтов внутри общин и между затронутыми группами и правительствами.[48]

Примеры Танзании, Кении и Мадагаскара подтверждают, что захват земель часто происходит против воли коренного населения, процветает коррупция, а местная социально-экономическая разрозненность впоследствии увеличивается.

Проблемы продовольственной безопасности являются важными движущими силами в передаче странами своих земельных ресурсов в другие страны либо косвенно, либо посредством прямых иностранных инвестиций в виде проведения крупномасштабных сделок по приобретению земель.[49] Большая часть нового расширения сельхозугодий в глобальном масштабе может быть связана с выращиванием сельскохозяйственных культур на экспорт, особенно товарных культур в тропических странах. К другим важным факторам относятся недавние экономические рецессии и цели в области использования биотоплива, связанные со стратегиями смягчения последствий изменения климата. Анализ 1204 заключенных сделок, охватывающих более 42,2 млн. га. земель, показал, что продовольственные и непродовольственные культуры играют важнейшую роль как в общем количестве сделок по земле, так и в их площади, а также отмечается рост спроса на жидкое биотопливо со стороны ЕС и многих других стран.[50] Малайзия, США, Великобритания, Сингапур и Саудовская Аравия входят в пятерку крупнейших стран-инвесторов, на долю которых приходится 45% мировых договоров на землепользование и 37% от всех глобальных сделок по земле.[51] Однако имеются свидетельства увеличения масштабов крупных приобретений посредством межгосударственных инвестиций в регионы развивающихся стран: например, инвестиции Ливии в Мали; инвестиции Маврикия в Мозамбик; и Египта в Эфиопии.[52] В Африке, в ряде таких сделок по земле, в качестве участников совместного предприятия выступают местные правительства. Кроме того, государственная политика может стимулировать инвестирование частного капитала в приобретение зарубежных земельных активов, подобного рода стимулирование проводилось со стороны Всемирной торговой организации, внутренних политик в области продовольствия, сельского хозяйства и торговли, а также путем масштабного расширения рынков коммерческих земель.[53,54]

Повсеместное отсутствие гарантий прав землевладения усугубляет проблемы, возникающие в ходе захвата земель. У мелких фермерских и скотоводческих хозяйств зачастую отсутствуют официальные права собственности на землю, несмотря на долгосрочную традицию владения ей,[55] а потерявшим доступ к земле людям или общинам компенсации выплачиваются только в одном случае из трех.[56] Сторонники крупномасштабных земельных инвестиций утверждают, что они открывают возможности для повышения продуктивности земель, которые ранее не подвергались интенсивной обработке. В то же время противники таких инвестиций утверждают, что, несмотря на возможности для развития в результате таких инвестиций, бедные сельские жители выселяются или теряют доступ к земельным, водным и другим смежным ресурсам[57] или же они оказываются в ловушке плохо оплачиваемых договорных соглашений о ведении сельского хозяйства. Почти половина проанализированных сделок по земле пришлись на земли, ранее принадлежавшие общинам,[58] вынуждая людей переселяться в города, маргинальные районы или оставшиеся естественные леса.[59] По наблюдениям, крупномасштабные сельскохозяйственные инвестиции в Демократической Республике Конго заставили местных фермеров осуществлять свою деятельность на территории национального парка.[60]

Более фундаментальная критика современного явления захвата земель заключается в том, что оно основано на допущении, что крупномасштабное монокультурное сельское хозяйство является единственной реальной перспективой развития, исключая альтернативные подходы.[61] Сельскохозяйственные земли смешанной посадки, предоставляющие экосистемные услуги и поддерживающие биологическое разнообразие наряду со многими семьями, заменяются монокультурами, которые не приносят ни одного из этих дополнительных преимуществ.[62] Оливье де Шуттер (Olivier de Schutter) — специальный докладчик ООН о правах на питание — утверждал, что «нам нужно не пытаться контролировать захват земель как нечто неизбежное, а выдвинуть альтернативную программу для привлечения инвестиций в сельское хозяйство».[63]

Более гарантированное и справедливое право владения

Для решения вопросов землевладения необходим ряд четких действий, индивидуальный для каждой страны в зависимости от стадии ее развития. ФАО разработала Добровольные руководящие принципы ответственного регулирования вопросов владения и пользования земельными ресурсами, которые обеспечивают прочную основу для действий.[64] К числу ее ключевых элементов относятся:

1. Политические и правовые основы: для обеспечения гарантий прав землевладения мелким фермерам, сельским общинам и коренным народам зачастую необходимы политические и правовые реформы. Это влечет за собой разработку земельных политик и законов в поддержку бедных слоев населения, а также программ укрепления потенциала, дающих традиционным правообладателям право применять эти законы и принимать обоснованные решения в отношении своих земель.

2. Разрешение конфликтов и споров: необходимы авторитетные механизмы разрешения конфликтов как на местном, так и на национальном уровнях. Характер и масштаб земельных конфликтов должны быть тщательно изучены перед принятием каких-либо мер. Необходимо обеспечить соблюдение решений и судебных постановлений, а также позаботиться о том, чтобы граждане признавали законность механизма разрешения споров.

3. Перераспределение: если рассматривается вариант перераспределения, необходимо выявить источники доступных земель, хотя эта практика и противоречива и зачастую труднореализуема. При покупке земель и их перераспределении правительствами, непосредственно выгодоприобретателями, или целевыми земельными фондами необходимо обеспечить средства к существованию для маргинальных групп. Необходимо выделение средств на выплату компенсаций и создание сельской инфраструктуры.

4. Планирование и управление земельными ресурсами: необходимы улучшения в эффективности систем регистрации и оформления прав, формализации и обеспечения гарантий сделок по земле, а также регулирования земельных рынков, включая создание местных административных органов для установления правил, а дополнительно необходимо поддерживать информационные системы и проводить регулярную оценку земель.

5. Планирование землепользования и сохранение природных ресурсов: разработка нового долгосрочного комплексного подхода к планированию землепользования и сохранению природных ресурсов, включая повышение устойчивости уязвимых сообществ к деградации окружающей среды и изменению климата.[65] Планирование должно быть межпоколенческим, вдохновляющим, с общественным участием, вовлечением всех соответствующих заинтересованных сторон, а также основанным на эффективном сборе и обработке исчерпывающих данных.

6. Защита земель: проблема захвата земель является сложной и требует территориального видения, которое 1) признает права местных общин на пользование, управление и контроль над земельными и другими природными ресурсами как основу для проектов развития, проводящихся по инициативе общим, а также для создания равноправных и справедливых обществ; и 2) поощряет социально, экономически и экологически устойчивые модели инвестирования в сельское хозяйство и другие виды деятельности, связанные с использованием сельских земель.

© Инициатива «Экономика деградации земель» (ELD)

2. ГЕНДЕРНЫЕ ВОПРОСЫ

Гендерная динамика и отношения общества и окружающей среды определяют способность женщин и мужчин управлять своими средствами к существованию и землей. Женщины во многих развивающихся странах зачастую лишены права собственности, владения или контроля над землей, ее ресурсами или промышленным производством. Женщины, чьи права держатся на поддержке их мужей, братьев или отцов, становятся еще более уязвимыми, поскольку они могут потерять свои права собственности или владения землей в случае миграции, вдовства, развода или оставления.[66] Землевладение часто рассматривается как позитивный элемент, способствующий развитию рациональных методов управления земельными ресурсами, повышению урожайности, а также росту влияния при принятии решений в общинах.[67] По мере изменений в общественной структуре, больше мужчин мигрируют в поисках работы или подвержены повышенному уровню смертности, в результате чего женщины могут оставаться ответственными за ведение домашних хозяйств.[68]

Во многих районах доля женщин-фермеров постепенно увеличивается, а происходящая во многих странах феминизация сельского хозяйства продолжает менять восприятие роли женщин в фермерских хозяйствах.

Женщины играют важную роль во многих формах управления земельными ресурсами, включая производство продуктов питания, но часто оказываются в невыгодном положении из-за укоренившихся гендерных прав, ролей и обязанностей, что приводит к уменьшению качества жизни для них и их детей. Считается, что женщины составляют 43% экономически активного населения, занятого в сельском хозяйстве, со значительной вариацией по регионам (в Латинской Америке и в Африке средние значения ниже).[69] Многие женщины работают на семейных фермах в качестве бесплатной рабочей силы, а не как фермеры. В Европе женщины составляют 41% сельскохозяйственных рабочих, но за этим скрываются многочисленные различия между странами.[70] В США менее 3% среди «коммерческих» фермеров, ведущих стабильную, успешную деятельность составляют женщины, а средний доход мужчин-фермеров в 17 раз выше среднего дохода женщин.[71] По-прежнему нет точной оценки доли продовольствия, производимого женщинами,[72] а некоторые исследователи считают, что число женщин-фермеров преувеличено,[73] но значимость их роли не вызывает сомнений.

По сравнению с фермерами-мужчинами, объем производства на единицу земельной площади для женщин-фермеров по прежнему остается ниже[74] ,а их участие в коммерческой деятельности менее вероятно[75]. Это связано с тем, что женщины обычно имеют фермы меньших размеров на более маргинальных землях; меньший доступ к технической информации и кредитным учреждениям; сталкиваются с социальными ограничениями и семейными обязанностями, которые препятствуют росту продуктивности; а также зачастую имеют больше зависимых родственников и относительно меньше рабочей силы для оказания помощи при проведении работ. Службы по распространению сельскохозяйственных знаний обычно ориентированы на мужчин, а в некоторых обществах культурные нормы дополнительно препятствуют работе таких специалистов мужского пола с женщинами-фермерами. Однако, при устранении этих ограничений, женщины-фермеры показывают такую же или более высокую среднюю продуктивность по сравнению с мужчинами.[76] Устранение гендерного разрыва в использовании ресурсов и технологий может увеличить урожайность у женщин-фермеров на 20 – 30%, а общий объем производства сельскохозяйственной продукции в развивающихся странах на 2,5 – 4%.[77]

Гендерные различия также существуют в отношении животноводства, хотя об относительной производительности ферм женщин и мужчин в этой сфере известно гораздо меньше.[78] По оценкам, женщины составляют две трети бедных животноводов и чаще держат в хозяйстве домашнюю птицу и другие виды животных.[79] Однако с ростом масштабов животноводческих предприятий часто отмечается снижение роли женщин.[80]

Как бы то ни было, происходит изменение гендерных ролей в сельском хозяйстве. Переселение мужчин из сельских районов в поисках работы является важным фактором не только в увеличении рабочей нагрузки на женщин-фермеров, но и в формировании новых ролей для женщин. Переселение вынуждает женщин, помимо их деятельности по сельскохозяйственному производству и ведению домашнего хозяйства, выполнять некоторые из традиционно мужских работ, такие как уход за сельскохозяйственными животными[81] и участие в приносящих доход видах деятельности.[82] Во многих районах доля женщин-фермеров постепенно увеличивается, а происходящая во многих странах феминизация сельского хозяйства продолжает менять восприятие роли женщин на фермах.[83]

В частности, в развивающихся странах женщины традиционно были ответственны за многие другие аспекты пользования и управления землей, включая сбор и подготовку топливной древесины, воды, кормов, лекарственных трав, фруктов и семян.[84] Было подсчитано, что в некоторых частях Кении, только чтобы принести воду, женщины могут расходовать до 85% калорий, потребляемых ежедневно.[85] В сухих тропических лесах за сбор топливной древесины в основном отвечают женщины, если это не запрещено социальными ограничениями, такими как Пурда (затворничество женщин).[86] Деградация окружающей среды увеличивает нагрузку на женщин: например, за последнюю четверть века примерно на 60% увеличилось время, необходимое для сбора дров в Гималаях, что связано со снижением продуктивности лесов; практически всей подобной работой занимаются женщины и дети.[87]

Сельские женщины относятся к наиболее уязвимым среди маргинализованных групп населения, страдающих от деградации земель, что ставит на первый план разработку и реализацию стратегии в отношении нейтральности деградации земель с учетом гендерных факторов на местном и государственном уровне. При деградации земель сельских домашних хозяйств, нагрузка на женщин увеличивается, потому что им необходимо изыскивать дополнительные способы восполнить спад в производстве продуктов питания, сохраняя при этом свои роли по рождению и воспитанию детей. Для этого они обычно вынуждены работать по найму на более состоятельных фермеров или заниматься мелкой торговлей чтобы прокормить свои семьи.[88]

Один из способов, используемых женщинами чтобы справляться сразу с несколькими ролями — это создание групп, где они помогают друг другу с производственными

© Петтери Кокконен (Petteri Kokkonen)/ПРООН

Блок 5.4. Понимание связи гендерных ролей и земли

Для изучения гендерных ролей существуют различные теоретические основы. *Экофеминизм* охватывает «спектр различных феминистских взглядов на характер связей между притеснением женщин (и других угнетенных людей) и потребительским отношением к природе...» наряду с «не-патриархальной теорией и практикой в отношении человечества и окружающей среды.»[93] *Анализ уязвимости человека* может быть применен, например, к позиционированию сторон в отношении деградации земель и определении роли государства в предоставлении привилегий и покровительства мужчинам в ущерб женщинам. *Анализ уязвимости* подчеркивает важность применения концепции жизненного цикла к решению социальных проблем, уделяя особое внимание потребностям, вытекающим из ролей, обязанностей и социально-возрастного статуса.[94] В то время как экофеминизм фокусируется на патриархальном подходе к природе, анализ уязвимости рассматривает варианты эффективных мер для принятия со стороны правительства. Анализ уязвимости требует признания преимущественно выполняемых женщинами скрытых задач, связанных с продолжением рода и заботой о хозяйстве в семье; эта роль, связанная с заботой о хозяйстве, распространяется на землю, ведь средства к существованию для женщин-фермеров не рассматриваются как нечто значимое, и поэтому не входят в состав валового внутреннего продукта. В контексте деградации земель, подход заключается в изучении того, как гендерное неравенство ставит женщин-фермеров в менее устойчивое социально-экономическое положение в отношении поддержания или повышения продуктивности земель, а также реагирования на изменения климата.

обязанностями (например, пахотные и посевные работы, сбор урожая), по уходу за детьми сотрудничают иным образом, например, предоставляя финансовые услуги. Такие группы можно встретить во многих странах Африки,[89] Азии,[90] и США.[91] Изменения климата и их последствия усиливают существующее гендерное неравенство, оказывая дополнительное давление на «и без того хрупкие, недооцененные и неустойчивые гендерные роли на уровне сообщества, которые определяют характер и степень незащищенности, уязвимости и негативных последствий».[92] Важнейшая роль женщин как производителей товаров и услуг делает их важным стратегическим партнером как в реализации ЦУР, так и в повестке дня в области изменения климата.

Традиционные системы наследования и передачи имущества, особенно сельскохозяйственных земель, являются преимущественно патрилинейными; однако теперь все большее число стран признают права женщин на землю в своих конституциях и законах. В Лаосе замужняя женщина имеет право на половину любого имущества, приобретенного во время брака;[95] в Руанде права женщин на землю признаны на законодательном уровне.[96] В тех случаях, когда у женщин-фермеров уже имеются неофициальные или обычные права на землю, иногда возможно получение официального права собственности путем перевода права, основанного на обычае, в зарегистрированное государством право собственности, или путем юридического закрепления и кодификации обычного права в государственном реестре.[97] Однако в большинстве развивающихся стран женщины могут получить доступ к земле и связанным с ней природным ресурсам только посредством своих мужей или родственников-мужчин. Это особенно важно для женщин, которые становятся де-факто главами семей в результате миграции, ухода мужчин, развода или смерти мужа. Как в городских, так и в сельских районах независимое право собственности в таких случаях может означать разницу между зависимостью от поддержки со стороны семьи или благотворительности, и возможностью создания успешного, самостоятельного домашнего хозяйства, возглавляемого женщиной.[98]

Изменения происходят медленно, а правовые реформы не всегда соответствуют фактическим переменам на местах для общин, столкнувшихся с наиболее серьезной деградацией земель. Даже в случае проведения реформ, их общественное принятие и темп изменений могут быть замедлены обычаями и традициями. Более половины выданных сертификатов на землю в рамках программы аграрных реформ на Филиппинах до сих пор не включают имя жены, несмотря на давний указ включать имена обоих супругов.[99]

Более половины выданных сертификатов на землю в рамках программы аграрных реформ на Филиппинах до сих пор не включают имя жены, несмотря на давний указ включать имена обоих супругов.

Блок 5.5. Гендерные стратегии для достижения нейтрального баланса деградации земель

Задача ЦУР 5.в состоит в том, чтобы «*принимать и закреплять обоснованную политику и законы, применимые в принудительном порядке, для достижения гендерного равенства и расширения прав и возможностей всех женщин и девочек*». Эти стратегии должны быть направлены на обеспечение гендерного равенства, что поможет смягчить несправедливые последствия патриархальных норм и настроений, которые по-прежнему преобладают во многих сельских сообществах во всем мире. К таким стратегиям относятся:[100]

- признание и привлечение женщин к управлению земельными ресурсами в различных аспектах, в том числе в качестве фермеров, а не только работников фермерских хозяйств;[101]
- обеспечение того, чтобы все инициативы, направленные на реабилитацию и восстановление деградированных земель, учитывали гендерную проблематику и отвечали интересам и потребностям женщин-фермеров и женщин, осуществляющих управление земельными ресурсами;
- обмен передовым опытом и, при необходимости, изменение законодательства с целью позволить женщинам преодолевать сложности в обеспечении прав владения землей и пользования ресурсами;
- борьба с порочными законами и политическими курсами, препятствующими повышению производительности труда и развитию женщин в сфере производства продуктов питания;
- обеспечение доступа к услугам по распространению сельскохозяйственных знаний для женщин с учетом их гендерных потребностей, равно как и мужчин,[102] например, путем обучения женщин-специалистов по распространению сельскохозяйственных знаний, изменения педагогической практики, введения равноправных инициатив, профессиональной переподготовки и т. д.;[103]
- обеспечение женщинам-фермерам непосредственного доступа к ресурсам и финансовым услугам, таким как схемы микрофинансирования, доступным не только при участии мужей;[104]
- поддержка социального голоса женщин-землепользователей на всех уровнях политического процесса путем проведения реформ, наращивания потенциала и стимулирования;
- расширение участия женщин в сельскохозяйственных исследованиях и разработках[105].

3. НЕДОСТАТОК РЕСУРСОВ

Конфликты, связанные с дефицитом ресурсов, могут становиться причиной дополнительного локального, а иногда и глобального давления. Со времени публикации доклада Римского клуба под названием «Пределы роста» в 1972 году,[106] все больше внимания уделяется беспокойству об истощении природных ресурсов Земли со временем. Волатильность цен и локальная конкуренция за ограниченные природные ресурсы могут лежать в основе будущей нестабильности и конфликтов. Несмотря на точность многих ранних исследований в признании того, что близится предел доступного уровня мировых ресурсов, сроки его наступления зачастую были чрезмерно пессимистичными; мир уже пережил многие из предсказанных переломных моментов в плане обеспеченности продовольствием, полезными ископаемыми и энергией. Но как долго это сможет продолжаться?

Дефицит в прошлом зачастую был не фактической нехваткой ресурсов, а следствием стратегии в отношении как[107] энергии, так и продовольствия,[108] или сочетания этих факторов.[109] Предыдущие ошибки также подчеркивают сложность оценки ресурсов в глобальном масштабе.

В оценке оставшихся запасов полезных ископаемых и других материалов различают запасы и ресурсы: запасы достаточно хорошо разведаны и доступны с использованием современных технологий, а ресурсы (включая их количество) разведаны в меньшей степени и, возможно, не являются экономически целесообразными по причине высоких финансовых или экологических издержек при добыче. Некоторые аналитики включают третью категорию «неразведанных» ресурсов, которые вытекают из общего понимания геологии и рельефа. Наши знания о количестве глобальных ресурсов менее точны, чем принято думать. В 2004 году нефтяная компания Shell потрясла финансовый рынок, снизив свою оценку о собственных о запасах нефти примерно на одну треть, при этом запасы «усохли» более чем на 4 млрд. баррелей. В Таблице 5.1 сведены данные об изученности некоторых важных ресурсов на фоне роста их потребления. Годовая добыча промышленного сырья в мире за период 1970 — 2010 гг. выросла с 22 млрд. т до примерно 70 млрд. т, при этом наибольший рост пришелся на неметаллические строительные материалы; за этот период также наблюдалось общее снижение эффективности использования материалов, за счет чего уровень добычи превысил статистические показатели.[110]

Таблица 5.1. **Всемирный обзор в области ключевых природных ресурсов**

Природные ресурсы	Оценка доступности
Земля	Доступность качественных сельскохозяйственных земель на душу населения снижается как следствие роста численности населения, урбанизации, увеличения спроса на продовольственные и непродовольственные культуры, а также деградации земель, что приводит к использованию маргинальных территорий и непрерывному преобразованию природных экосистем. См. Вторую часть.
Продовольствие	Результаты большинства анализов указывают на то, что рост численности населения и уровня потребления окажет давление на способность агрономов и фермеров поддерживать соответствующий темп роста продуктивности. В этих условиях решением проблемы глобального дефицита могло бы стать сокращение отходов и изменение привычек питания, в частности сокращения доли потребляемых продуктов животного происхождения. См. главу 7.
Вода	Количество воды остается неизменным, но изменяется ее доступность в разных частях мира, и во многих местах ожидается рост проблем, связанных с дефицитом водных ресурсов. См. главу 8.
Нефть и природный газ	Некоторые аналитики считают, что уровень добычи нефти достиг своего максимума, и мир столкнется с нехваткой энергетических ресурсов;[111] другие имеют расхожее мнение.[112] Многие считают, что существующих запасов нефти и природного газа хватит для перехода на возобновляемые источники энергии; оценка показывает, что имеющегося уровня запасов более чем достаточно, но большинство из них классифицируется как ресурсы, а не запасы, а это означает, что они не полностью разведаны или доступные для их извлечения технологии не позволяют сделать это экономически или экологически целесообразным образом.[113] См. главу 10.
Каменный уголь	Теоретически, имеющихся запасов хватит еще на сотни лет, но они сосредоточены в нескольких странах; по прогнозам некоторых аналитиков, к середине века дешевый уголь закончится, а его производство достигнет максимума, что произойдет вследствие ряда факторов, включая проблемы, связанные с климатом и загрязнением окружающей среды.[114]
Древесина	Уровень запасов промышленной древесины является достаточным. В настоящее время 1,2 млрд. га площади лесов используются в производственных целях, половина из них — в странах с высоким доходом, и только 8% — в странах с низким уровнем доходов: объем вырубки за 2011 год составил порядка 3 млрд. м^3, или менее 1% от запасов насаждений.[115] Устойчивое лесопользование во многих тропических странах по прежнему в целом отсутствует, хотя площадь территорий, признанных устойчиво управляемыми, растет.[116] Доступность некоторых высокоценных видов древесных пород, особенно тропических лиственных пород, снижается, что приводит к разрушительным последствиям для оставшихся естественных лесов. По оценкам, около половины продаж тропической древесины в 2004 г. было осуществлено незаконно.[117]
Топливная древесина	Существующий в некоторых районах дефицит имеет важные социальные и экологические последствия.[118]
Азот	Аммиак получают при промышленном синтезе по методу Габера-Боша в ходе реакции атмосферного азота и водорода, который обычно извлекают из природного газа, что позволяет производить неограниченное количество нитратных удобрений в крупных масштабах, при условии низкой стоимости энергии.
Фосфаты	В основном добываются из фосфоритов; мировые запасы закончатся в течение 50 – 100 лет, а по некоторым прогнозам максимальное значение будет достигнуто в районе 2030 года.[119] Уровень глобальных ресурсов не определен и в значительной степени зависит от очень крупных предполагаемых запасов в Марокко.[120] В то же время отмечен рост в области технологий переработки фосфатов.[121]
Калий	Уровень запасов калия все еще высокий, хотя они сосредоточены в нескольких странах, особенно в Канаде (Саскачеван) и России.[122]
Железо	Геологическая служба США оценивает мировые запасы сырой железной руды в 800 млрд. т, содержащих 230 млрд. т железа; этого достаточно для поддержания текущего уровня производства в течение 200 лет.[123]
Медь	Предполагается, что запасы меди составляют 680 млн. т,[124] а текущие ресурсы меди оцениваются в 2100 млн. т; при этом, по оценкам, еще около 3500 млн. т относятся к категории потенциальных ресурсов.[125]

© Фото ООН/Марк Гартен (Mark Garten)

Блок 5.6. Добыча песка[126]

Наибольшая объемная доля добываемых в мире материалов приходится на песок и гравий. Мировое производство в 2000 году оценивается свыше 15 млрд. т. Прибрежные пески с высоким содержанием кремнезема использовались в производстве стекла, однако из-за роли дюн в защите окружающей среды и смягчении последствий природных катастроф, их разработка в настоящее время в целом запрещена. Песок из флювиогляциальных отложений и флювиальных русел, озер, лагун и пойм используется при строительстве. Морской намывной песок составляет значительную часть общего объема добычи, особенно в северо-западной Европе. Добыча речного песка в некоторых районах происходила в настолько крупных масштабах, что во многих частях мира отмечается его нехватка. Непрерывная и неизбирательная добыча песка может нанести необратимый ущерб экологии и экономике в результате трансформации среды обитания и связанного с ней биологического разнообразия, разрушения объектов гражданского строительства в районах рек, сокращения важных экосистемных услуг, сокращения запасов подземных вод, а также воздействия на качество питьевой воды. Экологические последствия добычи песков редко фигурируют в анализе затрат и выгод или оценке воздействия на окружающую среду добывающих отраслей, что делает добычу более прибыльной по сравнению с другими альтернативами. При разработке адекватных систем регулирования с целью разумного использования серьезной проблемой является отсутствие информации о неблагоприятных последствиях. Хотя в некоторых странах существуют механизмы для борьбы с добычей песка на месте (например, в Австралии и Малайзии), доказавшие свою эффективность в защите речных и других систем производства песка, многим развивающимся странам следует усилить свою политику для достижения более устойчивого темпа легальной добычи и борьбы с незаконной добычей песка.

Вкратце, чтобы добиться более устойчивого использования песка, необходимо:

- использовать речной песок в строительстве, а не для засыпки и мелиорации земли;
- применять новые строительные технологии, требующие меньше песка;
- применять новые технологии, позволяющие использовать все сорта песка в строительстве;
- создавать альтернативы бетону и цементно-песчаной смеси в технологии строительства;
- ввести систему штрафов за незаконное и чрезмерное использование песка.

4. НЕРАВЕНСТВО ДОХОДОВ И НЕУСТОЙЧИВЫЕ МОДЕЛИ ПОТРЕБЛЕНИЯ

Рост и неравенство доходов влияют на земельную базу двумя основными способами. Во-первых, в результате общего роста среднего класса во многих странах увеличивается доля населения с располагаемым доходом, что приводит к росту уровня потребления, а в некоторых случаях и спроса на дефицитные ресурсы, или ресурсы, в ходе производства которых создается непропорциональная нагрузка на землю. Во-вторых, наблюдается беспрецедентный рост неравенства доходов, приводящий к вытеснению более бедного населения на маргинальные земли, где существует повышенная вероятность деградации, равно как и рисков гражданских конфликтов.[127]

Цель 10 устойчивого развития направлена на «*сокращение неравенства внутри стран и между ними*», а задача 10.1 побуждает страны «*постепенно достичь и поддерживать рост доходов наименее обеспеченных 40% населения на уровне, превышающем средний по стране*».

Огромное развитие индустрии моды и ускоренный оборот одежды привели к резкому подъему производства хлопка, при выращивании которого используется около четверти мирового расхода пестицидов, что делает его одним из лидеров по данному показателю.

Модели повышения потребления ведут к росту давления на земельные ресурсы: почву, воду, биологическое разнообразие и минеральное сыре. Мировая экономика основана на росте человеческого потребления, это явление было открыто еще поколение назад,[128] и его темпы продолжают расти. Влияние уровней потребления более сложное, чем просто рост количества используемых продуктов. Например, огромное развитие индустрии моды и ускоренный оборот одежды привели к резкому подъему производства хлопка, при выращивании которого используется около четверти мирового расхода пестицидов, что делает его одним из лидеров по данному показателю.[129] Рассмотренный в главе 7 взрывной спрос на интенсивные, высокобелковые продукты питания был сопряжен, среди прочего, с огромными потерями лесных территорий с целью выращивания соевых бобов и создания пастбищных угодий для крупного рогатого скота. Рост средних классов в некоторых развивающихся странах также финансирует развитие забоя и продажи диких животных,[130] а также торговли их мясом: наиболее известны случаи с крупными хищниками, такими как тигры, но существуют и новые рынки спроса на диких млекопитающих, птиц и рептилий, что угрожает исчезновению целых видов. Кризис в области рационального природопользования также связан с другими рынками спроса на продукцию, добываемую в дикой природе, такую как слоновая кость[131] или используемый в медицинских целях рог носорога[132,133].

Еще больше сложностей встречается в области неравенства доходов. Совокупное состояние людей, относящихся к богатейшему проценту мирового населения, превышает совокупное состояние остального населения Земли; состояние всего восьми человек равно состоянию беднейшей половины человечества. За последние 30 лет рост доходов беднейшей половины человечества был нулевым, в то время как доходы богатейшего процента выросли на 300%.[134] Прямые причинно-следственные связи между бедностью и деградацией земель оспариваются, хотя существует перевес доказательств в пользу того, что социальное неравенство негативно сказывается на состоянии окружающей среды, чем (вероятно) объясняется меньший видимый уровень здоровья сообществ с высокой степенью неравенства.[135]

5. МИГРАЦИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ

По оценкам, 244 млн. людей живут и работают за пределами страны своего рождения;[136] гораздо большее число мигрируют внутри своих стран. Множество причин для миграции включают стремление к лучшей жизни, побег от репрессивных режимов или тяжелых экологических условий. Когда условия ухудшаются, у людей есть два варианта: остаться на месте и попытаться исправить свое положение, или переехать в другое место. Многие люди выбирают последнее, хотя для самых бедных и наиболее уязвимых переезд может оказаться невозможным. Мобильность и способность мигрировать являются важными стратегиями жизнеобеспечения, особенно среди сельского населения, зависящего от наземных товаров и услуг, но также и среди богатых и образованных, которые готовы к переезду преследуя карьерные или экономические возможности.

Цель устойчивого развития 10.7 призывает страны «*содействовать упорядоченной, безопасной, законной и ответственной миграции и мобильности людей, в том числе с помощью проведения спланированной и хорошо продуманной миграционной политики*».

Выделяют три формы мобильности населения: миграция людей, перемещающихся внутри или за пределами своей страны по социально-экономическим причинам; переселение, обычно означающее вынужденное перемещение вследствие конфликта или катастрофы; и планируемое распределение, перемещение общин в более безопасные районы в связи с необратимыми экологическими изменениями. Несмотря на то, что миграция бывает положительной стратегией адаптации, переселение может приводить к росту уязвимости, а планируемое распределение зачастую приводит к смешанным результатам, когда люди покидают опасную зону, но при этом могут становится уязвимыми к новым факторам.[137]

В некоторых районах миграция связана с перенаселением в результате давления на земельные ресурсы, в то время как в других районах способствующими факторами выступают сокращение численности населения и деградация земель. Миграция с большей вероятностью становится стратегией борьбы с изменением климата в уязвимых экосистемах, таких как засушливые районы, горы и прибрежные зоны с низкой высотой над уровнем моря.[138]Наиболее распространенной является сельско-городская миграция, когда люди перебираются из сельских районов в большие и малые города. В некоторых странах правительства поощряют миграцию из перенаселенных пригородных районов в менее развитые районы, граничащие с природными территориями, тем самым поощряя вырубку и преобразование лесных земель, а также усиление деградации земель в новых районах. Известный пример такого подхода со смешанными результатами — трансмиграционная программа в Индонезии.[139]

Миграция преимущественно происходит внутри стран, а основной объем международной миграции происходит между соседними странами.

Миграция преимущественно происходит внутри стран, а основной объем международной миграции происходит между соседними странами. Международная миграция на дальние расстояния из стран с низким уровнем дохода в более богатые страны составляет в среднем более 4 млн. человек в год, что соответствует относительно небольшой доле более чем 200 млн. международных мигрантов во всем мире,[140] хотя число «вынужденных переселенцев» в настоящее время растет.[141] Мигранты, как правило, переселяются в места, куда ранее переселялись подобные им люди, используя семейные или социальные связи, чтобы облегчить путешествие и закрепиться по прибытии.[142] Миграционные предпочтения в течение человеческой жизни меняются, при этом в любом обществе самой мобильной группой населения обычно является молодежь, хотя миграция происходит и среди пенсионеров, которые часто возвращаются к своим корням.[143]

Миграция может носить временный или постоянный характер и проводиться упорядоченным образом, или внезапно вследствие стихийного бедствия, политических репрессий или конфликтов. Проследить связь между деградацией земель и миграцией сложно. На них влияют социальные, экономические, политические, демографические и экологические процессы, действующие на местном и глобальном уровнях. Большая часть миграции, связанной с деградацией земель, происходит не в условиях абсолютного бедствия, а по мере поиска семьями возможностей для создания новых источников дохода и снижения своей подверженности рискам и опасностям, связанным с работой на земле. Хотя миграция может быть как добровольной, так и принудительной, чаще всего оба фактора играют роль в принятии решения.

По оценкам, глобальное число вынужденных мигрантов (т. е. беженцев и перемещенных лиц) и лиц без гражданства составляет 65 млн. людей,[144] две трети из которых являются вынужденными переселенцами.[145] Добровольных мигрантов иногда привлекают такие экономическими выгоды, как рынки труда, цены на товары, стоимость жилья и оценка трудовых навыков,[146] а также они ищут способ для сокращения и диверсификации уязвимости своих семей к экономической неопределенности и неожиданным трудностям.[147] Например, сельское население Западной Африки использует стратегию миграции чтобы справляться с присущей региону сезонностью климата,[148] молодые люди отправляются в города в сухой сезон чтобы снизить нагрузку на семейный продовольственный бюджет и в попытках заработка.[149] Во многих беднейших странах значительную часть доходов домашних хозяйств составляют деньги, присылаемые уехавшими мигрантами;[150] но, поскольку беднейшие слои населения зачастую не имеют возможности мигрировать, неравенство усиливается в еще большей степени. Миграция может быть важным фактором в стратегиях устойчивого жизнеобеспечения, особенно в засушливых районах.[151]

Влияние изменения окружающей среды на миграцию

Термин «экологический беженец» был предложен для описания лиц, вынужденных оставить свое традиционное место проживания из-за голода или других бедствий,[152] и включает людей, насильственно перемещенных чтобы освободить место для строительства плотин и другой инфраструктуры.[153] Прогнозируемая численность экологических беженцев составляет миллионы человек.[154] Организация Объединенных Наций сыграла значимую роль в установлении связей между перемещением и конфликтами населения и ресурсными проблемами, включая анализ гражданских войн за последние 70 лет, который указывает, что по меньшей мере 40% имеют отношение к спорам о контроле или пользовании природными ресурсами, такими как земля, вода, минеральное сырье или нефть.[155] Тем не менее, многие аналитики с осторожностью воспринимают возможную роль окружающей среды как непосредственной движущей силы в миграции населения,[156] разделившись на «паникеров» и «скептиков».[157] Ученые с неохотой воспринимают связь между экологическими изменениями и человеческой миграцией, опасаясь быть обвиненными в географическом детерминизме,[158] и утверждают, что оценки преувеличены,[159] но политики, военные и правительство все чаще рассматривают это явление как действительность.

Термины *«экологический беженец»* и *«климатический беженец»*, используемые социальными активистами, не имеют статуса в международном праве, в котором понятие «беженец» ограничено лицами, пересекающими национальные границы чтобы избежать политического или религиозного преследования. Это привело к частому игнорированию окружающей среды и климата в обсуждении вопросов миграции. Международное право по-прежнему ограничено в своей способности решать проблемы движения населения по причине климата и окружающей среды, хотя тот факт, что Канкунские соглашения об адаптации признают миграцию, переселение и распределение в качестве стратегий адаптации, является позитивной тенденцией.[160] Совсем недавно одной из движущих сил миграции была признана уязвимость к изменению климата,[161] рассматриваемая как один из способов, с помощью которого люди справляются и адаптируются к изменениям окружающей среды.[162,163]

© Оливье Шассо (Olivier Chassot)

Деградация земель и миграция

Рост численности населения приводит к давлению на потенциальную продуктивность земель. Иногда это давление можно компенсировать, по крайней мере на время, инновациями, увеличением производства и/или сотрудничеством в производстве продуктов питания:[164] район в кенийском регионе Макакос, некогда подвергнутый сильной эрозии почв, был реабилитирован методами консервации, причиной использования которых частично стал рост численности населения.[165] Однако в других случаях дисбаланс между численностью населения и потенциальной продуктивностью земель может привести к масштабному переселению, как произошло в странах Африки к югу от Сахары в 1980-х и начале 1990-х годов.[166] Инновации более вероятны, когда люди имеют гарантии владения землей и заинтересованы в своем присутствии на ней,[167] что подтверждается многочисленными примерами по обоим пунктам.[168]

Стратегия миграции из сельских районов, как правило, была крайней мерой для домашних хозяйств, испытывающих потерю сельскохозяйственных культур или скота из-за засухи.

Миграция может стать результатом деградации земель, и наоборот; иногда оба эти явления происходят одновременно. Таким образом, деградация земель и миграция зачастую являются тесно взаимосвязанными процессами, на которые также влияет рост численности населения и перевод традиционных или общинных прав владения землей в частную собственность. В настоящее время нет достоверных статистических данных о количестве людей во всем мире, которые могли прямо или косвенно быть вынуждены мигрировать вследствие деградации земель.

Грубые оценки показывают, что на текущий момент их общее количество уже составляет миллионы, вероятно, десятки миллионов человек в год, и большинство из них являются сельскими жителями.[169] Согласно некоторым прогнозам, к 2050 году по экологическим причинам будет переселено до 200 млн. людей.[170,171] Другие оценки признают факторы окружающей среды как важные вторичные движущие силы,[172] или мультипликатор угроз,[173] и выделяют горячие точки на территории стран Африки к югу от Сахары, Ближнего Востока, Центральной Азии и прибрежных районов Восточной, Южной и Юго-Восточной Азии.[174]

Мелкие фермеры, работающие в засушливых районах, используют стратегию сезонной трудовой миграции чтобы справляться с общей изменчивостью количества осадков.[175] Долгосрочные процессы внутренней миграции, особенно увеличивающаяся тенденция к сельско-городской миграции, обусловлены прежде всего социальными и экономическими процессами,[176] но постепенная деградация земель также вносит свой вклад. Ключевой движущей силой деградации земель в традиционных пастбищных регионах является ограждение земель и переход от общинного к частному владению с тем чтобы способствовать коммерческому развитию и интенсификации животноводческого и сельскохозяйственного производства. В Восточной Африке некоторые скотоводы, все более ограниченные меньшими территориями, вынуждены держать больше животных на деградирующих пастбищах и приобретать дополнительные корма или пасти свои стада в районах, где возникает конфликт с другими землепользователями.[177,178] Напряженность увеличивается за счет роста численности поголовья и может усугубляться правительственными попытками заставить кочевых фермеров вести оседлый образ жизни. Такое сочетание факторов создает растущую потребность в денежных средствах, что подталкивает молодежь мигрировать в городские центры.[179] Подобный процесс происходит в Андах, где коллективная модель управления земельными ресурсами «Кампесино» подрывается со стороны правительства,[180] что приводит к фрагментации пастбищных угодий и, как следствие, к увеличению плотности поголовья,[181] деградации земель и миграции.[182] Образовался самоподкрепляющийся процесс расселения, миграции в поисках заработка и роста интеграции ранее сельского населения в рыночную экономику.

Такая миграция может оказаться в большей части временной. В Эфиопии миграция традиционно происходила в засушливых сельских районах, в том числе временная, сезонная и неопределенная по продолжительности миграция.[183] Стратегия миграции из сельских районов, как правило, была крайней мерой для домашних хозяйств, испытывающих потерю сельскохозяйственных культур или скота из-за засухи.[184]

Блок 5.7. Общие характеристики миграции, связанной с деградацией земель

- Как и вся миграция в целом, связанная с деградацией земель миграция происходит преимущественно внутри страны или между соседними странами.
- Значительное влияние на миграцию во многих засушливых районах оказывают неравномерное распределение осадков, экстремальные температуры, обезлесение, чрезмерный выпас и засухи.
- Наибольшая доля миграции приходится на трудовую миграцию, обеспечивающую стратегическую возможность для преодоления рисков, связанных с проживанием в неблагоприятной обстановке.
- Миграция в целом, хоть и не всегда, направлена из районов с высокими темпами деградации в районы с меньшими темпами.
- Темпы миграции высоки там, где правительства не желают принимать меры реагирования на деградацию земель.
- Социальные сети облегчают процесс миграции, снижая связанные затраты и направляя миграцию по определенным путям.
- Миграция происходит неравномерно в гендерном плане, так как на покинутых землях остается непропорционально высокое число женщин, детей и пожилых людей.
- Деградация земель и миграция могут усугублять существующие ситуации социальной напряженности.
- Изменение климата повлияет на миграцию, вероятно способствуя оставлению подверженных засухам или деградированных районов.
- Измерение и мониторинг миграционных процессов улучшаются, но достоверных данных все еще недостаточно, особенно по внутренней миграции.

В Мексике уровень миграции связан с засухой, хотя еще одной важной движущей силой является получение дополнительных доходов для содержания оставшихся дома членов семьи.[185] Хотя большая часть миграции происходит внутри Мексики, часть молодых людей также мигрирует в Соединенные Штаты,[186] а через пару лет после засухи их число увеличивается[187] что подчеркивает значимость миграции как стратегии адаптации для фермеров, работающих в засушливых районах;[188] и наоборот, когда количество осадков выше среднего, а продуктивность сельского хозяйства выше обычных значений, миграция в США резко сокращается.[189] В Китае проживает около 120 млн. мигрантов без документов — преимущественно в прибрежных городах с высоким темпом экономического роста; многие из них происходят из бедных семей, живущих в регионах деградированных засушливых земель.[190]

Одинаково важно понять не только откуда происходит миграция населения, но и куда она движется;[191] внезапный приток населения может привести к дальнейшей деградации окружающей среды в других регионах. В Эфиопии человеческая миграция является как следствием, так и причиной ухудшения состояния окружающей среды.[192] В тропических регионах потеря лесов все в большей степени связана с их эксплуатацией в пользу иностранных коммерческих интересов с использованием неустойчивых методов лесозаготовки;[193] это часто приводит к более повышенным темпам деградации по сравнению с мелкомасштабным лесоводством.[194] Очищенные от леса районы часто используются для ведения коммерческого сельского хозяйства или выпаса скота, то приводит к вытеснению местного и коренного населения. Коммерческие лесохозяйственные компании часто активно избегают принимать на работу местных жителей, предпочитая нанимать мигрантов.[195]

Во многих сельских районах Центральной и Южной Америки, Южной и Юго-Восточной Азии, а также в странах Африки к югу от Сахары, кустарная разработка полезных ископаемых привлекает мигрантов в те районы, где такая деятельность не контролируется или осуществляется тайно.[196] По оценкам, в кустарной разработке полезных ископаемых занято около 10 – 20 млн. человек во всем мире.[197] Добыча полезных ископаемых кустарным способом является важной движущей силой деградации окружающей среды, к которой можно отнести обезлесение,[198] эрозию,[199] загрязнение воды, почв и грунтовых вод ртутью.[200]

Миграция в результате утери сельскохозяйственных земель может быть последствием спланированных действий или какого-либо серьезного бедствия. По оценкам, от 20 до 40 млн. людей во всем мире были переселены из-за строительства плотин в 2000 году.[206] Один лишь проект «Три ущелья» в Китае, завершившийся в 2012 году, привел к переселению около 1,3 млн. человек.[207] Многие новые земли, на которые были переселены фермеры, оказались на крутых склонах и подвержены эрозии,[208] что вызвало дальнейшую миграцию в города.[209]

Блок 5.8. Миграция в Китае

Существующая в Китае система контроля над землепользованием и регистрацией домашних хозяйств (*хукоу*) позволяет очень четко отслеживать направления миграции населения. Пользование сельскохозяйственными землями контролируется государством, а в последние десятилетия наблюдается рост в развитии конфликтных ситуаций, а также большие площади сельскохозяйственных земель выделяются под инфраструктурные проекты и рост городских районов, что непосредственно привело к переселению около 50 млн. человек.[201] В западном и центральном Китае большие площади сухих лесов и лугопастбищных угодий деградировали из-за чрезмерного выпаса и перевода в категорию сельскохозяйственных земель.[202] В провинциях Синьцзян и Ганьсу правительственные органы активно поощряли расширение сельскохозяйственной деятельности в маргинальных засушливых районах.[203] На лугопастбищных угодьях Монголии и Тибета по инициативе правительства, зачастую использовавшего в качестве довода чрезмерный выпас, происходило активное перемещение и переселение пасторальных и сельских жителей в города или другие сельские районы, что привело к смешанным последствиям в плане благосостояния переселенного населения.[204] Для домашних хозяйств миграция выступает в качестве средства адаптации, либо легальным путем, как в случае с более состоятельными семьями, либо нелегально как незаконные мигранты, проживающие преимущественно в прибрежных районах.[205] Характер институциональных механизмов в Китае означает что, по сравнению с другими странами, правительство принимает непропорционально высокое участие в управлении как темпами деградации земель, так и миграционными потоками. Результаты оказались неоднозначными; иногда денежные переводы мигрантов домой помогают снизить давление на землю, в то время как в других обезлюдевших районах происходит локальный захват земель, производство на которых наращивается.

Мега-катастрофы, приведшие к широкомасштабной миграции, включают осушение и засоление Аральского моря из-за плохого планирования ирригационных проектов,[210] которые явно осуществлялись преднамеренно, но с непредвиденными последствиями. При резком сокращении площади Аральского моря обнажились осадки с высоким содержанием сельскохозяйственной химии и других токсичных веществ, а уровень хронических респираторных заболеваний и проблем с почками среди населения региона впоследствии значительно превысил средние показатели по стране.[211] Сельскохозяйственные земли стали все более непродуктивными, а грунтовые воды — загрязненными, что привело к проблемам широкомасштабной миграции и обнищания оставшегося населения,[212] для преодоления которых понадобятся в лучшем случае десятилетия.[213]

В будущем изменение климата будет оказывать влияние на динамическое взаимодействие между деградацией земель и миграцией за счет усугубления природных явлений, влияющих на почву, воду и биологическое разнообразие, таких как изменчивость суммы осадков, засухи и экстремальные погодные явления, а также воздействия на сельскохозяйственную продуктивность, которое, в свою очередь, определяет уровень доходов домашних хозяйств и цены на продовольствие. Продуктивность некоторых традиционно продуктивных районов снизится, а других — повысится; чистый баланс с точки зрения продовольственной безопасности трудно предсказать.

Засуха, деградация земель, конфликты и миграция

Существует сложная и плохо изученная связь между деградацией земель, засухами, миграцией и конфликтами с применением силы. В то время как ученые продолжают обсуждать связи между деградацией земель, миграцией и конфликтами, предприятия без лишнего шума организуют свою деятельность. Пока политики обсуждают реальность изменения климата, ответственные за безопасность лица (например, военные) уже многие годы анализируют возможные последствия и планируют ответные меры.[214] Конфликты, особенно между соперничающими группировками внутри государств, например в Африке, предположительно усугубляются за счет засух, миграции, последующей конкуренции с другими группами и, как следствие, социальной напряженности.[215,216]

Медленно наступающие стихийные бедствия, например, связанные с засухой и опустыниванием, могут усилить напряженность между пользователями ресурсов, такими как скотоводы и фермеры, в результате чего могут возникать насильственные конфликты, как правило, на местном уровне.[217] В Судане фермеры сжигали лугопастбищные угодья и уничтожали источники воды для сдерживания кочевых скотоводов;[218] между пасторальными животноводами также может возникать напряженность, если одна группа вынуждена перейти на территорию другой.[219]

Однако процессы, ведущие к насильственному конфликту, неизменно сложны,[220] а в некоторых местах деградация земель и засуха, наоборот, ведут к развитию сотрудничества и совместного использования ресурсов.[221] Текущий консенсус заключается в том, что нехватка ресурсов, деградация земель и внезапные климатические изменения не вызывают конфликтов сами по себе,[222] но являются «мультипликаторами угрозы», увеличивая риск насилия в районах, где напряженность уже высока.[223] В районах Эфиопии, склонных к повстанческой деятельности и общинным конфликтам, наблюдается подъем активности во периоды засух и экстремальных осадков,[224] в то время как на территории Африканского Рога недостаток растительности может усугублять существующие конфликты между пасторальными группами, особенно в случае присутствия других воздействующих факторов, не связанных с окружающей средой.[225] Однако следует отметить, что постоянные конфликты также свойственны и тем районам, где отсутствуют особая экологическая напряженность.

В большинстве случаев недостаток ресурсов окружающей среды может быть урегулирован мирным путем, когда применение широко принятых правил приводит к совместному достижению результатов тем или иным способом.[226,227,228] Вместе с тем, имеются доказательства того, что правильное планирование и управление землепользованием может способствовать снижению напряженности и избежанию конфликтов.[229,230] Такие формы управления могут потенциально внедряться там, где государство не может достичь смягчения конфликта посредством собственных институтов. Например, создание транснациональных парков мира (т. е. охраняемых районов в бывших зонах конфликтов) является проверенным способом обеспечения стабильности в отношениях между сообществами после периодов беспорядков и насилия.[231] Аналогично, данные из Эфиопии показали, что хотя большой приток беженцев и демографическое давление привели к локальному конфликту на почве природных ресурсов, эффективные режимы управления смогли смягчить эту напряженность.[232]

В ближайшем будущем миграция, вероятно, продолжится и даже увеличится. Рост протекционистских настроений в политической направленности ряда крупнейших экономик сопряжен с текущими спорами, сотрясающими Европу, куда ежедневно пробиваются целые морские суда с мигрантами из Африки и Ближнего Востока, преодолевая опасные воды Средиземного моря. В ряде стран действует многолетняя политика исключения представителей других национальностей. Экономический рост других стран, среди которых и те, где подобные вопросы вызывают наибольшее противоречие, в значительной степени зависит от труда мигрантов. В целом миграционные политики прежде были менее сдерживающими.[233] Присутствие в числе мигрантов небольшой доли террористов создает опасения, которые приводят к неприятию людей, спасающихся от войны и гонений, что усугубляет существующие гуманитарные катастрофы.

Срочно необходимо разработать новый подход в области миграции, который был бы тесно связан с рассматриваемыми здесь проблемами. Люди часто мигрируют, потому что чувствуют необходимость в этом. С точки зрения земли, вероятными причинами могут быть плохие урожаи, недостаточный доступ к земле и ресурсам, низкие правовые гарантии владения, или невозможность получать с земли достаточно продовольствия или дохода вследствие изменения климата. Ответственные лица, находящиеся вдали от затронутых районов, хотя и в той же стране, могут принимать меры для реагирования на большинство этих проблем. Происходит масштабный переход из сельских земель в городские, а также менее заметный переход из бедных стран в богатые. Необходимо вернуть положительное отношение к мигрантам, которые приносят в свои новые места проживания культурное разнообразие и профессиональные навыки, но в то же время миграция от безысходности требует принятия более масштабных политических и экологических мер.

ВЫВОДЫ

Человечеству всегда была присуща тесная связь с землей, а поселения росли и менялись, возникали и исчезали частично в результате взаимодействия между климатическими условиями и управлением природными ресурсами. Эти сложные отношения, поэтому простые объяснения обычно не являются недостоверными.

Сегодня многие экологические проблемы усугубляются рядом социальных, экономических и политических проблем. Слишком много людей безземельные или не имеют правовых гарантий владения, находятся в состоянии крайней нищеты и без какой-либо системы социальной защиты чтобы противостоять изменению климата или другим стресс-факторам. Общественные отношения и гендерное неравенство еще больше препятствуют прогрессу в области продовольственной, водной и общей безопасности человечества. Большинство проблем, которые создают наибольшие вызовы для наиболее бедных и уязвимых членов общества, полностью находятся вне их контроля. В то же время все, как богатые так и бедные, уязвимы в лице будущего дефицита ресурсов на планете с ограниченным их количеством. Конкуренция за сокращающиеся ресурсы приводит к риску дестабилизации сообществ и стран. Одним из результатов является быстрый рост миграции, выраженный в перемещении миллионов людей. Некоторые из результатов были положительными, в то время как другие приводят к росту давления и усилению напряженности в регионе.

Результатом этого является общее увеличение экономической, политической и социальной незащищенности, с распадом социальных и политических порядков, после чего зачастую остается незаполненный вакуум. Люди обеспокоены, напуганы и ищут виновных. Хотя ранее и подчеркивалось, что упрощение связей между деградацией земель и человеческой незащищенностью является сомнительным, каталитический эффект этих факторов становится все более выраженным. Тот факт, что мир и безопасность часто могут выражаться иным образом — например, в виде религиозной или этнической нетерпимости — не должен отвлекать нас от масштабных дестабилизирующих последствий потери почв, снижения урожайности, опустынивания и дефицита водных ресурсов. Решение этих основополагающих земельных вопросов может помочь облегчить напряженность по целому ряду общественных и политических проблем.

БИБЛИОГРАФИЯ

1 Cunliffe, B. 2015. Beyond Steppe, Desert and Ocean: The birth of Eurasia. Oxford University Press, Oxford, p. 44.

2 Pennington, W. The History of the British Vegetation. 1974 2nd edition. The English Universities Press, London.

3 Diamond, J. 2005. Collapse: How societies choose to fail or survive. Allen Lane, London.

4 Flannery, T. 1994. The Future Eaters. Reed Books, Sydney.

5 Crosby, A.W. 1986. Ecological Imperialism: The biological expansion of Europe, 900–1900.

6 Paul, A.J. and Røskaft, E. 2013. Environmental degradation and loss of traditional agriculture as two causes of conflicts in shrimp farming in southwestern coastal Bangladesh: Present status and probable solutions. Ocean and Coastal Management **85**: 19-28.

7 van Schaik, L. and Dinnissen, R. 2014. Terra incognita: Land degradation as underestimated threat amplifier. Netherlands Institute of International Relations. Clingendael, The Hague.

8 Hunt, T.L. and Lipo, C.P. 2008. Evidence for a shorter chronology on Rapa Nui (Easter Island). Journal of Island and Coastal Archaeology **3**:140-148.

9 Hunt, T.L. 2007. Rethinking Easter Island's ecological catastrophe. Journal of Archaeological Science **34**: 485-502.

10 Mann, D., Edwards, J., Chase, J., Beck, W., Reanier, R., et al. 2008. Drought, vegetation change and human history on Rapa Nui (Isla de Pascua, Easter Island). *Quaternary Research* **69**: 16-28.

11 Diamond, J. 2005. Op cit.

12 Hunt, T.L. 2007. Op cit.

13 Peiser, B. 2005. From genocide to ecocide: the rape of Rapa Nui. Energy and Environment **16** (3 and 4): 513-539.

14 Mieth, A. and Bork, H.R. 2003. Diminution and degradation of environmental resources by prehistoric land use on Poike Peninsula, Easter Island (Rapa Nui). Rapa Nui Journal **17** (1): 34-41.

15 Mieth, A. and Bork, H.R. 2005. History, origin and extent of soil erosion on Easter Island (Rapa Nui). Catena **63**: 244-260.

16 Robinson, B.E., Holland, M.B. and Naughton-Treves, L. 2014. Does secure land tenure save forests? A meta-analysis of the relationship between land tenure and tropical deforestation. Global Environmental Change **29**: 281-293.

17 Kuhnen, F. 1982. Man and Land: An introduction into the problems of agrarian structure and agrarian reform. Breitenbach, Saarbrücken and Fort Lauderdale.

18 UN-HABITAT. 2008. Secure Land Rights for All. UN-Habitat, Nairobi.

19 Ostrom, A. 2001. The puzzle of counterproductive property rights reforms: A conceptual analysis. In: de. Janvry, A., Gordillo, G., Platteau, J.P., and Sadoulet, E. (eds.) Access to Land, Rural Poverty and Public Action. UNU/WIDER Studies in Development Economics. Oxford University Press, Oxford.

20 UN Habitat. 2008. op cit.

21 Rights and Resources Initiative. 2015. Who Owns the Land? A global baseline of formally recognized indigenous and community land rights. RRI, Washington, DC.

22 Lowder, S.K., Skoet, J., and Raney, T. 2016. The number, size, and distribution of farms, smallholder farms, and family farms worldwide. World Development **87**: 16-29.

23 Samberg, L. H., Gerber, J. S., Ramankutty, N., Herrero, M., and West, P.C. 2016. Subnational distribution of average farm size and smallholder contributions to global food production. Environmental Research Letters, **11** (12): 124010.

24 Bromley, D.W. 2009. Formalising property relation in the developing world: The wrong prescription for the wrong malady. Land Use Policy **26** (1): 20-27.

25 Byamugisha, F.F.K. 2014. Introduction and overview of agricultural land redistribution and land administration case studies. In: Byamugisha, F.F.K. (ed.) Agricultural Land Redistribution and Land Administration in Sub-Saharan Africa: *Case Studies of Recent Reforms.* Directions in Development. World Bank, Washington, DC.

26 Cheremshynskyi, M. and Byamugisha, F.F.K. 2014. Developing land information systems in Sub-Saharan Africa: Experiences and lessons from Uganda and Ghana In: Byamugisha, F.F.K. (ed.) 2014. Agricultural Land Redistribution and Land Administration in Sub-Saharan Africa: Case Studies of Recent Reforms. Directions in Development. World Bank, Washington, DC.

27 Hanstad, T., Nielsen, R., Vhugen, D., and Haque, T. 2009. Learning from old and new approaches to land reform in India. In: Bnswanger-Mkhize, H.P., Bourguignon, C. and van den Brink, R. (eds.) Agricultural Land Distribution: Towards greater consensus. The World Bank, Washington, DC. pp. 241-266.

28 De Schutter, O. 2016. Tainted Lands: Corruption in large-scale land deals. Global Witness and International Corporate Accountability Roundtable.

29 Besley, T. 1995. Property rights and investment incentives: theory and evidence from Ghana. Journal of Political Economy 103 (5): 903-936.

30 Brasselle, A.S., Gaspart, F., and Platteau, J.P. 2002. Land tenure security and investment incentives: Puzzling evidence from Burkina Faso. Journal of Development Economics **67** (2): 373-418.

31 Land Tenure and Development Technical Committee. 2015. Formalising Land rights in developing countries: moving from past controversies to future strategies. Ministère des Affaires étrangères et du Développement international (Maedi), Agence française de développement, Paris.

32 Kasanga, K. and Kotey, N.A. 2001. Land Tenure and Resource Access in West Africa. International Institute for Environment and Development, London.

33 Shivji, I., Moyo, S., Ncube, W., and Gunby, D., 1998. National Land Policy for the Government of Zimbabwe. Discussion Paper, Harare.

34 Hammen, C. M. van der 2003. The Indigenous Resguardos of Colombia: their contribution to conservation and sustainable forest use. Netherlands Committee for IUCN, Amsterdam.

35 Binswanger-Mkhize, H.P., Bourguignon, C., and van den Brink, R. (eds.) 2009. Agricultural Land Redistribution: Toward Greater Consensus. The World Bank, Washington, DC.

36 Li, T.M. 2011. Centring labor in the land grab debate. *J*ournal of Peasant Studies **38** (2): 281-298.

37 Cotula, L., Vermeulen, S., Mathieu, P., and Toulmin, C. 2011. Agricultural investment and international land deals: evidence from a multi-country study in Africa. Food Security **3** (1): 99-113.

38 Ibid.

39 International Land Coalition. 2011. Tirana Declaration: Securing land access for the poor in times of intensified natural resources competition, http://www.landcoalition.org/sites/default/files/documents/resources/aom_2011_report_web_en.pdf

40 Toulmin, C., Borras, S., Bindraban, P., Mwangi, E., and Sauer, S. 2011. Land Tenure and International Investments in Agriculture: A Report by the UN Committee on Food Security High Level Panel of Experts. FAO, Rome.

41 Rulli, M.C., Saviori, A., and D'Odorico, P. 2013. Global land and water grabbing. Proceedings of the National Academy of Sciences USA **110**: 892-897.

42 Davis, K.F., D'Odorico, P., and Rulli, M.C. 2014. Land grabbing: a preliminary quantification of economic impacts on rural livelihoods. Population and Environment **36** (2): 180-192.

43 Oliveira, G.d.L.T. 2013. Land Regularization in Brazil and the global land grab. Development and Change **44** (2): 261-283.

44 Cotula, L., et al. 2014. Op cit.

45 Li, T.M. 2011. Op cit.

46 Franchi, G., Rakotondrainibe, M., Hermann, E., Raparison and Randrianarimanana, P. 2013. Land grabbing in Madagascar: echoes and testimonials from the field. ReCommon, Rome.

47 Galaty, J.G. 2013. The collapsing platform for pastoralism: Land sales and land loss in Kajiado County, Kenya. Nomadic Peoples **17** (2): 20-39.

48 Peters, P.E., 2013. Conflicts over land and threats to customary tenure in Africa. African Affairs **112** (449): 543-562.

49 von Braun, J. and Meinzen-Dick, R. 2009. "Land Grabbing" by Foreign Investors in Developing Countries: Risks and Opportunities. IFPRI Policy Brief 13, April 2009. International Food Policy Research Institute, Washington, DC.

50 Nolte, K., Chamberlain, W., and Giger, M. 2016. International Land Deals for Agriculture. Fresh insights from the Land Matrix: Analytical Report II. Bern, Montpellier, Hamburg, Pretoria.

51 Ibid.

52 Zerfu Gurara, D. and Birhanu, D. 2012. Large scale land acquisitions in Africa. Africa Economics Brief 3 (5). African Development Bank, Abidjan, Côte d'Ivoire.

53 Peluso, N.L. and Lund, C. 2011. New frontiers of land control: introduction. Journal of Peasant Studies **38**: 667-681.

54 McMichael P. 2012. The land grab and corporate food regime restructuring. Journal of Peasant Studies **39**: 681-701.

55 Borras Jr, S.M., Fig, D., and Suárez, S.M. 2011. The politics of agrofuels and mega-land and water deals: insights from the ProCana case, Mozambique. Review of African Political Economy *3***8**: 215-234.

56 Nolte, K., et al. 2016. Op cit.

57 UNEP. 2014. Assessing Global Land Use: Balancing consumption with sustainable supply. Nairobi, Kenya.

58 Nolte, K., et al. 2016. Op cit.

59 Aide, T. M., Montoro Jr, J. A., Borras Jr, S.M., del Valle, H.F., Devisscher, T., et al. 2012. Chapter 3: Land. Geo 5 Environment for the future we want. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.

60 Deininger, K., Hilhorst, T., and Songwe, V. 2014. Identifying and addressing land governance constraints to support intensification and land market operation: Evidence from 10 African countries. *Food Policy* **48**: 76-87.

61 Report of the Special Rapporteur on the right to food to the Thirty-fourth session of the Human Rights Council. February 27 - March 24, 2017, A/HRC/34/48, January 24, 2017.

62 Nkonya, E. 2012. Sustainable Land Use for the 21st Century. Sustainable Development in the 21st century (SD21). UN Department of Economic and Social Affairs, Rome.

63 Report of the Special Rapporteur on the right to food to the Thirty-fourth session of the Human Rights Council. February 27 - March 24, 2017, A/HRC/34/48, January 24, 2017.

64 FAO and Committee on World Food Security. 2012. Voluntary Guidelines on the Responsible Governance of Tenure of Land, Fisheries and Forests in the Context of National Food Security. Rome.

65 Schade, J. 2016. Land matters: The role of land policies and laws for environmental migration in Kenya. Migration, Environment and Climate Change: Policy brief series Issue *1*, volume 2, International Organization for Migration, Geneva.

66 Lastarria-Cornhiel, S., Behrman, J.A., Meinzen-Dick, R., and Quisumbing, A.R. 2014. Gender equity and land: towards secure and effective access for rural women. In: Quisumbing, A.R., Meinzen-Dick, R., Raney, T.L., Croppenstedt, A., Behrman, J.A., et al. (eds.) Gender in Agriculture: Closing the knowledge gap. Springer, FAO and IFPRI, Dordrecht: 117-144.

67 Goldstein, M. and Udry, C. 2008. The profits of power: Land rights and agricultural investment in Ghana. *J*ournal of Political Economy **116** (6): 981-1022.

68 Williams, A. 2003. Ageing and Poverty in Africa: Ugandan Livelihoods in a Time of HIV/AIDS. Ashgate Publishing, Farnham, UK.

69 FAO. 2011. The State of Food and Agriculture 2010–11. Women in Agriculture: Closing the Gender Gap for Development. FAO, Rome.

70 Shortall, S. 2014. Farming, identity and well-being: managing changing gender roles within Western European farm families. Anthropological Notebooks **20** (3): 67-81.

71 Rosenberg, N. 2016. The endangered female farmer. National Resources Defense Council. https://www.nrdc.org/experts/nathan-rosenberg/endangered-female-farmer accessed January 12, 2016.

72 FAO. 2011. The role of women in agriculture. SOFA Working Paper 11-02. FAO, Rome.

73 Palacios-Lopez, A., Christiensen, L., and Kilic, T. 2015. How much of the labor in African agriculture is provided by women? Policy Research Working Paper 7282. The World Bank, Washington, DC.

74 Croppenstedt, A., Goldsetin, M., and Rosas, N. 2013. Gender and agriculture: inefficiencies, segregation and low productivity traps. The World Bank Research Observer, published January 20, 2013.

75 Vargas Hill, R. and Vigneri, M. 2009. Mainstreaming gender sensitivity in cash crop market supply chains. Background report for SOFA 2010. Overseas Development Institute, London.

76 Agarwal, B. 2015. Food security, productivity and gender inequality. In: Herring, R.J. (ed.) The Oxford Handbook of Food, Politics and Society. Oxford University Press, Oxford: 273-301.

77 FAO. 2011. T*he State of Food and Agriculture 2010–11.* Women in Agriculture: Closing the Gender Gap for Development. FAO, Rome.

78 Kristjanson, P., Waters-Bayer, A., Johnson, N., Tipilda, A., Njuki, J., et al. 2010. Livestock and Women's Livelihoods: A Review of the Recent Evidence. Discussion Paper No. 20. International Livestock Research Institute, Nairobi.

79 Thornton P.K., Kruska R.L., Henninger N., Kristjanson P.M., Reid R.S., et al. 2002. Mapping poverty and livestock in the developing world. International Livestock Research Institute, Nairobi.

80 FAO. 2011. Op cit.

81 Asamba, I. and Thomas-Slayter, B. 1995. From cattle to coffee: Transformation in Mbusyani and Kyvaluki. In: Thomas-Slayter, B. and Rocheleau, D. (eds.) Gender, Environment and Development in Kenya, A Grassroots Perspective. Lynne Rienner Publishers, Boulder, CO and London, UK: p.116.

82 Speranza, C.I. 2011. Promoting Gender Equality in Responses to Climate Change. Discussion paper 2/2011. German Development Institute, Bonn.

83 Agarwal, B. 2015. Op cit.

84 Belobo Belibi, M., van Eijnatten, J., and Barber, N. 2015. Cameroon's community forests program and women's income generation from non-timber forest products. In: Archambault, C. and Zoomers, A. (eds.) Gender Trends in Land Tenure Reforms. Routledge, London, pp. 74-92.

85 UNDP, Gender and Poverty Reduction. http://www.undp.org/content/undp/en/home/ourwork/povertyreduction/focus_areas/focus_gender_and_poverty.html accessed January 12, 2017.

86 Colfer, C.J.P., Elias, M., and Jamnadass, R. 2015. Women and men in tropical dry forests: a preliminary review. *I*nternational Forestry Review **17** (s2): 70-90.

87 Baland, J.M. and Mookherjee, D. 2014. Deforestation in the Himalayas: myths and reality. SANEE Policy Brief, Kathmandu.

88 Verma, R. 2001. Gender, Land and Livelihoods in East Africa: Through Farmers' Eyes. International Development Research Center, Ontario, Canada.

89 The World Bank. 2014. *L*evelling the Field: Improving opportunities for women farmers in Africa. The World Bank, Washington, DC.

90 Women's UN Report Network. 2016. In Asia, supporting women farmers is crucial to fighting poverty, hunger and climate change. http://www.wunrn.com/2016/02/asia-women-farmers-in-asia-supporting-women-farmers-is-crucial-to-fighting-poverty-hunger-climate-change/ accessed January 12, 2017.

91 Women Food and Agriculture Network: https://www.wfan.org/, accessed January 12, 2017.

92 UNEP 2016. Global Gender and Environment Outlook: The Critical Issues. United Nations Environment Programme, Nairobi.

93 Warren, K. 1996. Ecological feminist philosophies: An overview of the issues. In: Warren, K. (ed.) Ecological Feminist Philosophies. Indiana University Press, Bloomington, Indiana, USA.

94 Alberston Fineman, M. 2008. The vulnerable subject: Anchoring equality in the human condition, Yale Journal of Law and Feminism **20** (1): 1-23.

95 Park, C.M.Y. and Daley, E. 2015. Gender, land and agricultural investments in Lao PDR. In: Archambault, C. and Zoomers, A. (eds.). Gender Trends in Land Tenure Reforms. Routledge, London, pp. 17-34.

96 Daley, E., Dore-Weeks, R., and Umuhoza, C. 2010. Ahead of the game: land tenure reform in Rwanda and the process of securing women's land rights. *J*ournal of Eastern African Studies **4** (1): 131-152.

97 Lawry, S., Samii, C., Hall, R., Leopold, A., Hornby, D., et al. 2014. The Impact of Land Property Rights Interventions on Investment and Agricultural Productivity in Developing Countries: A Systematic Review. Campbell Systematic Reviews 2014:1. DOI: 10.4073/csr.2014.1.

98 Fafchamps, M. and Quisumbing, A. R. 2002. Control and ownership of assets within rural Ethiopian households. *J*ournal of Development Studies **38** (2): 47-82.

99 Illo, J. and Pineda-Ofreneo, R. 1995. Land rights for Filipino women, the view from below, Canadian Woman Studies **15** (2-3): 114-116.

100 UNCCD. 2017. Turning the Tide: The gender factor in achieving land degradation neutrality, Bonn.

101 Agarwal, B. 2015. Op cit.

102 Meinzen-Dick, R., Quisumbing, A.R., and Behrman, J.A. 2014. A system that delivers: Integrating gender into agricultural research, development, and extension. In: Quisumbing, A.R., Meinzen-Dick, R., Raney, T.L., Croppenstedt, A., Behrman, J.A., et al. (eds.) *Gender* in Agriculture: Closing the knowledge gap. Springer, FAO and IFPRI, Dordrecht: 373-392.

103 Ragasa, C. 2014. Improving gender responsiveness of agricultural extension. In: Quisumbing, A.R., Meinzen-Dick, R., Raney, T.L., Croppenstedt, A., Behrman, J.A., et al. (eds.) *G*ender in Agriculture: Closing the knowledge gap. Springer, FAO and IFPRI, Dordrecht: 411-430.

104 Fletschner, D. and Kenney, L. 2011. Rural women's access to financial services: credit, savings and insurance. ESA Working Paper number 11-07. FAO, Rome.

105 Beintema, N. 2014. Enhancing female participation in agricultural research and development: Rationale and evidence. In: Quisumbing, A.R., Meinzen-Dick, R., Raney, T.L., Croppenstedt, A., Behrman, J.A. and Peterman, A. (eds.) Gender in Agriculture: Closing the knowledge gap. Springer, FAO and IFPRI, Dordrecht: 393-409.

106 Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J. and Behrans, W.W. III. 1972. The Limits to Growth. Universe Books, New York.

107 Odell, P.R. 1983. Oil and World Power. 7th edition. Penguin Books, Harmondsworth, UK.

108 Dugo, H. and Eisen, J. 2016. Famine, genocide and media control in Ethiopia. Africology: The Journal of Pan Africa Studies **9** (10): 334-357.

109 Sen, A. 1980. Famine. World Development **8**: 613-621.

110 UNEP 2016. Global Material Flows and Resource Productivity. An Assessment Study of the UNEP International Resource Panel. United Nations Environment Programme, Nairobi.

111 Leggett, J. 2005, Half Gone: Oil, gas, hot air and the global energy crisis. Portobello Books, London.

112 Clarke, D. 2007. The Battle for Barrels: Peak oil myths and World oil futures. Profile Books, London.

113 International Energy Agency. 2013. Resources to Reserves 2013: Oil, gas and coal technologies for the energy markets of the future. IEA, Paris.

114 Höök, M., Zittel, W., Schindler, J., and Aleklett, K. 2010. Global coal production outlooks based on a logistic model. Fuel **89** (11): 3546-3558.

115 FAO. 2015. Global Forest Resource Assessment 2015: How are the world's forests changing? Rome.

116 Blaser, J., Sarre, A., Poore, D., and Johnson, S. 2011. Status of Tropical Forest Management 2011. ITTO Technical Series No 38. International Tropical Timber Organization, Yokohama, Japan.

117 Lawson, S. and L. MacFaul. 2010. Illegal Logging and Related Trade: Indicators of global response. Chatham House, London.

118 Kissinger, G., Herold, M., and De Sy, V. 2012. Drivers of Deforestation and Forest Degradation: A Synthesis Report for REDD+ Policymakers. Lexeme Consulting, Vancouver, Canada.

119 Cordell, D., Drangert, J.O., and White, S. 2009. The story of phosphorous: global food security and food for thought. Global Environmental Change **19** (2): 292-305.

120 Edixhoven, J.D., Gupta, J., and Savenije, H.H.G. 2013. Recent revisions of phosphate rock reserves and resources: reassuring or misleading? An in-depth literature review of global estimates of phosphate rock reserves and resources. Earth Systems Dynamics Discussion **4**: 1005-1034.

121 Hermann, L. and Reuter, M. 2013. Environmental footprint of thermo-chemical phosphate recycling. Journal of Earth Science and Engineering **3**: 744-747.

122 Roberts, T.L. 2008. Global potassium reserves and potassium fertilizer use. International Plant Nutrition Institute Symposium on Global Nutrient Cycling, October 6, 2008. http://www.ipni.net/ipniweb/portal.nsf/0/9c5cff1af71db2ce852574e8004ecc00/%24FILE/Roberts%20-%20ASA%20Nutrient%20Cycling%20Symposium%20Potash.pdf accessed January 9, 2017.

123 Tuck, C. 2017. Iron ore. Information sheet, US Geological Service: https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/iron_ore/mcs-2017-feore.pdf accessed May 13, 2017.

124 International Copper Association. 2013. Long Term Availability of Copper. New York.

125 US Geological Service. 2013. Estimate of Undiscovered Copper Resources of the World *2013*. Washington, DC.

126 Padmalal, D. and Maya, K. 2014. Sand Mining, Environmental Impacts and Selected Case Studies. Springer Science and Business Media, Dordrecht.

127 Cramer, C. 2003. Does inequality cause conflict? Journal of International Development **15**: 397-412.

128 Durning, A.T. 1992. How Much is Enough? The consumer society and the future of the Earth. Worldwatch Environmental Alert Series, Earthscan, London.

129 Myers, D. and Stolton, S. (eds.) 1999. Organic Cotton: From field to final product. Intermediate Technology Publications, Rugby.

130 Brashares, J.S., Arcese, P., Sam, M.K., Coppolillo, P.B., Sinclair, A.R.E., et al. 2004. Bushmeat hunting, wildlife declines, and fish supply in West Africa. Science **306**: 1180-1183.

131 Wittemyer, G., Northrup, J.M., Blanc, J., Douglas-Hamilton, I., Omondi, P. et al. 2014. Illegal killing for ivory drives global decline in African elephants. Proceeding of the National Academy of Sciences **111** (36): 13117-13121.

132 Shepherd, C.R. and Nijman, V. 2008. The trade in bear parts from Myanmar: an illustration of the ineffectiveness of enforcement of international wildlife trade regulations. Biodiversity Conservation **17**: 35-42.

133 Nasi, R., Brown, D., Wilkie, D., Bennett, E., Tutin, C., et al. 2008. Conservation and use of wildlife-based resources: the bushmeat crisis. Secretariat of the Convention on Biological Diversity and Center for International Forestry Research, Montreal and Bogor, Indonesia.

134 Oxfam. 2017. *A*n economy for the 99 per cent. Briefing, Oxford. (Full references within).

135 Cushing, L., Morello-Frosch, R., Wander, M., and Pastor, M. 2015. The haves, the have-nots, and the health of everyone: The relationship between social inequality and environmental quality. Annual Review of Public Health 36: 193-209.

136 Office of the UN High Commission on Human Rights: http://www.ohchr.org/EN/Issues/Migration/Pages/MigrationAndHumanRightsIndex.aspx accessed May 13, 2017.

137 International Organization for Migration. 2017. Making Mobility Work for Adaptation to Environmental Changes. IOM's Global Migration Data Analysis Centre, Geneva.

138 Banerjee, S., Black, R., and Kniveton, D. 2012. Migration as an effective mode of adaptation to climate change. Foresight paper for the European Commission, HM Government, London.

139 Whitten, A.J. 1987. Indonesia's transmigration program and its role in the loss of tropical rain forests. Conservation Biology **1** (3): 239-246.

140 United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2015. World Population Prospects: The 2015 Revision, Key Findings and Advance Tables. Available at: https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/Key_Findings_WPP_2015.pdf.

141 UNHCR, 2016. Global trends: Forced displacement in 2015, Geneva. Available at: http://www.unhcr.org/576408cd7.

142 Massey, D.S. 1990. Social structure, household strategies, and the cumulative causation of migration. Population Index 56: pp.3-26.

143 Plane, D. 1993. Demographic Influences on Migration. *Regional Studies* **27** (4): pp. 375-383.

144 UNHCR, 2016. Op cit.

145 http://www.internal-displacement.org/globalreport2016/ accessed April 6, 2017.

146 Rabe, B. and Taylor, M.P. 2012. Differences in opportunities? Wage, employment and house-price effects on migration. Oxford Bulletin of Economics and Statistics **74** (6): pp. 831-855.

147 Stark, O. and Bloom, D.E. 1985. The new economics of labor migration. The American Economic Review 75 (2): 173-178.

148 Barbier, B., Yacouba, H., Karambiri, H., Zoromé, M., and Somé, B. 2009. Human vulnerability to climate variability in the Sahel: Farmers' adaptation strategies in northern Burkina Faso. Environmental Management **43** (5): pp. 790-803.

149 Rain, D. 1999. Eaters of the dry season: circular labor migration in the West African Sahel. Westview Press, Boulder, Colorado.

150 World Bank, 2016. Migration and Remittances Data. Available at: http://www.worldbank.org/en/topic/migrationremittancesdiasporaissues/brief/migration-remittances-data

151 Abdelali-Martini, M. and Hamza, R. 2014. How do migration remittances affect rural livelihoods in drylands? Journal of International Development **26** (4): 454-470.

152 El-Hinnawi, E. 1985. Environmental Refugees. United Nations Environmental Program, Nairobi.

153 Cernea, M.M. 1995. Understanding and preventing impoverishment from displacement: Reflections on the state of knowledge. Journal of Refugee Studies **8** (3): pp. 245-264.

154 Myers, N. 2002. Environmental refugees: a growing phenomenon of the 21st century. Philosophical Transactions of the Royal Society London: Biological sciences: Series B **357** (1420): 609-613.

155 UNEP. 2009. From Conflict to Peacebuilding: the role of natural resources and the environment. United Nations Environment Program, Geneva.

156 Hartmann, B. 1998. Population, environment and security: a new trinity. Environment and Urbanization **10** (2): 113-127.

157 Morrissey, J. 2012. Rethinking the 'debate on environmental refugees': from 'maximilists and minimalists' to 'proponents and critics'. Journal of Political Ecology **19** (2): 36-49.

158 Greiner, C., Peth, S.A., and Sakdapolrak, P. 2015. Deciphering migration in the age of climate change. Towards an understanding of translocal relations in social-ecological systems. TransRe Working Paper No. 2, Department of Geography, University of Bonn, Bonn. DOI: 10.13140/2.1.4402.9765.

159 Bettini, G. 2013. Climate barbarians at the gate? A critique of apocalyptic narratives on 'climate refugees'. Geoforum 45: 63-72.

160 Gromilova, M. 2016. Finding opportunities to combat the climate change migration crisis: the potential of the "adaptation approach." Pace Environmental Law Review 33 (2).

161 McLeman, R.A. 2014. Climate and human migration: Past experiences, future challenges. Cambridge University Press, Cambridge.

162 Tacoli, C. 2009. Crisis or adaptation? Migration and climate change in a context of high mobility. Environment and Urbanization **21** (2): 513-525; Black, R. 2011. Climate change: Migration as adaptation. Nature 478: 447-449.

163 Melde, S., Laczko, F., and Gemenne, F. (eds.) 2017. Making Mobility Work for Adaptation to Environmental Changes. International Organization for Migration, Geneva.

164 Boserup, E. 1965. The Conditions of Agricultural Growth: The Economics of Agrarian Change under Population Pressure. Aldine, Chicago.

165 Tiffen, M., Mortimore, M., and Gichuki, F. 1994. More people, less erosion: Environmental Recovery in Kenya. John Wiley and Sons, Chichester.

166 Westing, A.H. 1994. Population, desertification and migration. Environmental Conservation **21** (2): 110-114.

167 Kabubo-Mariara, J. 2007. Land conservation and tenure security in Kenya: Boserup's hypothesis revisited. Ecological Economics **64** (1): 25-35.

168 Lambin, E.F., Turner, B.L., Geist, H.J., Agbola, S.B., Angelsen, A., et al. 2001. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. Global Environmental Change **11** (4): 261-269.

169 McLeman, R. 2016. Migration and land degradation: recent experience and future trends. Working paper for the Global Land Outlook.

170 Brown, O. 2008. 'The Numbers Game'. In: Forced Migration Review: Climate Change and Displacement. Refugee Studies Centre, Oxford.

171 Ionesco, D., Mokhnacheva, D., and Gemenne, F. 2017. The Atlas of Environmental Migration. Earthscan Oxford. Pp. 12-15.

172 Werz, M. and Hoffman, M. 2016. Europe's twenty-first century challenge: climate change, migration and security. *European View*. DOI 10.1007/s12290-016-0385-7.

173 van Schaik, L. and Dinnissen, R., 2014. Terra incognita: Land degradation as underestimated threat amplifier. Netherlands Institute of International Relations. Clingendael, The Hague.

174 Behrend, H. 2015. Why Europe should care more about environmental degradation triggering insecurity. Global Affairs **1** (1): 67-79.

175 Quaye, W. 2008. Food security situation in northern Ghana, coping strategies and related constraints. African Journal of Agricultural Research 3 (5): 334-342.

176 Neumann, K., Sietz, D., Hilderink, H., Janssen, P., Kok, M., et al. 2015. Environmental drivers of human migration in drylands – A spatial picture. Applied Geography **56**: 116-126.

177 Wario, H.T., Roba, H.G., and Kaufmann, B. 2016. Responding to mobility constraints: Recent shifts in resource use practices and herding strategies in the Borana pastoral system, southern Ethiopia. Journal of Arid Environments **127**: 222-234.

178 Goldman, M.J. and Riosmena, F. 2013. Adaptive Capacity in Tanzanian Maasailand: Changing strategies to cope with drought in fragmented landscapes. Global Environmental Change **23** (3): 588-597.

179 McCabe, J.T., Smith, N.M., Leslie, P.W., and Telligman, A.L. 2014. Livelihood diversification through migration among a pastoral people: Contrasting case studies of Maasai in Northern Tanzania. Human Organization **73** (4): 389-400.

180 Vergara, E.P. and Barton, J.R. 2013. Poverty and dependency in indigenous rural livelihoods: Mapuche experiences in the Andean foothills of Chile. Journal of Agrarian Change **13** (2): pp. 234-262.

181 López-i-Gelats, F., Contraras Paco, J.L., Huilcas Huayra, R., Siguas Robles, O.D., Quispe Peña, E.C., et al. 2015. Adaptation strategies of Andean pastoralist households to both climate and non-climate changes. Human Ecology **43** (2): 267-282.

182 McDowell, J.Z. and Hess, J.J. 2012. Accessing adaptation: Multiple stressors on livelihoods in the Bolivian highlands under a changing climate. Global Environmental Change **22** (2): 342-352.

183 Gray, C. and Mueller, V. 2012. Drought and population mobility in rural Ethiopia. World Development **40** (1): 134-145.

184 Meze-Hausken, E. 2000. Migration caused by climate change: how vulnerable are people in dryland areas? Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change **5** (4): 379-406.

185 de Janvry, A. and Sadoulet, E. 2001. Income strategies among rural households in Mexico: The role of off-farm activities. World Development **29** (3):467-480.

186 Kaestner, R. 2014. Self-selection and international migration: New evidence from Mexico. The Review of Economics and Statistics **96** (1): 78-91.

187 Hunter, L.M. Nawrotzki, R., Leyk, S., Laurin, G.J., Twine, W., et al. 2014. Rural outmigration, natural capital, and livelihoods in rural South Africa. Population, Space and Place **20** (5): 402-420.

188 Nawrotzki, R.J., Riosmena, F., and Hunter, L.M. 2013. Do rainfall deficits predict US-bound migration from rural Mexico? Evidence from the Mexican census. Population Research and Policy Review **32** (1): 129-158.

189 Puente, G.B., Perez, F., and Gitter, R.J. 2015. The effect of rainfall on migration from Mexico to the US. *I*nternational Migration Review: DOI: 10.1111/imre.12116.

190 Hu, F., Xu, Z., and Chen, Y. 2011. Circular migration, or permanent stay? Evidence from China's rural–urban migration. *C*hina Economic Review **22** (1): 64-74.

191 Findlay, A.M. 2011. Migrant destinations in an era of environmental change. Global Environmental Change **21** (Supplement 1): S50-S58.

192 Harmans-Neumann, K., Priess, J., and Herold, M. 2017. Human migration: climate variability, and land degradation: hotspots of socio-ecological pressure in Ethiopia. Regional Environmental Change: DOI: 10.1007/s10113-017-1108-6

193 Hosonuma, N., Herold, M., De Sye, V., De Fries, R.S., Brockhaus, M., et al. 2012. An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. Environmental Research Letters 7 (4). doi:10.1088/1748-9326/7/4/044009.

194 Rudel, T. 2015. Land-use change: Deforestation by land grabbers. *Nature Geoscience* **8**: 752-753.

195 Mulley, B.G. and Unruh, J.D. 2004. The role of off-farm employment in tropical forest conservation: labor, migration, and smallholder attitudes toward land in western Uganda. Journal of Environmental Management **71** (3): 193-205.

196 Banchirigah, S.M. and Hilson, G. 2010. De-agrarianization, re-agrarianization and local economic development: Re-orientating livelihoods in African artisanal mining communities. Policy Sciences **43** (2): 157-180.

197 Seccatore, J., Veiga, M., Origliasso, C., Marin, T. and De Tomi, G. 2014. An estimation of the artisanal small-scale production of gold in the world. Science of the Total Environment **496**: 662-667.

198 GFC and Pöyry 2011. Interim Measures Report. Guyana REDD+ Monitoring Reporting and Verification System (MRVS). Guyana Forestry Commission and Pöyry Management Consulting (NZ) Limited.

199 Mol, J.H. and Ouboter, P.E. 2004. Downstream effects of erosion from small-scale gold mining on the instream habitat and fish community of a small neotropical rainforest stream. Conservation Biology **18**: 201-214.

200 Ouboter, P.E., Landburg, G.A., Quik, J.H.M., Mol, J.H.A., and F. van der Lugt. 2012. Mercury levels in pristine and gold mining impacted aquatic systems in Suriname, South America. Ambio **41**: 873-882.

201 Siciliano, G. 2014. Rural-urban migration and domestic land grabbing in China. Population, Space and Place **20** (4):333-351.

202 Hao, H. and Ren, Z., 2009. Land use/land cover change (LUCC) and eco-environment response to LUCC in farming-pastoral zone, China. Agricultural Sciences in China **8** (1): 91-97.

203 Chen, R., Ye, C., Cai, Y., Xing, X., and Chen, Q. 2014. The impact of rural out-migration on land use transition in China: Past, present and trend. Land Use Policy **40**: 101-110.

204 Foggin, J.M. 2008. Depopulating the Tibetan grasslands. Mountain Research and Development **28** (1): 26-31.

205 Shen, J. 2013. Increasing internal migration in China from 1985 to 2005: *I*nstitutional versus economic drivers. Habitat International **39**: 1-7.

206 World Commission on Dams, 2000. Dams and Development: A new framework for decision making. Earthscan, London.

207 Xi, J. 2016. Land degradation and population relocation in Northern China. Social Science and Medicine **157**: 79-86.

208 Tan, Y., Hugo, G., and Potter, L. 2003. Government-organized distant resettlement and the Three Gorges Project, China. Asia Pacific Population Journal **18** (3): 5-26.

209 Wilmsen, B., Webber, M., and Duan, Y. 2011. Involuntary rural resettlement: Resources, strategies, and outcomes at the Three Gorges Dam, China. Journal of Environment and Development 20 (4): 355-380.

210 Micklin, P. 2007. The Aral Sea disaster. *A*nnual Review of Earth and Planetary Sciences **35**: 47-72.

211 O'Hara, S.L., Wiggs, G.F.S., Marnedov, B., Davidson, G., and Hubbard, R.B. 2000. Exposure to airborne dust contaminated with pesticide in the Aral Sea region. The Lancet **355** (9204): 627-628.

212 Small, I., Meer, J. van der, and Upshaw, R.E.G. 2001. Acting on an environmental health disaster: The case of the Aral Sea. *E*nvironmental Health Perspectives **109** (6): 547-549.

213 Lioubimtseva, E. 2015. A multi-scale assessment of human vulnerability to climate change in the Aral Sea basin. Environmental Earth Sciences **73** (2):719-729.

214 Pumphrey, C. (ed.) 2008. Global Climate Change: National security implications. Strategic Studies Institute, US Army War College, Carlisle, PA.

215 Brown, O. and McLeman, R. 2009. A recurring anarchy? The emergence of climate change as a threat to international peace and security. Conflict, Security and Development **9** (3): 289-305.

216 Homer-Dixon, T. and Deligiannis, T. 2009. Environmental scarcities and civil violence. In: Brauch, H.G., Behera, N.C., Kameri-Mbote, P., Grin, J., Oswald Spring, U., et al. (eds.) Facing Global Environmental Change. Springer, Berlin, pp. 309-323.

217 Kumssa, A. and Jones, J.F. 2010. Climate change and human security in Africa. International Journal of Sustainable Development and World Ecology **17** (6): 453-461.

218 Adelphi International Alert, Woodrow Wilson International Center for Scholars, European Union Institute for Security Studies. 2015. A new climate for peace: Taking action on climate and fragility risks. An independent report commissioned by members of the G7. https://www.newclimateforpeace.org/

219 CARE Danmark. 2016. Fleeing climate change: Impacts on migration and displacement. http://careclimatechange.org/wp-content/uploads/2016/11/FleeingClimateChange_report.pdf p. 19/20**.**

220 Barnett, J. 2000. Destabilizing the environment-conflict thesis. Review of International Studies **26** (2): 271-288.

221 Rønnfeldt, C.F. 1997. Three generations of environment and security research. Journal of Peace Research **34** (4): 473-482.

222 Raleigh, C. and Urdal, H. 2007. Climate change, environmental degradation and armed conflict. Political Geography **26** (6): 674-694.

223 van Schaik, L. and Dinnissen, R. 2014. Op cit.

224 Raleigh, C. and Kniveton, D. 2012. Come rain or shine: An analysis of conflict and climate variability in East Africa. *J*ournal of Peace Research **49** (1): 51-64.

225 Meier, P., Bond, D., and Bond, J. 2007. Environmental influences on pastoral conflict in the Horn of Africa. Political Geography **26** (6): 716-735.

226 Martin, A. 2005. Environmental conflict between refugee and host communities. Journal of Peace Research **42** (3): 329-346.

227 Wolf, A.T 1998. Conflict and cooperation along international waterways. Water Policy **1** (2): 251-265.

228 Adger, W.N. 2003. Social capital, collective action and adaptation to climate change. Economic Geography **79** (4): 387-404.

229 Unruh J. and Williams R.C. 2013. Land: A foundation for peacebuilding. In Unruh J. and Williams R.C. (eds.) Land and post-conflict peacebuilding. Earthscan, London.

230 Bruch C., Jensen, D., Nakayama, M., Unruh, J. Gruby, R., et al 2009. Post-conflict peace building and natural resources. Yearbook of International Environmental Law **19** (1): 58-96.

231 IUCN. 1998. Parks for Peace: International conference on transboundary protected areas as a vehicle for international cooperation. IUCN, Gland, Switzerland.

232 Martin, A. 2005. Op. cit.

233 De Haas, H., Natter, K., and Vezzoli, S. 2014. Growing Restrictiveness or Changing Selection? The Nature and Evolution of Migration Policies. Working Paper 96. International Migration Institute, University of Oxford, Oxford.

© Массимо Манчини (Massimo Mancini)

Часть вторая
ОБЗОР

Перспектива — это точка обзора, платформа, ракурс; она расширяет наши взгляды на будущее и позволяет нам исследовать свои возможности, как настоящие, так и будущие. Именно в таких расширенных рамках мышления целью *Всемирного обзора земельных угодий является* показать уникальную точку зрения на один из самых ценных активов нашей планеты — землю. Поскольку мы боремся с нынешним состоянием земельных ресурсов — трезвым напоминанием о неправильном использовании и бесхозяйственности в прошлом — во второй части представлены как основания для беспокойства, так и возможности для действия. В проводится краткий обзор использования земельных ресурсов на сегодняшний день, а также дана оценка вероятных сценариев для рационального удовлетворения потребностей в земле, ее товарах и услугах в будущем. Основное внимание уделяется более широкой политике и практике, уже давно требующими внимания к основным и возникающим проблемам, которые необходимо учитывать при установлении курса мировой общественной политики.

6. Сценарии изменений 106
7. Продовольственная безопасность и сельскохозяйственная деятельность 124
8. Водные ресурсы 160
9. Почва и биологическое разнообразие 190
10. Энергетика и климат 212
11. Урбанизация 226
12. Засушливые районы 246

ГЛАВА 6

СЦЕНАРИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Учитывая растущие запросы к земле и возникающие проблемы, связанные с деградацией земель и изменением климата, политическим деятелям необходима информация о возможных последствиях. В этой главе рассматриваются тенденции вплоть до 2050 года с использованием сценариев совместных социально-экономических путей на основании отчета «*Изучение воздействия изменений в землепользовании и состоянии земель на продовольствие, воду, смягчение последствий изменения климата и биологическое разнообразие: сценарии Всемирного обзора земельных угодий КБООООН*».[1]

Различные сценарии указывают на большие отличия в перспективах землепользования, но страны Африки к югу от Сахары, Ближний Восток и Северная Африка, Южная Азия и, в меньшей степени, Юго-Восточная Азия — это те регионы, на которые придется основная нагрузка в плане роста населения и общего потребления, а также быстро растущего давления на оставшиеся земельные ресурсы. Все сценарии показывают, что наиболее сильные региональные изменения в землепользовании ожидаются в странах Африки к югу от Сахары; однако лучшие земли уже используются, и расширение все в большей мере будет происходить на менее продуктивные земли, приводя к снижению урожайности. В нескольких регионах, таких как Южная Азия, для аграрной экспансии осталось либо мало земель, либо только маргинальные земли.

В результате продолжающихся изменений в землепользовании и ухудшения состояния почв, растительного покрова и биологического разнообразия, в будущем также прогнозируются обширные изменения в состоянии земельных ресурсов. С точки зрения средней относительной численности видов, прогнозируемая потеря биологического разнообразия будет продолжаться на уровне 4 — 12% до 2050 года, в зависимости от сценария, а также продлится в значительной части второй половины XXI века. Изменения растительного покрова и качества почвы влияют на вероятность наводнений и засух. Эти факторы еще более интенсивно влияют на засушливые районы, где также ожидается более чем средний рост населения. С поправкой на климатические воздействия, почти на 20% материковой поверхности стран Африки к югу от Сахары отмечается снижение

продуктивности, тогда как в большинстве других регионов этот показатель составляет 5 — 10%. Чтобы компенсировать это снижение продуктивности, на глобальном уровне возможно дополнительное расширение площади пахотных земель на 5% к 2050 году.

На сегодняшний день глобальное содержание органического углерода в почвах было сокращено на 176 Гт по сравнению с естественным, ненарушенным состоянием. Если продолжатся нынешние тенденции, антропогенные выбросы углерода в атмосферу из почвы и растительности на суше за период 2010 — 2050 гг. составят дополнительно 80 Гт, что эквивалентно примерно 8 годам при текущем уровне глобальных выбросов углерода от ископаемого топлива. Снижение этих прогнозируемых материковых выбросов позволило бы оставить нетронутым больший объем глобального углеродного бюджета в размере 170 — 320 Гт (т. е. количества выбросов CO_2 , которые все еще допустимы, без угрозы риска для цели удержания показателя роста глобальной температуры ниже 2°C). Несмотря на значительный потенциал планеты для хранения углерода в почвах, это требует развития сельскохозяйственных систем, сочетающих высокую урожайность с близкими к естественным уровнями органического углерода в почве.

ВВЕДЕНИЕ

Глобальные сценарии изменения землепользования и деградации земель представляют собой потенциальные сюжетные линии, описания и оценки вероятного развития событий, например, возможная будущая ситуация с использованием, востребованностью и состоянием земельных ресурсов. Представленные здесь сценарии являются инструментом для изучения неопределенностей, связанных с возможными будущими путями развития, ориентированными на соответствующие общественные и экологические аспекты.[2] В основе этих сценариев лежит растущий спрос на продукты питания, воду, энергию, жилье и другие связанные с землей товары и услуги, а также последствия для качества и продуктивности земель.

Основная цель сценария в данном контексте состоит в том, чтобы помочь принимающим решения лицам в изучении и формировании будущего, а также в реализации долгосрочного видения всеобщего устойчивого развития. В третьей части этого *обзора* сценарии понижения давления на наши земельные ресурсы переведены на общепринятые принципы и пути реагирования. Путем анализа различных воздействий и сил, приводящих к изменениям в землепользовании и деградации земель, эти сценарии также позволяют ряду заинтересованных сторон в различных масштабах проверять, насколько ожидаемый спрос на земельные ресурсы и управление ими помогут в достижении целей устойчивого развития (ЦУР) и их целевых индикаторов, в частности индикатора ЦУР номер 15.3 по нейтральному балансу деградации земель.

Общие пути социально-экономического развития

Для глобального моделирования необходима согласованная методология, основанная на разработке последовательных сюжетных линий, с последующим прозрачным моделированием.[3] Совсем недавно в качестве основы для анализа сценариев были разработаны совместные социально-экономические пути (СПП), учитывающие многочисленные движущие силы экономического и технологического развития, народонаселения, землепользования и международного сотрудничества.

СПП являются альтернативным представлением возможных сценариев социального развития для использования различными исследовательскими сообществами, и включают подробные описания будущих тенденций и количественную информацию по ряду ключевых элементов. Эта глава основана на сценарном анализе[4], проводимом Нидерландским агентством по оценке состояния окружающей среды (PBL) в сотрудничестве с Вагенингенским университетом, Утрехтским университетом и Объединенным исследовательским центром Европейской комиссии, а также при поддержке многих экспертов из различных областей науки и организаций. В ней приведены результаты трех исследовательских сценариев (СПП1 — 3) и один вариант сценария СПП2 (сценарий снижения продуктивности СПП2) для оценки величины глобальных изменений в землепользовании и состоянии земель при разных путях общественного развития до 2050 года.

Таблица 6.1. Допущения, на которых основываются три сценария СПП.

	СПП1 Экологическаяра циональность	СПП2 Посреди пути	СПП3 Фрагментация
Глобализация торговли	Высокая	Средняя	Низкая
Потребления мяса	Низкая	Средняя	Высокая
Регулирование изменений в землепользовании	Строгое	Среднее	Слабое
Повышение урожайности культур	Высокая	Средняя	Низкая
Эффективность системы животноводства	Высокая	Средняя	Низкая

В этих количественных сценариях внедряется набор внутренне непротиворечивых предположений в рамках последовательной сюжетной линии. Сценарий «Посреди пути» (СПП2) характеризуется продолжением текущих тенденций (в привычном режиме); сценарий «Экологическая рациональность» (СПП1) представляет более равный и процветающий мир, стремящийся к устойчивому развитию; а сценарий «Фрагментация» (СПП3) отражает разделенный мир с низким темпом экономического развития, быстрым ростом населения, и ограниченной озабоченностью состоянием окружающей среды.

Также был создан вариант сценария СПП2, чтобы исследовать влияние изменений в состоянии земель. Сценарий «Снижение продуктивности СПП2» включает, в дополнение к СПП2, влияние снижения продуктивности, ухудшения наземного растительного покрова и/или качества почвы из-за плохого управления земельными ресурсами. Он предполагает продолжение (до 2050 года) снижения чистой первичной продуктивности, подтвержденного методами дистанционного зондирования в 1982 — 2010 гг., с поправкой на климатические воздействия. Чтобы выявить масштабы изменений состояния земель в результате плохого управления земельными ресурсами, а не изменения климата, в данные была внесена поправка на последствия изменений климата за тот же период.

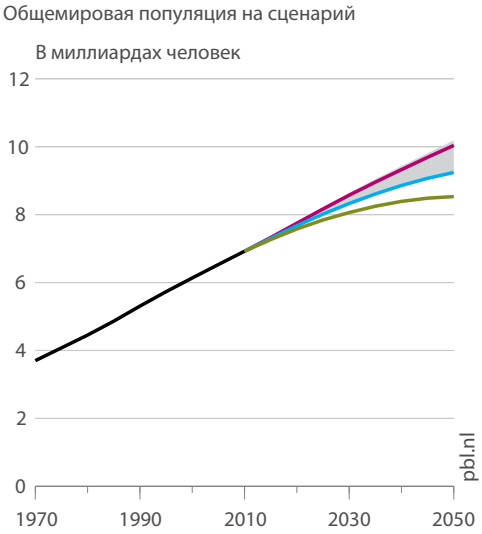
Хотя все сценарии и являются потенциальными вариантами развития событий, их сюжетные линии сильно отличаются. Это помогает исследовать потенциальный диапазон возможных будущих ситуаций с использованием, востребованностью и состоянием земельных ресурсов. Эти диапазоны затем помогают принимающим решения лицам в достаточной мере понять, в каких пределах можно ожидать возникновения изменений и проблем. В Таблице 6.1 приведены основные различия в допущениях, сделанных для каждой из трех сюжетных линий СПП. Эти сценарии разработаны с помощью модели IMAGE,[5]путем применения количественных прогнозов для уровней населения,[6] урбанизации,[7] и экономического развития,[8] а также путем количественного определения параметров модели, отражающих сценарии в соответствии с вышеописанным. Результаты сценариев охватывают энергетическую систему, производство продуктов питания, землепользование, выбросы ПГ, изменение климата, биологическое разнообразие и влияние на свойства воды и почвы. При оценке тенденций в сфере биологического разнообразия, гидрологических систем и свойств почвы, важными движущими силами являются как изменения в землепользовании, так и климатические изменения, которые учитываются при моделировании. Однако вследствие высокой неопределенности и экспериментальной природы модели, для режимов землепользования и агроэкономической системы воздействия изменения климата не учитываются.[9] Изменение свойств почвы, биологического разнообразия и гидрологических систем дополнено моделями S-World,[10,11] GLOBIO,[12] PCR GLOB WB[13,14] соответственно.

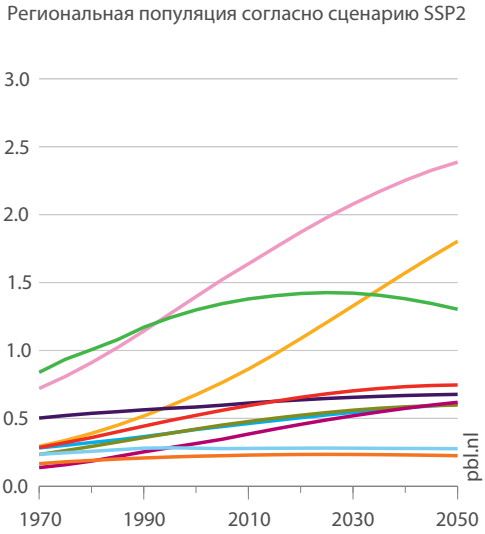
В работе «Совместные социально-экономические пути» описаны правдоподобные альтернативные тенденции в эволюции общества и природных систем на протяжении XXI века в масштабе мира и крупных мировых регионов. Она состоит из двух элементов: повествовательной сюжетной линии и ряда количественных мер для развития.

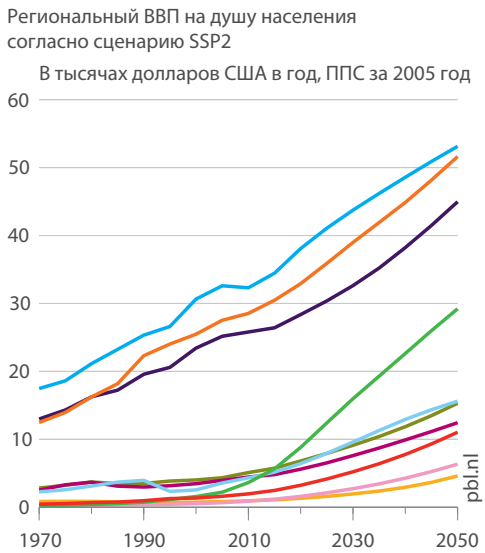
Рисунок 6.1. Социально-экономические движущие силы (ВВП и население), рассчитанные в количественном выражении для сценариев СПП (ППС — паритет покупательной способности).
Источник: PBL/IMAGE

Условные обозначения

- История
- Сценарий SSP1
- Сценарий SSP2
- Сценарий SSP3
- Прогнозы ООН в отношении популяции (диапазон 95 процентов)
- Северная Америка
- Центральная и Южная Америка
- Ближний Восток и Северная Африка
- Страны Африки к югу от Сахары
- Западная и Центральная Европа
- Россия и Центральная Азия
- Южная Азия
- Регион Китая
- Юго-восточная Азия
- Япония и Океания







Рост численности населения и экономики

Прошлые тенденции роста населения будут продолжаться до 2050 года во всех трех сценариях, но с разной скоростью (Рисунок 6.1). В СПП2 предполагается, что глобальный рост населения начнет выравниваться. В 2050 году население планеты достигает примерно 9 млрд. человек, но продолжит стремительно расти в странах Африки к югу от Сахары, где численность населения удваивается за 40 лет; высокие темпы роста также прогнозируются для Северной Африки, Ближнего Востока и Южной Азии. В других регионах наблюдаются явные признаки стабилизации или даже сокращения численности населения. В СПП1 рост населения происходит медленнее, достигая примерно 8 млрд. к 2050 году, в основном из-за более низких темпов роста в странах Африки к югу от Сахары, Южной и Юго-Восточной Азии. В СПП3 рост населения продолжается с нынешними темпами и в 2050 году достигает 10 млрд., главным образом из-за более высоких темпов роста во всех регионах, но особенно в странах Африки к югу от Сахары, а также в Южной и Юго-Восточной Азии.

Показатели экономического роста в СПП2 соответствуют историческими тенденциями, принимаются выше исторических тенденций в СПП1, и ниже исторических тенденций в СПП3, особенно в менее развитых регионах. В результате, тенденции роста населения и экономического развития в СПП3 частично компенсируют одна другую в плане потребности в пище в следствие увеличения численности населения и снижения его достатка. В СПП1, несмотря на более высокие доходы населения, его меньшая численность и относительно низкое внимание к экологическим проблемам удерживают спрос на пищевые продукты питания ниже уровня СПП2.

Рисунок 6.2. Используемые в настоящее время земли (пунктирная линия), на 2050 годи потенциал оставшихся пригодных для сельского хозяйства земель по сценарию СПП2.

Источник: PBL/IMAGE

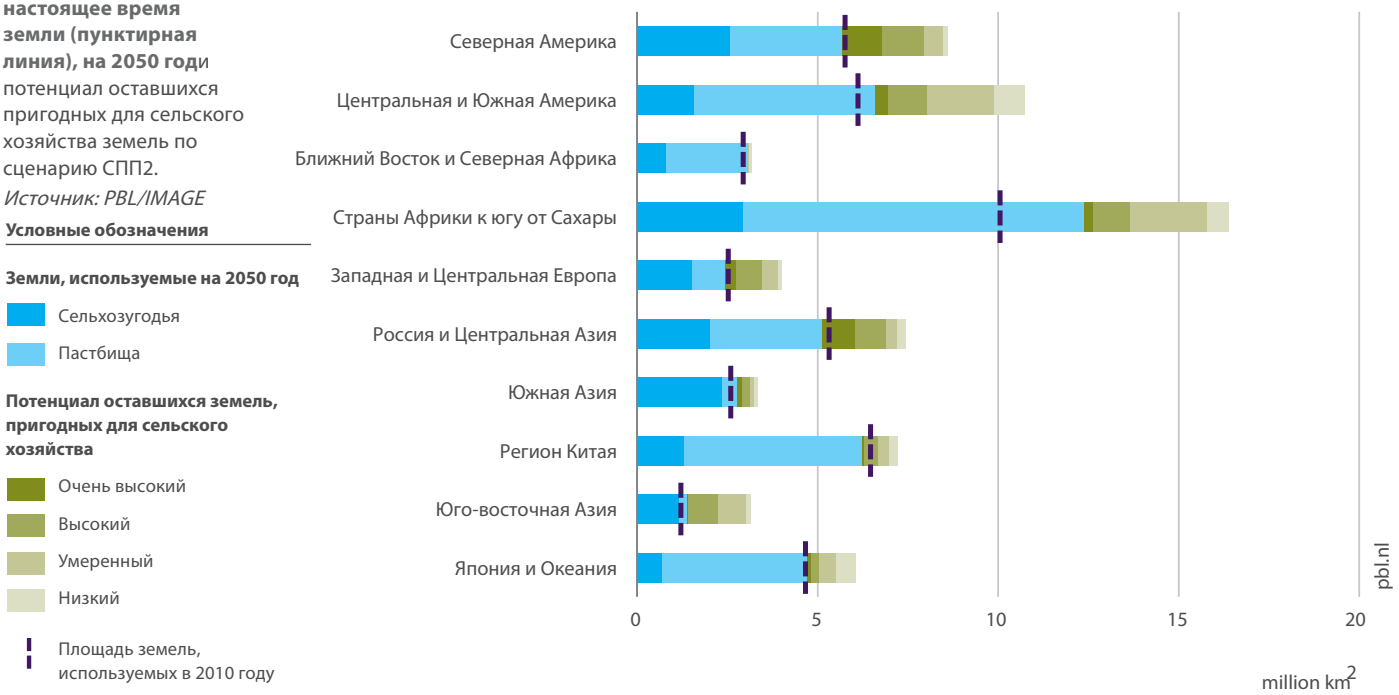
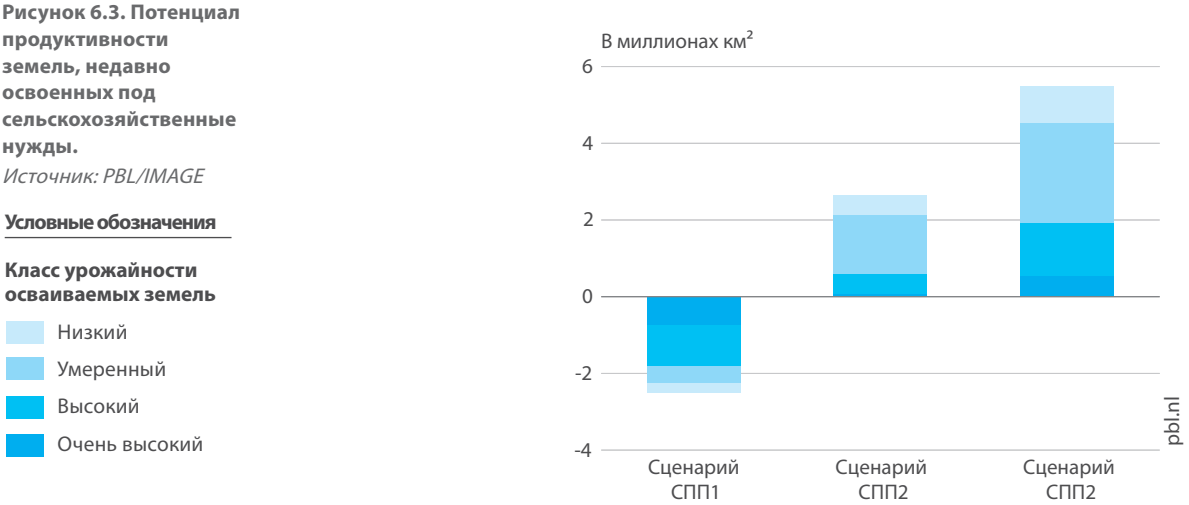


Рисунок 6.3. Потенциал продуктивности земель, недавно освоенных под сельскохозяйственные нужды.

Источник: PBL/IMAGE



Результаты анализа сценариев PBL

Во всех трех сценариях в течение ближайших десятилетий сохранится высокий темп увеличения спроса на товары и услуги, связанные с землей.[15] Сюда входят сельскохозяйственные продукты (например, продовольствие и корма), волокно (например, хлопок и древесина для строительства и производства бумаги) и топливо (например, топливная древесина, биомасса, жидкое биотопливо). Кроме потребности в наземной продукции, для строительства городов, деревень и инфраструктуры необходима земля, которая также нужна для сохранения биологического разнообразия, экосистемных услуг, а также для смягчения последствий изменения климата и адаптации к таким последствиям на лесных землях и других природных территориях.

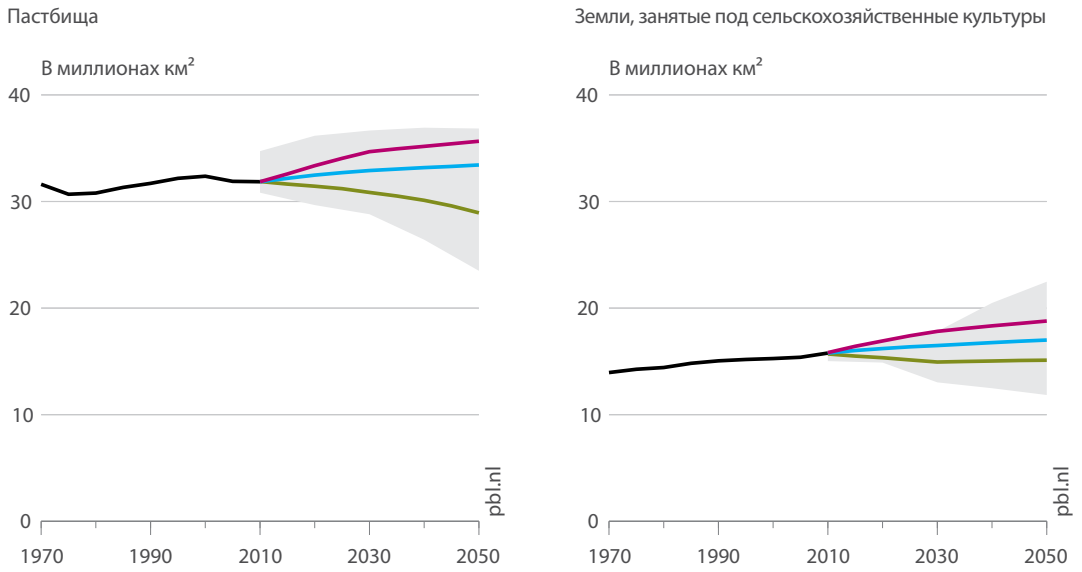
В целом, выводы по сценарию являются обоснованными, так как общие связи между продовольствием, кормами и соответствующими им видами землепользования хорошо известны и опираются на широкую эмпирическую базу. Ключевая неопределенность в будущей динамике землепользования заключается в изменении спроса на сельскохозяйственную продукцию и тенденциях в отношении урожайности культур и систем производства

Рисунок 6.4. Глобальные тенденции в землепользовании для СПП (цветные линии) и диапазон в других моделях[16] (серая область) на 2010 — 2050 гг.

Источник: PBL/IMAGE

Условные обозначения

- В прошлом
- Сценарий СПП1
- Сценарий СПП2
- Сценарий СПП3
- Диапазон значений при интегрированном моделировании оценки (IAM) для сценариев СПП1, СПП2 и СПП3



животноводческой продукции. Все глобальные модели указывают на то, что вековая тенденция переводить лесные земли в фонд сельскохозяйственных угодий будет продолжаться по крайней мере до 2050 года в сценарии «Посреди пути» СПП2, и тем более в СПП3. Будущие потребности в землепользовании с целью сельского хозяйства затронут не только леса, но также саванны и лугопастбищные угодья. Как следствие, можно ожидать, что потеря естественной среды обитания и связанные с этим последствия для биологического разнообразия будут продолжаться. Следующие разделы отражают представленные далее главы второй части этого обзора, где более подробно рассмотрены доказательства и политические вопросы для возможного рассмотрения в будущем.

Сельское хозяйство

Площадь оставшихся природных земель, пригодных для ведения сельского хозяйства, ограничена; процесс расширения все более захватывает маргинальные земли. Поскольку большая часть потенциально доступной для сельского хозяйства земли уже используется для земледелия, животноводства, или в качестве городских территорий, при дальнейшем расширении земель для сельского хозяйства приходится продвигаться в менее продуктивные районы (Рисунок 6.2). Для достижения сходной урожайности на менее продуктивных землях требуется больше площади и/или затрат. Более того, маргинальные земли часто сложнее в управлении и более подвержены деградации: они могут находиться на склонах, иметь тонкие и менее плодородные почвы, быть сложнее в обработке или иметь ограничения, связанные с недостатком воды или климатическими факторами. Таким образом, помимо работы в относительно менее благоприятных условиях, фермеры вынуждены вкладывать больше усилий и затрат. В разных регионах в маргинальные зоны чаще всего вытесняют мелких землевладельцев, тогда как более крупные производители контролируют более плодородные земли.

Два из трех сценариев предполагают увеличение использования земель для сельскохозяйственных целей: ожидается, что примерно 50% (в СПП3) и 80% (в СПП2) от этого роста придутся на земли с низкой или средней продуктивностью (Рисунок 6.3). Напротив, в сценарии СПП1 глобальная площадь под сельскохозяйственными землями уменьшится в результате сочетания низкого роста населения, повышенного внимания к устойчивому потреблению и производству (например, снижения уровня потребления мяса и образования пищевых отходов), а также повышения эффективности систем растениеводства и животноводства. В Европе и России, на территории которых расположена значительная часть наиболее плодородных земель в мире, даже высокопродуктивные земли будут подвержены изменениям в землепользовании или не будут использоваться. С точки зрения глобальной эффективности землепользования, развитие торговли продуктами земледелия будет способствовать производству продукции в регионах в соответствии с их сравнительными преимуществами. Тем не менее, существует множество других поводов для беспокойства, таких как внутренняя продовольственная самообеспеченность и стоимость транспорта, а также выбросы CO_2 в результате транспортировки на дальние расстояния.

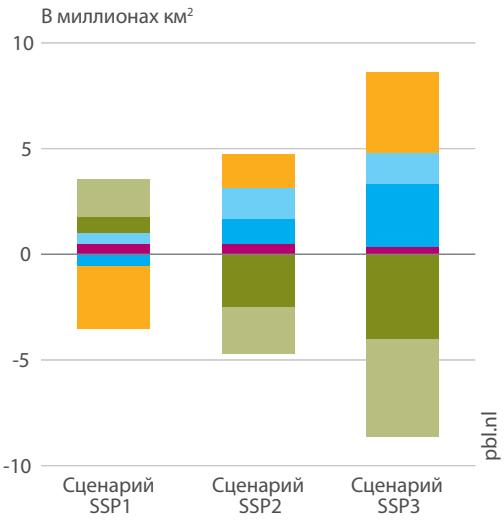
Ожидается, что глобальные изменения землепользования в сценарии СПП2 будут продолжаться, с расширением сельхозугодий от 15 млн. км² в 2010 году примерно на 0,9 млн. км² к 2030 году и 1,2 млн. км² к 2050 году, и дополнительно на 1,4 млн. км² для энергетических культур к 2050 году. По прогнозам, к 2050 году площадь пастбищ (включая площадь лугопастбищных угодий для скотоводства) увеличится примерно на 1,6 млн. км² (Рисунок 6.4).

Рисунок 6.5. Изменение площади территорий землепользования и нетронутых деятельностью человека районов, в глобальном (слева) и региональном (справа) масштабах

Источник: PBL/IMAGE

Условные обозначения

- Другие нетронутые деятельностью человека земли
- Лес
- Пастбища
- Энергетические культуры
- Продовольственные и кормовые культуры
- Застроенные территории
- Диапазон значений для сценариев от СПП1 до СПП3



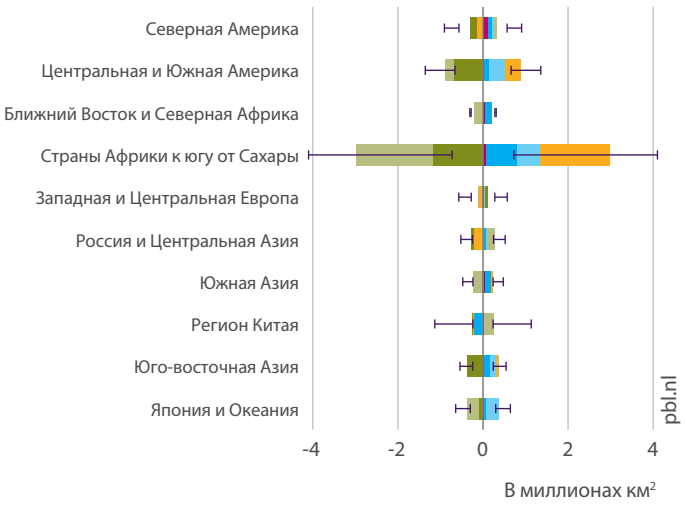


Рисунок 6.6. Изменения в землепользовании за период 2010 — 2050 гг.: зеленым отмечено нетронуты деятельностью человека районы; фиолетовым отмечено расширение сельскохозяйственных земель/застроенных территорий.

Источник: PBL/IMAGE

Условные обозначения

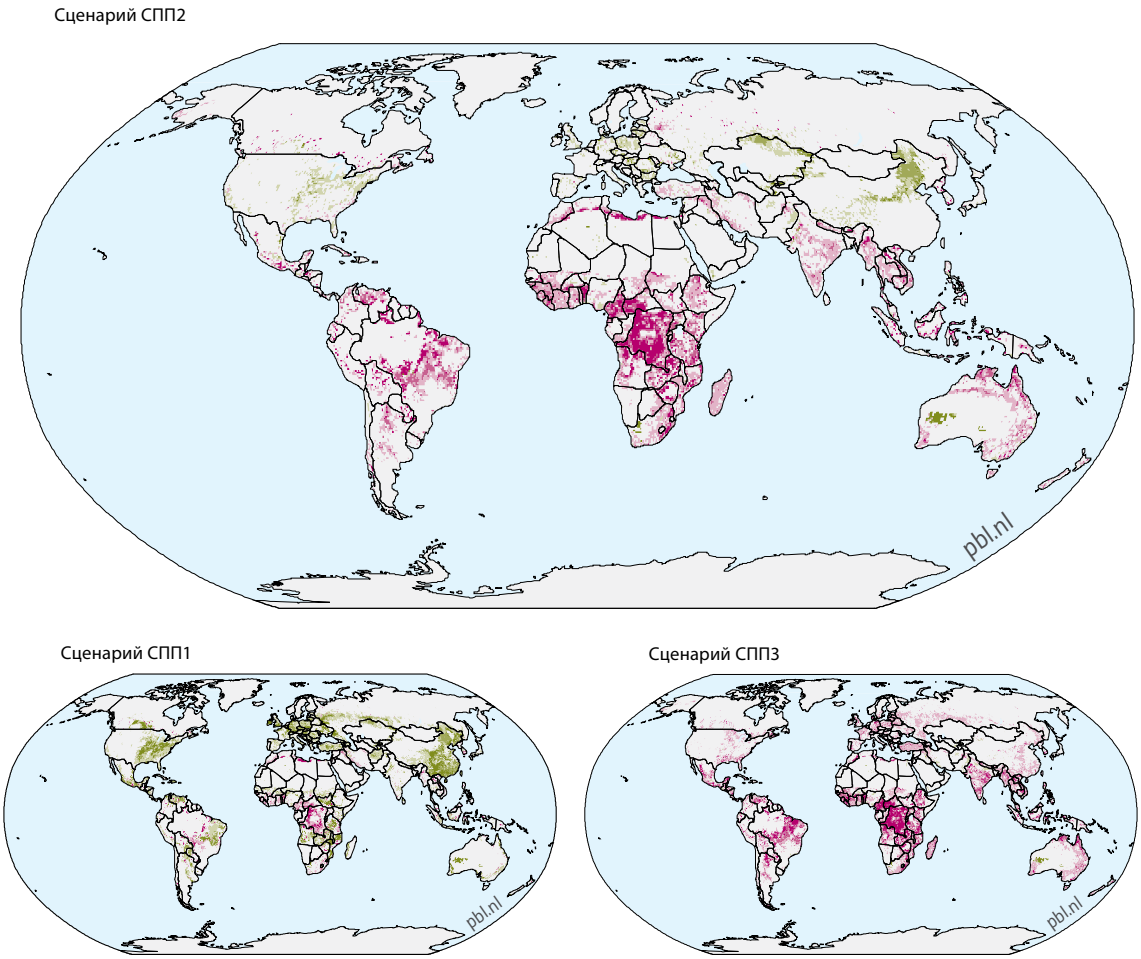
Обезлесение и освоение других нетронутых деятельностью человека земель (процентное изменение на квадрат сетки)

5 30 50 100

Лесовосстановление и выведение сельскохозяйственных земель в категорию природно-заповедного фонда (процентное изменение на квадрат сетки)

5 30 50 100

Изменения отсутствуют или небольшие (менее 5%)



В сценарии СПП3 показано более масштабное расширение сельхозугодий, пастбищ и земель для выращивания биоэнергетических культур, в основном из-за медленного технологического развития по сравнению с СПП2. В сценарии СПП1 прогнозируется чистое уменьшение площади сельскохозяйственных земель в глобальном масштабе из-за небольшого прироста населения, более устойчивого потребления и производства, а также повышения эффективности систем растениеводства и животноводства, что снизит потребности в земле. Самое большое расширение сельскохозяйственных угодий приходится на страны Африки к югу от Сахары по причине высокого роста населения и увеличения спроса на продовольствие и корма, удовлетворение которого невозможно только за счет повышения эффективности. Также в СПП1, в странах Африки к югу от Сахары сельскохозяйственное землепользование расширяется несмотря на чистое уменьшение на глобальном уровне; уровень расширения в СПП3 примерно на 40% выше по сравнению с СПП2 из-за медленного повышения урожайности культур и эффективности системы животноводства (Рисунки 6.5 и 6.6).

Изменения в землепользовании обусловлены продолжающимся увеличением спроса на продовольствие, топливо и волокно. Глобальный спрос движет ростом производства сельскохозяйственной продукции и лесоматериалов до 2050 года в пределах от 27% до 77%, в зависимости от конкретного сценария и прогнозируемой численности населения и его достатка. Это согласуется с широким перечнем литературных источников.[17] Поскольку рост спроса в развивающихся регионах выравнивается, там ожидается умеренный рост производства, но значительное увеличение ожидается особенно в странах Африки к югу от Сахары (более 150%), Южной и Юго-Восточной Азии, а также Латинской Америке (более 70%), приводя к изменению в сельскохозяйственном землепользовании. Производство в других регионах и торговля также частично покрывают растущий региональный спрос.

В сценарии СПП1 наблюдается гораздо меньшее, или даже неизменное увеличение спроса в большинстве регионов. Для СПП3 и СПП 2 зачастую отмечаются схожие показатели изменения в спросе на продовольствие как на глобальном, так и на региональном уровнях, поскольку более высокая численность населения и относительно низкий экономический рост компенсируют друг друга: в СПП3 численность населения выше, что ведет к увеличению спроса, но и к меньшему уровню достатка, в результате чего спрос по сравнению с СПП2 будет ниже. По своему влиянию на изменения в землепользовании, разницу между этими двумя сценариями составляет интенсивность сельского хозяйства (сельскохозяйственные культуры и скотоводство). Производство лесоматериалов в развитых регионах остается на высоком уровне во всех сценариях, а в Латинской Америке, Африке и Юго-Восточной Азии отмечается некоторый рост, зачастую в результате увеличения лесопосадок.

В странах, где в настоящее время использование азотных и фосфорных удобрений находится на низком уровне, ожидается быстрый рост спроса на них, что повысит эффективность землепользования, но за счет риска неблагоприятных экологических последствий. Значительная часть текущей рыночной сельскохозяйственной продукции стала зависимой от искусственных удобрений, так как во многих местах природные питательные вещества почвы не способны поддерживать текущие уровни урожайности. В сценарии СПП2 быстрый рост производства продовольствия приведет к увеличению использования азотных и фосфорных удобрений, особенно в регионах с низким текущим уровнем их использования. Прогнозные значения, полученные в более ранних сопоставимых сценариях, показывают глобальный рост на 36% в использовании азотных удобрений, а также рост на 44% в использовании фосфорных удобрений в период с 2005 по 2050 гг., но в странах Африки к югу от Сахары ожидается четырехкратный рост использования фосфорных удобрений.[18]

Все сценарии СПП показывают значительное расширение сельского хозяйства на уязвимые к эрозии тропические почвы. Почвы в тропических лесах, как правило, бедны и подвержены атмосферному влиянию, большинство питательных веществ было вымыто в течение многих лет обильных дождей и высоких температур. Высокая продуктивность естественной растительности поддерживается за счет почти замкнутого цикла, в котором большинство питательных веществ находятся в биомассе и в слое мертвого и разлагающегося вещества в лесном опаде. Наибольшее расширение сельхозугодий прогнозируется в бассейне Конго в результате значительного увеличения спроса в странах Африки к югу от Сахары, даже при относительно оптимистичном допущении роста продуктивности сельского хозяйства в этом регионе примерно на 200% в сценарии СПП2. Без устойчивых и эффективных систем управления почвой, очистка этих земель для целей сельского хозяйства может привести к быстрому сокращению сельскохозяйственного производства из-за нехватки питательных веществ и воздействия водной эрозии.

В глобальном масштабе, для компенсации продолжающихся потерь продуктивности в конкретных районах, к 2050 году может потребоваться дополнительное расширение сельхозугодий. Первую оценку площади дополнительных сельхозугодий, необходимых для компенсации этих потерь, возможно получить используя локальные отрицательные тенденции в плане чистой первичной продуктивности в качестве показателя, отражающего снижение продуктивности материковых сельхозугодий. Согласно такому сценарию снижения продуктивности СПП2, к 2050 году это приведет к увеличению площади сельхозугодий на 5%, помимо расширения на 8% по сценарию СПП2, в основе которого лежит только росте спроса на продовольствие. Регионы, демонстрирующие наибольшие масштабы расширения в связи с этими допущениями — это Северная Африка, Ближний Восток и в Северная Африка, Россия и Центральная Азия, страны Африки к югу от Сахары, Япония и Океания.

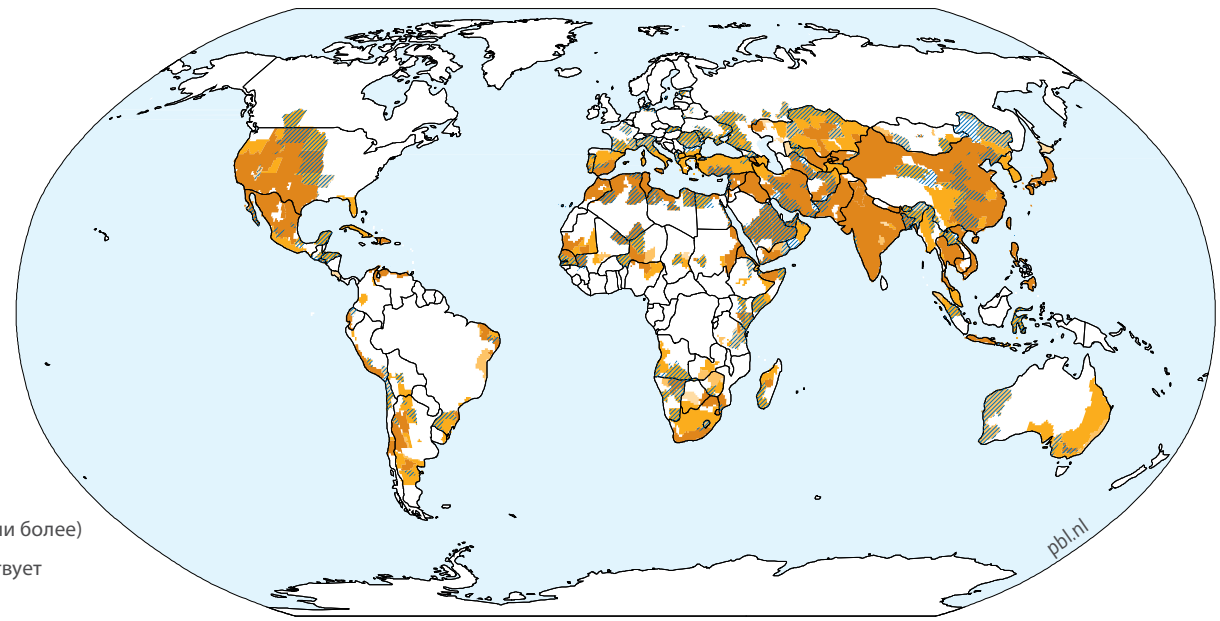
Водные ресурсы

Будущее водной безопасности сопряжено с множеством рисков с точки зрения дефицита. Эти риски связаны с устойчивым увеличением спроса на воду, неопределенностью по поводу невозобновляемости истощаемых подземных вод, снижением качества воды и изменениями в режимах выпадения осадков, а также с изменениями в глубине, строении и содержании органического углерода почвы. Способность удерживать воду почвой снижается с ухудшением ее состояния. Водоудерживающая способность особенно важна для неорошаемого земледелия в засушливых районах, где осадки могут быть неустойчивыми, а буферная способность почв удерживать воду используется растениями для выживания в течение продолжительных засушливых периодов. Низкая урожайность засушливых систем часто приписывается чрезмерному испарению воды с поверхности почвы, повышенное мульчирование которой органическими материалами может — хотя и не во всех ситуациях — повысить степень впитывания и удержания воды, тем самым увеличивая продуктивность.[19] Если почва способна удерживать больше воды (например, из-за мульчирования), замедленное высвобождение влаги в системы грунтовых вод может оказывать сглаживающее воздействие на расход воды в реках.

Согласно сценарию СПП2, общий глобальный спрос на воду возрастет с 2056 км^3 до 2445 км^3. Наибольший рост спроса на воду отмечается в Юго-Восточной Азии и странах Африки к югу от Сахары, что во многом обусловлено спросом со стороны промышленности и домашних хозяйств. Дефицит водных ресурсов означает их ограниченную доступность, с учетом общего спроса со стороны различных пользователей. Как в настоящее время, так и в будущем, дефицит водных ресурсов наиболее актуален для густонаселенных регионов, таких как Индия, Азия, запад Соединенных Штатов и Испания (Рисунок 6.7). Эти регионы включают в себя крупные засушливые и полузасушливые районы. На Рисунке 6.7 также показаны регионы, в которых дефицит водных ресурсов будет расти. Среди прочего, на востоке центрального побережья Африки, на Великих равнинах США, в прилегающих к Средиземному морю регионах, а также в некоторых районах бассейна Янцзы дефицит водных ресурсов может привести к замедлению экономического роста.

Степень серьезности проблемы дефицита водных ресурсов также зависит от местных хранилищ, выкачивания грунтовых вод из водоносных горизонтов, или мер, которые принимаются на начальных этапах для предотвращения дефицита водных ресурсов в дальнейшем. Рассмотренные здесь сценарии дают лишь общее представление о рисках, не включая потенциальные меры по их смягчению и адаптации к их последствиям.

В сценарии СПП2, во многих речных бассейнах, где уровень осадков относительно высок из-за климатических изменений, отмечается увеличение стока, которое превышает ожидаемые показатели, основанные только на увеличении количества осадков; изменения растительного покрова, по-видимому, снижают буферную способность экосистем противостоять потокам воды, что ведет к увеличению стока. Эти эффекты еще более выражены в засушливых районах, где во множестве малых бассейнов возможно значительное изменение уровня



Условные обозначения

- Низкий (0,1 – 0,2)
- Умеренный (0,2 – 0,4)
- Высокий (0,4 – 0,8)
- Очень высокий (0,8 или более)
- Дефицит воды отсутствует (менее 0,1)
- Прогнозируемое увеличение недостатка воды относительно уровня 2010 г.

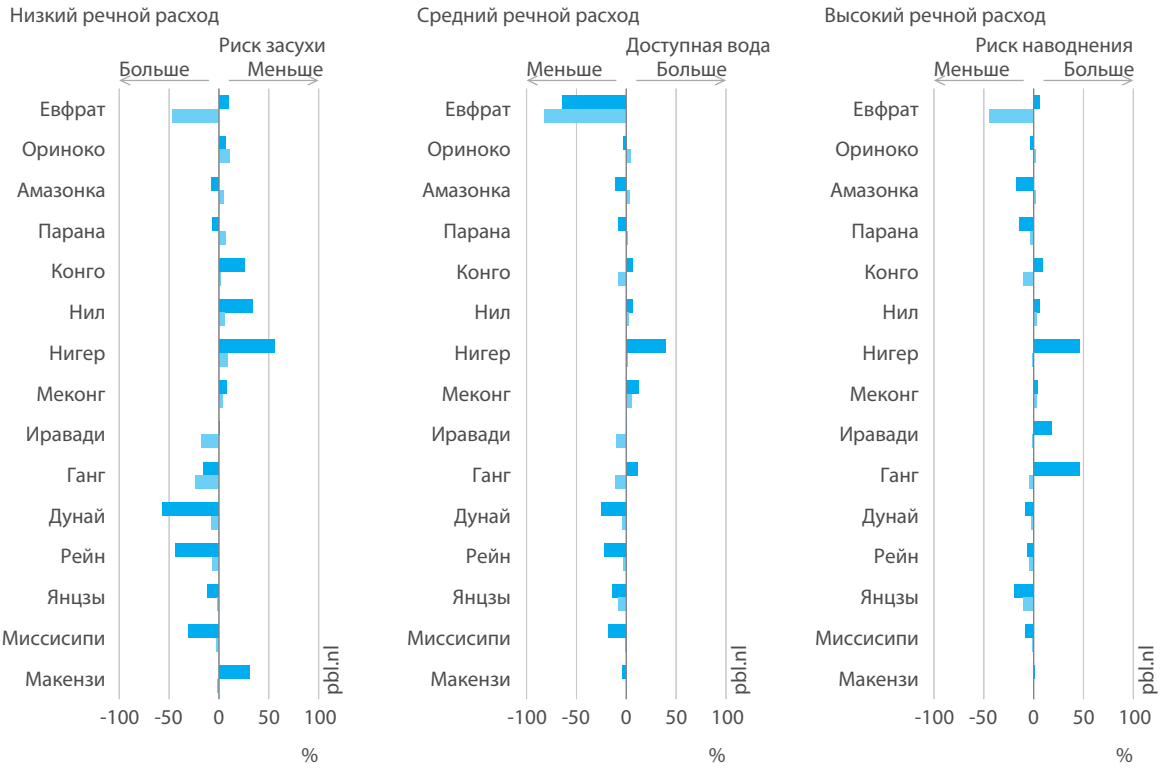
Рисунок 6.7. Глобальные прогнозы динамического дефицита водных ресурсов в период 2010 — 2050 гн. по сценарию СПП2: динамическая карта индекса дефицита водных ресурсов основана на ежемесячной шкале времени и учитывает частоту и постоянство условий дефицита водных ресурсов в течение года. *Источник: Утрехтский университет*

Рисунок 6.8. Изменения средних, высоких и низких значений темпа сброса для основных речных бассейнов в период 2010 — 2050 гг. по сценариям СПП2 и СПП2 без учета изменения климата. Следует отметить, что не учитывается изменение свойств почвы, как например в сценарии снижения продуктивности СПП2 и СПП2 без изменения климата (таким образом, показано только влияние от изменения в землепользовании).

Источники: Утрехтский университет; PBL

Условные обозначения

- Сценарий СПП 2
- Сценарий СПП 2 Без изменения климата



стока в результате даже небольшой интенсификации землепользования.

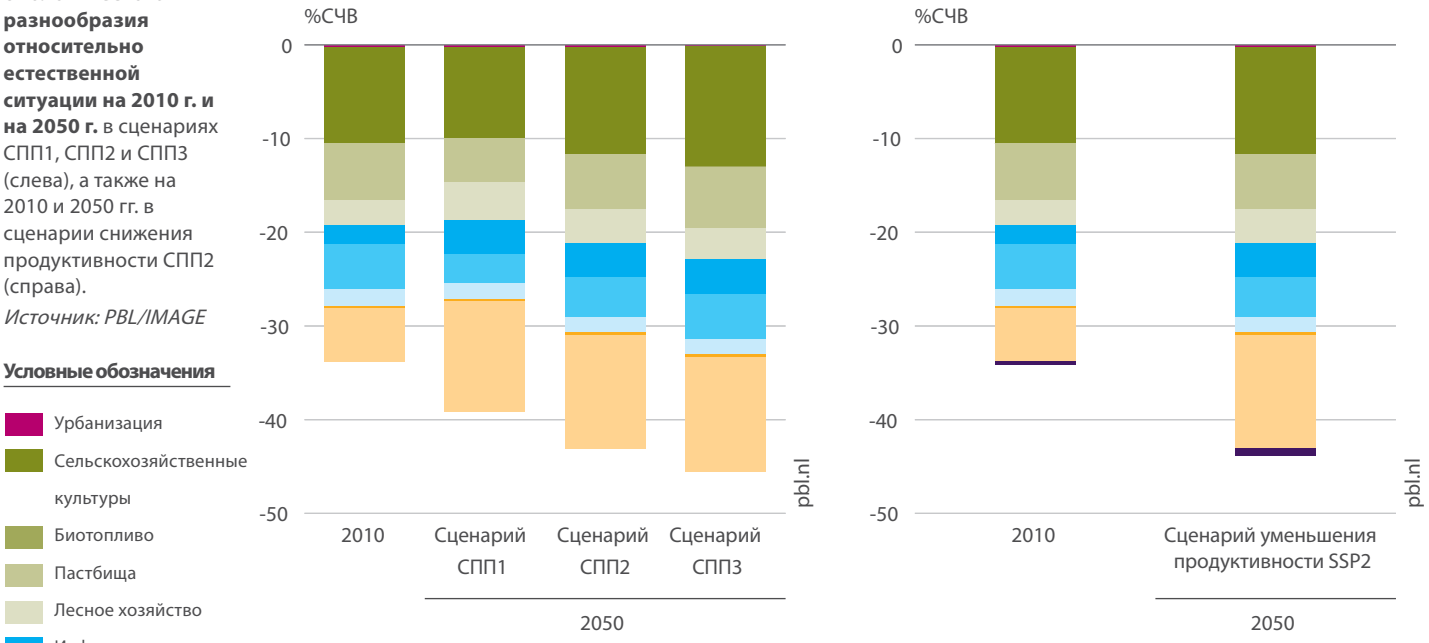
Изменения климата и растительного покрова приводят к изменению уровней стока, что влияет на величину расхода реки. Уровень вод в речных бассейнах может меняться в зависимости от средних значений расхода. Но поскольку речной сток в целом демонстрирует высокую естественную изменчивость, больше информации об опасностях затопления или засухи предоставляют максимальные и минимальные показатели объема стоков. На Рисунке 6.8 показаны относительные изменения низких, средних и высоких значений объема стоков для некоторых из более крупных речных бассейнов мира в сценарии СПП2, как с учетом климатических изменений, так и без них. Несколько событий могут взаимно усиливать или смягчать друг друга, и степень такого влияния зависит от ситуации в местном масштабе. Отрицательное изменение низкого показателя стока означает уменьшение его объемов, в результате чего речной бассейн становится более подвержен гидрологическим засухам. Для высоких значений стока ситуация противоположна.

Биологическое разнообразие

В СПП1, 2 и 3, прогнозируемые потери биологического разнообразия, измеряемые средней численностью видов (Mean Species Abundance), возрастет с 34% в 2010 году до 38%, 43% и 46%, соответственно (Рисунок 6.9). В СПП1 скорость потери сокращается за счет прекращения расширения сельхозугодий, хотя в таком случае возрастает влияние от лесного хозяйства. Это типичный пример компромиссов при развитии различных секторов; чтобы компенсировать отсутствие производства лесоматериалов в лесах, вырубленных с целью расширения сельхозугодий, площадь лесных земель должна расшириться в большей мере, чем предусмотрено сценариями СПП2 и СПП3. В результате совокупного эффекта от расширения сельхозугодий, в том числе под биоэнергетические культуры, инфраструктуры и земель под населенные пункты, лесные хозяйства, а также от изменения климата, в сценариях СПП2 и СПП3 наблюдается наибольшая деградация биологического разнообразия . Темпы этой деградации в данных сценариях будут аналогичны, или даже выше зафиксированных в XX веке показателей. Во всех сценариях деградация биологического разнообразия продолжается значительно дальше 2050 года, в то время как последствия изменения климата ускоряются.

Рисунок 6.9. Глобальная потеря биологического разнообразия относительно естественной ситуации на 2010 г. и на 2050 г. в сценариях СПП1, СПП2 и СПП3 (слева), а также на 2010 и 2050 гг. в сценарии снижения продуктивности СПП2 (справа).

Источник: PBL/IMAGE



В сценарии снижения продуктивности СПП2 к 2050 году отмечается рост деградации биологического разнообразия примерно на 1% пункт (Рисунок 6.9). В большей мере это связано со снижением продуктивности сельхозугодий, что требует дополнительного расширения их площади для компенсации потери. Меньшая доля приходится на прежние, не используемые более режимы землепользования, а также на неофициальное, экстенсивное землепользование, такое как экстенсивный выпас скота, а также сбор кормовых культур и древесины. Один процентный пункт может восприниматься как относительно небольшой прирост, но в абсолютном выражении это значительная величина. Для сравнения, 1 процентный пункт потерь СЧВ эквивалентен полной деградации биологического разнообразия в районе первобытной природы, площадь которого а 2,4 раза превышает размеры континентальной территории Франции.

Почва, растительность и углерод

Общее историческое антропогенное сокращение почвенного органического углерода (ПОУ), в основном за счет перевода природных экосистем под нужды сельского хозяйства, привело к предполагаемой потере 176 Гт ПОУ, что эквивалентно 8% от общего углеродного пула ПОУ в естественных условиях, или около 2200 Гт.[19,20] Это соответствует оценкам в литературных источниках.[21,22,23] По оценкам, значительная часть этих потерь приходится на Европу, Индийский субконтинент, страны Африки к югу от Сахары, юго-восточную часть Южной Америки, а также на обширные районы Китая (Рисунок 6.10).

Суммарные выбросы от ПОУ в сценарии снижения продуктивности СПП2 оцениваются примерно в 27 Гт углерода за период с 2010 по 2050 гг. (Рисунок 6.11). Из них 16 Гт углерода выделяется в результате будущего освоения естественных земель для сельскохозяйственных нужд, и еще 11 Гт — вследствие продолжающегося сокращения растительного покрова и продуктивности земель по причинам помимо освоения земель. Наибольшая часть этих будущих потерь ожидается в регионах южного полушария, особенно в странах Африки к югу от Сахары (Рисунок 6.10). За короткий промежуток времени, пока средне- и низкопродуктивные почвы с зачастую низким содержанием углерода будут осваиваться под сельхозугодья, они могут потерять относительно высокую долю своего (уже малого) общего углеродного пула.

По оценкам, продолжающееся осушение торфяных почв и последующие торфяные пожары приведут к образованию дополнительно около 9 Гт (±2) выбросов углерода в период с 2010 по 2050 гг. Это значение основано на прогнозах уровней выбросов в Юго-Восточной Азии[24] и экстраполяции текущих показателей выбросов в Европе, включая Европейскую часть России[25] Кумулятивные выбросы углерода от истощения растительного покрова к 2050 году оцениваются примерно в 45 Гт; это означает потерю биомассы вследствие расширения площади сельского хозяйства, деградации лесов и управления лесными ресурсами (Рисунок 6.11). Это чистый баланс, в частности, уровня облесения в северных регионах и продолжающегося обезлесения в южных регионах.[26]

К 2050 году вышеуказанные антропогенные выбросы углерода на суше составят около 80 Гт, что примерно эквивалентно среднегодовому уровню выбросов углерода от ископаемых видов топлива за восемь лет в размере 9,9 Гт в год[27] (Рисунок 6.11). Эти оценки не включают в себя воздействие климатических изменений (температура и осадки) на уровень ПОУ, или влияние обогащения атмосферы двуокисью углерода на запасы углерода в растительности.

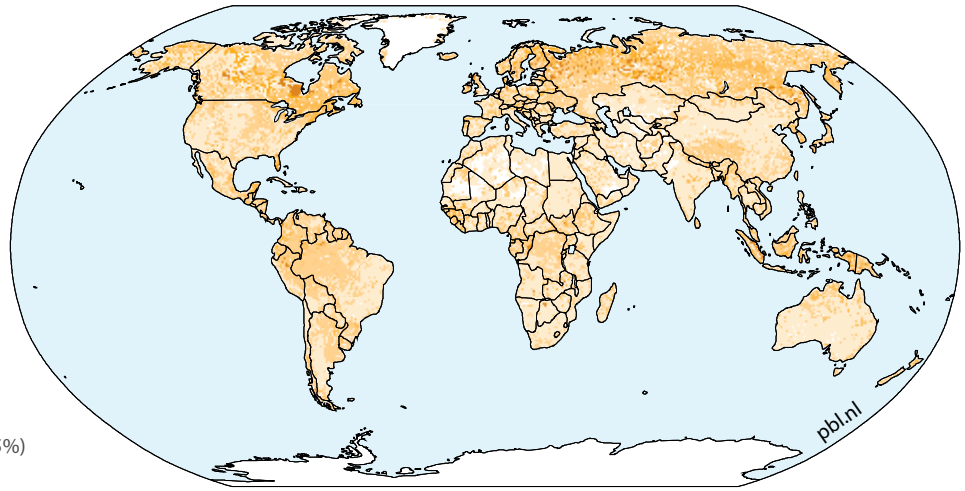
Рисунок 6.10. Текущее содержание ПОУ (сверху); историческое снижение уровня ПОУ относительно общего уровня ПОУ в естественном состоянии (по центру); будущее снижение уровня ПОУ относительно текущих показателей в сценарии снижения продуктивности СПП2 (снизу).

Источник: Стурфогель и др. (Stoorvogel et al.) 2017; Шут и др. (Schut et al.) 2015; PBL

Условные обозначения

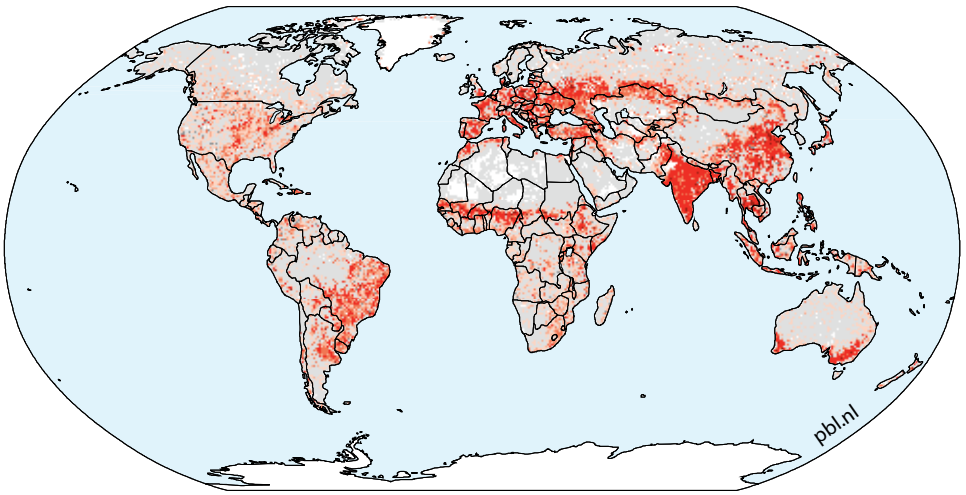
- Низкий (1,5% или меньше)
- Умеренный (1,5 – 3,0%)
- Высокий (3,0 – 5,0%)
- Гумозный (5,0 – 12,0%)
- Органо-минеральный (12,0 – 35%)
- Органический (более 35%)

2010



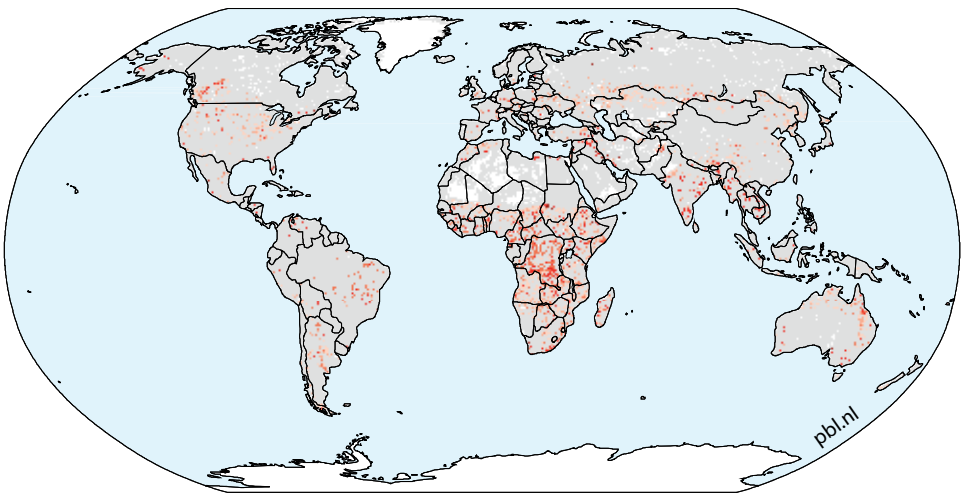
Изменение по сравнению с естественным положением, 2010 год

- 50 и более
- 30 – 50
- 20 – 30
- 10 – 20
- 2 – 10
- 2% снижение – 2% рост
- Рост более чем на 2%



Изменение согласно сценарию уменьшения продуктивности SSP2, 2010 – 2050 годы

- Данных нет



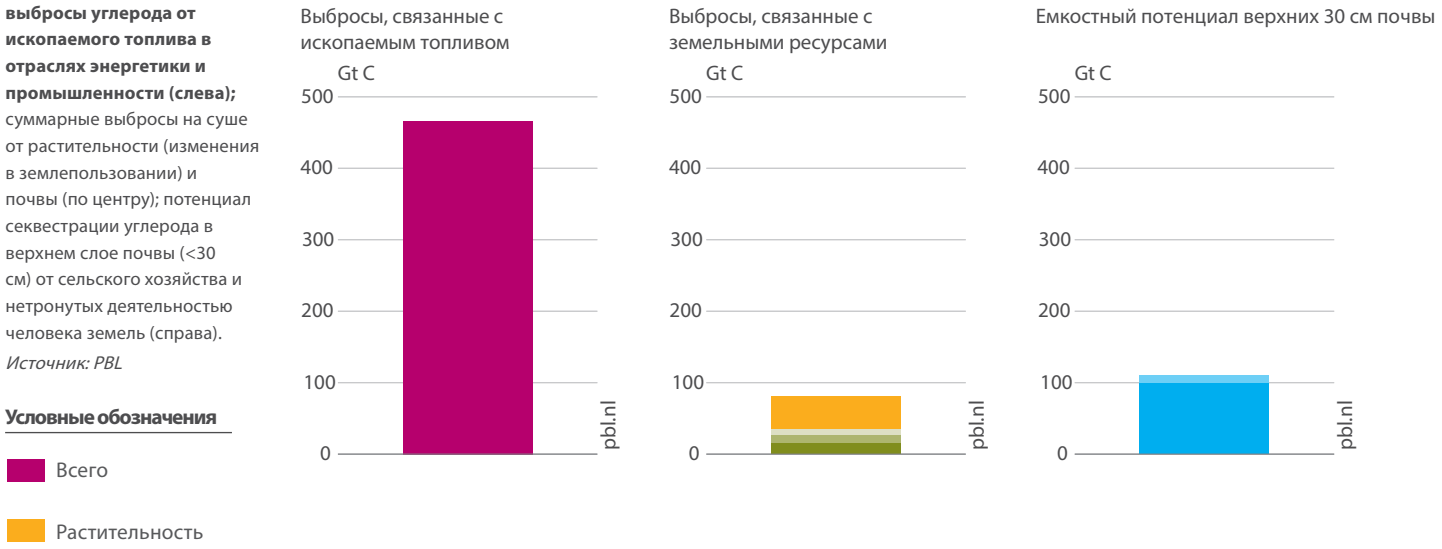


Рисунок 6.11. Суммарные выбросы углерода от ископаемого топлива в отраслях энергетики и промышленности (слева); суммарные выбросы на суше от растительности (изменения в землепользовании) и почвы (по центру); потенциал секвестрации углерода в верхнем слое почвы (<30 см) от сельского хозяйства и нетронутых деятельностью человека земель (справа).
Источник: PBL

Поскольку большая часть исторического сокращения уровня ПОУ отмечается в верхнем слое почвы толщиной 30 см на сельскохозяйственных угодьях, то и наибольший потенциал для восстановления приходится на существующие сельскохозяйственные земли. Этот глобальный потенциал значителен, но требует развития сельскохозяйственных систем, сочетающих высокую урожайность с близкими к естественным уровнями ПОУ (Рисунок 6.11).

По сравнению с выбросами от ископаемых видов топлива, будущие выбросы углерода с материковых земель относительно небольшие (Рисунок 6.11). Тем не менее, с точки зрения смягчения последствий изменения климата, значительный эффект принесет сокращение будущих выбросов с материковых земель и использование потенциала секвестрации углерода на сельскохозяйственных землях. В сценариях, где рост глобальных температур возможно удержать на уровне ниже 1,5 — 2°C, необходимо чтобы суммарный уровень будущих выбросов CO_2 не превышал 170 — 320 Гт.[28,29,30]

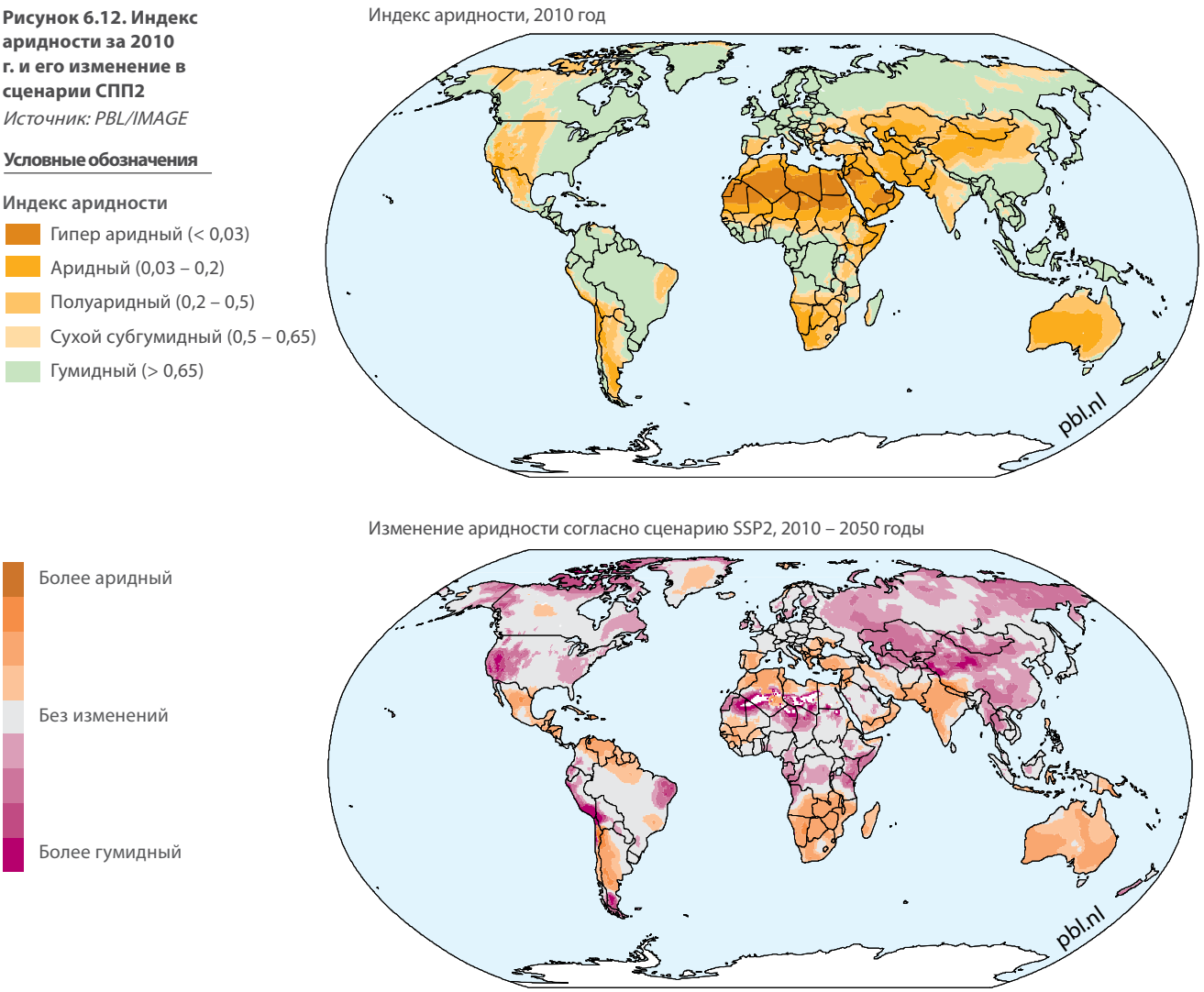
Изменение климата

При умеренном потеплении, влияние изменения климата на сельское хозяйство приведет к вероятному снижению урожайности и доступности подходящих сельскохозяйственных земель в некоторых регионах, с одновременным повышением урожайности в других. Это, скорее всего, приведет к изменению структуры торговли и расширению сельскохозяйственных районов, но диапазон неопределенности степени влияния климатических изменений на сельскохозяйственное землепользование очень велик.[31] Это влияние сильно различается в зависимости от региона: хотя на некоторых умеренных районах рост температур и вегетационного периода, вероятно, скажется положительно, в таких регионах как станы Африки к югу от Сахары и Индия ожидается снижение урожайности из-за роста дефицита водных ресурсов и, что важнее, более высоких температур.[32]

Засушливые районы особенно уязвимы. На Рисунке 6.12 показана глобальная карта текущего уровня засушливости и будущих изменений в сценарии СПП2. Повышенная продуктивность за счет обогащения атмосферы CO_2 может компенсировать некоторые неблагоприятные последствия, но до сих пор неясно, в какой мере этот положительный эффект может быть реализован на практике. В глобальном масштабе урожайность существующих сельхозугодий может снизиться на 10 – 15%, тогда как подходящая для сельхозугодий площадь может увеличиться примерно на 10%, в частности в северном полушарии. По сравнению со сценарием отсутствия климатических изменений, это приведет к небольшому снижению глобальной продуктивности к 2050 году, но в региональном масштабе отмечается гораздо более неоднозначная ситуация, которую смягчает торговля.

Помимо влияния на устойчивость земель при производстве продуктов питания, изменение климата также повлияет на доступность водных ресурсов, что имеет потенциал для создания более масштабных последствий, таких как конфликты, особенно в засушливых районах с ожидаемым значительным ростом численности населения и существующим дефицитом водных ресурсов, который уже вызывает разногласия.[33,34,35,36] Наконец, потепление также может ускорить разложение органического вещества почвы, оказывая давление на состояние земель в регионах с имеющимся теплым климатом, а также дополнительно увеличивая выбросы углерода[37] и миграцию вредителей и болезней.

Рисунок 6.12. Индекс аридности за 2010 г. и его изменение в сценарии СПП2
Источник: PBL/IMAGE



Урбанизация

Несмотря на свои относительно небольшие масштабы в сравнении с освоением земель под сельскохозяйственное пользование, расширение городских районов и инфраструктуры все в большей степени происходит за счет плодородных сельскохозяйственных земель. Мир становится все более урбанизированным, что прямо или косвенно влияет на землепользование. Исторически сложилось, что человеческие поселения располагались в самых плодородных районах и на доступных землях. Рост их размеров начинает в значительной мере вытеснять плодородные сельскохозяйственные угодья. В одном из регионов Китая свыше 70% прироста урбанизированных территорий происходило за счет захвата земель, ранее выделенных под сельхозугодья.[38]

Рост городов в основном происходит в пригородных районах, которые медленно фрагментируются и занимают сельскохозяйственные и природные ландшафты. Сельское хозяйство зачастую вынуждено перемещаться на другие, иногда менее продуктивные территории. Городское население все в большей степени диссоциируется от сельских районов, а также способов производства продовольствия и других продуктов землепользования. Прогнозируемый в сценарии СПП2 рост застроенных территорий составит 0,4 млн. км^2 . Большая часть этого роста приходится на высокопродуктивные сельскохозяйственные районы (см. Главу 11), в результате чего происходит вынужденное перемещение сельскохозяйственной деятельности в менее продуктивные регионы, где для достижения аналогичной продуктивности необходимо больше площади. Этот вывод в целом согласуется с другими литературными источниками, хотя в некоторых из них наибольший рост городов прогнозируется в других регионах, таких как Китай.[39]

Рисунок 6.13. Население в засушливых районах по категории засушливых земель (слева) и по регионам (справа) в 2010 г. и 2050 г. в сценарии СПП2.

Источник: PBL/IMAGE

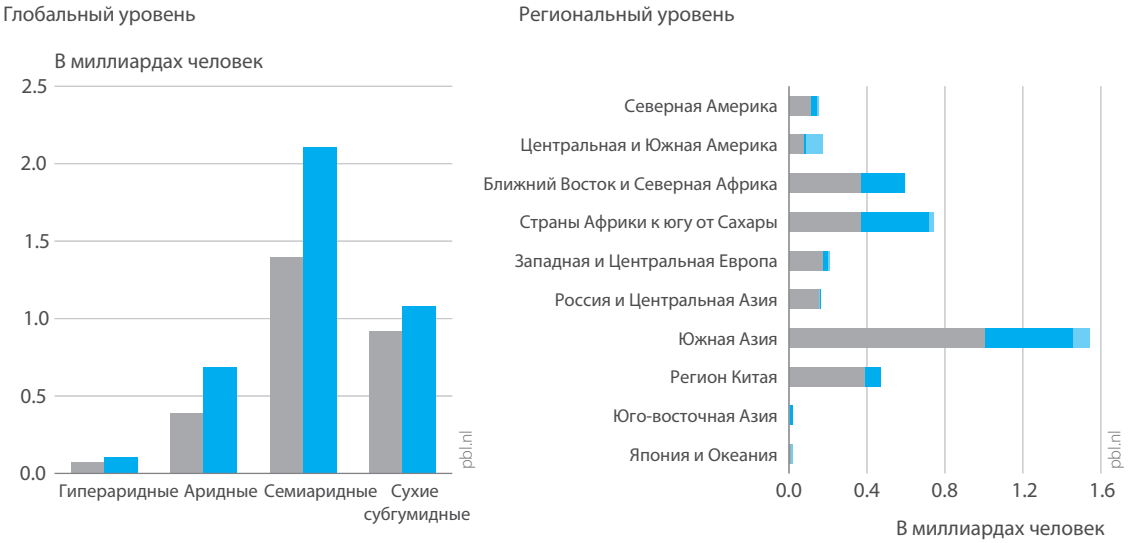
Условные обозначения

Во всем мире

- 2010 г.
- 2050 г.

По регионам

- Население в 2010 г.
- Рост численности населения в существующих засушливых районах, 2010 – 2050 гг.
- Население в новых засушливых районах на 2050 г.



Засушливые районы

В сценарии СПП2, прогнозируемый к 2050 году рост численности населения в засушливых районах составит 43%, что намного выше глобального темпа роста населения, равного примерно 33%. В целом, прогнозируется рост численности населения в засушливых районах с 2,7 млрд. в 2010 г. до 4,0 млрд. в 2050 г. (Рисунок 6.13).

Как правило, наличие воды является ограничивающим фактором роста растений в засушливых районах. С ростом численности населения в сценарии СПП2 значимость проблемы дефицита водных ресурсов для многих из этих регионов неизбежно возрастет. Наибольший прирост населения прогнозируется в полуаридных и аридных засушливых районах. По прогнозам, в Южной Азии ожидается наибольший прирост населения в засушливых районах, на уровне свыше 500 млн. человек, а результаты оценки указывают на удвоение численности населения засушливых районов в странах Африки к югу от Сахары. В Центральной и Южной Америке также ожидается аналогичное удвоение численности населения, хотя и меньшее в абсолютном выражении. В то время как в странах Африки к югу от Сахары этот рост в основном связан с общим приростом населения, в Центральной и Южной Америке основной причиной является расширение площади засушливых земель вследствие изменения климата. Поэтому, несмотря на то что показатель влажности некоторых регионов может несколько изменяться в том или ином направлении, увеличение спроса со стороны растущих групп населения будет влиять на общие проблемы в засушливых районах в большей мере, чем изменением климата. Однако в будущем намного больше людей в засушливых районах будут подвержены негативному влиянию последствий изменения климата, таких как растущая непредсказуемость погодных условий, особенно засухи.

Региональные перспективы

При рассмотрении изменений в землепользовании и функциях экосистем с региональной точки зрения наиболее серьезные проблемы предстоят в странах Африки к югу от Сахары, а также в Южной Азии, Северной Африке и на Ближнем Востоке. Эти регионы характеризуются сочетанием следующих факторов: высокие темпы роста численности населения (особенно в засушливых районах), низкий уровень ВВП на душу населения, высокий уровень хронического недоедания, увеличение недостатка воды, ограниченное потребление белка, относительно низкие показатели самообеспеченности, освоение сельскохозяйственных земель для иных целей, быстрое сокращение оставшихся потенциально доступных сельхозугодий, продолжающаяся низкая урожайность, непрерывная потеря продуктивности, а также высокая потеря биологического разнообразия. В то же время отмечается текущая недостаточность экономических и институциональных средств для борьбы с этими изменениями, и несмотря на возможность улучшения этой ситуации в будущем, до тех пор возможно возникновение вытекающих неконтролируемых проблем, а также рисков конфликтов и массовой миграции внутри и за пределами региона.

Для Юго-Восточной Азии характерны многие аналогичные проблемы, но выраженные в меньшей степени. Этот регион характеризуется относительно высоким ростом потребности в воде, низкой самообеспеченностью, продолжающейся сельскохозяйственной экспансией, дальнейшим сокращением потенциально доступных сельхозугодий и высокой потерей биологического разнообразия. Остальные регионы отличаются наличием относительно меньшего, но все же широкого спектра проблем, располагая при этом более качественными экономическими и институциональными средствами для преодоления этих изменений.

© Мехмет Оздемир (Mehmet Özdemir)

ВЫВОДЫ

Этот анализ сценариев показывает, что в ближайшие десятилетия во многих регионах можно ожидать значительных изменений в режиме пользования, востребованности и состоянии земель, главным образом в результате сочетания роста численности и обеспеченности населения, что приведет к увеличению спроса на продовольствие, сдвигу в сторону роста потребления мяса и требующих значительной земельной территории продуктов, повышенному спросу на волокна и энергию, урбанизации, ускорению изменения климата, а также к продолжающемуся локальному сокращению растительного покрова, продуктивности и уровня органического углерода почвы.

Эти движущие силы окажут влияние на высокие и низкие значения речных сбросов, дефицит водных ресурсов, засушливость, урожайность сельскохозяйственных культур, сельскохозяйственную экспансию, роль земель в качестве источника и поглотителя углерода, а также на биологическое разнообразие. Страны Африки к югу от Сахары, Ближний Восток и Северная Африка, Южная Азия и, в меньшей степени, Юго-Восточная Азия сталкиваются с тревожным сочетанием экологических и социально-экономических проблем, которые в будущем приведут к росту давления на наземные товары и услуги.

Вытекающие из этого многомерные воздействия на безопасность человечества (см. Главу 5) могут привести к возникновению неконтролируемых проблем и рисков.

Стратегии реагирования (см. Часть третью) должны помочь смягчить давление на землю и обеспечить более справедливый баланс в противостоянии экологических и социально-экономических потребностей. В конце концов, глобальная неспособность обеспечить продовольственную, водную и энергетическую безопасности для всех при одновременном смягчении последствий изменения климата и прекращении потери биологического разнообразия — это общий результат всех наших индивидуальных решений, будь то в качестве главы семьи, потребителя, производителя, предпринимателя, или политика. Как и в ситуации с противодействием изменению климата, традиционный подход к решению этой проблемы оказывается неэффективным с учетом ее масштабов. В разработке стратегии реагирования необходимо учитывать рост численности населения, уровни потребления, пищевой рацион, недостаток производства всех групп сырьевых товаров, эффективное использование пространства, воды, материалов и энергии, обезлесение, пищевые отходы и потери, связанные с послеуборочной обработкой, а также изменение климата и освоение нетронутых деятельностью человека территорий. Для эффективной реализации такого курса потребуются системы управления земельными ресурсами на локальном, национальном и международном уровнях в сочетании с информированным планированием землепользования и управления земельными ресурсами.

© Хуан Карлос Хуайлапума (Juan Carlos Huayllapuma)/CIFOR

БИБЛИОГРАФИЯ:

1 PBL Netherlands Environmental Assessment Agency (2017). Exploring the impact of changes in land-use and land condition on food, water, climate change mitigation and biodiversity; Scenarios for the UNCCD Global Land Outlook. PBL Report. Den Haag.

2 Van Vuuren, D.P., Kriegler, E., O'Neill, B.C., Ebi, K.L., Riahi, K., et al. 2014. A new scenario framework for climate change research: Scenario matrix architecture. Climatic Change **122** (3): 373-386.

3 Alcamo, J. and Ribeiro, T. 2001. Scenarios as tools for international environmental assessments. Environmental Issues Report number 24. European Environment Agency, Copenhagen.

4 O'Neill, B.C., Kriegler, E., Riahi, K., Ebi, K.L., Hallegatte, S., et al. 2014. A new scenario framework for climate change research: The concept of shared socioeconomic pathways. Climatic Change **122** (3): 387-400.

5 Stehfest, E., van Vuuren, D., Bouwman, L., and Kram, T. 2014. Integrated assessment of global environmental change with IMAGE 3.0: Model description and policy applications. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.

6 Lutz, W., Butz, W.P., and Samir, K.E. (eds.). 2014. World population and human capital in the twenty-first century. OUP, Oxford.

7 Jiang, L. and O'Neill, B.C. 2015. Global urbanization projections for the Shared Socioeconomic Pathways. Global Environmental Change **42**: 192-199.

8 Dellink, R., Chateau, J., Lanzi, E., and Magné, B. 2015. Long-term economic growth projections in the Shared Socioeconomic Pathways. Global Environmental Change **42**: 200-214.

9 O'Neill, B.C., et al. 2014. Op. cit.

10 Stoorvogel, J.J., Bakkenes, M., Temme, A.J., Batjes, N.H., and Brink, B.J.E. ten. 2017a. S World: A global soil map for environmental modelling. Land Degradation and Development **28**: 22-33.

11 Stoorvogel, J.J., Bakkenes, M., Brink, B.J.E ten, and Temme, A.J. 2017b. To what extent did we change our soils? A global comparison of natural and current conditions. Land Degradation and Development. DOI: 10.1002/ldr.2721.

12 www.globio.info

13 Sutanudjaja, E.H., van Beek, L.P., Wada, Y., Wisser, D., de Graaf, I.E., et al. 2014. Development and validation of PCR-GLOBWB 2.0: A 5 arc min resolution global hydrology and water resources model. Geophysical Research Abstracts **16**: EGU20149993.

14 De Graaf, I.E.M., Sutanudjaja, E.H., van Beek, L.P.H., and Bierkens, M.F.P. 2014. A high resolution global scale groundwater model. Hydrology and Earth System Sciences Discussions **11** (5): 5217-5250.

15 Doelman, J.C., Stehfest, E., Tabeau, A., Van Meijl, H., Lassaletta, L., et al. (forthcoming). Exploring SSP land-use dynamics using the IMAGE model: Regional and gridded scenarios of land-use change and landbased climate change mitigation. Global Environmental Change.

16 Popp, A., Calvin, K., Fujimori, S., Havlik, P., Humpenöder, F., et al. 2017. Land-use futures in the shared socio-economic pathways. Global Environmental Change **42:** 331-345.

17 Ibid.

18 PBL. 2012. Roads from Rio+ 20: Pathways to achieve global sustainability goals by 2050. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, The Hague, The Netherlands.

19 Jägermeyr, J., Gerten, D., Schaphoff, S., Heinke, J., Lucht, W., and Rockström, J. 2016. Integrated crop water management might sustainably halve the global food gap. Environmental Research Letters **11 (2):** 025002.

20 The numbers are derived by applying Stoorvogel et al. 2017a and Stoorvogel et al. 2017b in the IMAGE model.

21 Houghton, R.A. 2003. Revised estimates of the annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land-use and land management 1850–2000. Tellus B **55 (2): 378-390.**

22 Levy, P., Friend, A., White, A., and Cannell, M. 2004. The influence of land-use change on global-scale fluxes of carbon from terrestrial ecosystems. Climatic Change **67 (2-3): 185-209.**

23 Kaplan, J.O., Krumhardt, K.M., Ellis, E.C., Ruddiman, W.F., Lemmen, C., and Goldewijk, K.K. 2011. Holocene carbon emissions as a result of anthropogenic land cover change. The Holocene **21** (5): 775-791.

24 Hooijer, A., Page, S., Canadell, J.G., Silvius, M., Kwadijk, J., et al. 2010. Current and future CO2 emissions from drained peatlands in Southeast Asia. Biogeosciences 7: 1505-1514.

25 Drösler, M., Freibauer, A., Christensen, T.R., and Friborg, T. 2008. Observations and status of peatland greenhouse gas emissions in Europe. In: Dolman, A.J., Valentini, R., and Freibauer (eds.) The Continental-Scale Greenhouse Gas Balance of Europe. Springer, New York, pp. 243-261.

26 PBL. 2017. Op. cit.

27 Olivier, J.G.J., Janssens-Maenhout, G., Muntean, M., and Peters, J.A.H.W. 2015. Trends in global CO2 emissions: 2013/2014/2015 Report: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency and European Commission Joint Research Centre, The Hague and Ispra, Italy.

28 Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014. Climate Change 2014. Mitigation of Climate Change Working Group III Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Table 6.3, p. 431.

29 See also UNFCCC Paris agreement art. 2 p.: Holding the increase in the global average temperature to well below 2°C above pre-industrial levels and to pursue efforts to limit the temperature increase to 1.5°C above pre-industrial levels. Scenarios with a likely (>66%) probability to keep global temperature change below 2°C should limit future cumulative CO2 emissions to 630-1180 GtCO2 (170-320 Gt C).

30 Rogelj, J., Den Elzen, M., Höhne, N., Fransen, T., Fekete, H., et al. 2016. Paris Agreement climate proposals need a boost to keep warming well below 2°C. Nature **534** (7609): 631-639.

31 Nelson, G.C., Valin, H., Sands, R.D., Havlík, P., Ahammad, H., et al. 2014. Climate change effects on agriculture: Economic responses to biophysical shocks. Proceedings of the National Academy of Sciences 111 (9): 3274-3279.

32 Joint Research Centre of the European Commission. 2017. Challenges of Global Agriculture in a Climate Change Context by 2050; Authors: Van Meijl, H., Lotze-Campen, H., Havlik, P., Stehfest, E., Witzke, P., Pérez-Domínguez, I., Levin-Koopman, J., Fellmann, T., and Tabeau, A.; Editors: Pérez-Domínguez, I. and Fellmann, T.; JRC Technical Reports.

33 Burke, M.B., Miguel, E., Satyanath, S., Dykema, J.A., and Lobell, D.B. 2009. Warming increases the risk of civil war in Africa. Proceedings of the National Academy of Sciences 106 (49): 20670-20674.

34 Gleditsch, N.P. 2012. Whither the weather? Climate change and conflict. Journal of Peace Research **49** (1): 3-9.

35 Kelley, C.P., Mohtadi, S., Cane, M.A., Seager, R., and Kushnir, Y. 2015. Climate change in the Fertile Crescent and implications of the recent Syrian drought. Proceedings of the National Academy of Sciences 112 (11): 3241-3246.

36 Van Schaik, L. and Dinnissen, R. 2014. Terra Incognita: Land degradation as underestimated threat amplifier. Clingendael, Netherlands Institute of International Relations, The Hague.

37 Crowther, T., Todd-Brown, K., Rowe, C., Wieder, W., Carey, J., et al. 2016. Quantifying global soil carbon losses in response to warming. Nature **540** (7631): 104-108.

38 Hao, P., Sliuzas, R., and Geertman, S. 2011. The development and redevelopment of urban villages in Shenzhen. Habitat International 35 (2): 214-224.

39 d'Amour, C.B., Reitsma, F., Baiocchi, G., Barthel, S., Güneralp, B., et al. 2016. Future urban land expansion and implications for global croplands. Proceedings of the National Academy of Sciences 201606036.

ГЛАВА 7

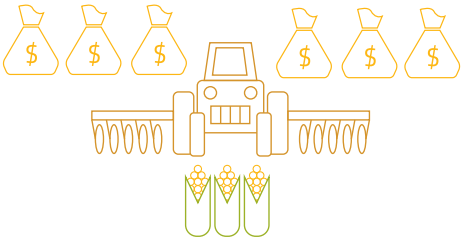
ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Под сельское хозяйство и животноводство отведено более трети поверхности суши в мире, что мешает развитию прочих видов землепользования. Интенсификация, движимая прибыльной, но в значительной степени неэффективной продовольственной системой, повысила производительность. Тем не менее, она нарушила культурные ландшафты, выдерживавшие воздействия на протяжении тысяч лет, а также ускорила деградацию земель и почв, нехватку воды и загрязнение. Расширение сельскохозяйственных угодий ускоряет исчезновение видов и естественных мест обитания. Несмотря на рост производства продуктов питания, в настоящее время мы наблюдаем масштабную нехватку продовольствия в местах, где должно быть изобилие.

На сегодняшний день существуют зарекомендовавшие себя и экономически эффективные альтернативы, способствующие минимизации этих воздействий. В целом, сельское хозяйство необходимо более эффективно совмещать с другими отраслями землепользования. Требуются многофункциональные подходы к производству продуктов питания, с учетом того, что земля предоставляет множество других жизненно важных услуг. Ключевыми элементами являются повышение продуктивности и питательных ценностей с определенного участка земли, уменьшение воздействия на прилегающие районы и территории, находящихся ниже по течению, а также стимулирование местного и требующего меньших площадей производства, а также сокращение пищевых отходов.

Рисунок 7.1.
Конкурирующие факторы воздействия на сельскохозяйственные угодья

1. Неэффективные практики управления

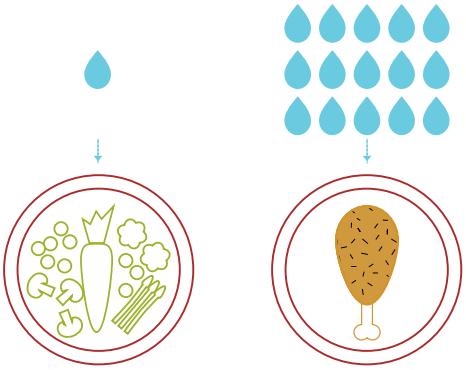


За последние десятилетия практики управления сельскохозяйственной деятельностью в развитых странах сместили свои приоритеты с экологической рациональности и способности противостоять внешним воздействиям на выработку продукции

2. Спрос на продовольствие и отходы

Растительная диета требует около 1 м³ воды в день

Мясная диета требует около 15 м³ воды в день



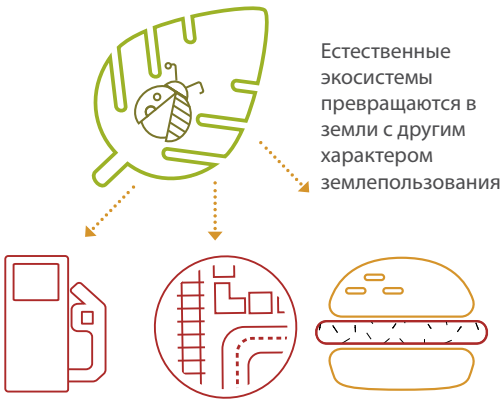
3. Изменения в рационе

Для производства продуктов скотоводства требуется 45 процентов мирового зерна, земли для выращивания которого составляют 25 процентов от общемировой поверхности суши,

при этом потребление энергии составляет всего 17 процентов от общего объема, потребляемого человечеством

Сокращение среднего потребления мяса со 100 до 90 г на человека в день оказало бы существенное воздействие как с точки зрения здоровья людей, так и с точки зрения сведения к минимуму последствий изменения климата

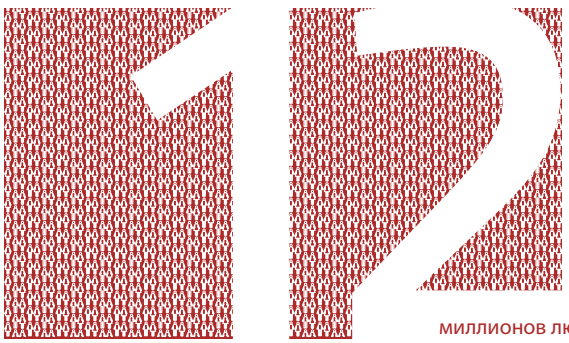
4. Конкурирующие типы землепользования



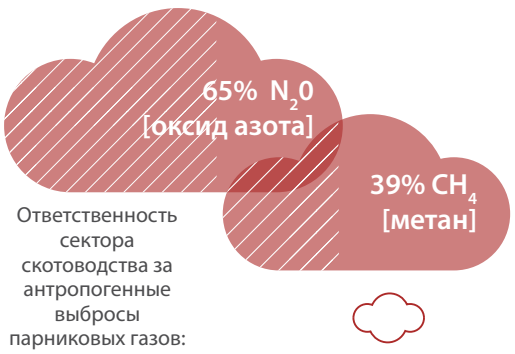
Естественные экосистемы превращаются в земли с другим характером землепользования

5. Захват земель

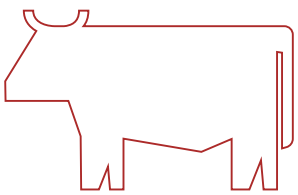
Привел к сокращению дохода домовладений для



миллионов людей



Ответственность сектора скотоводства за антропогенные выбросы парниковых газов:



6. Изменение климата

ВВЕДЕНИЕ

Сельское хозяйство — единственный крупнейший вид землепользования, охватывающий более трети мировой поверхности суши, без учета Гренландии и Антарктики. Большая часть лучших земель уже возделывается, а большая часть оставшихся земель относится к высокогорной, пересеченной, поверхностной, сухой или неподходящей для производства продовольственных товаров земле.[1] Количество и качество земли, доступной для производства продуктов питания, находятся под давлением из-за решений и требований, предъявляемых потребителями, производителями и правительствами. Наиболее значительное давление на земельные ресурсы, используемые для производства продовольствия, оказывают:

1. **Неудовлетворительное управление**, приводящее к недостаточным урожаям главным образом из-за неумелого использования ресурсов, связанного с орошением, удобрениями, животноводством, селекцией сельскохозяйственных культур и т. д.
2. **Спрос на продовольствие** и пищевые отходы, которые быстро увеличиваются с ростом населения, увеличением доходов и глобализацией.[2]
3. **Изменение рациона питания** далее стимулирует расширение сельскохозяйственных угодий, поскольку потребители все чаще нуждаются в землеемком продовольствии, особенно обработанных пищевых продуктах и мясе.[3]
4. **Конкурирующие виды землепользования** уменьшают площадь земли, доступной для производства продуктов питания,[4] в том числе для биологического разнообразия и экосистемных услуг, урбанизации,[5] инфраструктуры, туризма и энергетики, а также биотоплива[6] и других непродовольственных культур.
5. **Захват земель** и виртуальная торговля природными ресурсами подрывают продовольственную и пищевую безопасность, а также права мелких землевладельцев и права на ресурсы в малоимущих и уязвимых сообществах.
6. **Изменение климата**, которое, как ожидается, снизит урожайность сельскохозяйственных культур во многих странах, что приведет к еще большей нехватке продовольствия.[7]

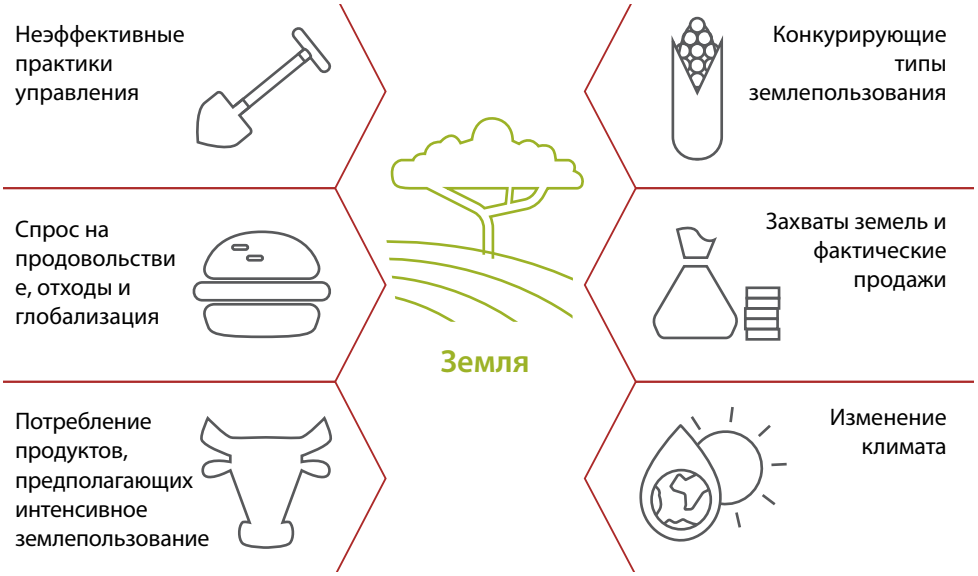
Эти и другие воздействия оказывают давление на истощаемый ресурс, который стремительно достигает своих пределов. Нехватка земли уже вызывает серьезную озабоченность[8] и растет понимание того, что наши оставшиеся леса и лугопастбищные угодья следует оставить нетронутыми ради их биологического разнообразия, запасов углерода и других важных экосистемных услуг. Некоторые говорят о продовольственной, энергетической и экологической «триллеме», когда продовольствие и энергия конкурируют за землю, нанося еще больший ущерб окружающей среде.[9] Максимальное повышение продуктивности земли без подрыва связанных с ней экосистемных услуг, часто называемое устойчивой интенсификацией, является одной из наиболее сложных проблем 21 века.

Цель устойчивого развития 2 направлена на «*ликвидацию голода, обеспечение продовольственной безопасности и улучшение питания и содействие устойчивому развитию сельского хозяйства*» посредством ЦУР 2.4 «*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*».

В 1996 году участники Всемирной встречи на высшем уровне по проблемам продовольствия согласились, что: «*Продовольственная безопасность считается достигнутой при наличии у всех людей постоянного физического, социального и экономического доступа к достаточному количеству безопасной и питательной пищи, позволяющей удовлетворять их пищевые потребности и вкусовые предпочтения для ведения активного и здорового образа жизни*».[10] Это также означает, что обеспечение продовольствием является устойчивым в долгосрочной плане и что сельское хозяйство не подрывает предоставление экосистемных услуг или не выходит за рамки экологических границ.

© Нил Палмер (Neil Palmer)/CIAT.

Рисунок 7.2. Конкурирующее воздействия на земельные ресурсы



1. Неудовлетворительное управление

В последние несколько десятилетий в методах управления сельскохозяйственным производством в развитых странах отдается приоритет краткосрочной продуктивности над долгосрочным развитием и устойчивости к воздействиям. «Зеленая революция» в 1970-х годах способствовала выращиванию высокоурожайных сортов сельскохозяйственных культур, таких как рис, которое основывалось на повышенном использовании главным образом химических удобрений и пестицидов. Результатом стало столь необходимое увеличение производства продуктов питания, а также накопление долгосрочных проблем с почвой и здоровьем человека, рост вредителей и заболеваний сельскохозяйственных культур, загрязнение прилегающих территорий и сокращение генетического разнообразия. Одновременно, сельское хозяйство в странах мира, которые не применяют современные методы, остается неэффективным и также может препятствовать долгосрочному устойчивому развитию системы производства продуктов питания.

Подсечно-огневое земледелие основано на уничтожении и сжигании лесов или лугопастбищных угодий с целью освоения земель под зерновые культуры. После нескольких лет культивирования снижается продуктивность почвы и усиливается давление сорняков, вынуждая фермеров очищать новые районы. Подсечно-огневое земледелие может быть устойчивым, если небольшая часть ландшафта (менее 5%) будет очищена и законсервирована в определенный год, однако циклы становятся более частыми, когда число фермеров увеличивается, а пространство становится дефицитным. Это может привести к более или менее постоянной деградации земель, при этом лес зачастую превращается в низко продуктивные лугопастбищные угодья или кустарники.[11] Аналогичным образом, запас поголовья скота сверх кормовой продуктивности земли приводит к перевыпасу и ухудшению состояния пастбищных угодий.[12]

Хотя трудно делать общие выводы, представляется, что сельское хозяйство в целом в последние несколько десятилетий стало более продуктивным, но менее устойчивым[13] и в настоящее время превышает планетарные границы для стресс-факторов, таких как уровни азота в экосистеме.[14] Неудовлетворительное управление, как правило, не обусловлено безграмотностью или безответственностью, а общим политическим, экономическим и демографическим давлением, которое не оставляет фермерам права выбора.

2. Спрос на продовольствие и пищевые отходы

Обеспокоенность по поводу продовольственной безопасности растет, поскольку глобальный спрос на продовольствие, вероятно, превзойдет предложение всего через несколько лет. В настоящее время мир имеет более чем достаточное количество сельскохозяйственных угодий для обеспечения населения продовольствием, однако экономические вызовы и проблемы распределения по-прежнему оставляют большое число людей голодными и плохо питающимися. Если эти проблемы не будут решены в ближайшем будущем, спрос, по всей вероятности, опередит нашу способность увеличить объем выпуска.[15] Некоторые полагают, что планета сможет прокормить 10 миллиардов человек, используя нынешнюю площадь сельскохозяйственных земель.[16] Другие утверждают, что даже если ежегодное увеличение урожайности основных культур продолжит недавние тенденции, производство продовольствия все равно не достигнет 70% увеличения, которое, по оценкам, будет необходимо, чтобы прокормить 9 млрд. человек к 2050 году.[17,18,19] Кроме того, из-за увеличения потребления животного белка, ожидается, что к 2050 году спрос на мясо и зерновые корма (в основном зерновые злаки и соя) вырастет почти на 50%.[20]

Рисунок 7.3. Например говядины

Одной из причин, по которой мир сталкивается с таким серьезным давлением на земельные ресурсы, является поразительная неэффективность производства и потребления продовольствия. Согласно оценкам, треть всего произведенного продовольствия утилизируется: это эквивалентно 1,3 Гт годной к употреблению пищи каждый год, выращенной на 1,4 млрд. га земли (по площади, превосходящей Китай). Ежегодные пищевые отходы также приводят к расходованию 250 куб. км воды и 750 млрд. долл. США (что эквивалентно ВВП Швейцарии) и имеют совокупный углеродный след 3,3 Гт углеродного эквивалента в год, что делает пищевые отходы третьим по величине источником выброса углерода после США и Китая.[21]

Устранение проблемы пищевых отходов уменьшило бы прогнозируемую потребность в повышении эффективности производства продовольствия на 60% для удовлетворения ожидаемых потребностей к 2050 году.[22] Другие исследования предсказывают еще большие потери, с утилизацией до половины всего произведенного продовольствия.[23] Проблемными центрами в плане пищевых отходов являются промышленно развитые районы Азии (отходы зерновых, фруктов и овощей), Европы (отходы фруктов и овощей) и Латинской Америки (отходы фруктов); регионы с высоким доходом также утилизируют более двух третей произведенного мяса.[24]

Факторами, способствующими росту пищевых отходов, являются: в бедных странах это, прежде всего, отсутствие возможностей хранить и транспортировать продукты питания на ранних этапах процесса, в то время как в богатых странах это, главным образом, решения в сфере розничного маркетинга, потребительская расточительность и неэффективность массового производства на конечном этапе цепи поставок продуктов питания. В 2005 году было подсчитано, что 25 – 50% общей экономической ценности продуктов питания было потеряно в процессе транспортировки и хранения из-за снижения качества.[25]

Недостаток холодильного транспорта, плохие дороги и неблагоприятные погодные условия в совокупности способствуют высокому уровню пищевых отходов во многих тропических странах, а ненадлежащее хранение является основным фактором, способствующим порче продовольствия во многих странах бывшего Советского Союза, таких как Украина.[26] В Китае около 8% зерна пропадает при хранении, 2,6% при переработке и 3% при распределении; совокупный годовой расход — 35 миллионов тонн.[27] Во многих развитых странах пищевые отходы на этапах розничной торговли и потребления обусловлены отказами от деформированных или поврежденных, но вполне съедобных фруктов и овощей, короткими сроками годности, предложениями о распродажах, которые потворствуют чрезмерным закупкам. В Соединенных Штатах ежегодно утилизируется около 70 млн. тонн пригодной к употреблению пищи.[28] Теперь, когда почти один миллиард человек относится к категории страдающих ожирением, чрезмерное потребление считается некоторыми пустой тратой продуктов питания.[29]

3. Изменение рациона питания

Нехватка земель и отсутствие продовольственной безопасности усугубляются растущим спросом на мясо и другие землеемкие продукты, например, обработанные пищевые продукты с использованием соевого и пальмового масла, которые являются неэффективным и нездоровым способом удовлетворения пищевых потребностей человека. Мировое потребление мяса практически удвоилось с 1960-х годов,[30] и для его производства требуется примерно в пять раз больше земли на единицу пищевой ценности по сравнению с эквивалентом на растительной основе.[31]За последние полвека производство продукции животноводства являлось доминирующим направлением в изменении характера землепользования, расширении и интенсификации земель.[32] Аналогичные диспропорции существуют в отношении водопользования: среднее потребление воды для маиса, пшеницы и шлифованного риса составляет 900, 1300 и 3000 куб. мна тонну соответственно, а для курицы, свинины и говядины — 3 900, 4 900 и 15 500 куб. м. на тонну.[33]

Неэффективность использования ресурсов и экологический след животноводства не являются предметом беспокойства, если животные живут полностью или в основном за счет выпаса на естественной растительности в районах, непригодных для производства сельскохозяйственных культур. Во многих случаях скот помогает поддерживать естественную среду обитания и дает ценный белок.[34] Расходы в виде утраченного биологического разнообразия и экосистемных услуг резко возрастают, если леса или лесные массивы очищаются для создания пастбищ, как это происходило с большинством новых пастбищных угодий в Латинской Америке.[35] Если домашний скот содержится в закрытых помещениях или загонах и вскармливается кормом, выращенным в других местах, для этого требуется еще больше земли. Тогда как промышленное животноводство может быть экономически эффективным способом производства большого количества продукции животного происхождения, это очень неэффективный способ преобразования солнечной энергии в богатое питательными веществами продовольствие для людей.

Блок 7.1. На примере говядины

Из всего поголовья говядина является наиболее затратной с точки зрения ее неэффективности и воздействия на землепользование и загрязнение; для ее производства требуется на порядок больше ресурсов, чем для других видов мяса. В среднем для коров требуется в 28 раз больше земли и в 11 раз больше оросительной воды; они производит в пять раз больше выбросов парниковых газов и в шесть раз превышает воздействие химически активного азота по сравнению с другими видами, такими как свиньи и домашняя птица.[42] Порой возникает дискуссия о сокращении потребления говядины, которое оказало бы непосредственное и позитивное влияние как на продовольственную безопасность, так и на выбросы парниковых газов.[43]

Неэффективное производство говядины также способствует изменению характера землепользования. В Квинсленде (Австралия) расчистка лесных массивов, главным образом, под пастбища для крупного рогатого скота составляла в среднем 300 000 – 700 000 га в год в 1990-х годах[44] до установления запрета на дальнейшую расчистку в 2006 году. Запрет привел к резкому сокращению темпов вырубки лесов, но впоследствии был смягчен после протестов со стороны сельхозпроизводителей в 2013 году. Наряду с сокращением естественной растительности, возобновленная вырубка лесов продолжает значительно сокращать экосистемные услуги в регионе. Например, поверхностный сток увеличился на 40 – 100% из-за обезлесения. Согласно последнему анализу спутниковых данных (2015 – 2016 гг.), проведенному Австралийской национальной системой инвентаризации, преобразование девственного спелого леса в другие виды землепользования сократилось на 90% по сравнению с уровнем 1990 года и сейчас составляет около 56 000 га. Темпы вырубки девственного леса были относительно постоянными в последние годы (независимо от изменений в правовой базе).По большей части вырубка лесов — около 85% в 2015 году — связана с повторной вырубкой (вторичного леса) на ранее очищенных землях. Возобновление вторичного леса в настоящее время опережает повторную вырубку: в 2015 году в чистом выражении произошел чистый прирост вторичного леса на 225 000 га на территориях, ранее очищенных для выпаса. В то время как свыше 40% сельхозугодий Квинсленда отведены под производство кормов для скота, существует потребность в дополнительныхимпортируемыхкормах.[45]

Если суммировать количество земель, используемых для выпаса скота и культивирования кормовых культур, то около 70% сельскохозяйственных угодий придется на животноводство,[36] которое, возможно, является одним из крупнейших факторов, способствующих сокращению биологического разнообразия и экосистемных услуг. Спрос на культуры, исторически используемые только людьми для кормления скота, такие как зерновые и бобовые, напрямую приводит к росту потребительских цен, подрывает местную продовольственную безопасность и косвенно ведет к дальнейшему изменению характера землепользования.[37]

Мировой рынок продукции животноводства находится на подъеме. С 1967 по 2007 год производство свинины выросло на 294%, яиц — на 353%, мяса птицы — на 711%; в то время как за этот же период относительная стоимость этих продуктов снизилась.[38] Прогнозы для стран Африки к югу от Сахары предполагают утроение количества потребляемого молока к 2050 году, особенно в Восточной Африке, и возможное увеличение потребления мяса птицы, яиц и свинины в шесть раз в Западной Африке и в четыре раза в Южной и Восточной Африке.[39] Наряду с изменением рациона питания, связанным с более высокими доходами, дешевые кормовые культуры (особенно соевые бобы) стали существенным фактором, способствующим увеличению производства мяса. Сегодня большинство свиней и домашней птицы содержатся в закрытых помещениях и вскармливаются исключительно высокобелковыми кормами с добавлением фармацевтических препаратов, стимулирующих рост,[40] что вызывает обеспокоенность по поводу устойчивости, состояния окружающей среды и благополучия животных. В настоящее время 36% калорий, производимых зерновыми культурами в мире, обращается на корм животным, причем только 12% этих пищевых калорий в конечном счете благоприятствуют рациону человека, такие как мясо и другие продукты животного происхождения. Это означает, что почти треть общей пищевой ценности мирового растениеводства утрачивается при прохождении по неэффективным системам животноводства.[41]

Животноводство также является одной из основных причин изменения климата, выбросы которого оцениваются в 7,1 Гт эквивалента CO_2 в год или примерно 14,5% антропогенных выбросов парниковых газов. Производство и переработка кормов, вместе с интестинальной ферментацией жвачных животных (выброс метана) — это два основных источника выбросов; производство говядины и коровьего молока составляет соответственно 41% и 20% выбросов в отрасли.[46] Моделирование воздействий прогнозируемого роста животноводства показало, что к 2050 году выбросы парниковых газов от мяса, молока и яиц могут увеличиться на 39%.[47] На сегодня, среднее потребление мяса в мире составляет 100 г на человека в день; даже сокращение этого рациона до 90 г оказало бы значительное влияние как на здоровье человека, так и на выбросы парниковых газов.[48]

За последние пять десятилетий рацион питания человека изменился в сторону большего потребления обработанных пищевых продуктов с низким содержанием необходимых питательных веществ и высоким процентным содержанием рафинированных сахаров, масел, соли и жиров.[49] Общими факторами, обуславливающими это, являются большее количество обработанных пищевых продуктов, доступ к более дешевым продуктам и агрессивная реклама некоторых нездоровых продуктов питания.[50] Крупные продовольственные магазины получают прибыль от продажи большого количества высокожирных и высокобелковых продуктов, которые при регулярном потреблении приводят к ожирению,[51] — проблеме для практически каждой страны мира.[52] С учетом последних среднегодовых изменений и доли пальмового и соевого масел в рационе, а также урожайности растительного масла, это приведет к превращению еще 0,5 – 1,3 млн. га земель в плантации

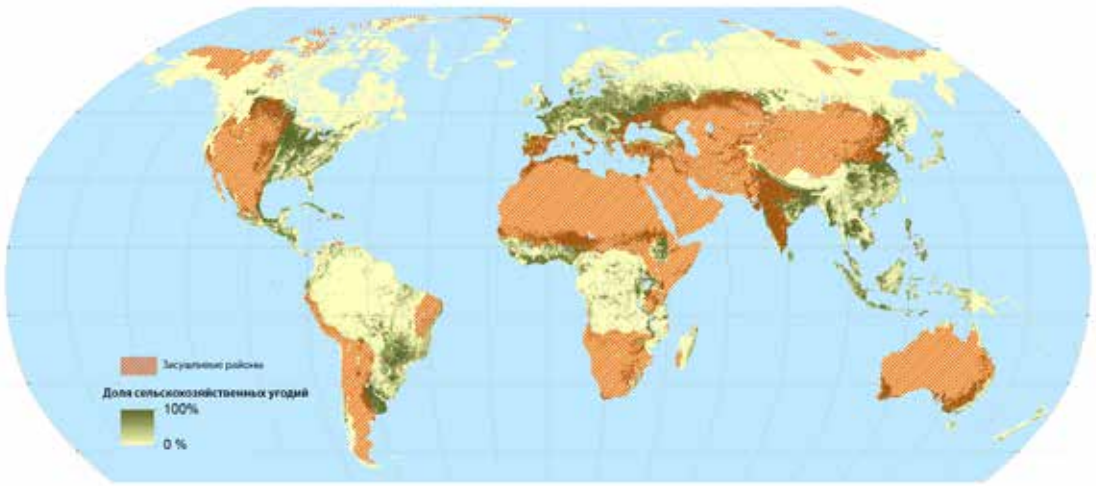


Рисунок 7.4. Мировые сельхозугодья (зеленая заштрихованная область) занимают около 14% непокрытой льдом земли на планете[63]

масличных пальм и 5,0 – 9,3 млн. га в плантации соевых бобов к 2050 году.[53] Расширение большей части площадей будет происходить за счет влажных тропических лесов, если не принять строгие правила землепользования и рыночные инициативы, предупреждающие обезлесение.[54]

Расширение плантаций масличных пальм на территории влажных тропических лесов в Индонезии сопряжено со значительными затратами. Это иногда влечет за собой осушение торфяных болот и их воспламенение. В связи с загрязнением воздуха возникают серьезные риски для здоровья, особенно детей и пожилых людей. По данным Всемирного банка, спад экономической активности только в 2015 году стоил экономике Индонезии примерно 16 млрд. дол. США — больше, чем годовая сумма добавленной стоимости пальмового масла в масштабах всей страны.[55] Осушение торфяников оставляет огромный углеродный след: снижение уровня воды в торфяных болотных почвах Нидерландов сопоставимо со средним выбросом углерода от 2 млн. автомобилей.[56]

4. Конкурирующие виды землепользования

Спрос на продовольствие (включая повышенный спрос на мясо и обработанные продукты), развитие городов и инфраструктуры, и биотопливо будут все больше влиять на общую доступность земли. Площадь непокрытых льдом земель на планете оценивается в 13,2 млрд. га, из которых 12% (1,6 млрд. га) в настоящее время используются для выращивания сельскохозяйственных культур, 28% (3,7 млрд. га) покрывают леса и 35% (4,6 млрд. га) заняты лугопастбищными угодьями и лесными экосистемами, большая часть которых используется для выпаса скота и, по меньшей мере, в два раза больше площади пахотных земель.[57]

За последние несколько десятилетий общая площадь обрабатываемых земель увеличилась примерно на 12%[58] или 159 млн. га с 1961 года, большая часть которых была преобразована из естественных экосистем.[59] Сельхозугодья занимают порядка 14% общей площади непокрытых льдом земель, в то время как доля пастбищ составляет около 26%.[60] Примерно 44% мировых сельскохозяйственных угодий расположено в засушливых районах, главным образом в Африке и Азии; они обеспечивают около 60% мирового производства продуктов питания.[61] Освоение большинства новых сельскохозяйственных земель происходит за счет разрушения естественных лесов; с 2010 по 2015 год площадь тропических лесов ежегодно сокращалась на 5,5 млн. га.[62]

Согласно прогнозам, удовлетворение глобального спроса на продовольствие будет означать необходимость трансформации большего количества земли.[64] Расширение сельхозугодий в будущем будет происходить неравномерно. Согласно одной из оценок, к 2050 году 55% прогнозируемого расширения произойдет в Африке и на Ближнем Востоке, 30% в Латинской Америке и всего 4% в Европе.[65] Конкурирующие виды землепользования часто включают компромиссы между нуждами производства (т. е. обеспечивающими услугами) и нуждами биологического разнообразия, жителей лесных районов и поддерживающими и регулирующими услугами, предоставляемыми естественной средой обитания.

Производство продуктов питания является критическим фактором, в частности, сокращения тропических лесов,[66] где леса были основным источником новых сельскохозяйственных угодий в течение 1980-х и 1990-х годов[67] и продолжают трансформироваться в новые пастбища[68] и сельскохозяйственные земли сегодня. Анализ 11 наиболее критичных зон обезлесения показал, что сельское хозяйство является доминирующим и, как правило, наиболее важным фактором изменения характера землепользования.[69] Более того, по виду сельского хозяйства мелкие, крестьянские угодья изменяются на крупные, фермерские и монокультурные плантации.[70]Резко возросли площади насаждения соевых бобов[71] и масличных пальм,[72] а биотопливо начинает обострять конкуренцию за дефицитную землю.[73] Обезлесение более тесно связано с ростом городского населения, нежели сельского, что указывает на критическую роль городского спроса на продовольствие и древесные волокна в изменении характера землепользования для сельского хозяйства.[74]

Блок 7.2. Стремительное распространение соевых бобов

Соя или соя культурная (*Glycine max*) является однолетним растением из семейства бобовых, выращиваемым за годные к употреблению в пищу бобы. За последние десятилетия соевые бобы претерпели самое стремительное распространение из всех мировых культур, что привело к трансформации лесов и других важных естественных экосистем. Соя чрезвычайно привлекательна для пищевой отрасли, поскольку она вырабатывает больше белка на гектар, чем любая другая основная культура,[95] и она стала ключевым компонентом мировой системы поставок продовольствия, в частности, в виде корма для скота. Фактически, три четверти мирового урожая используются для производства кормов, в основном для птицы и свиней, особенно в Китае.[96] Соя также становится все более важным источником биотоплива.[97]

За последние 50 лет площадь плантаций соевых бобов увеличилась в десять раз, до более 1 млн. кв. км,что равняется общей площади Франции, Германии, Бельгии и Нидерландов вместе взятых. Ожидается, что в 2016 – 2017 гг. будет выращено около 328 млн. тонн сои,[98] основная часть которой поступает из Бразилии, Соединенных Штатов, Аргентины, Китая, Индии и Парагвая.[99] Миллионы гектаров леса, лугопастбищных угодий и саванны были изменены, прямо или косвенно, в результате этого глобального бума.[100] Наиболее быстрый рост зафиксирован в Южной Америке, где площадь земель, отведенных под сою, увеличилась с 17 млн. гектаров в 1990 году до 46 млн. в 2010 году, главным образом за счет естественных экосистем. Преобразование земель не всегда носит прямой характер; земля, первоначально расчищенная под пастбища для крупного рогатого скота, затем засаживается соевыми бобами.[101] Изменение характера землепользования также приводит к значительным социальным потрясениям. Производство сои влечет за собой выселение и перемещение коренных народов в Аргентине,[102] а также Парагвае.[103] Бум еще далек от завершения: согласно оценкам, рост производства сои продолжится с увеличением вдвое к 2050 году,[104] без учета возможности дальнейшего расширения из-за спроса на биотопливо.

Обезлесение в Южной Америке обусловлено прежде всего коммерческим сельским хозяйством[75] и крупным животноводством,[76] преимущественно скотоводством;[77] эта тенденция вызвана низкими ценами на корма,[78] при наличии многих хозяйств, выращивающих экзотические африканские травы.[79] Важное значение имеет также расширение плантационного сельского хозяйства, особенно для животных кормов[80] и биотоплива,[81] такого как соевые бобы,[82] пальмовое масло,[83] и других культур,[84]производство которых зачастую связано с субсидированными переселениями.[85] Также происходит непрямое изменение характера землепользования,[86] например, когда соевые бобы сменяют пастбища,[87] заставляя скотоводов перемещаться в новые лесные районы.[88] В Африке крестьянское хозяйство и вырубка деревьев для производства топливной древесины и древесного угля остаются доминирующими факторами изменений, как например, в бассейне Конго,[89] где (по оценкам) 90% собранной древесины предназначено для использования в качестве топлива.[90] В Южной Африке 80% хозяйств являются мелкими,[91] включая переселение в сельские районы в постконфликтной Анголе[92] и увеличение производства табака в Малави.[93] Также наблюдается увеличение количества плантационных и биотопливных культур для внешнего рынка, особенно в Мозамбике.[94]

Рисунок 7.5. Новая конкуренция за землю, взаимодействия и обратная связь: по материалам[134]

В Азии плантационное сельское хозяйство, часто предшествующее валке леса, является наиболее важным фактором изменения характера землепользования, хотя существуют большие региональные различия. Трансформация земель для выращивания масличных пальм является главной причиной обезлесения в Индонезии,[105] с продолжающимся расширением площадей[106] и увеличением числа плантаций.[107] Освоение девственного и вторичного леса для продовольственных и непродовольственных культур, включая сахар, рис, каучук,[108] и биотоплива,[109] все более распространяется в бассейне реки Меконг. Политические изменения в Мьянме все сильнее активизируют изменение характера землепользования,[110] при котором свыше 2 млн. га леса предназначено для преобразования в сельскохозяйственные угодья.[111] И наоборот, при появлении плантаций в Папуа-Новой Гвинее[112] мелкое сельское хозяйство остается крупнейшим фактором изменения характера землепользования.

© CIMMYT/П. Лоу (P. Lowe)

Расширение сельскохозяйственных угодий во многих развивающихся странах привело лишь к незначительному росту животноводства. Системы животноводства в этих случаях часто являются малозатратными и относительно малоэффективными; продуктивность еще больше снижается за счет деградации земель и почв.[113]

Проблемы, связанные с горючими ископаемыми, включая как их ограниченный характер, так и ключевую роль в изменении климата, стимулируют поиск альтернативных источников энергии. Естественные леса и лесонасаждения являются источниками биомассы, которая после обработки может использоваться в бытовых печах, теплоэлектростанциях и в качестве сырья для жидкого топлива,[114] при совокупной оценке потенциала от заготовки леса и переработки отходов в 2,4 млрд. м 3 в год.[115] Сельскохозяйственные культуры, такие как соевые бобы и пальмовое масло, все больше перерабатываются в топливо, что снижает их доступность в качестве продуктов питания. Количество калорий, используемых для производства биотоплива, возросло с 1 до 4% в период с 2000 по 2010 год.[116] В Аргентине производство биодизельного топлива, выделяемого из сои, достигло 2,7 млн. тонн в 2016 году, что на 50% больше, чем в предыдущем году. Аргентина ожидает возобновления экспорта сои в Европу после решения суда, которое положило конец антидемпинговым пошлинам,[117] и соевое масло, по прогнозам, обеспечит к 2020 году около 10% производства биотоплива в Европейском союзе.[118]

Сторонники альтернативных источников энергии, создаваемых на растительной основе, утверждают, что если бы эффективность пищевой цепи могла повышаться и далее, то значительное производство биотоплива стало бы возможным без ущерба для продовольственной безопасности.[119] Это основано на предположении, что биотопливная культура будет преимущественно выращиваться на деградированной земле, не пригодной для сельского хозяйства, и получаемой путем интенсификации животноводства и, следовательно, «высвобожденной» земле.[120] Однако на практике большинство сортов биотопливных культур выращивают на плодородных почвах, как правило, с серьезными негативными социальными и экологическими последствиями, которые угрожают сохраниться на некоторых лучших сельскохозяйственных угодьях, предназначенных для производства энергии.[121] Обеспокоенность также вызывает количество естественных лесов, очищенных для производства биотоплива,[122] которое включает непрямое изменение характера землепользования,[123] сокращение биологического разнообразия,[124] длительное воздействие древесных насаждений на почвы и гидрологию,[125] последствия интенсификации растениеводства с использованием агрохимикатов,[126] социальные последствия стремительного роста производства биотоплива[127] и возможность обострения неравенства,[128] а также влияние на общий баланс углерода.

Несмотря на то, что высокоэффективная биотопливная энергетическая система могла бы теоретически способствовать уменьшению выбросов углекислого газа, уничтожение естественной растительности может привести к всплеску выброса углерода, ликвидация которого может занять десятилетия. Например, на восполнение углерода, утраченного вырубкой торфяных заболоченных лесов, потребуется приблизительно 420 лет производства биотоплива,[129] что усугубляет последствия для биологического разнообразия и климата.[130] Основной переход на биотопливо мог бы легко повлечь за собой непредвиденные последствия для климата в результате изменения характера землепользования и интенсификации сельского хозяйства.[131] Распространение биотоплива на продуктивные тропические экосистемы будет всегда приводить к чистым выбросам углерода в течение десятилетий или столетий, в то время как увеличение производства биотоплива на деградированных или заброшенных сельскохозяйственных землях может обеспечить почти немедленное сокращение чистых выбросов углерода.[132] Разрабатывается руководство по методам устойчивого производства,[133] однако вопрос о том, сколько земель может быть использоваться рационально для производства биотоплива, остается спорным, и все чаще признаются потенциальные негативные последствия.

5. Захват земель и виртуальная торговля земельными ресурсами

По мере того как земля становится все более дефицитной, малоимущие мелкие фермеры обычно несут убытки, поскольку более крупные игроки получают контроль над большей частью оставшихся земель. «Захват земель»все чаще встречается в Центральной и Южной Америке, Африке и Юго-Восточной Азии. Этот термин относится к приобретению иностранными монополиями прав на лесозаготовку или создание крупных сельскохозяйственных предприятий, плантаций или животноводческих хозяйств на землях, где система землепользования исторически оставалась коллективной или основанной на обычаях.[135] Точный размер и количество захватов земли в мире остаются неизвестными, так как многие операции с земельными участками проводятся без публичного уведомления и против воли местных жителей.[136] Захват земель усиливает напряженность и вероятность конфликтов внутри общин, а также между заинтересованными группами и правительствами, которые облегчают этот процесс.[137]

Все большую обеспокоенность вызывают воздействия этих крупных приобретений на продовольственную безопасность, гидрологию, изменение характера землепользования,[138] включая обезлесение,[139] а также потеря возможности трудоустройства в сельских районах.[140] Хотя до сих пор лишь небольшая часть всех сельскохозяйственных земель была захвачена, к ним относятся наиболее продуктивные земли, как правило, с наиболее развитой инфраструктурой и транспортными связями.[141] Более подробно захват земель и безопасность землепользования обсуждается в главе 5.

Когда правительство принимается за осуществление крупных программ по переселению или вытесняет общины для осуществления проектов развития, результаты могут быть аналогичны захвату земель. На пастбищах Внутренней Монголии и Тибета правительства активно переселяли скотоводов и сельское население в города или другие сельские районы с целью высвобождения земли для проектов развития, часто ссылаясь на чрезмерный выпас как основную причину и, с переменным успехом, на их благополучие.[142] Проект строительства плотины «Три ущелья» в Китае, завершенный в 2012 году, привел к затоплению 600 кв. км земель и переселению примерно 1,3 млн. человек в другие сельские районы и городские центры в том же регионе, и даже в других провинциях Китая.[143]

Примерно на одной пятой площади мировых сельхозугодий и взаимосвязанных водных ресурсах производится сельскохозяйственная продукция, потребляемая за рубежом. Спрос на экспорт является одним из основных факторов, способствующих расширению сельхозугодий.[144] Физическое разделение производства и потребления имеет последствия как для стран-импортеров, так и для экспортеров. Связанные с производством продуктов питания нагрузки на окружающую среду непропорционально смещаются в экспортные регионы, подрывая их долгосрочную продовольственную безопасность, в то время как страны-импортеры в вопросах продовольственной безопасности все более зависят от иностранных земельных ресурсов, таких как почва и вода.

«Виртуальная земля» — это термин, используемый для описания основополагающих аспектов международной торговли продовольственными товарами, которые компенсируют нехватку продуктивных земель в импортирующей стране, т. е. земельная площадь и ресурсы, необходимые для выращивания импортируемых продуктов.[145] Торговля виртуальными землями дает экономически сильным странам возможность использовать земельные ресурсы других стран для производства своих продуктов питания и биотоплива; явление, которое еще больше усугубляет захват земли. Как и в других аспектах глобализации, рост этого вида торговли означает возможное радикальное изменение баланса сил за относительно короткое время. В 1986 году импорт виртуальных земель в Китае составлял 4,4 млн. га, но к 2009 году он вырос до 28,9 млн. га, в основном из Северной и Южной Америки.[146] Аналогично, Европейскому Союзу требуется на 43% больше сельскохозяйственных земель, чем имеется в самом ЕС, для удовлетворения своих потребностей в продовольствии.[147]

Сельское хозяйство сталкивается с серьезными проблемами в результате изменения климата и, в то же время, является основным источником парниковых газов, вызывающих изменение климата.

6. Изменение климата

Сельское хозяйство сталкивается с серьезными проблемами в результате изменения климата и, в то же время, является основным источником парниковых газов, вызывающих изменение климата.[148] Это позволяет спрогнозировать два осложняющих фактора продовольственной безопасности: 1) долгосрочные изменения средних показателей климата, постепенно смещающие оптимальные районы для выращивания конкретных культур и 2) рост числа экстремальных погодных явлений, снижающий уровень продовольственной безопасности вследствие изменения количества осадков или температуры,[149] а также роста числа болезней растений,[150] скота,[151] и атак насекомых-вредителей.[152]

Большинство прогнозов свидетельствуют о том, что изменение климата приведет к снижению уровня продовольственной безопасности[153] и увеличению числа недоедающих людей в будущем.[154] Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) находит больше негативных последствий, чем позитивных, и прогнозирует серьезные риски для продовольственной безопасности, особенно в тропиках, где средняя температура, вероятно, возрастет на 3 – 4° C. В результате, цены на продукты питания резко возрастут, а вопрос с сорняками станет более проблематичным, что будет сопровождаться повышением уровня углекислого газа, снижающего эффективность некоторых гербицидов.[155]

Более того, МГЭИК заключила: «В соответствии со сценариями сильного потепления, приводящего к локальному повышению средней температуры на 3 – 4°C или выше, модели, основанные на существующих сельскохозяйственных системах, предполагают большое негативное воздействие на продуктивность сельского хозяйства и значительные риски для глобального производства продовольствия и безопасности (средняя степень достоверности). Такие риски будут наиболее высокими для тропических стран, учитывая значительные воздействия в этих регионах, которые выходят за рамки прогнозируемой адаптационной способности, и более высокие уровни бедности по сравнению с умеренными регионами».

Изменение климата, вероятно, будет иметь различные последствия для поливных культур с особенно значительным снижением урожайности в Южной Азии. Согласно одному из прогнозов, количество калорий в 2050 году может снизиться по сравнению с 2000 годом во всем развивающемся мире, что будет сопровождаться повышением уровня детского недоедания на 20%.[156] Однако, прогнозы относительно сельского хозяйства и климата затруднены: воздействия на продовольственные системы будут комплексными, разнесенными географически и во времени; на них в значительной степени будут влиять социально-экономические условия. В большинстве исследований основное внимание уделяется доступности, тогда как смежные вопросы, касающиеся стабильности поставок, распределения и доступа, могут быть затронуты изменением климата.[157] Производители и потребители с низким уровнем доходов, вероятно, пострадают больше всего из-за нехватки ресурсов, предназначенных для инвестирования в меры по адаптации и диверсификации, позволяющие выдержать рост цен.[158]

Блок 7.3. Влияние землепользования на морские сообщества

Большой Барьерный риф (у побережья шт. Квинсленд (Австралия)) является крупнейшим в мире коралловым рифом, объектом Всемирного наследия ЮНЕСКО и туристической достопримечательностью огромной экономической ценности. По оценкам исследователей, общий австралийский оправданный экономический вклад в бассейн Рифа в 2012 году составил 4,4 млрд. долл. США, с эквивалентом полной занятости чуть менее 69 000 человек. Около 90% прямой экономической деятельности связано с туризмом.[184] Тем не менее, число кораллов Рифа за последние два десятилетия сократилось почти на 50%. Загрязнение от сельского хозяйства является ключевым фактором, включая избыток азота и фосфора, достигающих прибрежных участков рифа,[185] взвешенные наносы от эрозии в районах выращивания скота, и гербициды;[186] это, наряду с одним из самых высоких темпов обезлесения в мире с целью отвода земель под пастбища крупного рогатого скота, является еще одним существенным фактором, способствующим загрязнению отложениями.[187]Эти проблемы все чаще возникают во всем мире. В Мексиканском заливе «мертвая зона», вызванная избыточном стоком с сельскохозяйственных площадей, покрыла пространство площадью 13 080 кв. кмв 2014 году.[188] Выявлено около 30 мертвых зон, главным образом в Европе и Азии, среди которых наиболее крупные были на реках Миссисипи, Ганг, Меконг, По, Чжуцзян, Волга, Рейн и Дунай.[189]

Выброс парниковых газов происходит практически на каждом этапе аграрного цикла. Согласно отчету МГЭИК за 2014 год, отрасли сельского и лесного хозяйства и землепользования (СХЛХДВЗ) ответственны за менее четверти антропогенных выбросов парниковых газов, в основном вследствие обезлесения, выбросов от животноводства и управления почвами и питательными веществами (надежные свидетельства, высокий уровень согласия).[159] Выбросы СХЛХДВЗ удвоились за последние пятьдесят лет и к 2050 году могут возрасти еще на 30%.[160] Растениеводство и животноводство за последнее время превзошли изменение характера землепользования и обезлесение по уровню выбросов парниковых газов, и сейчас они составляют 11,2% от общего объема.[161] Воздействия изменения климата вследствие распространения сельхозугодий на естественные экосистемы заметно различаются во всем мире. При очистке каждой единицы площади тропики теряют почти вдвое больше углерода и производят менее половины годового урожая культур по сравнению с умеренными регионами, поэтому все большее значение приобретает повышение урожайности на существующих сельхозугодьях, а не очистка новых площадей.[162] Согласно недавним подсчетам, животноводство является причиной 39% антропогенных выбросов метана и 65% антропогенных выбросов оксида азота.[163] СХЛХДВЗ также являются поглотителями углерода, поглотительная способность которых может быть повышена с помощью сохранения, восстановления и методов устойчивого землепользования, которые увеличивают стоки органического углерода.[164]

© CIMMYT/П. Лоу (P. Lowe)

ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОЙ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ

До сих пор основные усилия по борьбе с неминуемым земельным кризисом были направлены преимущественно на интенсификацию: производство большего количества продовольствия на гектар земли за счет увеличения урожайности, частоты посевов и интенсификации животноводства путем использования кормовых добавок, программ по разведению и контролируемого стойлового содержания.[165] «Зеленая революция»[166] способствовала улучшению сортов с/х культур, обеспечиваемому использованием минеральных удобрений и целого ряда пестицидов и гербицидов, и впоследствии к незапланированной консолидации фермерских хозяйств и укрупнению промышленных монокультур.

В целом, эти изменения повысили чистую продуктивность, снизили цены на продовольствие и способствовали снижению уровня детского недоедания в бедных странах начиная с 1960-х годов.[167] Наибольший прирост был достигнут в наиболее распространенных культурах (например, зерновых, масличных, фруктовых и овощных), с увеличением примерно на 47% в 1985 – 2005 гг. благодаря высокоурожайным сортам, меньшему числу неурожаев, и выращиванию двух или более урожаев в год. Для всех 174 значительных сельскохозяйственных культур средний мировой прирост продукции растениеводства составил 28%.[168] За этот же период площадь сельхозугодий увеличилась лишь на 2,4%,[169] что косвенно указывает на увеличение урожайности с гектара. Более глубокий анализ показывает, что сельское хозяйство стало более централизованным при наличии небольшой группы транснациональных корпораций, контролирующих практически все аспекты производства продуктов питания: от семян, генетических материалов, машин и агрохимикатов до сельскохозяйственного производства и транспортировки, переработки и сбыта продовольствия. Протяженность маршрутов транспортировки продуктов резко возрастает по мере использования удобрений и энергии в сельском хозяйстве.

Рост производства и прибылей сопровождается постоянным косвенным воздействием и растущим числом «неимущих», которые обделены вниманием и продолжают страдать от недоедания. Недостатки современного сельского хозяйства осознавались в течение более полувека, с тех пор, как Рэйчел Карсон описала воздействие пестицидов на окружающую среду,[170] а Сьюзан Джордж установила непредвиденные побочные эффекты «зеленой революции»,[171] среди которых:

- загрязнение от агрохимикатов, таких как нитратные и фосфатные удобрения, гербициды и пестициды;
- орошение и засоление, приводящие к деградации земель и почв;
- заболевания сельскохозяйственных культур, инвазивные вредители и болезни, и сокращение генетического разнообразия, влияющего на продовольственную безопасность;
- деградация почв и земель на посевных площадях планеты;
- расстояние от поля до стола и увеличение протяженности продовольственных перевозок;
- питание и здоровье человека с противоположными проблемами, такими как голод и ожирение;
- селекция сельскохозяйственных культур и генетически модифицированные культуры;

1. Загрязнение от агрохимикатов

Современные методы производства продуктов питания опираются на возможность добавления достаточного количества питательных веществ, главным образом нитратов, фосфатов и калия (часто именуемых НФК) в почву для ускорения роста растений и повышения урожайности. Все три вещества оказывают ряд негативных воздействий на окружающую среду, некоторые из которых до конца не выяснены.

Несмотря на то, что удобрения обеспечивают повышение урожайности сельскохозяйственных культур, неумелое их применение наносит значительный ущерб обширной окружающей среде, вызывая загрязнение воздуха и воды, разрушение экосистемы и создавая угрозу здоровью человека:[173] согласно оценкам, в определенных ситуациях удобрения чрезмерно используются на 30 – 60%.[174] Выщелачивание сельскохозяйственных угодий приводит к загрязнению поверхностных и грунтовых вод нитратами и фосфатами; избыточные питательные вещества способствуют стремительному распространению водорослей и, после их гибели, потере кислорода вследствие распада растительного вещества. Этот процесс, известный как эвтрофикация, убивает рыбу и другую водную флору и фауну. Цветение воды уже давно является серьезной экологической проблемой в озерах и реках и все чаще в акваториях открытого моря, где они создают мертвые зоны, то есть водные толщи с истощенными запасами кислорода, возникающие вследствие чрезмерного обогащения азотом и фосфором. В каждом из последних четырех десятилетий число прибрежных мертвых зон удваивалось и в настоящее время известно о более 500 зонах.[175] Оксид азота становится все более важным парниковым газом, выбросы которого в значительной степени связаны с сельским хозяйством.[176] Избыточное содержание кислорода и растворенного в воде азота сопряжено с возникновением респираторных и сердечных заболеваний, а также некоторых форм рака.[177] Высокий уровень нитратов в воде и овощах[178] также может способствовать[179] возрастанию риска развития метгемоглобинемии (синдром голубого младенца) как в умеренных, так и в тропических[180] сельскохозяйственных регионах.

Применение удобрений стремительно увеличивается по всему миру и, вероятно, превысит 200 млн. тонн в год к 2018 году, что примерно на 25% выше, чем в 2008 году.[181] Химически активный азот, попадающий в биосферу вследствие деятельности человека, в настоящее время превышает уровень, обеспечиваемый естественными процессами.[182] Применение азотных удобрений увеличивается повсеместно, оставаясь относительно небольшим в Африке, при чем 60% от этого общего объема приходится на Восточную и Юго-Восточную Азию.[183]

Узкая генетическая база монокультур создает идеальные условия для развития нежелательных видов, вследствие чего сельское хозяйство подвержено нападению множества беспозвоночных, грибковых вредителей и болезней, которые большинство фермеров контролируют путем применения пестицидов. Объем применяемых пестицидов стремительно растет — 65,3 млрд. долл. США в 2015 году, увеличиваясь ежегодно примерно на 6% до 2020 года.

Известно ли вам, что британские фермеры, выращивающие пшеницу, в течение всего цикла роста обычно обрабатывают каждую культуру четырьмя фунгицидами, тремя гербицидами, одним инсектицидом и одним химическим веществом для борьбы с мягкотелыми? Они приобретают семена, которые предварительно покрываются химическими веществами против насекомых. До и после посадки землю орошают гербицидами. Применяются химические регуляторы роста, которые изменяют баланс гормонов растений для контроля высоты и силы стебля зерна. Распыляются химикаты от тли и плесени. А затем, перед самой уборкой урожая, зачастую распыляется гербицид глифосат для высушивания культуры, что уменьшает затраты на электроэнергию при механической сушке.[172]

Имеются данные о том, что неблагоприятное воздействие пестицидов на окружающую среду недооценено, особенно в тропиках.[190] Особую озабоченность вызывает сокращение мировых популяций насекомых (т. е. не только вредителей), в том числе катастрофическое и экономически важное воздействие на медоносных пчел и диких опылителей.[191] В двух последних отчетах было обобщено более тысячи рецензируемых исследований, и в обоих ученые пришли к выводу, что неоникотиноиды и другие системные инсектициды оказывают серьезное негативное воздействие на опылителей и других наземных и водных беспозвоночных, земноводных и птиц, а также наносят значительный ущерб функционированию и услугам экосистем.[192][193] Значительное снижение биологического разнообразия[194] связано с увеличением использования инсектицидов,[195] фунгицидов[196] и гербицидов,[197] часто действующих совместно, одновременно с другими аспектами современного сельского хозяйства. Даже после этого выращиваемые культуры в охраняемых районах не защищены, так как многие пестициды распространяются далеко за пределы обрабатываемых территорий.[198]Эти результаты помогают объяснить, почему биологическое разнообразие продолжает уменьшаться на сельскохозяйственных землях даже в Европе, где потери среды обитания и вытаптывание посевов были снижены и производилось капиталовложение в схемы увеличения доли диких животных на производственных ландшафтах.[199] Многие воздействия, как правило, до сих пор не изучены, в том числе влияние пестицидных смесей на здоровье человека,[200] но, вероятно, будут иметь высокие издержки в виду их воздействия как на здоровье человека, так и на экосистемные услуги.[201] Например, общая экономическая ценность опыления во всем мире оценивается в 165 млрд. долл. США в год;[202] в некоторых частях Китая фермеры теперь опыляют растения вручную из-за гибели насекомых-опылителей.[203]

Современные методы ведения сельского хозяйства также сильно зависят от гербицидов, используемых при борьбе с сорняками. С целью повышения устойчивости культур к воздействию гербицидов все чаще применяется генная инженерия. Теперь на гербицидостойкие генетически модифицированные (ГМ) культуры приходится 56% общего объема используемых глифосатов,[204] а повышенная устойчивость к гербицидам, вероятно, приведет к увеличению интенсивности их применения.[205] Ведется постоянный контроль воздействия гербицидов, таких как глифосат и атразин, на здоровье и окружающую среду, с обсуждением вопроса о введении запрета на глифосат в Европейском Союзе. В развивающихся странах

Блок 7.4. Оценки экономических потерь, связанных с деградацией земель[229]

Существуют большие различия в оценках глобальных издержек от деградации земель.[230] Методы оценки сильно варьируются: от упрощенных подходов с использованием данных о характере землепользования и растительном покрове, в качестве показателя, характеризующего экосистемные услуги, до методов, объединяющих ряд пространственных переменных, которые проверяются на соответствие с первичными данными с целью получения моделей экосистемных услуг и функций ценности.

В мировом масштабе ежегодные издержки от деградации земель оцениваются в сумму от 18 млрд. долл. США[231] до 20 триллионов.[232] Согласно инициативе «Экономика деградации земельных ресурсов» (ELD), потеря экосистемных услуг из-за деградации земель ежегодно обходится в сумму от 6,3 до 10,6 трлн. долл. США, что составляет 10 – 17% мирового ВВП.[233] Эти издержки распределяются неравномерно, а негативные последствия в основном затрагивают местные общины и бедные слои населения сельских районов. Ежегодные глобальные издержки от деградации земель в связи с изменением характера землепользования и снижением продуктивности пахотных земель и пастбищных угодий оцениваются примерно в 300 млрд. долл. США; большая часть расходов покрывается теми, кто пользуется услугами экосистем, то есть фермерами.[234]

В рамках инициативы ELD оценивалась будущая стоимость экосистемных услуг[235] по различным возможным сценариям будущего.[236] Будущее, в котором доминируют неолиберальная рыночная экономика, и будущее с высоким уровнем протекционизма, приводили к резкому падению стоимости экосистемных услуг на 36,4 и 51,6 триллиона дол. США в год соответственно. В условиях продолжающегося экономического роста, но с предположениями о необходимости государственного вмешательства и эффективной земельной политики, происходило относительно небольшое увеличение стоимости экосистемных услуг на 3,2 триллиона дол. США в год. Наконец, в условиях преобразовательных политик будущего, которые преодолевали пределы роста традиционного ВВП и фокусировались на экологическом и социальном благополучии и устойчивости, стоимость увеличивалась на 39,2 триллионов дол. США в год. Эти данные свидетельствуют о необходимости продвижения надлежащих мер в области политики для поддержания социально-экономической ценности земли.[237]

Общенациональные исследования отражают глобальные результаты оценки высоких издержек от деградации. Например, в Танзании и Малави ежегодные издержки от деградации составляют соответственно 2,5 и 0,3 млрд. долл. США, что эквивалентно приблизительно 15 и 10% от их ВВП, а в Центральной Азии ежегодные издержки от деградации земель в Казахстане, Кыргызстане, Таджикистане, Туркменистане и Узбекистане оцениваются в 6 млрд. долл. США.[238]

низкая грамотность, нищета и преобладающие условия применения пестицидов продолжают перерастать в серьезные риски для фермеров, рабочих и их семей, потребителей и окружающей среды. С 2006 года структуры ООН определили необходимость принятия заинтересованными сторонами мер по снижению рисков, связанных с использованием особо опасных пестицидов, включая поэтапный отказ.[206] Политики часто предполагают, что нынешний или повышенный уровень использования пестицидов имеет важное значение для обеспечения продовольственной безопасности. Последний доклад Специального докладчика ООН о праве на питание оспаривает это предположение и подчеркивает необходимость заключения глобального договора о контроле применения пестицидов.[207]

Вредные побочные эффекты применения пестицидов также несут значительные и зачастую нераспознанные экономические издержки. Например, согласно оценок Программы ООН по окружающей среде, в период с 2005 по 2020 год накопленная стоимость болезней и травм, связанных с применением пестицидов в мелком сельском хозяйстве в странах Африки к югу от Сахары, может достигать 90 млрд. долл. США, если не принять меры для борьбы с опасными пестицидами и неудовлетворительными методами управления.[208]

2. Орошение и засоление

Засоление включает в себя накопление водорастворимых солей в почве, что отрицательно сказывается на здоровье и продуктивности земли. Засоленные почвы встречаются в большинстве стран, хотя более распространены в засушливых районах. Засоление препятствует прорастанию семян и в конечном итоге подрывает способность почвы поддерживать рост растений.

Сельскохозяйственные потери, вызванные засолением почв, не имеют убедительных документальных доказательств, но по меньшей мере 20% орошаемых земель являются засоленными,а согласно некоторым оценкам, эта цифра намного выше;[209] исследователи полагают, что половина всех пахотных земель будет засолена к 2050 году.[210] В мире на сегодняшний день прибл. 2,7 млн. га рисовых полей подвержены засолению.[213]

© Джорджина Смит (Georgina Smith)/CIAT

Рисунок 7.6. Тройной эффект потери разнообразия: появление новых культур и болезней животных, и изменение климата

Помимо прямого воздействия на сельскохозяйственное производство и продовольственную безопасность, засоление почвы также влияет на грунтовые воды. Если поступление воды в водоносные горизонты превышает отток, уровень воды поднимается, вынося соли на поверхность почвы,[214] что подрывает будущую оросительную способность и негативно сказывается на снабжении питьевой водой.[215] Засоление трудно обратить вспять и это часто приводит к долговременной деградации земель. Орошаемые площади являются одними из наиболее продуктивных земель, так называемой житницей, а засоление подрывает глобальную продовольственную и водную безопасность (см. также Главу 8).

3. Заболевания сельскохозяйственных культур, инвазивные вредители и болезни, а также сокращение генетического разнообразия

Заболевания сельскохозяйственных культур являются проблемой для фермеров на протяжении всей истории. Сегодня дополнительные проблемы создаются возрастающим перемещением культур по всему миру, что приводит к распространению неаборигенных видов вредителей и болезней и дополнительно препятствует увеличению производства продовольствия. В то же время, изменение климата оказывает дополнительное воздействие на многие виды, а значительное сокращение генетического многообразия культур снижает их способность адаптироваться к возникающим воздействиям.

Создание высокоурожайных сортов сельскохозяйственных культур и растущая интенсификация животноводства на основе селекционного генетического фонда резко сократили разнообразие.

Создание высокоурожайных сортов сельскохозяйственных культур и растущая интенсификация животноводства на основе селекционного генетического фонда резко сократили разнообразие. По оценкам, в прошлом столетии было потеряно около 75% генетического разнообразия культур из-за отказа от местных разновидностей в пользу однородных сортов сельскохозяйственных культур.[216] Хотя последние часто более продуктивны, их более ограниченные генетические изменения затрудняют адаптацию. Опрос показал, что 97% сортов сельскохозяйственных культур, перечисленных в старых каталогах Министерства сельского хозяйства Соединенных Штатов, уже исчезли.[217] Аналогичным образом было потеряно около 90% исторического разнообразия культур в Германии, а в южной Италии исчезло около 75% сортов сельскохозяйственных культур.[218] Более того, многие дикорастущие родичи культурных растений — важные генетические ресурсы для скотоводства — также исчезают или находятся под угрозой,[219] причем около 70% важных дикорастущих видов культурных растений нуждаются в защите.[220] Такие потери ограничивают возможности производителей по улучшению адаптации культур к меняющемуся климату, появлению новых заболеваний и распространению инвазивных видов, которые ограничивают производство.

Несмотря на все более широкое использование пестицидов, вредители и болезни продолжают крайне негативно влиять на сельскохозяйственные культуры во всем мире. Предуборочные потери урожая, вызываемые вредителями, составляют в среднем 35%,[221] тогда как некоторые утверждают, что эти потери увеличились бы вдвое без применения пестицидов.[222] Признано, что возникающие инфекционные заболевания, вызываемые грибами, ставят под угрозу продовольственную безопасность,[223] так как в настоящее время человеческая деятельность ускоряет распространение грибов.[224] Глобализация и перевозка продовольствия на большие расстояния ускорили распространение инвазивных видов. Без естественных хищников неаборигенные виды могут иногда плодиться и наносить большой ущерб урожаям и скоту. Только в Соединенных Штатах ежегодные потери урожая и леса от инвазивных насекомых и патогенов оцениваются почти в 40 млрд. долл. США.[225] Недавнее изучение 1300 насекомых-вредителей и патогенов в 124 странах позволило оценить будущие риски и установить, что страны Африки к югу от Сахары являются наиболее уязвимыми для нападений вредителей, главным образом, из-за отсутствия средств для контроля подобных событий, в то время как Соединенные Штаты и Китай несут наибольшие потери в экономическом плане.[226]

Тем временем, изменение климата будет еще больше усугублять все эти проблемы, например, способствуя распространению патогенов в новых районах, увеличивая число поколений за сезон и изменяя защитные механизмы растений.[227]

4. Деградация земель и потеря почв

КБООН определяет деградацию земель как снижение или потерю биологической и экономической продуктивности богарных пахотных земель, орошаемых пахотных земель или пастбищ, лесов и лесистых участков в результате землепользования или действия одного или нескольких процессов, в том числе связанных с деятельностью человека и структурами расселения, такими как:

- эрозия почв, вызванная ветром и/или водой;
- ухудшение физических, химических и биологических или экономических свойств почв; и
- долгосрочная потеря естественного растительного покрова.[228]

Это может относиться к временной или постоянной потере продуктивности, потере или изменению растительного покрова, потере питательных веществ почвы или биологического разнообразия, или повышенной уязвимости перед экологическими рисками и рисками стихийных бедствий. Как обсуждалось в Главе 4,

Таблица 7.1. Люди, живущие на деградированных сельскохозяйственных землях: по материалам[247]

	Доля сельского населения на деградированных землях в 2000 году	Сельское население на деградированных землях в 2000 – 2010 гг.	Доля сельского населения на удаленных деградированных землях	Сельское население на удаленных деградированных землях в 2000 – 2010 гг.
Развитые страны	**17,9%**	**-2,8%**	**0,8%**	**-1,8%**
Развивающиеся страны	**32,4%**	**+13,3%**	**5,5%**	**+13,8%**
Восточная Азия и Тихоокеанский регион	50,8%	+8,4%	9,0%	+6,8%
Европа и Центральная Азия	38,5%	+1,0%	3,6%	+4,4%
Латинская Америка и страны Карибского бассейна	13,0%	+18,4%	1,9%	+17,1%
Ближний Восток и Северная Африка	22,3%	+14,3%	2,8%	+5,9%
Южная Азия	26,2%	+17,8%	2,5%	+18,9%
Страны Африки к югу от Сахары	20,6%	+37,8%	5,8%	+39,3%
Во всем мире	**34,0%**	**12,4%**	**5,0%**	**+13,6%**

площадь земель, испытывающих устойчивое снижение продуктивности, возрастает, тем самым, влияя на производство продовольствия и продовольственную безопасность. Хотя глобальные оценки расходов вследствие деградации земель сильно разнятся, все они высоки.

Деградация земель обусловлена прежде всего социально-экономическими силами, которые ставят людей в уязвимое и небезопасное положение, вынуждая их чрезмерно эксплуатировать землю,[239] например, сокращая периоды оставления почв под пар или совершенно исключая пар. Приватизация земли может обделить скотоводов[240] малыми площадями, где им приходится содержать большое количество животных на деградирующих пастбищах[241] и покупать корм или пасти стада на территориях, из-за которых они вступают в конфликт с другими землепользователями.[242] Подобные воздействия можно наблюдать в Африке, высоких Андах[243] и Монголии, где демографические изменения привели к сосредоточению скотоводов вблизи городов и, как следствие, чрезмерному выпасу скота в центральной и западной частях страны.[244] Аналогичные изменения усиливают деградацию земель в северном Вьетнаме.[245]

Деградация земель обычно означает производство меньшего количества продовольствия на земле, что напрямую влияет на здоровье и благосостояние жителей и близлежащих общин. Рост численности сельского населения на деградирующих сельскохозяйственных угодьях рассматривается как основное препятствие для реализации стратегий борьбы с бедностью.[246]

5. Расстояние от места производства до места потребления продукта

Отходы и неэффективность нашей пищевой системы еще более возрастают, если принимать во внимание транспортировку. Продовольствие перевозится с тех пор, как были открыты торговые пути, но в прошлом дальние перевозки ограничивались несколькими ценными продуктами питания длительного хранения, такими как специи, которые переправлялись в Европу по знаменитым маршрутам через Центральную Азию.[248] Для большинства людей еда была преимущественно местной и сезонной: фрукты и овощи, когда они поспевали, скот, забиваемый в праздничные дни, и зерновые и корнеплоды, тщательно хранившиеся в избытке, бутилированные или ферментированные.[249] С появлением судов для перевозки рефрижераторных контейнеров и, совсем недавно, дешевых грузовых авиаперевозок, преобразилась экономика перемещения продовольствия по всему миру. Сегодня потребители в богатых странах ожидают, что смогут покупать плоды, такие как помидоры и клубнику, круглый год при очевидном парадоксе: товары, пролетевшие сотни километров, зачастую дешевле выращенных на месте.

Сегодня потребители в богатых странах ожидают, что смогут покупать плоды, такие как помидоры и клубнику, круглый год при очевидном парадоксе: товары, пролетевшие сотни километров, зачастую дешевле выращенных на месте.

Концепция «пищевых миль» была разработана для описания и количественного определения этого явления, которое теперь является основным для коммерческого агробизнеса. В своей простейшей форме пищевые мили — это расстояние от мест производства до мест потребления продуктов питания;[250] в случае обработанной пищи эта цифра может быть суммарным расстоянием транспортировки нескольких ингредиентов.

Пищевые мили часто используются в качестве суррогата понимания углеродного следа продовольствия, что может быть чрезмерно упрощенным: исследования в Соединенных Штатах показали, что несмотря на транспортировку продовольствия на значительные расстояния (в среднем 1640 км для доставки и 6760 км для цепочки поставок жизненного цикла продукта), 83% среднего количества выбросов углеродного эквивалента домохозяйствами США происходят на этапе производства. Транспорт является источником лишь 11% выбросов парниковых газов в течение всего жизненного цикла продуктов питания, а конечная поставка от производителя до розничных торговых точек составляет всего 4%.[251] Централизованная система распределения крупнейших сетей супермаркетов, которые доминируют в розничном маркетинге, подразумевает, что основной объем перевозок находится, по сути, в стране сбыта, даже для импортируемых товаров. Исследование, проведенное правительством Соединенного Королевства, установило, что в 2002 году протяженность перевозок

продуктов питания достигла 30 млрд. километров, 82% из которых находились на территории Великобритании. Согласно расчетам в этом исследовании, общие выбросы парниковых газов от транспортировки томатов и клубники из Испании, птицы из Бразилии и ягнят из Новой Зеландии были меньше по сравнению с аналогичными продуктами, произведенным в Великобритании, даже несмотря на дальние перевозки. В целом, углеродный баланс продуктов питания, вероятно, будет в значительной степени определяться урожайностью, хранением в холодильниках и протяженностью перевозок вместе взятыми.[252] Исследование в Великобритании, проведенное в 2005 году, показало, что на продовольствие и сельскохозяйственную продукцию приходится 28% грузов, перевозимых автомобильным транспортом, что влечет за собой внешние издержки в размере 2,94 млрд. долл. США в год.[253]

Поэтому, пока перевозка продуктов питания несомненно является источником значительных воздействий, решение вопроса с расстоянием от мест производства до мест потребления остается непростым. Для тех, кто обеспокоен уменьшением следа, это не только вопрос отказа от приобретения импортируемого продовольствия, но и изучение всей структуры пищевой отрасли в наиболее развитых странах.

6. Питание и здоровье человека

Каждый девятый житель Земли страдает от недоедания и примерно столько же страдают тяжелой формой ожирения. Подобные несоответствия в рационе питания вызывают глобальный кризис здоровья, который угрожает захлестнуть медицинские услуги, подрывает экономику, сокращает продолжительность жизни и снижает общее благосостояние людей.

Каждый девятый житель Земли страдает от недоедания и примерно столько же страдают от тяжелой формы ожирения.

Хотя процент хронически недоедающих людей в развивающихся странах сократился с 34% в середине 1970-х годов до 15% в настоящее время, около 788 млн. человек по-прежнему страдают хроническим недоеданием, с прогнозируемым общим снижением до менее чем 650 млн. человек в следующем десятилетии, хотя доля стран Африки к югу от Сахары будет увеличиваться.[254] Такие регионы, как Латинская Америка, добились огромного прогресса, в то время как другие страны мира по-прежнему не в состоянии смягчить проблему массового голода и недоедания в своих странах. Самый высокий уровень недоедания наблюдается в Южной Азии (Индия, Пакистан и Бангладеш), с замедлением роста масштабов распространения в странах Африки к югу от Сахары, где каждый четвертый человек по-прежнему голодает.[255]

Существует два основных вида недостаточности питания: белково-энергетическая недостаточность, которая приводит к истощению и задержке роста, что обычно подразумевается при описании «мировой голод», и недостаточность питательных микроэлементов,[256] которая может привести к проблемам со здоровьем, таким как анемия, отставание в росте и нарушение когнитивных функций.

Наиболее тяжело голод сказывается на самых младших.[257] В 2013 г. 15% детей в мире в возрасте до пяти лет страдали от недоедания, но эта цифра возросла до 22% в странах Африки к югу от Сахары и 32,5% в Южной Азии:[258]из 6,9 миллионов детских смертей в возрасте до пяти лет в 2011 г. одна треть вызвана в основном недостаточным питанием, преимущественно в этих двух регионах. Это не означает, что более двух миллионов детей в буквальном смысле умерли от голода, хотя многие и умрут. Голод ослабляет сопротивляемость болезням и инфекциям. Хроническая диарея часто совпадает с недостатком питательных микроэлементов, таким образом отсутствие доступа к чистой воде и нехватка пищи создают замкнутый круг недоедания и инфекций, приводящих к преждевременной смерти.[259]

Основными причинами голода являются нищета (безусловно, самая важная глобальная проблема),[260] воздействие неравноправных экономических систем и конфликты.[261] Основная проблема заключается в том, что почти миллиард человек не имеют достаточного дохода для приобретения необходимого количества питательных продуктов, или земли для выращивания и сбора продуктов питания. Быстрый рост населения также повышает нагрузку на системы производства продуктов питания, хотя в мире производится достаточно продовольствия, чтобы надлежащим образом накормить каждого.

В то же время, значительно возрастает число людей с избыточным весом. В 1995 году, избыточный вес признан более серьезной проблемой, чем недоедание, даже во многих развивающихся странах, и после проведения консультаций Всемирной организации здравоохранения по проблеме ожирения в 1997 году была впервые признана определяющая роль ожирения в росте числа заболеваний и медицинских затрат.[262] В 2014 году более 1,9 млрд. взрослых старше 18 лет имели избыточный вес (39% населения мира) и свыше 600 млн. (13%) страдали ожирением, в том числе 41 млн. детей в возрасте до пяти лет имели избыточный вес или ожирение. Большая часть населения мира живет в странах, где избыточный вес убивает больше людей, чем дефицит массы тела.[263]

7. Селекция культур и генетически модифицированные культуры

Селекция культур — отличительная черта сельского хозяйства с доисторических времен. Действительно, концепция идентификации желаемых признаков у сельскохозяйственных культур и их усиление посредством селекционного разведения является одной из наиболее фундаментальных ступеней развития цивилизации.[264] В последнее время в результате применения сложных методов селекции появились высокоурожайные сорта, которые зависят от обильного применения агрохимикатов, что приводит к повышению производительности важных культур, но сопровождается множеством вредных воздействий на здоровье человека и состояние окружающей среды. Компромиссы между производством продуктов питания и деградацией земель являются предметом длительных, политизированных дебатов, а также многих стратегий и законов.[265]

© А. Якуб (A. Yaqub)/CIMMYT.

Генетически модифицированные организмы (ГМО) – это организмы, чей генетический материал был изменен в лабораторных условиях с использованием различных инженерных технологий. Одним из специфических видов ГМО является трансгенный организм, который был изменен путем добавления генетического материала из неродственного организма. Использование ГМО и, в частности, трансгенных организмов, остается весьма спорным; отдельные страны и регионы реагируют на это по-разному. Европейский союз настаивает на том, чтобы все пищевые продукты, содержащие ГМО, маркировались, тогда как в США[266] дело обстоит иначе, поскольку корпоративная пищевая отрасль выступает решительно против маркировки. Некоторые критики обращают внимание на вопросы безопасности, а именно на возможность непредвиденных последствий генетических изменений, в то время как другие выдвигают возражения по этическим или религиозным причинам. Некоторые выражают обеспокоенность по поводу того, как использовалась генетическая модификация, например, соевые бобы и некоторые другие культуры были генетически модифицированы для повышения их устойчивости к гербицидам, что способствовало обильной обработке гербицидами сельскохозяйственных культур и, таким образом, привело к еще большему загрязнению окружающей среды.

Повышением устойчивости культур к вредителям и невосприимчивости к гербицидам генетическая модификация обещает повысить продуктивность сельскохозяйственных культур и прокормить растущее население мира при использовании меньшего количества пестицидов. Однако обширные исследования, в том числе научные исследования самой отрасли ГМО, показывают, что генетическая модификация в Соединенных Штатах и Канаде не ускорила рост урожайности сельскохозяйственных культур (по сравнению с Западной Европой) и не привела к общему сокращению масштабов применения химических пестицидов.[267] В недавнем докладе отмечается, что «существует мало доказательств» того, что введение генетически модифицированных культур в Соединенных Штатах привело к повышению урожая относительно урожайности традиционных культур.[268]

Блок 7.5. Традиционное растениеводство для засухоустойчивости – опередившее усилия по ГМ

Генная инженерия отстает от традиционного растениеводства в направлении создания засухоустойчивой кукурузы. Потребность в более устойчивых культурах особенно остро ощущается в Африке, где засуха может снижать урожай кукурузы (маиса) на 25%. В рамках проекта «Засухоустойчивая кукуруза для Африки», запущенного в 2006 году с бюджетом в 33 млн. дол. США, выведено 153 новых сорта с целью повышения урожайности в 13 странах. В полевых условиях эти сорта соответствуют или превосходят урожайность от коммерческих семян при благоприятных условиях выпадения осадков и увеличивают урожайность до 30% в условиях засухи. Более высокие урожаи засухоустойчивой кукурузы могли бы способствовать сокращению количеству живущих в нищете в 13 странах до 9%.[269] Только в Зимбабве это повлияло бы на жизнь более полумиллиона человек. С момента своего запуска в 2010 году, в рамках проекта в полевых условиях выведен 21 традиционно выращиваемый сорт, увеличивший урожай по сравнению с коммерческими сортами до 1 тонны на гектар на почвах с малой концентрацией азота. Исследователи проекта заявляют, что на выведение сопоставимого ГМ-сорта потребуется не менее 10 лет.[270]

ВЫВОДЫ: ИЗМЕНЕНИЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Что-то пошло совсем не так с нашей системой производства, сбыта и потребления продовольствия. У миллиарда людей недостаточно средств на пропитание, в то время как еще один миллиард страдает от последствий избыточного веса.

В существующих методах земледелия используется огромное количество дефицитной воды и энергии, способствуя изменению климата, которое угрожает всей продовольственной системе.

По меньшей мере одна треть продуктов питания утилизируется, а незаменимые сельскохозяйственные угодья ежегодно деградируют и утрачиваются в результате неправильного управления. Наши сокращающиеся естественные экосистемы разрушаются для нужд сельского хозяйства, а пищевая отрасль по-прежнему действует так, как будто земельные ресурсы неистощимы. Загрязнение от сельского хозяйства достигает критических уровней во многих регионах, но в большинстве исследований основное внимание уделяется способам интенсификации использования агрохимикатов, нежели их уменьшению. В существующих методах земледелия используется огромное количество дефицитной воды и энергии, что способствует изменению климата, которое угрожает всей продовольственной системе.

Большинство фермеров твердо привержены обеспечению здоровья и продуктивности своей земли в долгосрочной перспективе. Тот факт, что многие попадают в порочный круг нерационального управления, является следствием крайне бедственного положения. Фермеры оказались между требованиями продовольственной системы, которая обременяет их в финансовом плане, общественностью, требующей дешевую пищу, и множеством конкурирующих видов землепользования. Неудивительно, что фермеры относятся к группам высокого суицидального риска во многих странах.[271] Давно напрашивается коренное изменение всей нашей продовольственной системы. Такой переход к положительным продовольственным системам зависит от разработки и реализации превентивной программы действий.[272]

Состоящий из десяти пунктов план по управлению земельными ресурсами и безопасности человечества основан на правах, вознаграждениях и обязанностях.

В будущем необходимо будет прокормить больше людей. Продовольственная безопасность находится под угрозой и не существует единого решения этой проблемы; миру потребуется предпринять скоординированные усилия по решению проблем, связанных с дефицитом, деградацией, неравенством и отходами. Для этого потребуется принять десять ключевых шагов; они перечислены ниже, а затем описаны более подробно. Одни из них реализуются в настоящее время и нуждаются в дальнейшей поддержке национальными стратегиями и потребительскими решениями; другие требуют более фундаментального переосмысления нашего подхода ко всей продовольственной системе, от производства и распределения до потребления. На сегодняшний день основное внимание уделяется исключительно интенсификации, которая стимулирует производство продуктов питания, но также вызывает множество побочных эффектов, включая загрязнение, засоление и деградацию земель, появление вредителей и болезней, инвазивных видов и потерю генетической изменчивости и эволюционного потенциала.

Эти десять шагов приблизили бы нас к многофункциональному подходу к производству продуктов питания, в котором особое внимание уделяется здоровью людей, экосистемным услугам, эффективности использования ресурсов и, прежде всего, устойчивости будущих поколений.

1. Устранение разрыва между фактическим и потенциальным урожаями во всех средах
2. Более эффективное использование земельных и водных ресурсов, питательных веществ и пестицидов
3. Сокращение нежелательных последствий производства продовольственных и непродовольственных товаров за пределами промышленных площадок
4. Прекращение расширения границ сельскохозяйственных территорий
5. Переход к рациону с преобладанием растительных и цельных продуктов
6. Повышение осведомленности о здоровье, экологической рациональности и ответственности
7. Поощрение устойчивых методов управления земельными ресурсами
8. Сокращение пищевых отходов и потерь после сбора урожая
9. Решение проблем, связанных с правами землевладения, доступом к питательной пищи, и гендерным равенством
10. Внедрение интегрированных подходов к управлению

1. Устранение разрыва между фактическим и потенциальным урожаями во всех средах

Наличие продовольствия в количестве, достаточном, чтобы прокормить население мира до конца XXI века, часто основывается на предположении о возможности постоянного повышения урожайности. Однако многие эксперты по-прежнему скептически относятся к этой идеи и считают, что многие из прогнозов о повышении урожайности чрезмерно оптимистичны.[273]

Даже если урожайность будет доведена всего до 75% от потенциала, глобальное производство увеличится на 1,1 млрд. тонн.

Разрыв в урожайности — это разница между фактической урожайностью и потенциальной урожайностью в любом регионе с учетом применяемых сельскохозяйственных методов и технологий. Гораздо легче увеличить количество растениеводческой продукции при больших разрывах в урожайности, чем увеличить производство на уже высокопродуктивных хозяйствах. Тем не менее, большая часть сельскохозяйственных исследований и распространения опыта в области сельского хозяйства по-прежнему сосредоточена на последнем. Смещение внимания к устранению разрывов в урожайности без чрезмерных затрат на природоохранные мероприятия и стоимости ресурсов, обеспечило бы более быстрый и экономически выгодный рост производства продовольствия во многих развивающихся странах.

Доведение урожайности 16 важных продовольственных и кормовых культур до уровня 95% от их потенциала привело бы к дополнительному повышению урожайности на 2,3 миллиарда тонн или на 58%. Даже если урожайность будет доведена всего до 75% от потенциала, глобальное производство увеличится на 1,1 млрд. тонн.[274]

Глобальная изменчивость урожайности зерновых культур определяется в первую очередь содержанием питательных веществ, доступностью воды и климатом. Высокий рост производства большинства сельскохозяйственных культур, от 45 до 70%, возможен в основном за счет расширения доступа к питательным веществам, а в некоторых случаях к воде, в сочетании с уменьшением дисбаланса питательных веществ и повышением эффективности. Исследования показывают, что существуют большие возможности для сокращения избыточного потребления питательных веществ при увеличении примерно на 30% производства основных зерновых культур (например, кукурузы, пшеницы и риса).[275]

Ответственность за устранение разрывов в урожайности возлагается в меньшей степени на ученых и исследователей, и в большей — на консультантов, правительства, сельскохозяйственные организации, пищевую промышленность и гражданское общество, а также их способность делиться опытом, обеспечивать наличие ресурсов и предоставлять рыночную инфраструктуру; и на самих фермеров и производителей.

© CIMMYT/Л. Лоу (P. Lowe)

2. Более эффективное использование земельных и водных ресурсов, питательных веществ и пестицидов

Смягчить нехватку продовольствия можно простым устранением значительной части потерь и отходов в системе: например, путем повышения компетентности среди производителей продуктов питания, приверженности улучшению управления и внедрением усовершенствованных технологий. Конечно, эти усилия должны поддерживаться стимулирующими политиками и сокращением порочных субсидий, которые способствуют расточительному использованию воды и агрохимикатов.

Многие фермеры в настоящее время используют пестициды очень неэффективно,[277] без понимания их побочных эффектов[278] и, таким образом, оказываются в увеличивающемся цикле использования[279] того, что иногда включает запрещенные продукты.[280] Более того, большая часть оборудования, используемого для применения пестицидов, остается относительно недоработанным, что приводит к переносу очень маленьких капель ветром и нерациональному расходу при использовании крупных капель.[281] Усовершенствованные технологии и интеллектуальные методы применения могут значительно сократить объемы пестицидов[282] и, следовательно, воздействие «вне сельскохозяйственных площадей» и токсичные нагрузки. Существуют усовершенствованные технические варианты, но их освоение зачастую остается низким;[283] пробелы в законодательстве многих стран способствуют неправильному применению.[284] Повышение эффективности также потребует больших инвестиций в исследования. Во многих странах бюджетное финансирование исследований сократилось на том основании, что компании, производящие пестициды, должны их оплачивать, но (по известным причинам) у них мало стимулов к тому, чтобы вкладывать средства в системы, которые сократили бы их продажи.

Существует ряд хорошо известных управленческих методов по сохранению воды, таких как устойчивое земледелие, использование навоза и компоста, вегетативные полосы для контроля стока, выращивание леса для сельскохозяйственных целей, сбор поверхностных стоков, восстановление водостоков и террасирование.

Существуют аналогичные варианты сокращения расхода удобрений и потребления воды, преимущественно в рамках интегрированных национальных или региональных планов.[285] Исследования почв и культур на содержание питательных веществ, оптимизация сроков применения (определение подходящих погодных условий), медленнодействующие удобрения и удобрения с регулируемым высвобождением питательных веществ, применение уреазы и ингибиторов нитрификации для уменьшения потерь азота, а также местное, а не разбросное внесение, могут в совокупности уменьшить потери удобрений.[286] Существует ряд хорошо известных управленческих методов по сохранению воды, таких как устойчивое земледелие, использование навоза и компоста, вегетативные полосы для контроля стока, выращивание леса для сельскохозяйственных целей, сбор поверхностных стоков, восстановление водостоков и террасирование.[287]

Получает развитие концепция «устойчивой интенсификации», определяемая как любое усилие по «интенсификации» производства продуктов питания, которое соответствует курсу на повышение «устойчивости», т. е. сведению к минимуму давления на землю и окружающую среду. В настоящее время в миллионах хозяйств используются комплексные стратегии борьбы с вредителями: исследования показывают, что более высокие урожаи могут быть достигнуты за счет сокращения использования пестицидов,[288] большего внутривидового разнообразия культур для борьбы с вредителями,[289] и предполагают, что эффективное сельское хозяйство не нуждается в переходе на большие плантации монокультур.[290] Мелкие, трудоемкие, малозатратные системы фермерского хозяйства часто обеспечивают более высокие урожаи по сравнению с обычными системами.[291] Методы передачи знаний и опыта, такие как полевые школы фермеров, содействующие образованию, совместное и опытное обучение, могут способствовать уменьшению нерационального и нецелесообразного применения пестицидов.[292] Несмотря на это, в исследования малозатратных систем делается намного меньше капиталовложений, и этот подход по-прежнему остается недооцененным.

Блок 7.6. Закрытие разрыва в доходности, Бразилия

В Бразилии — стране с высоким содержанием углерода в земной коре и биологическим разнообразием, прогнозируется значительное увеличение сельскохозяйственной продуктивности в течение следующих 40 лет. В недавнем исследовании была дана первая оценка кормовой продуктивности бразильских окультуренных пастбищ в 115 млн. га, при этом исследователи попытались выяснить, сможет ли более устойчивое использование этих существующих производственных земель удовлетворить ожидаемый рост спроса на мясо, сельскохозяйственные культуры, древесину и биотопливо. Они обнаружили, что текущая продуктивность составляет 32 – 34% от потенциальной, а устойчивый рост продуктивности до уровня 49 – 52% обеспечит достаточный запас этих товаров как минимум до 2040 года без дальнейшей деградации земель или экосистем, при значительном преимуществе в плане секвестрации углерода.[276]

3. Сокращение нежелательных последствий производства продовольственных и непродовольственных товаров за пределами промышленных площадок

Побочные эффекты нынешней продовольственной системы угрожают подорвать те самые процессы, которые она стремится поддерживать, выделяя парниковые газы и ухудшая биологический и экономический потенциал земли. Усилия по смягчению воздействия производства продуктов питания на окружающую среду должны быть сосредоточены на методах управления, которые обеспечивают более эффективную доставку агрохимикатов для уменьшения просачивания в более широкий ландшафт, а также разработку и применение более безопасных и эффективных альтернатив. Усилия по устранению разрыва в урожайности (этап 1) приведут к чистой выгоде, если воздействия вне сельскохозяйственных площадей снижаются одновременно (устойчивая интенсификация).

Блок 7.7. Прецизионное сельское хозяйство

Сельское хозяйство было одной из последних отраслей, начавших осваивать информационный, реально-временной деловой подход. В прецизионном сельском хозяйстве используется сложная технология мониторинга для оценки таких показателей, как почва и погодные условия, в сочетании с инструментами моделирования, с целью помочь фермерам корректировать сельскохозяйственную деятельность в ответ на внутриполевую изменчивость.[296] Чтобы помочь сельхозпроизводителям с выбором ассортимента, сроков, удобрений и места для высадки следует внедрять целевые консультации в реальном времени в течение цикла урожая. При этом, помимо роста продуктивности, уменьшаются деградация почвы и экологические воздействия вне промышленной площадки. Прецизионное сельское хозяйство основывается на способности улавливать, интерпретировать и оценивать экономические и экологические преимущества от конкретных управленческих действий.[297]

Согласно анализу 85 проектов в 24 странах, применение половины всех используемых пестицидов не вызвано необходимостью.[293] Фермеры часто очень полагаются на советы агрохимических компаний или их агентов.[294] В 2014 году Агентство по охране окружающей среды США пришло к выводу, что при применении неоникотиноидного протравливания соевых бобов обеспечивается ограниченная выгода или отсутствие таковой, однако оно широко использовалось фермерами и ежегодно обходилось в 176 млн. долл. США.[295] Основные усилия по уменьшению применения и просачивания агрохимикатов могут быть предприняты с использованием современной технологии, включающей подробное сопоставление потребностей и условий культур, как в точном земледелии. Ясный, беспристрастный совет и поддержка фермеров — важный шаг в этом процессе.

В краткосрочной перспективе усилия по уменьшению загрязнения вне сельскохозяйственных площадей должны быть сосредоточены на тех районах, где можно добиться наибольших успехов или где последствия наиболее серьезны. На Китай, Индию и Соединенные Штаты в совокупности приходится 65% избыточного потребления азота и фосфора в мире; сосредоточение усилий по повышению эффективности удобрений на нескольких культурах и в ряде стран могло бы вероятно уменьшить глобальное загрязнение азотом и фосфором с дальнейшим повышением эффективности, достигнутым путем изменения сроков, внесения и вида используемого удобрения.[298]

Одним из критических воздействий вне сельскохозяйственных площадей является выброс парниковых газов от сельского хозяйства. В некоторых случаях это возможно трудно сделать без серьезных изменений в производственных системах, таких как сокращение выбросов от жвачных животных. В других системах производства пищевых продуктов незначительные изменения в практике могут иметь изменить ситуацию к лучшему, например, использование различных сортов или видов сельскохозяйственных культур, посадка в разное время года и использование точного прогнозирования климата.[299] Селекция видов наряду с управлением водными ресурсами, обработкой почвы и стерни могут сократить выбросы от производства риса.[300] Все большее внимание уделяется регенеративным формам сельского хозяйства, которые используют природные процессы для восстановления почвы, аккумулирования стока, секвестрации углерода и увеличения биологического разнообразия.

Таблица 7.2. Элементы прецизионного сельского хозяйства

Категории	Предлагаемый совет	Описание
Культуры	Выбор культур	Выбор сортов семян
	Лучшее время высадки	Правильное время и условия высадки
	Переменная норма высева	Посев на основании внутриполевой изменчивости
Внесение удобрений	Переменная скорость внесения удобрений	Внесение питательных веществ на основе внутриполевой изменчивости
	Полевые карты	Полевые карты для точного внесения удобрений
	Переменная норма внесения удобрений	Внесение химикатов на основе внутриполевой изменчивости
	Рекомендации по экологической рациональности	Путь к рациональной оптимизации ресурсов
Борьба с вредителями и болезнями	Диагностика заболеваний	Предиктивная или диагностическая оценка
	Масштаб проблемы с вредителями	Предиктивные и диагностические модели
	Рекомендации по протоколу	Масштабируемость для диагностики, основанной на анализе изображений; модельно-управляемые алгоритмы
Здоровье культур	Нормализованный относительный индекс растительности (NDVI)/ Усовершенствованный вегетационный индекс (EVI)	Изображения со спутника/БПЛА с применением нормализованного относительного индекса растительности и усовершенствованного вегетационного индекса для оценки полевых условий
	Предупреждения о погодных/ полевых условиях	Предиктивные модели, основанные на погодно-управляемом агрономическом планировании
	Мониторинг питательных веществ в почве	Алгоритмически-управляемое составление карты питательных веществ на поле
	Составление карты биомассы	Полевой мониторинг органических веществ

Блок 7.8. Органическое земледелие и комплексные производственные системы

Для продовольственного обеспечения в мире могут применяться различные земледельческие методы в зависимости от доступности земель, степени самодостаточности сельскохозяйственных систем с точки зрения важнейших факторов цепи создания добавочной стоимости, таких как питательные вещества и прочие ресурсы, масштабы производства продуктов питания, желаемый и осуществимый уровни торговли сельскохозяйственной продукцией.[301] Органически выращенная пища, напитки, добавки, косметика и другие товары являются быстро растущим рынком в развитых странах и среди развивающегося среднего класса в развивающемся мире. Основными факторами роста для данного рынка являются воспринимаемая польза для экологии и человеческого здоровья (диетический аспект). Более четверти мировых земель для органического земледелия и свыше 1,9 млн. человек, или 86%, мировых производителей органической продукции, расположены в развивающихся странах и на развивающихся рынках, в частности в Индии (650 000), Уганде (189 610) и Мексике (169 703).[302] Для определения понятия органического земледелия и его контроля существуют глобальные и национальные стандарты.

Органическое земледелие позволяет избежать многие факторы, ведущие к деградации земель, а также их воздействия вне промышленной площадки, при этом исключается применение химических удобрений и большинства пестицидов, стимулируется рост почвенного органического вещества и применяются методы сохранения воды. Во всем мире под органическое земледелие отведены уже более 43 млн. гектаров, а еще 35 млн. гектаров естественных или полу-естественных районов используются для сбора «диких» органически сертифицированных продуктов, таких как мед и травы.[303] Чаще всего, в больших масштабах, традиционные системы превосходят по урожайности органические системы, которые однако, обеспечивают защиту для связанных экосистемных услуг, при этом спрос на органическую продукцию неуклонно растет: в 2013 году объем глобальных продаж составил 72 млрд. долл. США, а к 2018 году ожидается двукратный рост.[304] Имеются веские доказательства того, что органическое земледелие в большей мере способствует поддержанию биоразнообразия.[305] Органическое занятие сельским хозяйством ориентировано на увеличение органического вещества почвы, поддержание биоразнообразия и снижение потребляемой энергии,[306] однако, в некоторых случаях, органическое занятие сельским хозяйством может привести к истощению питательных веществ в почве и в конечном итоге может снизить уровень почвенного органического вещества.[307] Недавний метаанализ показывает, что, в некоторых случаях, урожайность органического земледелия почти сравнима с показателями традиционного земледелия, но это не всегда так.[308,309] Продуктивность органического земледелия еще больше повышается за счет расширения разнообразия культур в рамках комплексной борьбы с вредителями, при этом растения-спутники выполняют роль пестицидов.[310] В настоящее время роль органического земледелия в решении вопросов продовольственной безопасности недооценена, имеются значительные возможности для дальнейшего развития.

4. Прекращение расширения границ сельскохозяйственных территорий

Дальнейшее расширение границ сельскохозяйственных территорий за счет естественных экосистем, преимущественно путем обезлесения и других изменений характера землепользования, таких как преобразование пастбищ в пашни, несет в себе неприемлемо высокие издержки с точки зрения потери биологического разнообразия и экосистемных услуг и часто за очень скромную отдачу в виде произведенной пищи.[311]Если расширение является крайней необходимостью, его следует проводить на уже деградированных землях, где уже почти нечего терять или восстанавливать,[312] или на заброшенных участках, где возможно восстановить экосистемные услуги путем их перевода в земли сельскохозяйственного назначения. Даже в этом случае требуется осмотрительность при выборе территорий. Например, многие луга с императой в Азии развивались в результате неустойчивого переложного земледелия и представляются деградированными, однако продолжают поддерживать натуральное сельское хозяйство.[313] Планирование и управление землепользованием нуждаются в сильной власти и ее институтах, но также могут зависеть от бизнеса и потребителей; например, несколько схем сертификации предусматривают, что охватываемые ими продукты, такие как пальмовое масло и соя, не поступают с плантаций, расположенных на месте свежей вырубки (см. Этап 6).

5. Изменение в сторону питания, более богатого растительными и натуральными продуктами

Изменение рациона питания, особенно в более богатых странах, может очень положительно сказаться как на личном здоровье, так и на состоянии земель. Практически каждый прогноз доступности продовольствия показывает, что сокращение потребления мяса, особенно говядины — это наиболее быстрый и эффективный способ повышения продовольственной безопасности и сокращения выбросов углерода, а также воздействия «вне промышленной площадки».[314] Даже его небольшое снижение, до уровня, рекомендованного органами здравоохранения,[315] приведет к существенному сохранению земель и их ресурсов. Например, перераспределение земель, в настоящее время используемых в США для выпаса крупного рогатого скота, на производство кормов для домашней птицы, удовлетворит потребность в калориях и белках дополнительно 120 – 140 млн. человек.[316]

Реформы питания должны учитывать долгосрочную опасность хронического ожирения и ее воздействие на благосостояние, продолжительность жизни, здравоохранение и экономику.[317] Нездоровые диеты, многие из которых неявно продвигаются крупными розничными торговцами,[318] уже подорвали здоровье миллиарда человек. Кампании по общественному здравоохранению изо всех сил пытаются убедить

© ja-ma

поколение, пристрастившееся к фаст-фуду и рациону с высоким содержанием белков и жиров. Необходимо обеспечить воспитание сознательного отношения к здоровью вместо «фэтшэйминга» (негативного отношения к толстым людям),[319] увеличить физические нагрузки,[320] повысить налоги на нездоровые продукты питания (минимум на 20%),[321] и при необходимости усилить законодательный контроль. Появление налогов на сахар, акциза на сладкие газированные напитки в Мексике,[322] и аналогичные инициативы показывают, что многие правительства все чаще признают масштабы проблемы.

Одним из способов подчеркнуть разительные отличия является оценка продуктивности сельского хозяйства по количеству сытых людей с гектара, а не тонн с гектара. Исходя из конъюнктуры использования сельскохозяйственных культур, производство продуктов питания исключительно для непосредственного потребления человеком, может потенциально увеличить доступные калории на 70%, которых будет достаточно чтобы прокормить четыре миллиарда человек, и даже незначительные изменения в распределении кормовых и биотопливных культур значительно увеличили бы глобальную доступность продовольствия.[323] Переход на менее обработанную пищу и снижение потребления мяса в итоге приведет к более рациональной технологии производства продуктов питания.

6. Повышение осведомленности о здоровье, устойчивости и ответственности

Опыт показывает, что многие люди готовы отдать предпочтение здоровым и этическим продуктам питания, если им предоставить точную и актуальную информацию. Как обязательные, так и добровольные проекты имеют значение. Многих потребителей могут убедить правительственные проекты обязательной маркировки, предоставляющей информацию о пищевой ценности, калорийности, диетических рекомендациях и рисках для здоровья, что доказано на примере контроля за рекламой сигарет.

В то же время, рост числа проектов добровольной сертификации продукции поддерживает потребителей, готовых выбирать и платить за продукты, которые снижают риски для окружающей среды и их углеродный след. Быстрый рост числа проектов справедливой торговли и экологической сертификации за последние два десятилетия создает основу для более устойчивого производства, поскольку существующие стандарты и системы устойчивого управления обеспечивают соблюдение своих обязательств участниками проекта. В Таблице 7.3 приведены некоторые из наиболее значимых проектов.

7. Поощрение практики устойчивого землепользования

Занятие сельским хозяйством — это наибольшее направление землепользования на планете. При этом сельскохозяйственные земли находятся в дефиците. Для обеспечения полного набора экосистемных услуг, а не только продуктов питания, волокна и топлива в будущем потребуется гораздо более экологически грамотное управление сельскохозяйственными землями.[335] Сельскому хозяйству следует перейти от роли источника изменений климата к источнику поглощения углекислого газа. Многие меры по снижению выбросов парниковых газов уже широко известны: сокращение использования азотных удобрений и энергии горючих ископаемых, более эффективная утилизация отходов, увеличение содержания почвенных органических веществ, восстановление окружающей среды и улучшение ирригации.[336] Сохранение сельскохозяйственных земель важно как для продуктивности, так и для предотвращения связанных воздействий. Для опылителей, которые в некоторых районах подвергаются экстремальным угрозам, необходимы целевые меры по сохранению биологического разнообразия.[337] Местами, этот более холистический подход к управлению существует на протяжении десятилетий или столетий; где-то потребуются фундаментальные сдвиги в мировоззрении.

Это также означает изменение способов ведения бизнеса со стороны фермеров. За ожидаемые множественные выгоды со стороны ферм необходимо платить; рост диверсификации может означать, например, что большая часть сельскохозяйственного дохода поступает из инновационных источников финансирования, таких как проект Платежи за экосистемные услуги (ПЭУ).

Разработка процесса перехода к вознаграждениям для организаций землепользования на основе множества функций и услуг потребует действий на всех уровнях: субсидии и стимулы на местном, государственном, а иногда и международном уровне; системы справедливого распределения доходов, связывающие бизнес, местные органы власти, консультантов по вопросам сельского хозяйства и НПО с поставщиками экосистемных услух, такими как организации землепользования, отдельные фермеры или кооперативы; системы оценки для гарантии справедливых цен и финансовые механизмы для взыскания и выплаты финансовых и других форм компенсации. Несмотря на полученный опыт, еще многое предстоит изучить.

8. Сокращение пищевых отходов и послеуборочных потерь

Учитывая, что треть произведенной пищи не достигает желудков потребителей, сокращение отходов на первый взгляд кажется легкой победой в плане обеспечения продовольствием и питанием. Но на практике это будет непросто, поскольку культура отходов глубоко интегрирована в наши продовольственные системы в виде закупочных и торговых политик, пищевого законодательства, экономики поставок и розничной торговли. Для этого потребуются изменение правил определения сроков годности и отношения потребителей к деформированным фруктам и овощам, масштабная идеологическая кампания с целью переубедить население о культуре отходов и их представлении о желаемой или приемлемой пище и, в конечном итоге, изменения в структуре пищевой промышленности, основанной на крупномасштабном и постоянном перемещении пищевых продуктов.

Блок 7.9. Платежи за экосистемные услуги (ПЭУ)

Теоретически можно взимать плату за пользование услугами с людей и компаний, пользующихся экосистемными услугами, чтобы компенсировать потенциальные выгоды, упущенные управленцами экосистем, производящих эти услуги. Программы ПЭУ (известные ка «Платежи за экологические услуги») могут стать важным способом поддержки фермеров и землеуправленцев, предоставляющих эти услуги;[338] например, путем защиты лесов для поддержания качества воды, или путем снижения уровня густоты насаждений на холмистой местности для стимулирования роста зеленого фонда с целью контроля паводков. Около 80% населения г. Кито — 1,5 млн. человек — получают питьевую воду из двух охраняемых районов: Антисана **(120 000 га) и** Экологический заповедник Каямбе-Кока **(403 103 га). Совместно с местными НПО и фермерскими сообществами, правительство принимает меры по защите водоразделов, включая более строгое соблюдение мер защиты верхних водоразделов и меры по улучшению или защите гидрологических функций и артезианских колодцев, предотвращению эрозии и укреплению берегов и склонов.[339] Подходящие для фермеров программы ПЭУ в настоящее время сосредоточены на секвестрации углерода, сохранении лесов, защите водоразделов и уменьшении риска бедствий; возможны выплаты как наличными, так и в натуральном виде, например, оборудованием, ульями и т.д.[340] Значимость производных от земледелия экосистемных услуг огромна; задача заключается в нахождении политически и социально приемлемых способов предоставления адекватной компенсации фермерам, распоряжающимся этими ценностями.[341]**

Однако, положить начало очень просто. Существует множество вариантов для сокращения отходов, связанных с техническими, политическими аспектами и образом жизни, в том числе для содействие перераспределению и пожертвованию пищи, использование испарительных охладителей в местах, где недоступно холодильное оборудование, внедрение герметичных пластиковых мешков для хранения или контейнеров для зерновых, использование металлических силосов меньшего размера, уменьшение путаницы с датами на маркировке пищевых

Рисунок 7.7. Продовольственные потери в цепи создания пищевой продукции: скопировано из[345]

Таблица 7.3. Добровольные программы сертификации

Программа добровольной сертификации	Сфера действия и предпосылки
Bonsucro Инициатива по улучшению сахарного тростника	Содействуя экологической рациональности сахарно-тростникового сектора, Bonsucro включает почти 200 членов из 27 стран.[324]
Альянс по климату, сообществам и биоразнообразию	Многоорганизационная инициатива по поощрению методов управления земельными ресурсами, включая программу REDD+, положительное влияние которых на изменение климата доказано.[325]
Организация справедливой торговли	Устанавливает глобальные стандарты торговли, дающие фермерам достойные средства к существованию, к ним относятся многие индивидуальные стандарты для групп производителей и продавцов, а также для отдельных продуктов.[326]
Лесной попечительский совет	Одна из нескольких программ сертификации лесов, предоставляющая меры контроля за вырубкой природных лесных массивов.[327]
Глобальный круглый стол по устойчивому производству говядины	Способствует ответственному производству говядины во всей цепочке поставок.[328]
Инициатива за гарантию ответственности в горнодобывающей отрасли	Разработка программы сертификации для добычи полезных ископаемых.[329]
Международная федерация движений за биологически чистое сельское хозяйство	Международный орган, устанавливающий общие стандарты для органического земледелия, при этом национальные стандарты должны соответствовать нормам IFOAM.[330]
ProTerra	Голландская группа по сертификации всех аспектов цепи создания пищевой продукции.[331]
Круглый стол по ответственному производству сои	Снижение воздействия от выращивания сои на окружающую среду: в настоящее время в TRTS входит 181 член, а в 2014 году было реализовано 1,3 млн. тонн сертифицированных соевых бобов.[332]
Круглый стол по устойчивому производству пальмового масла	Снижая экологические и социальные последствия от выращивания масличных пальм, RSPO насчитывает более 2 000 членов, сертифицировано более 3 млн. гектаров.[333]
Устойчивая сельскохозяйственная сеть	Коалиция некоммерческих организаций, способствующих экологической и социальной устойчивости земледелия путем разработки передовых стандартов, программ сертификации и обучения.[334]

продуктов, проведение кампаний по информированию потребителей, а также сокращение размеров порций в ресторанах и кафе. Целевые показатели сокращения отходов должны устанавливаться на правительственном уровне; если нынешние темпы пищевых потерь и отходов можно сократить наполовину, например, к 2050 году, это обеспечит разрыв примерно в 22% между текущими темпами производства продуктов питания и прогнозируемым спросом к середине века.[342]

В развивающихся странах пищевые отходы и потери происходят главным образом на ранних этапах цепи создания добавочной стоимости и могут быть отнесены к финансовым, управленческим и техническим ограничениям в методах сбора урожая, и распределительных, складских и охлаждающих мощностях. Сотрудничество фермеров может снизить риск перепроизводства, позволяя покрывать недостаток урожая на одних фермах излишками урожая с других.[343] Плохие складские мощности и отсутствие инфраструктуры приводят к послеуборочным потерям в тропиках; для решения этой проблемы необходимо улучшить дорожную, энергетическую и рыночную инфраструктуры и, прежде всего, хранилища и объекты холодильной цепи.[344] Сезонность производства и стоимость инвестиций в неиспользуемые круглогодично перерабатывающие мощности приводят к потерям продуктов питания.

9. Решение проблем безопасности землевладения и гендерного равенства

Большинство упомянутых выше этапов в равной степени относятся ко всей системе питания в масштабе планеты. Но, в контексте продовольственной безопасности, больше других страдают самые малоимущие, в том числе жители сельских районов, не имеющие доступа к земле, и городские жители, слишком бедные, чтобы прокормить свои семьи. Серьезность проблемы ожирения получила широкое признание, но нельзя забывать что почти столько же людей не получают достаточного питания, и прогнозы указывают на рост их числа в будущем. Продовольственная безопасность не может быть обеспечена системой, которая явно не справляется с нуждами бедных, безземельных и бессильных,[346] степень защищенности которых лишь ухудшается в последнее время .

Важнейшим элементом успеха является признание прав женщин на независимое от мужчин землевладение. В странах, где это еще не произошло, такие права необходимо закрепить законодательно, а также опубликовывать, разъяснять и внедрять там, где правовые изменения в значительной мере не повлияли на ежедневный быт. Проблемы гендерного неравенства

затрагивают не только вопросы собственности, но и определяют используемые земледельческие методы. В странах, где земледелием в основном занимаются женщины, необходимо также поощрять стремление к равенству в условиях труда с целью повышения общего благосостояния-и максимизации производительности.

Таким образом, проблема продовольственной справедливости — это гораздо больше чем просто количество произведенной пищи. Стратегии, направленные на развитие устойчивых систем питания, должны выходить за рамки традиционных вопросов сельского хозяйства, и рассматривать, например, вопросы гендерного равенства и социальной справедливости, которые определяют доступ к земле и природным ресурсам; внедрение комплексных агроэкологических подходов для производства большего количества продуктов питания с уменьшенным воздействием на окружающую среду; поддержку более регионально-организованных систем питания; и реализацию доступа к здоровым и культурно значимым продуктам в рамках производственной стратегии.[347]

Перераспределение земель от богатых владельцев крупных фермерских хозяйств к фермерам, арендаторам или работникам ферм с ограниченным доступом к земле, может способствовать экономическому росту, сокращению бедности и обеспечению равенства полов, при условии правильного управления с поддержкой в виде эффективной политики и увеличения мощностей. Например, земельная реформа на уровне общин в Малави привела к повышению безопасности землевладения, растениеводства и продуктивности, а также к увеличению доходов и продовольственной безопасности.[348]

Земельные реформы, направленные на раздачу земли бедным, следует проводить с осторожностью, так чтобы перераспределение земель не сопровождалось политической напряженностью или подрывом позиции существующих мелких землевладельцев. Например, следует принять меры по повышению покупательной способности бедных, устранению стимулов для консолидации земель, и предоставлению достаточных субсидий и услуг по распространению знаний.[349]

10. Реализация интегрированных подходов к планировке ландшафта

В какой-то степени, предыдущие девять этапов обобщены в десятом. Возрастающее давление на фонд сельскохозяйственных земель, повсеместная деградация земель и опустынивание, растущее загрязнение, изменение климата и рост населения означают, что миру необходимо отказаться от узкой направленности на производство продуктов питания и рассматривать сельскохозяйственные земли как часть многофункционального ландшафта, который не только обеспечивает пищей, но и предоставляет широкий спектр услуг по обеспечению, управлению и культурных услуг.

Управление растущей конкуренцией в плане товаров и услуг землепользования и торговли ими, а также различные интересы заинтересованных сторон требуют, чтобы планирование землепользования было направлено на обеспечение эффективного распределения земель, которое способствует использованию вариантов устойчивого землепользования и помогает уравновесить конкурирующие виды использования. Планирование землепользования — это не просто оценка земли, которая может быть очень привлекательной для городских застройщиков и вредна для сельского хозяйства, но и классификация продуктивности земли. Комплексное планирование землепользования охватывает все потенциальные виды использования земель, включая районы, пригодные для земледелия, лесного хозяйства, урбанизации, заповедники, пастбища и рекреационные зоны. Путем изменения территориальной структуры ландшафта и распределения деятельности, связанной с землепользованием, на оптимальные участки ландшафта, можно увеличить продуктивность ряда услуг и устойчивость системы землепользования.[350] Таким образом, разработанные системы лучше учитывают интересы местного населения и спрос на экосистемные услуги, являются более рациональными как с местной, так и с ландшафтной точки зрения, и применяются в рамках местного социально-экономического и земельного управления.[351] Еще одним из важных аспектов этих системных изменений являются психологические и социальные аспекты изменения подходов, некоторые из которых существовали веками, для чего требуется взаимодействие широкого круга заинтересованных сторон,[352] включая отраслевой сектор.[353]

© П. Уолл (P. Wall)/CIMMYT.

БИБЛИОГРАФИЯ

1 Foley, J.A. 2011. Sustain the planet? Scientific American, November 2011, pp. 60–65.

2 FAO. 2009. How to Feed the World in 2050. FAO, Rome.

3 Rivers Cole, J. and McCoskey, S. 2013. Does global meat consumption follow an environmental Kuznets curve? Sustainability: Science, Practice, and Policy **9** (2): 26-36.

4 Overseas Development Group. 2006. Global Impacts of Land Degradation. Paper for the GEF. ODG, University of East Anglia, Norwich, UK.

5 Oxford Economics. 2016. Future trends and market opportunities in the world's largest 750 cities: How the global urban landscape will look in 2030. Oxford.

6 Harvey, M. and Pilgrim, S. 2010. The new competition for land: food, energy and climate change. Food Policy **36** (Supplement 1): S40-S51.

7 IFPRI. 2009. Climate Change: Impact on Agriculture and Costs of Adaptation, International Food Policy Research Institute, Washington, DC.

8 Lambin, E.F. and Meyfriodt, P. 2011. Global land use change, economic globalisation and the looming land scarcity. Proceedings of the National Academy of Sciences, **108** (9), pp. 3465-3472.

9 Harvey, M. and Pilgrim, S. 2010. Op cit.

10 FAO. 2006. Policy Brief: Food security. FAO, Rome.

11 Celentano, D., Rousseau, G.X., Lex Engel, V., Zelarayán, M., Oliveira, E.C., et al. 2016. Degradation of riparian forest affects soil properties and ecosystem services provision in Eastern Amazon of Brazil. Land Degradation and Development **28** (2): 482-493.

12 Pulido, M., Schnabel, S., Lavado Contado, J.F., Lozano-Parra, J., and González, F. 2016. The impact of heavy grazing on soil quality and pasture production in rangelands of SW Spain. Land Degradation and Development. DOI: 10.1002/ldr.2501.

13 DeWitt, C.B. 2009. Unsustainable agriculture and land use: restoring stewardship for biospheric integrity. In: Robert S. White, FRS (ed.) Crisis in Creation. London: SPCK publishers, pp.137-156.

14 Rockstrom, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Chapin III, F.S., et al. 2009. A safe operating space for humanity. Nature **464**: 472-475.

15 Ibarrola Rivas, M.J. and Nonhebel, S. 2016. Assessing changes in availability of land and water for food (1960-2050): An analysis linking food demand and available resources. Outlook on Agriculture **45** (2), 124-131.

16 FAO and World Water Council. 2015. Towards a water and food secure future: Critical perspectives for policy-makers. FAO and WWC, Rome and Marseille.

17 Ray, D.K., Mueller, N.D., West, P.C., and Foley, J.A. 2013. Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. PLoS ONE **8** (6): e66428. doi:10.1371/journal.pone.0066428.

18 United Nations. 2009. World Population Prospects. The 2008 Revision, United Nations, Department of Economic and Social Affairs Population Division, New York.

19 FAO. 2009. Op cit.

20 Herrero, M. and Thornton, P.K. 2013. Livestock and global change: Emerging issues for sustainable food systems. Proceedings of the National Academy of Sciences **110** (52): 20878-20881.

21 FAO. 2013. Food Wastage Footprint: Impacts on natural resources – summary report. FAO, Rome, pp. 6-7.

22 FAO. 2013. Food Wastage Footprint: Impacts on natural resources – summary report. FAO, Rome, pp. 6-7.

23 Institute of Mechanical Engineers. 2013. Global Food: Waste not, want not. IME, London. p. 2; Lundqvist, J., C. de Fraiture and D. Molden (2008). Saving Water: From Field to Fork – Curbing Losses and Wastage in the Food Chain, SIWI Policy Brief, SIWI.

24 FAO. 2013. Op cit.

25 Kader, A.A. 2005. Increasing food availability by reducing postharvest losses of fresh produce. Proceedings of the 5th International Postharvest Symposium, Mencarelli, F. (Eds.) and Tonutti P. Acta Horticulturae, 682, ISHS.

26 Institute of Mechanical Engineers. 2013. Op cit.

27 Liu, G. and Liu, S. 2013. Curb China's rising food wastage. Nature **489**: 170.

28 Dou, Z., Ferguson, J.D., Galligan, D.T., Kelly, A.M., Finn, S.M. et al. 2016. Assessing US food wastage and opportunities for reduction. Global Food Security **8**: 19-26.

29 Porter, S.D. and Reay, D.S. 2015. Addressing food supply chain and consumption inefficiencies: potential for climate change mitigation. Regional Environmental Change 16 (8): 2279-2290.

30 FAO, 2013. 'FAOSTAT' (http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/E) accessed November 11, 2016.

31 UNEP. 2009. Towards sustainable production and use of resources: Assessing biofuels, United Nations Environment Programme, Division of Technology Industry and Economics, Paris, France.

32 Alexander, P., Rounsevell, M.D.A., Dislich, C., Dodson, J.R., Engström, K., et al. 2015. Drivers for global agricultural land use change: The nexus of diet, population, yield and bioenergy. Global Environmental Change **35**: 138-147.

33 Hoekstra, A.Y. and Chapagain, A.K. 2007. Water footprint of nations: water use by people as a function of their consumption pattern. Waters Resources Management **21**: 35-48.

34 Reynolds, L. and Nierenberg, D. 2012. Innovations in Sustainable Agriculture: Supporting climate-friendly food production. Worldwatch Report 188. Worldwatch Institute, Washington, DC.

35 Geist, H.J. and E F. Lambin. 2002. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. BioScience **52**: 143-150.

36 FAO. 2006. Livestock's Long Shadow: Environmental issues and options. Rome.

37 Garnett, T., Röös, E., and Little, D. 2015. Lean, green, mean, obscene…? What is efficiency? And is it sustainable? Food Climate Research Network, Oxford.

38 WWF. 2013. Soy and Biodiversity Loss: Expanding markets, declining ecosystems and what we can do about it. WWF International, Gland, Switzerland.

39 Herrero, M., Havlik, P., McIntire, J., Palazzo, A., and Valin, H. 2014. African Livestock Futures: Realizing the Potential of Livestock for Food Security, Poverty Reduction and the Environment in Sub-Saharan Africa. Office of the Special Representative of the UN Secretary General for Food Security and Nutrition and the United Nations System Influenza Coordination (UNSIC), Geneva, Switzerland.

40 Schneider, M. 2011. Feeding China's Pigs: Implications for the Environment, China's Smallholder Farmers and Food Security. Institute for Agriculture and Trade Policy.

41 Cassidy, E.S., West, P.C., Gerber, J.S., and Foley, J.A. 2013. Redefining agricultural yields: From tonnes to people nourished per hectare. Environmental Research Letters **8**: doi:10.1088/1748-9326/8/3/034015

42 Eshel, G., Shepon, A., Makov, T., and Milo, R. 2014. Land, irrigation water, greenhouse gas, and reactive nitrogen burdens of meat, eggs, and dairy production in the United States. Proceedings of the National Academy of Sciences **111** (33): 11996-12001.

43 Stehfest E., Bouwman, L., van Vuuren, D.P., den Elzen, M.G.J., Eikhout, B., et al. 2009. Climate benefits of changing diet. Climate Change **95**: 83-102.

44 McAlpine, C.A., Etter, A., Fearnside, P.M., Seabrook, L., and Laurance, W.F. 2009. Increasing world consumption of beef as a driver of regional and global change: A call for policy action based on evidence from Queensland (Australia), Colombia and Brazil. Global Environmental Change **19: 21-33.**

45 Siriwardena, L., Finlayson, B.L., and McMahon, T.A. 2006. The impact of land use change on catchment hydrology in large catchments: The Comet River, Central Queensland, Australia. Journal of Hydrology, **326** (1): 199-214.

46 Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., et al. 2013. Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.

47 Pelletier, N. and Tyedmers, P. 2010. Forecasting potential global costs of livestock production 2010-2050. Proceedings of the National Academy of Sciences **107** (43): 18371-18374.

48 McMichael, A.J., Powles, J.W., Butler, C.D., and Uauy, R. 2007. Food, livestock production, energy, climate change, and health. The Lancet **370**: 1253-1263.

49 Monteiro, C.A., Moubarac, J.C., Cannon, G., Ng, S.W., and Popkin, B. 2013. Ultra-processed products are becoming dominant in the global food system. Obesity Reviews **14** (S2): 21-28.

50 Malik, V.S., Willett, W.C., and Hu, F.B. 2013. Global obesity: Trends, risk factors and policy implications. Nature Reviews Endocrinology **9**: 13-27.

51 Swinburn, B.A., Sacks, G., Hall, K.D., McPherson, K., Finegood, D.T., et al. 2011. The global obesity pandemic: shaped by global drivers and local environments. Lancet **378**: 804-814.

52 Popkin, B.M. and Slining, M.M. 2013. New dynamics in global obesity facing low- and middle-income countries. Obesity Reviews **14** (S2): 11-20.

53 Lee, J.S.H., Koh, L.P., and Wilcove, D.S. 2016. Junking tropical forests for junk food? Frontiers in Ecology and the Environment **14** (7): 355-356.

54 Carlson, K.M., Curran, L.M., Asner, G.P., Pittman, A.M., Trigg, S.N., et al. 2013. Carbon emissions from forest conversion by Kalimantan oil palm plantations. Nature Climate Change **3** (3): 283-287.

55 World Bank. 2016. The Cost of Fire: An Economic Analysis of Indonesia's 2015 Fire Crisis. Washington, DC.

56 Schrier-Uijl, A.P., Kroon, P.S., Hendriks, D.M.D., Hensen, A., Huissteden, J. van, et al. 2014. Agricultural peat lands: towards a greenhouse gas sink – a synthesis of a Dutch landscape study. Biogeosciences **11**: 4559-4576.

57 Hooke R.LeB., Martin-Duque, J.F., and de Pedraza, J. 2012. Land transformation by humans: A review. GSA Today **22: 4-10.**

58 Foley, J.A., DeFries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., et al. 2005. Global consequences of land use. Science **309**: 570-574.

59 FAO. 2011. The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) – Managing systems at risk. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome and Earthscan, London.

60 Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Berber, J.S., et al., Solutions for a cultivated planet. Nature. **478**: 337-342 (2011).

61 Stewart, B., Koohafkan, P., and Ramamoorthy, K. 2006. Dryland agriculture defined and its importance to the world. In: Peterson, G., Unger, U.P., and Payne, P.W. (eds.) Dryland Agriculture, 2nd edition, pp. 1-24.

62 Keenan, R.J., Reams, G.A., Achard, F., de Freitas, J.V., Grainger, A., et al. 2015. Dynamics of global forest area: Results from the FAO Global Forest Resources Assessment 2015. Forest Ecology and Management **352**, 9-20.

63 Joint Research Centre of the European Commission. 2017. World Atlas of Desertification, 3rd edition. Ispra http://wad.jrc.ec.europa.eu/

64 Obersteiner, M., Kraxner, F., Mosnier, A., Bocqueho, G., Khabarov, N., and Havlik, P. 2014. Addressing the drivers of deforestation: Exploring synergies between REDD (plus) and forest policy. Proceedings, XXIV IUFRO World Congress, October 5-11, 2014, Salt Lake City, USA The International Forestry Review **16** (5): 545.

65 Herrero, M., et al. 2014. Op cit.

66 Barraclough, S.L. and Ghimire, K.B. 2000. Agricultural Expansion and Tropical Deforestation: Poverty, International Trade and Land Use. Earthscan, London.

67 Gibbs, H.K., Ruesch, A.S., Achard, F., Clayton, M.K., Holmgren, P., et al. 2010. Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. Proceedings of the National Academy of Sciences **107** (38): 16732-16737.

68 Wassenaar, T., Gerber, P., Verburg, P.H., Rosales, M. Ibrahim, M., et al. 2006. Projecting land use changes in the Neotropics: The geography of pasture expansion into forest. Global Environmental Change **17** 86-104.

69 Taylor, R., Dudley, N., Stolton, S., and Shapiro, A. 2015. Deforestation fronts: 11 places where most forest loss is projected between 2010 and 2030. Paper presented at the XIV World Forestry Congress, Durban, South Africa, September 7-11, 2015.

70 Rudel, T., DeFries, R., Asner, G.P., and Laurance, W.F. 2009. Changing drivers of deforestation and new opportunities for conservation. Conservation Biology **23** (6): 1396-1405.

71 Kruglianskas, I. Undated. Soy production in South America: Key issues and challenges. ProForest, Oxford.

72 Pacheco, P. 2012. Soybean and oil palm expansion in South America: A review of main trends and implications. Working Paper 90. CIFOR, Bogor, Indonesia.

73 Danielsen, F., Beukema, H., Burgess, N.D., Parish, F., Bruhl, C.A., et al. 2009. Biofuel plantations on forested lands: Double jeopardy for biodiversity and climate. Conservation Biology **23** (2): 348-358.

74 DeFries, R.S., Rudel, T., Uriarte, M., and Hansen, M. 2010. Deforestation driven by urban population growth and agricultural trade in the twenty-first century. Nature Geoscience **3:** 178-181.

75 Hosonuma, N., Herold, M., De Sy, V., De Fries, R.S., Brockhaus, M., et al. 2012. An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. Environmental Research Letters **7** (4): 044009. doi:10.1088/1748-9326/7/4/044009.

76 Killeen, T.J., Guerra, A., Calzada, M., Correa, L., Calderon, V., et al. 2008. Total historical land-use change in eastern Bolivia: Who, where, when, and how much? Ecology and Society **13**(1): 36. [online] URL: http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss1/art36/

77 Wassenaar, T., et al. 2006. Op cit.

78 Chomitz, K. 2007. At Loggerheads: Agricultural expansion, poverty reduction and environment in tropical forests. The World Bank, Washington, DC.

79 Klink, C. and Machado, R.B. 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. Conservation Biology **19** (3): 707-713.

80 Macedo, M.N., DeFries, R.S., Morton, D.C., Stickler, C.M., Galford, G.L., et al. 2012. Decoupling of deforestation and soy production in the southern Amazon during the late 2000s. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America **109** (4): 1341-1346.

81 Walker, R. 2011. The impact of Brazilian biofuel production on Amazonia. Annals of the Association of American Geographers **101**(4): 929-938.

82 Brown, J.C., Koeppe, M., Coles, B., and Price, K.P. 2005. Soybean production and conversion of tropical forest in the Brazilian Amazon: The case of Vilhena, Rondonia. Ambio **34** (6): 462-469.

83 Butler, R.A. and Laurance, W.F. 2009. Is oil palm the next emerging threat to the Amazon? Tropical Conservation Science **2**(1): 1-10.

84 Zac, M.R., Cabido, M., Cáceres, D., and Díaz, S. 2008. What drives accelerated land cover change in central Argentina? Synergistic consequences of climatic, socioeconomic and technological factors. Environmental Management **42**: 181-189.

85 Peres, C.A. and Schneider, M. 2011. Subsidized agricultural resettlements as drivers of tropical deforestation. Biological Conservation **151** (1): 65-68.

86 Arima, E.Y., Richards, P., Walker, R., and Caldas, M.M. 2011. Statistical confirmation of indirect land use change in the Brazilian Amazon. Environmental Research Letters **6**: 7pp.

87 Morton, D.C., DeFries, R.S., Shimabukuro, Y.E., Anderson, L.O., Arai, E., et al. 2006. Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon. Proceedings of the National Academy of Sciences **103**: 14637-14641.

88 Soares Domingues, M. and Bermann, C. 2012. The arc of deforestation in the Amazon: The livestock to soy. Ecology and Society **15** (2).

89 Lambin, E.F. and H.J. Geist. 2003. Regional differences in tropical deforestation. Environment **45** (6): 22-36.

90 Marien, J-N. 2009. Peri-urban forests and wood energy: What are the perspectives for Central Africa? In: de Wasseige, C., Devers, D., de Marcken, P., Eba'a, R., Nasi, R., et al. (eds.) The Forests of the Congo Basin—State of the Forest 2008. Publications Office of the European Union, Luxembourg.

91 Bond, I., Chambwera, M., Jones, B., Chundama, M., and Nhantumbo, I. 2010. REDD+ in dryland forests: Issues and prospects for pro-poor REDD in the Miombo woodlands of southern Africa. Natural Resource Issues No. 21. IIED, London.

92 Cabral, A.I.R., Vasconcelos, M.J., Oom, D., and Sardinha, R. 2010. Spatial dynamics and quantification of deforestation in the central-plateau woodlands of Angola (1990-2009). Applied Geography **31**: 1185-1193.

93 Geist, H., Otanez, M., and Kapito, J. 2008. The tobacco industry in Malawi: A globalized driver of local land change. In: Millington, A. (ed.) Land Change Science in the Tropics: Changing Agricultural Landscapes, Springer.

94 Von Maltitz, G. and Setzkorn, K. 2012. Potential impacts of biofuels on deforestation in Southern Africa. Journal of Sustainable Forestry **31**: 80-97.

95 Boucher, D., Elias, P., Lininger, K., May-Tobin, C., Roquemore, S., et al. 2011. What's Driving Tropical Deforestation Today? Union of Concerned Scientists, Washington, DC.

96 Schneider, M. 2011. Feeding China's pigs: Implications for the environment, China's smallholder farmers and food security. Institute for Agriculture and Trade Policy. Accessed October 11, 2013.

97 Hart Energy. 2013. Global biofuels outlook to 2025. globalbiofuelscenter.com/spotlight.aspx?ID=32#KeyFindings, accessed February 27, 2013.

98 http://www.platts.com/latest-news/agriculture/london/global-soybean-demand-to-exceed-production-in-26442275, accessed January 4, 2017.

99 USDA (United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service). 2013.

100 WWF. 2013. Op cit.

101 Pacheco, P. 2012. Soybean and Oil Palm Expansion in South America: A review of main trends and implications. Working Paper 90. CIFOR, Bogor, Indonesia.

102 Kruglianskas, I. Undated. Soy production in South America: Key issues and challenges. ProForest, Oxford.

103 Hobbs, J. 2012. Paraguay's destructive soy boom. New York Times July 2, 2012. http://www.nytimes.com/2012/07/03/opinion/paraguays-destructive-soy-boom.html?_r=0 accessed October 12, 2013.

104 Bruinsma, J. 2009. The resource outlook to 2050: By how much do land, water and crop yields need to increase by 2050? Paper presented at the FAO Expert Meeting on ‹How to Feed the World in 2050.› FAO, Rome.

105 Carlson, K.M., Curran, L.M., Ratnasari, D., Pittman, A.M., Soares-Filho, B.S., et al. 2012. Committed carbon emissions, deforestation, and community land conversion from oil palm plantation expansion in West Kalimantan, Indonesia. Proceedings of the National Academy of Sciences **109**: 7559-7564.

106 Environmental Protection Agency. 2012. Notice of data availability concerning renewable fuels produced from palm oil under the RFS Program, Federal Register **77**, 18, 4300-4318.

107 van Beukering, P.J.H., Cesar, H.S.J., and Janssen, M.A. 2003. Economic valuation of the Leuser National Park on Sumatra, Indonesia. Ecological Economics **44**, 43: 62.

108 Baumüller, H. 2008. Prospects and Drivers for Agricultural Change in the Mekong Region: The case of sugar, rice and rubber, WWF Greater Mekong Programme, Vientiane.

109 Yang, J., Huang, J., Qui, H., Rozelle, S., and Sombilla, M.A. 2009. Biofuels and the Greater Mekong subregion: Assessing the impact on prices, production and trade. Applied Energy **86**: 537-546.

110 Webb, E.L., Jachowski, N.R.A., Phelps, J., Friess, D.A., Than M.M., et al. 2014. Deforestation in the Ayeyarwady Delta and the conservation implications of an internationally-engaged Myanmar. Global Environmental Change 24: 321-333.

111 Woods, K. 2013. Timber trade flows and actors in Myanmar. Forest Trends, Washington, DC

112 Koh, L.P. and Wilcove, D.S. 2008. Oil palm: Disinformation enables deforestation, Trends in Ecology and Evolution **24**: 2: 67-68.

113 Herrero, M., Havlík, P., McIntire, J.M., Palazzo, A., and Valin, H. 2014. African Livestock Futures: Realizing the Potential of Livestock for Food Security, Poverty Reduction and the Environment in Sub-Saharan Africa. Office of the Special Representative of the UN Secretary General for Food Security and Nutrition and the United Nations System Influenza Coordination (UNSIC), Geneva, Switzerland.

114 FAO. 2008. Forests and Energy: Key issues. FAO Forestry Paper 154. FAO, Rome.

115 Smeets, E.M.W. and Faaji, A.P.C. 2007. Bioenergy potential from forestry in 2050: An assessment of the drivers that determine the potentials. Climatic Change **81**: 353-390.

116 Cassidy, E.S., et al. 2013. Op cit.

117 Sapp. M. 2016. Argentine biodiesel production to hot record 2.7 million tons in 2016. Biofuels Digest December 28, 2016. http://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2016/12/28/argentine-biodiesel-production-to-hit-record-2-7-million-tons-in-2016/ accessed January 4, 2017.

118 Laborde, D. 2011. Assessing the Land Use Change Consequences of European Biofuel Policies. International Food Policy Institute for the ATLASS Consortium, Washington, DC.

119 Johnston, M., Licker, R., Foley, J., Holloway, T., Mueller, N.D., et al. 2011. Closing the gap: Global potential for increasing biofuel production through agricultural intensification. Environmental Research Letters **6** (3): 034028.

120 Woods, J., Lynd, L.R., Laser, M., Batistella, M., Victoria, D. de C., et al. 2015. Land and bioenergy. In Souza, G.M., Victoria, R.L., Joly, C.A., and Verdade, L.M. (eds.), Bioenergy and Sustainability: Bridging the gaps. Paris: Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE). pp. 259-300.

121 Nyantakyi-Frimpong, H. 2013. Biofuels, land grabbing and food security in Africa. African Geographical Review **32** (2): 190-192.

122 von Maltitz, G. and Setzkorn, K. 2012. Potential impacts of biofuels on deforestation in Southern Africa. Journal of Sustainable Forestry **31** (1-2): 80-97.

123 Lahl, U. 2011. An Analysis of iLUC and Biofuels: Regional quantification of climate-relevant land use change and options for combating it. BZL Kommunikation und Projektsteuerung GmbH, Oyten, Germany.

124 Webb, A. and Coates, D. 2012. Biofuels and Biodiversity. Technical Series No. 65. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal.

125 Fingerman, K.R., Berndes, G., Orr, S., Richter, B.D., and Vugteveen, P. 2011. Impact assessment at the bioenergy-water nexus. Biofuels, Bioproducts and Biorefining **5**: 375-386.

126 Altieri, M. The ecological impacts of large-scale agrofuel monoculture production systems in the Americas. Bulletin of Science, Technology and Society **29** (3): 236-244.

127 Global Forest Coalition. 2010. Wood-Based Energy: The green lie. Asuncion, Paraguay.

128 Dauvergne, P. and Neville, K.J. 2010. Forests, food, and fuel in the tropics: The uneven social and ecological consequences of the emerging political economy of biofuels, Journal of Peasant Studies **37** (4): 631-660.

129 Fargione, J., Hill, J., Tilman, D., Polasky, S., and Hawthorne, P. 2008. Land clearing and the biofuel carbon debt, Science **319**: 1235-1238.

130 Danielsen, F., et al. 2009. Op cit.

131 Melillo, J.M., Gurgel, A.C., Kicklighter, D.W., Reilly, J.M., Cronin, T.W., et al. 2009. Unintended environmental consequences of a global biofuels program. MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change. Report number 168. MIT, Cambridge, MA, USA.

132 Gibbs, H.K., et al. 2008. Op cit.

133 Keam, S. and McCormick, N. 2008. Implementing Sustainable Bioenergy Production: A compilation of tools and approaches. IUCN, Gland, Switzerland.

134 Harvey, M. and Pilgrim, S. 2011. The new competition for land: Food, energy, and climate change. Food Policy **36**: S40-S51.

135 Cotula, L., Vermeulen, S., Mathieu, P., and Toulmin, C. 2011. Agricultural investment and international land deals: Evidence from a multi-country study in Africa. Food Security **3** (1): 99-113.

136 Galaty, J.G. 2013. The collapsing platform for pastoralism: Land sales and land loss in Kajiado County, Kenya. Nomadic Peoples **17** (2): 20-39.

137 Peters, P.E. 2013. Conflicts over land and threats to customary tenure in Africa. African Affairs **112** (449): 543-562.

138 Rulli, M.C., Saviori, A., and D'Odorico, P. 2013. Global land and water grabbing. Proceedings of the National Academy of Sciences **110** (3): 892-897.

139 Rudel, T. 2015. Land-use change: Deforestation by land grabbers. Nature Geoscience **8**: 752-753.

140 Li, T.M. 2011. Centering labor in the land grab debate. Journal of Peasant Studies **38** (2): 281-298.

141 Cotula, L., Oya, C., Codjoe, E.A., Eid, A., Kakraba-Ampeh, M., et al. 2014. Testing claims about large land deals in Africa: Findings from a multi-country study. The Journal of Development Studies **50** (7): 905-925.

142 Foggin, J.M. 2008. Depopulating the Tibetan grasslands. Mountain Research and Development **28** (1): 26-31.

143 Xi, J. 2016. Land degradation and population relocation in Northern China. Social Science & Medicine **157**: 79-86.

144 MacDonald, G.K., Brauman, K.A., Sun, S., Carlson, K.M., Cassidy, E.S., et al. 2015. Rethinking agricultural trade relationships in an era of globalization. BioScience **65** (3): 275-289.

145 Würtenberger, L., Koellner, T., and Binder, C.R. 2006. Virtual land use and agricultural trade: Estimating environmental and socio-economic impacts. Ecological Economics **57**: 679-697.

146 Qiang, W., Liu, A., Cheng, S., Kastner, T., and Xie, G. 2013. Agricultural trade and virtual land use: The case of China's crop trade. Land Use Policy **33**: 141-150.

147 De Schutter, L. and Lutter, S. 2016. The True cost of Consumption. Friends of the Earth Europe, Brussels, Belgium.

148 Kang, M.S. and Banga, S.S. 2013. Global agriculture and climate change, Journal of Crop Improvement **27** (6): 667-692.

149 Gregory, P.J., Ingram, J.S.I., and Brklacich, M. Climate change and food security. Philosophical Transactions of the Royal Society B **360**: 2139-2148.

150 Garrett, K.A., Dendy, S.P., Frank, E.F., Rouse, M.N., and Travers, S.E. 2006. Climate change effects on plant disease: Genomes to ecosystems. Annual Review of Environment and Resources **44**: 489-509.

151 Grace, D., Bett, B., Lindahl, J., and Robinson, T. 2015. Climate and livestock disease: Assessing the vulnerability of agricultural systems to livestock pests under climate change scenarios. CCAFS Working Paper no. 116. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security, Copenhagen, Denmark.

152 Jaramillo, J., Muchugu, E., Vega, F.E., Davis, A., Borgmeister, C., et al. 2011. Some like it hot: The influence and implications of climate change on coffee berry borer (Hypothenemus hampei) and coffee production in East Africa. PLoS One **6** (9): e24528. doi:10.1371/journal.pone.0024528.

153 Wheeler, T. and von Braun, J. 2013. Climate change impacts on global food security. Science **341**: 508-513**.**

154 Dawson, T.P., Perryman, A.N., and Osborne, T. 2014. Modelling impacts of climate change on global food security. Climatic Change. **134** (3): 429-440.

155 IPCC, 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E., et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

156 Nelson, G.C., Rosegrant, M.W., Koo, J., Robertson, R., Sulser, T., et al. 2009. Climate Change: Impact on Agriculture and Costs of Adaptation. International Food Policy Research Institute, Washington, DC.

157 Schmidhuber, J. and Tubiello, F.N. 2007. Global food security under climate change. Proceedings of the National Academy of Sciences **104** (50): 19703-19708.

158 Vermeulen, S.J., Campbell, B.M., and Ingram, J.S.I. 2012. Climate change and food systems. Annual Review of Environment and Resources **37**: 195-222.

159 Smith P., Bustamante, M., Ahammad, H., Clark, H., Dong, H., et al. 2014: Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Farahani, E., Kadner, S., et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

160 Tubiello, F.N., Salvatore, M., Cóndor Golec, R.D., Ferrara, A., Rossi, S., et al. 2014. Agriculture, Forestry and Other Land Use Emissions by Sources and Removals by Sinks: 1990-2011 Analysis. FAO, Rome.

161 Tubiello, F.N., Salvatore, M., Ferrara, A.F., House, J., Federici, S., et al. 2015. The contribution of agriculture, forestry and other land use activities to global warming, 1990-2012. Global Change Biology **21** (7): 2655-2660.

162 West, P.C., Gibbs, H.K., Monfreda, C., Wagner, J., Barford, C.C., et al. 2010. Trading carbon for food: Global comparison of carbon stocks vs. crop yield on agricultural lands. Proceedings of the National Academy of Sciences **107** (46): 19645-19648.

163 Bailey, R., Froggatt, A., and Wellesley, L. 2014. Livestock: Climate change's forgotten sector. Global public opinion on meat and dairy consumption. Chatham House, the Royal Institute of International Affairs, London.

164 Bernoux, M. and Paustian, K. 2014. Climate change mitigation. In: Banwart, S.A., Noellemeyer, E. and Milne, E. (eds.), Soil Carbon: Science, Management and Policy for Multiple Benefits (pp. 119-131). CABI. Oxfordshire.

165 Davis, K. F., Gephart, J. A., Emery, K. A., Leach, A. M., Galloway, J. N., et al. 2016. Meeting future food demand with current agricultural resources. Global Environmental Change **39**: 125-132.

166 Brown, L.R. 1972. Seeds of Change: The Green Revolution and Development in the 1970s. Praeger Publishing, Santa Barbara, California.

167 Evenson, R.E. and Gollin, D. 2003. Assessing the impact of the green revolution, 1960 to 2000. Science **300** (5620): 758-762.

168 Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT). http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor

169 Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., et al. 2011. Op cit.

170 Carson, R. 1962. Silent Spring. Houghton Mifflin, Boston.

171 George, S. 1976. How the Other Half Dies: The real reasons for world hunger. Penguin, Harmondsworth, Middlesex, UK.

172 https://secure.fera.defra.gov.uk/pusstats/surveys/documents/arable2014v2.pdf

173 UNEP. 2014. Op cit.

174 Ju X-T, Xing G-X, Chen X-P, Zhang S-L, Zhang L-J, Liu, X-J., Cui, Z-L., Yin, B., Christie, P., Zhu, Z-L., and Zhang, F-S.. 2009. Reducing environmental risk by improving N management in intensive Chinese agricultural systems. Proceedings of the National Academy of Sciences **106**: 3041-3046. doi: 10.1073/pnas.0813417106 PMID: 19223587.

175 UNEP. 2014. Op cit.

176 Reay, D.S., Davidson, E.A., Smith, K.A.S., Smith, P., Melillo, J.M., et al. 2012. Global agriculture and nitrous oxide emissions. Nature Climate Change **2**: 410-416.

177 Townsend, A.R., Howarth, R.W., Bazzaz, F.A., Booth, M.S., Cleveland, C.C., et al. 2003. Human health effects of a changing global nitrogen cycle. Frontiers in Ecology **1** (5):240-246.

178 Martinez, A., Sanchez-Valverde, F., Gil, F., Clerigué, N., Aznal, E., et al. 2013. Methemoglobinemia induced by vegetable intake in infants in northern Spain. Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition **56** (5): 573-577.

179 Lorna Fewtrell, L. 2004. Drinking-water nitrate, methemoglobinemia, and global burden of disease: A discussion. Environmental Health Perspectives **112** (14): 1371-1374.

180 Conway, G.R. and Pretty, J.N. 1988. Fertilizer risks in the developing countries. Nature **334**: 207-208.

181 FAO. 2015. World Fertilizer Trends and Outlooks to 2018. FAO, Rome.

182 UNEP. 2014. UNEP Year Book 2014: Emerging issues in our global environment. United Nations Environment Programme, Nairobi, pp. 6-11.

183 FAO. 2015. Op cit.

184 Deloitte Access Economics. 2013. Economic contribution of the Great Barrier Reef. Great Barrier Reef Marine Park Authority, Townsville.

185 Thorburn, P.J., Wilkinson, S.N., and Silburn, D.M. 2013. Water quality in agricultural lands draining to the Great Barrier Reef: A review of causes, management and priorities. Agriculture, Ecosystems and Environment **180**: 4-20.

186 Brodie, J.E., Kroon, F.J., Schaffelke, B., Wolanski, E.C., Lewis, S.E., et al. 2012. Terrestrial pollutant runoff from the Great Barrier Reef: An update of issues, priorities and management responses. Marine Pollution Bulletin **65** (4-9): 81-100.

187 Joo, M., Raymond, M.A., McNeil, V.H., Huggins, R., Turner, R.D., et al. 2012. Estimates of sediment and nutrient loads in 10 major catchments draining to the Great Barrier Reef during 2006-2009. Marine Pollution Bulletin **65** (4): 150-166.

188 Porter, P.A., Mitchell, R.B., and Moore, K.J. 2015. Reducing hypoxia in the Gulf of Mexico: Reimagining a more resilient agricultural landscape in the Mississippi River watershed. Water, Air and Soil Pollution **70** (3): 63A-68A.

189 Halpern, B.S., Ebert, C.M., Kappel, C.V., Madin, E.M.P., Michel, F., et al. 2009. Global priority areas for incorporating land-sea connections in marine conservation. Conservation Letters **2**: 189-196.

190 Costantini, D. 2015. Land-use changes and agriculture in the tropics: Pesticides as an overlooked threat to wildlife. Biodiversity Conservation DOI 10.1007/s10531-015-0878-8.

191 Goulson, D., Nicholls, E., Botias, C., and Rotheray, E.L. 2015. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides and lack of flowers. Science, **347** (6229), DOI: 10.1126/science.1255957.

192 Chagnon, M., Kreutzweiser, D., Mitchell, E.A.D., Morrissey, C.A., Noome, D.A., et al. 2015. Risks of large-scale use of systemic insecticides to ecosystem functioning and services. Environmental Science and Pollution Research **22** (1): 119-134.

193 European Academies Science Advisory Council. 2015. Ecosystem services, agriculture and neonicotinoids. EASAC Policy report 26.

194 Mason, R., Tennekes, H., Sánchez-Bayo, F., and Jepsen, P.U. 2013. Immune suppression by neonicotinoid insecticides at the root of global wildlife declines. Journal of Environmental Immunology and Toxicology **1** (1): 3-12.

195 Luzardo, O.P., Ruiz-Suárez, N., Valerón, P.F., Camacho, M., Zumbado, M., et al. 2014. Methodology for the identification of 117 pesticides commonly involved in the poisoning of wildlife using GC-MS-MS and LC-MS-MS. Journal of Analytical Toxicology **38** (3): 155-163.

196 Geiger, F., Bengtsson, J., Berendse, F., Weisser, W.W., and Emmerson, M. 2010. Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European Farmland. Basic and Applied Ecology **11**: 97-105.

197 Chiron, F., Chargé, R., Julliard, R., Jiguet, F., and Muratet, A. 2014. Pesticide doses, landscape structure and their relative effects on farmland birds. Agriculture, Ecosystems and the Environment, **185**, 153-160.

198 Martín-López, B., García-Llorente, M., Palomo, I., and Montes, C. 2011. The conservation against development paradigm in protected areas: Valuation of ecosystem services in the Doñana social-ecological system (southwestern Spain). Ecological Economics **70**: 1481-1491.

199 Donald, P.F., Sanderson, F.J., Burfield, I.J., and van Bommel, F.P.J. 2006. Further evidence of continent-wide impacts of agricultural intensification on European farmland birds, 1999-2000. Agriculture, Ecosystems and the Environment **116** (3-4): 189-196.

200 Hernández, A.F., Parrón, T., Tsatsakis, A.M., Requena, M., Alarcón, R., et al. 2013. Toxic effects of pesticides mixtures at a molecular level: Their relevance to human health. Toxicology **307**: 136-145.

201 Pretty, J. and Bharucha, Z.P. 2014. Sustainable intensification in agricultural systems. Annals of Botany-London **114** (8): 1571-1596.

202 Gallai, N., Salles, J.M., Settele, J., and Vaissière, B.E. 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. Ecological Economics **68**: 810-821.

203 Partap, U. and Ya, T. 2012. The human pollinators of fruit crops in Maoxian County, Sichuan, China: A case study of the failure of pollination services and farmers' adaptation strategies. Mountain Research and Development **32** (2): 176-186.

204 Benbrooke, C.M. 2016. Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. Environmental Sciences in Europe **28 (3): DOI:** 10.1186/s12302-016-0070-0.

205 Tanentzap, A.J., Lamb, A., Walker, S., and Farmer, A. 2015. Resolving conflicts between agriculture and the natural environment. PLoS Biology **13** (9): e1002242.

206 http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/pests/code/hhp/en/

207 Human Rights Council. 2017. Report of the Special Rapporteur on the Right to Food. A/HRC/34/48 http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/1701059.pdf

208 UNEP 2012. Synthesis Report for Decision-Makers – Global Chemical Outlook: Towards Sound Management of Chemicals. Nairobi.

209 Pitman, M.G. and Läuchli, A. 2002. Global impact of salinity and agricultural ecosystems. In: Läuchli, A. and Lüttge, U. (eds.) Salinity: Environment – Plants – Molecules. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pp. 3-20.

210 Butcher, K., Wick, A.F., DeSutter, T., Chatterjee, A., and Harmon, J. 2016. Soil salinity: A threat to global food security. Agronomy Journal **108**: 2189-2200.

211 Rengasamy, P. 2006. World salinization with emphasis on Australia. Journal of Experimental Botany **57** (5): 1017-1023.

212 Merz, S.K., Rowley,T., and Powell, J. 2006. Evaluation of salinity outcomes of regional investment. Report to the Department of the Environment and Heritage and Department of Agriculture, Fisheries and Forestry, April 2006. Available from: http://nrmonline.nrm.gov.au/downloads/mql:452/PDF.

213 Haefele, S.M., Nelson, A., and Hijmans, R.J. 2014. Soil quality and constraints in global rice production. Geoderma **235**: 250-259.

214 Clay, D.E., Clay, S.A., Reitsma, K.D., Dunn, B.H., Smart, A.J., et al. 2014. Does the conversion of grassland to row crop production in semi-arid areas threaten global food supplies? Global Food Security **3**: 22-30.

215 Green, R., Timms, W., Rengasamy, P., Arshad, M., and Cresswell, R. 2016. Soil and aquifer salinization: toward an integrated approach for salinity management of groundwater. In: Jakeman, A.J., Barreteau, O., Hunt, R.J., Rinaudo, J.D., and Ross, A. (eds.) Integrated Groundwater Management: Concepts, Approaches and Challenges. Springer, Switzerland.

216 FAO. 1998. Crop Genetic Resource. In: Special: Biodiversity for Food and Agriculture, FAO, Rome.

217 Fowler, C. and Mooney, P. 1990. The Threatened Gene – Food, Politics, and the Loss of Genetic Diversity, The Lutworth Press, Cambridge, UK.

218 Hammer, K., Gladis, T., and Diederichsen, A. 2002. In situ and on-farm management of plant genetic resources. European Journal of Agronomy **19**: 509-517.

219 Meilleur, B.A. and Hodgkin, T. 2004. In situ conservation of crop wild relatives: Status and trends. Biodiversity and Conservation **13**: 663-684.

220 Castañeda-Álvarez, N.P., Khoury, C.K., Achicanoy, H.A., Bernau, V., Dempewolf, H., et al. 2016. Global conservation priorities for crop wild relatives. Nature Plants **2**: 16022.

221 Oerke, E.C. 2005. Crop losses to pests. Journal of Agricultural Science **144**:31-43.

222 Popp, J., Pető, K., and Nagy, J. 2013. Pesticide productivity and food security. A review. Agronomy and Sustainable Development **33**: 243-255.

223 IOM (Institute of Medicine). 2011. Fungal Diseases: An Emerging Threat to Human, Animal, and Plant Health. The National Academies Press, Washington, DC.

224 Fisher, M.C., Henk, D.A., Briggs, C.J., Brownstein, J.S., Madoff, L.C., et al. 2012. Emerging fungal threats to animal, plant and ecosystem health. Nature **484** (7393): doi:10.1038/nature10947.

225 Pimentel, D., Zuniga, R., and Morrison, D. 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. Ecological Economics **52** (3): 273-288.

226 Paini, D.R., Sheppard, A.W., Cook, D.C., de Barro, P.J., Worner, S.P., et al. 2016. Global threat to agriculture from invasive species. Proceedings of the National Academy of Sciences **113** (27): 7575-7579.

227 DeLucia, E.H., Nabity, P.D., Zavala, J.A., and Berenbaum, M.R. 2012. Climate Change: Resetting Plant-Insect Interactions. Plant Physiology **160**: 1677-1685.

228 UNCCD. 1994. Final text of the Convention, Article 1 (f). http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/conventionText/conv-eng.pdf

229 Favretto, N., Dallimer, M., Johnson, I., Kubiszweski, I., Etter, H., et al 2016. ELD: The economics of land policy, planning and practice. Global Land Outlook (GLO) Working Paper Series, UNCCD, Bonn, Germany.

230 Schägner, J.P., Brander, L., Maes, J., Hartje, V. 2013. Mapping ecosystem services' values: Current practice and future prospects. Ecosystem Services **4**: 33-46.

231 Basson, G. 2009. Sedimentation and Sustainable use of reservoirs and river systems. International Commission on Large Dams (ICOLD) Bull. Available at http://www.icold-cigb.org/userfiles/files/CIRCULAR/CL1793Annex.pdf

232 Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S., Kubiszewski, I., Farber, S., and Turner, R.K. 2014. Changes in the global value of ecosystem services. Global Environmental Change **26**: 152-158.

233 ELD Initiative. 2015. The value of land: Prosperous lands and positive rewards through sustainable land management. Bonn: GIZ.

234 Nkonya, E., Anderson, W., Kato, E., Koo, J., Mirzabaev, A., et al. 2015. The global costs of land degradation. In: Nkonya, E., Mirzabaev, A., and von Braun, J. (eds.) The Economics of Land Degradation and Improvement: Springer.

235 Costanza, R., Kubiszewski, I., Cork, S., Atkins, P.W.N., and Bean, A., et al. 2015. Scenarios for Australia in 2050: A synthesis and proposed survey. Journal of Future Studies **19** (3): 49-76.

236 Hunt, D.V.L., Lombardi, D.R., Atkinson, S., Barber, A.R.G., Barnes, M., et al. 2012. Scenario archetypes: Converging rather than diverging themes. Sustainability **4** (4): 740-772.

237 ELD Initiative. 2015. Op cit.

238 Kirui, O. and Mirzabaev, A., 2015. Economics of land degradation and improvement in Tanzania and Malawi. In: Nkonya, E., Mirzabaev, A., and von Braun, J. (eds.) The Economics of Land Degradation and Improvement. Springer.

239 Blaikie, P. 1985. The Political Economy of Soil Erosion in Developing Countries. Longman, London.

240 Kiage, L.M. 2013. Perspectives on the assumed causes of land degradation in the rangelands of Sub-Saharan Africa. Progress in Physical Geography **37** (5): 664-684.

241 Goldman, M.J. and Riosmena, F. 2013. Adaptive capacity in Tanzanian Maasailand: Changing strategies to cope with drought in fragmented landscapes. Global Environmental Change **23** (3): 588-597.

242 Place, F. 2009. Land tenure and agricultural productivity in Africa: A comparative analysis of the economics literature and recent policy strategies and reforms. World Development **37** (8): 1326-1336.

243 López-i-Gelats, F., Contreras Paco, J.L., Huicas Huayra, R., Siguas Robles, O.D., Quispe Peña, E.C., et al. 2015. Adaptation strategies of Andean pastoralist households to both climate and non-climate changes. Human Ecology **43** (2): 267-282.

244 Gao, W. Angerer, J.P., Fernandez-Giminez, M.E., and Reid, R.S. 2015. Is overgrazing a pervasive problem across Mongolia? An examination of livestock forage demand and forage availability from 2000 to 2014. In: Proceedings of the Trans-disciplinary Research Conference: Building Resilience of Mongolian Rangelands, June 9-10, 2015. Ulaan Baatar.

245 Vu, Q.M. Le, Q.B., Frossard, E., and Viek, P.L.G. 2014. Socio-economic and biophysical determinants of land degradation in Vietnam: An integrated causal analysis at the national level. Land Use Policy **36**: 605-617.

246 Barbier, E.B. and Hochard, J.P. 2016. Does land degradation increase poverty in developing countries? PLoS One **11** (5): 0152973.

247 Barbier, E. B., and Hochard, J. P. 2016. Op. cit.

248 Cunliffe, B. 2016. By Steppe, Desert and Ocean: The birth of Eurasia. Oxford University Press, Oxford.

249 Mollison, B. 1993. The Permaculture Book of Ferment and Human Nutrition. Tagari Publications, Tyalgum, NSW, Australia.

250 Paxton, A. 1994. The Food Miles Report: The dangers of long-distance food transport. SAFE Alliance, London, UK.

251 Weber, C.L. and Matthews, H.S. 2008. Food miles and the relative climate impacts of food choices in the United States. Environmental Science and Technology **42**: 3508-3513.

252 DEFRA. 2008. Comparative Life Cycle Analysis of food commodities procured for UK consumption through a diversity of supply chains.

253 Pretty, J., Ball, A.S., Lang, T., and Morison, J.I.L. 2005. Farm costs and food miles: An assessment of the full cost of the UK weekly food basket. Food Policy **30** (1): 1-19.

254 OECD/FAO. 2016. OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025, OECD Publishing, Paris.

255 FAO, IFAD and WFP. 2015. The State of Food Insecurity in the World 2015. Strengthening the enabling environment for food security and nutrition. FAO, Rome.

256 World Health Organization. Micronutrient deficiencies. http://www.who.int/nutrition/topics/micronutrients

257 World Health Organization Comparative Quantification of Health Risks: Childhood and Maternal Undernutrition http://www.who.int/publications/cra/en/

258 World Bank. 2015. The Little Data Book 2015. World Bank Group, Washington, DC. Doi.10.1596/978-1-4648-0550-9

259 Bhutta, Z.A. and Salam, R.A. 2012. Global nutrition epidemiology and trends. Annals of Nutrition and Metabolism **61** (supplement 1): 19-27.

260 World Bank. 2013. The State of the World's Poor: Where are the Poor and where are they the Poorest? World Bank, Washington, DC.

261 Van Grebmer, K., Bernstein, J., Prasai, N., Yin, S., Yohannes, Y., et al. 2015. 2015 Global Hunger Index: Armed Conflict and the Challenge of Hunger. International Food Policy Research Institute, Concern Worldwide, Welthungerhilfe and World Peace Foundation, Washington, DC, Bonn and Dublin.

262 James, W.P.T. 2008. WHO recognition of the global obesity epidemic. International Journal of Obesity **32**: S120-S126.

263 World Health Organization. http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/ accessed November 3, 2016.

264 Sauer, C.O. 1952. Agricultural Origins and Dispersals. The American Geographical Society, New York.

265 Madeley, J. 2002. Food for All: The need for a new agriculture. Zed Books, London and New York.

266 https://www.food.gov.uk/science/novel/gm/gm-labelling accessed February 21, 2017.

267 Hakim, D. 2016. Doubts about the promised bounty of genetically modified crops. New York Times October 29, 2016. http://www.nytimes.com/2016/10/30/business/gmo-promise-falls-short.html

268 National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2016. Genetically Engineered Crops: Experiences and Prospects. The National Academies Press, Washington, DC.

269 La Rovere, R., Abdoulaye, T., Kostandini, G., Guo, Z., Mwangi, W., et al. 2014. Economic, production, and poverty impacts of investing in maize tolerant to drought in Africa: An ex-ante assessment. Journal of Developing Areas **48** (1): 199-225.

270 Gilbert, N. 2016. Cross-bred crops get fit faster. Nature **513**: 292.

271 Fraser, C.E., Smith, K.B., Judd, F., Humphreys, J.S., and Fragar, L.J. 2005. Farming and mental health problems and mental illness. International Journal of Social Psychiatry **51** (4).

272 New Foresight and Commonland with contributions from The Boston Consulting Group. 2017. New Horizons for the Transitioning of our Food System: Connecting Ecosystems, Value Chains and Consumers Discussion paper.

273 WRI. 2014. Creating a Sustainable Food Future. World Resources Institute, Washington, DC.

274 Foley, J.A., et al. 2011. Op cit.

275 Mueller, N.D., Gerber, J.S., Johnston, M., Ray, D K., Ramankutty, N., et al. 2012. Closing yield gaps through nutrient and water management. Nature, **490** (7419): 254-257.

276 Strassburg, B.B.N., Latawiec, A.E., Barioni, L.G., Nobre, C.A., Da Silva, V.P., et al. 2014. When enough should be enough: Improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. Global Environmental Change **28**: 84-97.

277 Skevas, T. and Lansink, A.O. 2014. Reducing pesticide use and pesticide impact by productivity growth: The case of Dutch arable farming. Journal of Agricultural Economics **65** (1): 191-211.

278 Banerjee, I., Tripathi, S.K., Roy, A.S., and Sengupta, P. 2014. Pesticide use pattern among farmers in a rural district of West Bengal, India. Journal of Natural Science, Biology and Medicine **5** (2): 313-316.

279 Wilson, C. and Tisdell, C. 2001. Why farmers continue to use pesticides despite environmental, health and sustainability costs. Ecological Economics **39**: 449-462.

280 Ruiz-Suárez, N., Boada, L.D., Henríquez-Hernández, L.A., González-Moreo, F., Suárez-Pérez, A., et al. 2015. Continued implication of the banned pesticides carbofuran and aldicarb in the poisoning of domestic and wild animals of the Canary Islands (Spain). Science of the Total Environment **505**: 1093-1099.

281 Al Heidary, M., Douzals, J.P., Sinfort, C., and Vallet, A. 2014. Influence of spray characteristics on potential spray drift of field crop sprayers: A literature review. Crop Protection **63**: 1-11.

282 Zhao, H., Xie, C., Liu, F., He, X., Zhang, J., et al. 2014. Effects of sprayers and nozzles on spray drift and terminal residues of imidacloprid on wheat. Crop Protection **60**: 78-82.

283 Matthews, G. 2014. A retrospective: the impact of research on cotton pest control in Central Africa and development of ultra-low volume spraying for small scale farmers between 1958-72. Outlooks on Pest Management **25** (1): 25-28.

284 Centner, T.J. 2014. Damages from pesticides spray drift under trespass law. Ecology Law Currents **41** (1): 1-17.

285 de Heer, M., Roozen, F., and Maas, R. 2017. The integrated approach to nitrogen in the Netherlands: A preliminary review from a societal, scientific, juridical and practical perspective. Journal for Nature Conservation **35**: 101-111.

286 Mosier, A.R., Syers, J.K., and Freney, J.R. (eds.) 2004. Agriculture and the Nitrogen Cycle. Scope 65. Island Press, Covelo, Washington and London.

287 WRI. 2014. Op cit.

288 Pretty, J. and Bharucha, Z.P. 2015. Integrated pest management for sustainable intensification of agriculture in Asia and Africa. Insects **6**: 152-182.

289 Bommarco, R., Kleijn, D., and Potts, S.G. 2013. Ecological intensification: Harnessing ecosystem services for food security. Trends in Ecology & Evolution **28** (4): 230-238.

290 Mulumba, J.W., Nankya, R., Adokorach, J., Kiwuka, C., Fadda, C., et al. 2012. A risk-minimizing argument for traditional crop varietal diversity use to reduce pest and disease damage in agricultural ecosystems in Uganda. Agriculture, Ecosystems and the Environment **157**: 70-86.

291 Pretty, J. 2008. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. Proceedings of the Royal Society B **363**: 447-465.

292 Waddington, H., Snilstveit, B., Hombrados, J., Vojtkova, M., Phillips, D., et al. 2014. Farmer Field Schools for improving farmer outcomes: A systematic review. Campbell Systematic Reviews 2016:6.

293 Pretty, J. and Bharucha, Z.P. 2014. Op. cit.

294 Brooks, A., Candolfi, M., Kimmel, S., Poulsen, V., Cresswell, J., et al. 2015. The challenge: Pollinator risk assessment – past, present and future. Environmental Toxicology and Chemistry **34**: 1454-1456.

295 Calculated from EPA 2014. Benefits of neonicotinoid seed treatments to soybean production. United States Environmental Protection Agency.

296 Zuckerberg, K.S. 2016. Why Precision Ag Matters: Precision AgVision Conference.

297 Fontana, G., Capri, E., Marchis, M., Rossi, V., De Vivo, R., et al. 2011. IPM seen from the perspective of Sustainable Use Directive Objectives. OPERA Research Center. Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza, Italy.

298 West, P.C., Gerber, J.S., Engstrom, P.M., Mueller, N.D., Brauman, K.A., et al. 2014. Leverage points for improving global food security and the environment. Science **345** (6194): 325-328.

299 Howden, S.M., Soussana, J.F., Tubiello, F.N., Chhetri, N., Dunlop, M., et al. 2007. Adapting agriculture to climate change. Proceedings of the National Academy of Sciences **104** (50) 19691-19696.

300 WRI. 2014. Op. Cit.

301 Dobermann, A. 2012. Getting back to the field. Nature 485: 176.

302 Willer, H. and Lernoud, J. (eds.) 2016. The World of Organic Agriculture: Statistics and Emerging Trends 2016. Research Institute of Organic Agriculture, Frick, and IFOAM-Organics International, Bonn.

303 Willer, H. and Lernoud, J. (eds.) 2015. The World of Organic Agriculture: Statistics and emerging trends 2015. FiBL-IFOAM Report. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL) and IFOAM Organics International, Bonn.

304 Reaganold, J.P. and Wachter, J.M. 2016. Organic agriculture in the twenty-first century. Nature Plants **2.** DOI: 10.1038/nplants.2015.221.

305 Stolton, S., Geier, B., and McNeely, J.A. (eds.) 2000. The relationship between nature conservation, biodiversity and organic agriculture. IFOAM, IUCN, and WWF, Tholey-Theley, Germany.

306 Gomiero, T., Pimental, D., and Paoletti, M.G. 2011. Environmental impact of different agricultural management practices: Conventional vs. organic agriculture. Critical Review in Plant Sciences **30**: 95-124.

307 Leifeld, J 2012. How sustainable is organic farming? Agriculture, Ecosystems and Analysis 150: 121-122.

308 Regangold, J.P. 2012. The fruits of organic farming. Nature 485: 176.

309 Seufert, V., Ramankutty, N., and Foley, J.A. 2012. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. Nature **485**: 229-234.

310 Jarvis, D.I., Hodgkin, T., Brown, A.H.D., Tuxill, J., Lopez Noriega, I., et al. 2016. Crop Genetic Diversity in the Field and on the Farm: Principles and Applications in Research Practices. Yale University Press, New Haven, NY.

311 Foley, J.A., et al. 2011. Op cit.

312 Monteiro de Carvalho, C., Silveira, S., Lèbre la Rovere, E., and Iwama, A.Y. 2015. Deforested and degraded land available for the expansion of palm oil for biodiesel in the state of Pará in the Brazilian Amazon. Renewable and Sustainable Energy Reviews **44**: 867-876.

313 Fairhurst, T. and McLaughlin, D. 2009. Sustainable Oil Palm Development on Degraded Land in Kalimantan. World Wildlife Fund, Washington, USA.

314 Bajželj, B., Richards, K.S., Allwood, J.M., Smith, P., Dennis, J.S., Curmi, E., and Gilligan, C.A. 2014. Importance of food-demand management for climate mitigation. Nature Climate Change **4**: 924-929.

315 von Witzke, H., Noleppa, S., and Zhirkova, I. 2011. Meat Eats Land. WWF Germany, Berlin.

316 Shepon, A., Eshel, G. Noor, E., and Milo, R. 2016. Energy and protein feed-to-food conversion efficiencies in the US and potential food security gains from dietary changes. Environmental Research Letters **11**.

317 Seidell, J.C. and Halberstadt, J. 2015. The global burden of obesity and the challenge of prevention. Annals of Nutrition and Metabolism **66** (Supplement 2): 7-12.

318 Nestle, M. 2013. Food Politics: How the food industry influences nutrition and human health. University of California Press, Berkeley and Los Angeles.

319 Puhl, R., Peterson, J.L., and Luedicke, J. 2013. Fighting obesity or obese persons? Public perceptions of obesity-related health messages. Journal of Obesity **37**: 774-782. doi:10.1038/ijo.2012.156.

320 Ladabaum, U., Mannalithara, A., Myer, P.A., and Singh, G. 2014. Obesity, abdominal obesity, physical activity, and caloric intake in US adults: 1988 to 2010: American Journal of Medicine **127** (8): 717.

321 Encarnação, R., Lloyd-Williams, F., Bromley, H., and Capewell, S. 2016. Obesity prevention strategies: Could food or soda taxes improve health? Journal of the Royal College of Physicians, Edinburgh **46**: 32-38.

322 Martin, E. and Cattan, N. 2013. Mexico tackles obesity epidemic with tax on junk food. Bloomberg. https://www.bloomberg.com/news/articles/2013-10-29/mexico-tackles-obesity-epidemic-with-tax-on-junk-food accessed January 10, 2017.

323 Cassidy, E.S., et al. 2013. Op. cit.

335 Swinton, S.M., Lupi, F., Robertson, G.P., and Hamilton, S.K. 2007. Ecosystem services and agriculture. Cultivating agricultural systems for diverse benefits. Ecological Economics **64** (2): 245-252.

336 Padgham, J. 2009. Agricultural Development under a Changing Climate: Opportunities and challenges for adaptation. Agriculture and Rural Development and Environment Departments Joint Departmental Discussion Paper Issue 1. The World Bank, Washington, DC.

337 Garratt, M.P.D., Coston, D.J., Lappage, M.G., Polce, C., Dean, R., et al. 2014. The identity of crop pollinators helps target conservation for improved ecosystem services. Biological Conservation **169**: 128-135.

338 Pagiola, S., Bishop, J., and Landell-Mills, N. (eds.) 2002. Selling Forest Environmental Services: Market-based mechanisms for conservation and development. Earthscan, London.

339 Troya, R. and Curtis, R. 1998. Water: Together we can care for it! The Nature Conservancy, Arlington, VA, USA.

340 Wunder, S. 2005. Payment for environmental services: Some nuts and bolts. CIFOR Occasional Paper number 42. CIFOR, Bogor, Indonesia.

341 Power, A. 2010. Ecosystem services and agriculture: Tradeoffs and synergies. Philosophical Transactions of the Royal Society B **365**: 2959-2971.

342 Lipinski, B., Hanson, C., Lomax, J., Waite, R., and Searchinger, T. 2013. Reducing food loss and waste. Working paper, Instalment 2 of Creating a Sustainable Food Future. World Resources Institute, Washington, DC.

343 Stuart, T. 2009. Waste uncovering the global food scandal. Penguin, London, ISBN: 978-0-141-03634-2

344 Choudhury, M. L. 2006. Recent developments in reducing postharvest losses in the Asia-Pacific region. In: Rolle, R.S. Postharvest management of fruit and vegetables in the Asia-Pacific region, 15-22.

345 International Food Policy Research Institute. 2016. 2016 Global Food Policy Report. International Food Policy Research Institute, Washington, DC.

346 Pretty, J.N., Morison, J.I.L., and Hine, R.E. 2003. Reducing food poverty by increasing agricultural sustainability in developing countries. Agriculture, Ecosystems and Environment **95**: 217-234.

347 Schipanski, M.E., MacDonald, G.K., Rosenzweig, S., Chappell, M.J., and Bennett, E.M., et al. 2016. Realizing Resilient Food Systems. BioScience **66** (7): 600-610.

348 Byamugisha, F.F.K. (ed.). 2014. Agricultural Land Redistribution and Land Administration in Sub-Saharan Africa: Case Studies of Recent Reforms. The World Bank, Washington, DC.

349 Binswanger-Mkhize, H.P., Bourguignon, C., and van den Brink, R. (eds.) 2009. Agricultural Land Redistribution: Toward Greater Consensus. The World Bank, Washington, DC.

350 Bryan, B.A., Crossman, N.D., King, D., and Meyer, W.S. 2011. Landscape futures analysis: Assessing the impacts of environmental targets under alternative spatial policy options and future scenarios. Environmental Modelling and Software **26** (1): 83-91.

351 Bryan, B.A., Crossman, N.D., Nolan, M., Li, J. Navarro, J., et al. 2015. Land use efficiency: Anticipating future demand for land-sector greenhouse gas emissions abatement and managing trade-offs with agriculture, water, and biodiversity. Global Change Biology **21** (11): 4098-4114.

352 Scharmer, O. 2009. Theory U: Leading from the Future as It Emerges. Berrett-Koehler Inc., San Francisco.

353 Ferwerda, W.H. 2016. 4 returns, 3 zones, 20 years: A Holistic Framework for Ecological Restoration by People and Business for Next Generations. 2nd edition. Rotterdam School of Management – Erasmus University and IUCN Commission on Ecosystem Management, Gland, Switzerland.

ГЛАВА 8

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ

Рост водопотребления создает дефицит, истощает источники подземных вод и приводит к повышению уровня содержания солей в почвах. В то же время, вследствие осушения, опреснения и разрушения стоков стремительно исчезают водно-болотные угодья. Эти тенденции оказывают серьезное воздействие на здоровье и окружающую среду, сокращая экосистемные услуги и биологическое разнообразие, приводя к повышению уровня выбросов углерода, оседанию почвы, потере продуктивных земель и отсутствию безопасности в сфере водоснабжения. Текущая бизнес-модель для сельского хозяйства, энергетики и промышленности, включая ценообразование и торговлю водой, создает ошибочные стимулы для неэкономного использования водных ресурсов. Стремительная незапланированная урбанизация и изменение климата только усугубляют ситуацию.

Важен комплексный подход к управлению земельными и водными ресурсами. Это повлечет за собой сокращение спроса и повышение эффективности использования, защиту и восстановление водно-болотных угодий и водоразделов в рассматриваемых ландшафтах, создание стимулов для рационального использования и планирования гармонично развивающихся городов. Мы накопили технический опыт-устойчивого управления глобальными водными ресурсами, но для стимулирования справедливого совместного использования водных ресурсов и совершенствования методов управления в более крупных масштабах необходимы скоординированные действия и политическая воля.

ВВЕДЕНИЕ

На протяжении всей истории успехи и неудачи человеческих сообществ были тесно связаны с эффективностью управления водными ресурсами. Первые великие цивилизации развивались на берегах крупных рек — таких как Нил в Египте,[1] Тигр и Евфрат в Месопотамии, Инд в Индии и Пакистане, и Хуанхэ в Китае, — используя сезонное изобилие для подведения ирригационных систем и создания излишков сельскохозяйственной продукции. Кроме того, ирригационные системы помогали фермерам обрабатывать земли в засушливых районах или переживать изменения погодных условий.[2] Окончательный упадок этих цивилизаций отчасти был вызван несостоятельностью их водных систем[3] вследствие неумелого управления, приведшего к таким проблемам, как истощение водных ресурсов, заболачивание и засоление.[4]

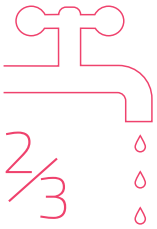
Сегодня мир сталкивается с растущими проблемами, связанными с взаимодействием между земельными и водными ресурсами и безопасностью водоснабжения, которые достигли кризисных уровней во многих странах и регионах. Ключевые проблемы включают чрезмерное использование и отходы, колебания популяций с увеличением периодичности засух и наводнений, плохое качество воды с воздействием на окружающую среду и здоровье человека, а также последствия деградации земель. Мир все более подвергается урбанизации, причем половина населения уже живет в городах и к 2050 году доля городского населения достигнет 66%,[5] что создает повышенное давление на городское водоснабжение и канализационные системы. В то время как нехватка водных ресурсов и наводнения во многих случаях вызваны жизнедеятельностью человека, последствия изменения климата дополнительно создают новый мощный фактор, который усугубляет и без того опасную ситуацию.

Водные товары и услуги водно-болотных угодий вносят значительный вклад в мировую экономику. Недавний анализ более 300 определений ценности экосистемных услуг позволил определить среднюю прибыль в размере 25 682 долл. США за гектар в год для внутренних вод и 4 267 долл. США за гектар в год для озер и рек,[6] которые часто рассматриваются в качестве «дарового блага» в традиционном экономическом анализе. Внутренние и прибрежные водно-болотные угодья по-прежнему деградируют или сокращаются с угрожающей скоростью;[7] они являются ключевыми факторами в глобальном водообороте, а также регулировании местной водообеспеченности и качества воды. Общая стоимость услуг водно-болотных угодий оценивается в 70 млрд. долл. США в год для Азии.[8] В то время как некоторые страны признают характер рисков и выгод и производят стратегические капиталовложения в свои системы управления водными ресурсами, другие мало что сделали для устранения недостатка воды с помощью политики либо инноваций.

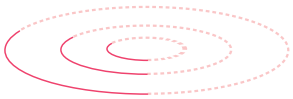
Несмотря на массовые демографические и экологические изменения, проблемы водоснабжения все больше уходят корнями в управленческие подходы, бизнес-модели, устаревшие стратегии и методы, а не в физические ограничения. Технические основы устойчивого управления водными ресурсами хорошо известны, из чего следует, что решения необходимо направить, прежде всего, на изменение поведения и поощрение многофункционального системного подхода к управлению водными ресурсами.[9] Для обеспечения благополучия человечества и окружающей среды в будущем обязательно необходимо реализовать получение права на управление водными ресурсами.

© Фото ООН/Альберт Гонсалес Фарран (Albert Gonzalez Farran)

1. НЕХВАТКА ВОДЫ

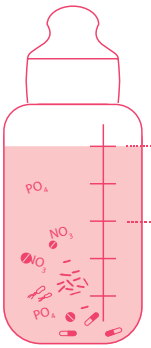


населения во всем мире к 2025 году будет жить в странах с выраженной нехваткой воды



2. Низкое качество воды

Для потребления человеком и в более широком контексте

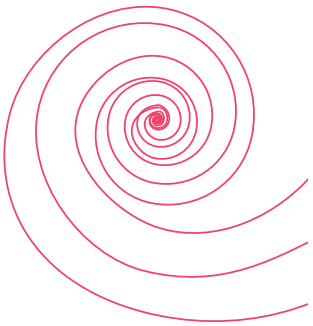


>500,000
детей в возрасте младше 5 лет умерло от диареи в 2013 году

Загрязнение воды Загрязнение человеком и домашним скотом, удобрениями и пестицидами, фармацевтическими отходами и тяжелыми металлами

3. Растущее количество экстремальных

климатических явлений, включая наводнения и засуху



Результатом засухи часто являются миграция и конфликты

СЕМЬ АСПЕКТОВ УЯЗВИМОСТИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Несмотря на многолетние усилия в рамках Международного десятилетия действий «Вода для жизни» (2005 – 2015 гг.),*отчет «Глобальные риски 2016»* Всемирного экономического форума выявил возможные кризисы водоснабжения в числе первой десятки угроз, возникающих перед человечеством, и по потенциальному воздействию поместил их на третье место среди глобальных рисков.[10] Тем не менее, вопросы водоснабжения по-прежнему отодвигаются на второй план в обсуждениях роли земельных и природных ресурсов в экономическом развитии.

Цель устойчивого развития 6 «*Чистая вода и санитария: обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех*» возможно привлечет больше внимания к этим вопросам.[13] Безопасный водный баланс, возможно, является наиболее важным компонентом рациональных и объективной стратегии и методы управления земельными ресурсами.

Водная безопасность определяется как способность населения гарантировать постоянный доступ к необходимому количеству воды приемлемого качества с целью поддержания жизнедеятельности, благосостояния людей и социально-экономического развития, а также для обеспечения защиты от загрязнения воды и связанных с водой бедствий, и для сохранения экосистем в условиях мира и политической стабильности.[14]

В рамках Международного водного конгресса 2015 года участники отметили: «*Несмотря на свою значимость с точки зрения безопасности, вода зачастую не рассматривается как ключевой фактор развития и отсутствует во многих политических повестках дня».*[11] *В Докладе об освоении мировых водных ресурсов 2012 года* признали, что «*Опасности, связанные с водопользованием, составляют 90% всех стихийных бедствий, а их периодичность и интенсивность как правило возрастают».* Более того, в соответствующем докладе 2015 года подчеркивается связь между водой и нищетой, окружающей средой и управлением — неудовлетворительное управление водными ресурсами негативно сказывается на всех трех вопросах.[12]

Ниже приведены семь различных аспектов отсутствия безопасности в сфере водоснабжения.

1. **Нехватка воды,** временно или длительно влияющая на обеспечение водой.
2. **Плохое качество воды** для потребления человеком в обширной окружающей среде.
3. **Рост числа чрезвычайных климатических явлений,** в том числе наводнений и засухи.
4. **Нарушение естественных потоков** в растущем числе рек и внутренних водоемах.
5. **Деградация земель** в результате изменения гидрологии и неудовлетворительного управления ирригацией.
6. **Последствия изменения климата** из-за выбросов парниковых газов из водных систем и водно-болотных угодий.
7. **Сокращение биологического разнообразия** и услуг водных экосистем.

4. Нарушение естественных потоков

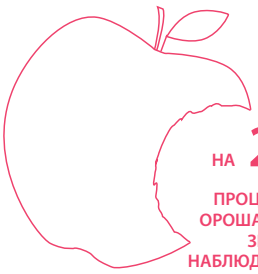
Свободное течение все большего количества рек и континентальных водоемов

1/5

планеты будет нарушаться в связи с использованием гидроэлектростанций

5. Деградация земель

В результате изменения гидрологии и неэффективного управления орошением

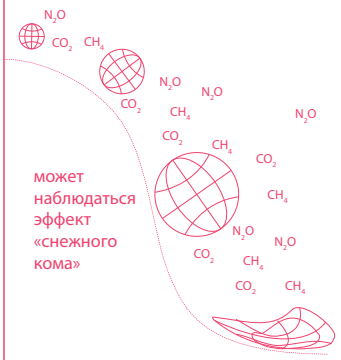


НА **20**

ПРОЦЕНТАХ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ НАБЛЮДАЕТСЯ СНИЖЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В РЕЗУЛЬТАТЕ ЗАСОЛЕНИЯ

6. Последствия изменения климата

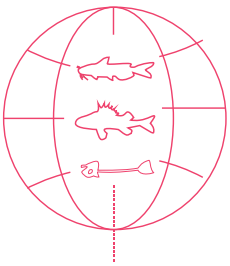
В связи с выбросом парниковых газов из водных систем и заболоченных земель



может наблюдаться эффект «снежного кома»

7. Потеря биоразнообразия

и связанных с водными ресурсами экосистемных услуг:



трети видов пресноводных рыб угрожает исчезновение

1. Дефицит воды

Свыше 1,7 млрд. человек уже проживают в речных бассейнах, где использование воды превышает темпы естественного пополнения; в случае сохранения этой тенденции, к 2025 году две трети населения мира будут проживать в странах с недостатком воды.[15] Другие оценки еще более пессимистичны: до четырех миллиардов человек — более половины населения планеты — уже испытывают серьезный недостаток воды не менее одного месяца в году, а полмиллиарда страдают от постоянного недостатка воды;[16] 71% орошаемой площади в мире и 47% крупных городов испытывают по крайней мере периодический дефицит воды.[17]

Дефицит обусловлен не только ростом населения, но и непропорциональным увеличением уровней потребления и растрат, а также сокращением водоудержания и потенциала водно-болотных угодий. По мере разобщения людей и водных ресурсов, люди, как правило, становятся более беспечными в их использовании. В то же время, при отсутствии режимов ценообразования во многих промышленных, энергетических и сельскохозяйственных производственных системах, к воде фактически относятся как к бесплатному или очень дешевому ресурсу, что приводит к еще большим растратам. За последнее столетие население мира утроилось, а потребление воды увеличилось в шесть раз[18] в основном из-за ее использования для сельскохозяйственных нужд.[19] Различные прогнозы показывают, что спрос на воду вскоре превысит бесперебойные поставки воды в мировом масштабе.[20,21,22] Наше понимание остроты и местоположения районов с недостатком воды улучшается; благодаря все более сложным моделям удается определить дефицитные места по речной системе и бассейну, а также критические области дефицита.[23, 24, 25]

Недостаток воды зависит как от ее наличия, так и от использования: некоторые засушливые районы не являются дефицитными местами из-за низкой плотности населения или эффективных методов управления, тогда как густонаселенные или промышленно развитые регионы могут страдать от нехватки воды даже при интенсивных осадках. Некоторые из самых драматических регрессий в мире — печально известное высыхание Аральского моря, расположенного на территории Казахстана и Узбекистана,[27] и высыхание озера Чад на территории Чада, Нигера и Нигерии[28] — почти целиком связаны с отводом водных потоков вверх по течению. К нынешним дефицитным районам относятся большая часть Индии и Китая, обширные районы центральной и западной части Соединенных Штатов, Южная Африка, Средиземноморье, Центральная Азия и западное побережье Южной Америки. По прогнозам, некоторые районы, которым еще предстоит столкнуться с нехваткой воды, например, обширные области Африки, столкнуться с серьезными проблемами из-за роста населения и урбанизации.[29] Причиной появления районов, испытывающих нехватку воды или страдающих от наводнений, может быть сезонное снижение водоудерживающей способности в водосборном бассейне из-за деградации водно-болотных угодий, в частности высокогорных водно-болотных угодий или торфяных болот в Юго-Восточной Азии и России, что приводит к чрезвычайной нехватке воды в засушливые годы и потенциальному повышению риска возникновения пожаров.[30]

Отсутствие безопасности в сфере водоснабжения может провоцировать социальную и политическую нестабильность, создавая напряженность внутри[31] и между странами. Особенно подвержены риску несколько речных бассейнов, в их числе: Ганг-Брахмапутра, Ханьшуй, Инкомати, Кунене, Кура-Аракс, озеро Чад, Ла-Плата, Лемпа, Лимпопо, Меконг, Обь (Иртыш), Окаванго, Оранжевая, Салуин, Сенегал, Туманная и Замбези.[32] В то время как некоторые считают, что напряженность может в конечном итоге привести к открытому конфликту, так называемым «водным войнам»,[33, 34] другие ставят вопрос о степени напряженности, которая может перерасти в конфликт между государствами.[35] Дискуссия продолжается,

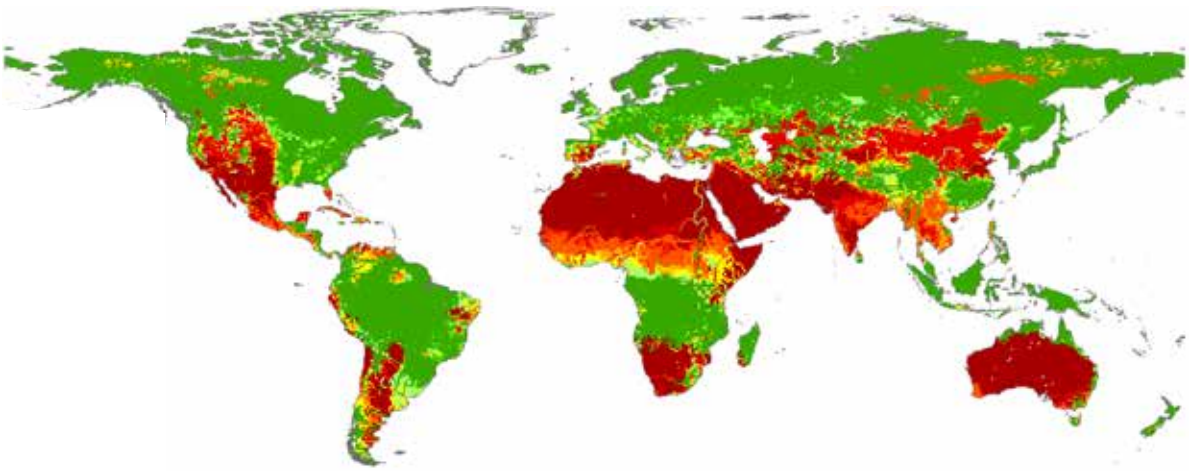


Рисунок 8.1. Места нехватки воды: используется с разрешения[26]

Условные обозначения

Среднегодовые значения месячного дефицита голубой воды

- 0 – 0,2
- 0,2 – 0,5
- 0,5 – 1
- 1,0 – 1,5
- 1,5 – 2
- 2,0 – 3,0
- 3,0 – 5,0
- › 5,0
- Данные отсутствуют

поскольку некоторые считают наиболее важным фактором в провоцировании конфликта изменчивость осадков или даже многоводье, в то время как другие делают акцент на роли плотин в приостановке водного тока между странами. Государства хорошо осведомлены о подобной напряженности, и с 1820 года было подписано более 680 договоров о равноправном использовании водных ресурсов с целью поиска согласованных подходов к спорам о пресноводных ресурсах, и число подобных договоров растет.[36] Большинство аналитиков согласны с тем, что шансов на перерастание напряженности в конфликт больше в местном, чем в глобальном масштабе,[37] фактически, возможность локализованного, зачастую ожесточенного конфликта частично по причине ухудшения состояния окружающей среды, признана всеми.[38]

Одним из результатов недостатка воды в странах, лишенных поверхностных источников воды, является повышенная эксплуатация источников подземных вод. Некоторые из них опустошаются быстрее, чем они восполняются; несмотря на то, что это может быть обусловлено отчасти уменьшением подпитки подземных вод в результате климатических изменений, так называемая «добыча» невозобновляемых водных источников считается нерациональной. В то время как одни грунтовые водоемы обладают большими резервами, которых, согласно прогнозам, хватит на много десятилетий, водной безопасности угрожает стремительное истощение других,[39] особенно в засушливых районах.[40] В их числе Северо-Китайская равнина, районы Австралии, система водоносных горизонтов Северо-Западной Сахары, водоносный горизонт Гуарани в Южной Америке, водоносные горизонты Высоких равнин и Центральной долины Соединенных Штатов, водоносные горизонты ниже северо-западной части Индии и водоносные горизонты Ближнего Востока.[41] В глобальном масштабе 1,7 миллиарда человек живут в районах, где ресурсы подземных вод и/или зависимые от подземных вод экосистемы находятся под угрозой.[42] На подземные воды приходится до трети мировых заборов воды, удовлетворяющих потребность 2 миллиардов человек и составляющих свыше 40% поливной воды.[43] Страны с крупнейшими районами, использующими системы грунтовых вод: Индия (39 млн. га), Китай (19 млн. га) и США (17 млн. га).[44] Данные о величине запасов в некоторых районах остаются весьма ограниченными,[45] а отсутствие законодательного регулирования часто приводит к нерегулируемому использованию.

Сельское хозяйство определенно является самым важным фактором нехватки воды во всем мире; на орошение приходится 70% общего отбора воды, и еще больше — в районах с острым недостатком воды.[46] Орошается большая часть новых земель, введенных в эксплуатацию за последние пятьдесят лет,[47] и согласно некоторым оценкам, потребность сельскохозяйственной отрасли в воде может удвоиться к 2050 году из-за растущего спроса на продовольствие.[48] При интенсивном земледелии или выращивании монокультур обычно увеличивается потребность в воде; другие области использования водных ресурсов распределены между потребностями промышленного и энергетического секторов (20%) и муниципалитетов (10%). Характерными факторами, содействующими чрезмерному использованию воды в сельском хозяйстве, являются протекающие ирригационные системы, расточительная эксплуатация и выращивание сельскохозяйственных культур с высоким водопотреблением. Среди наиболее влагоемких культур в мире выделяют хлопок (7000 – 29 000 л/ кг); рис (3000 – 5000 л/кг); сахарный тростник (1500 – 3000 л/кг), сою (2000 л/кг) и пшеницу (900 л/кг).[49] Из-за огромных объемов выращивания, на рис приходится 21% общего объема воды, потребляемого зерновыми культурами, а на пшеницу – 12%.[50]

Блок 8.1. Голубая, зеленая и серая вода

Термин «голубая вода» относится к воде в реках, озерах и подземных водоемах, которая обычно используется для орошения сельскохозяйственных культур путем строительства инфраструктуры, такой как плотины, ирригационные каналы и колодцы. «Зеленая вода» — это вода, которая выпадает в виде дождевых осадков, попадает в почвенную корневую зону и возвращается в атмосферу в виде паров во время испарения или транспирации растениями. После орошения голубой водой потребляемая сельскохозяйственной культурой доля воды возвращается в атмосферу в виде зеленой воды гидрологического цикла. Зеленая вода бесплатна, в том смысле, что она не требует построения значительной инфраструктуры для транспортировки, но ее наличие будет варьироваться в зависимости как от времени года, так и от года к году. Голубая вода по своей природе обладает большей аккумулирующей способностью и, следовательно, менее подвержена кратковременным колебаниям, особенно это касается озер и подземных вод. Однако чрезмерное использование голубой воды может привести к уменьшению ее количества в долгосрочной перспективе. При надлежащем обращении «серая вода» или бытовые сточные воды могут использоваться повторно и с пользой. Сюда входит использование воды в бытовых целях и орошение как продовольственных, так и непродовольственных культур, которые могут извлекать питательные вещества из серой воды, например, фосфор и азот.

Животноводство связано с еще большим расходом воды, особенно если скот находится на зерновом откорме и выращивается в закрытых помещениях. Наибольшее количество воды потребляется молочным скотом; замеры в Соединенных Штатах показали, что молочному скоту требуется в 11 раз больше среднего количества воды, потребляемого другими формами животноводства.[51] Значительный водный след также складывается из осушения водно-болотных угодий для нужд сельского хозяйства, в том числе интенсивного использования торфяников для выпаса скота (например, в Нидерландах и Тибетском нагорье), а также производства пальмового масла и древесной массы. Помимо потерь воды, осушение часто приводит к деградации земель и, в конечном счете, к потере торфяного слоя (от окисления), что влияет на биологическую продуктивность.[52]

Оценка объемов водопользования еще более усложняется, поскольку использование воды в одной стране может поддерживать жизненный уклад в другой, если сельскохозяйственная продукция экспортируется. Концепция *водного следа* определяет реальный объем водопользования страны применительно к ее потреблению населением. Внутренний водный след страны представляет собой объем воды, используемый для хозяйственно-бытовых нужд, а внешний водный след — объем воды, используемый в других странах для производства товаров и услуг, импортируемых и потребляемых этой страной. Полученная сумма является общим водным следом соответствующей страны. На национальный водный след влияют четыре основных фактора: объем потребления (связанный с валовым национальным доходом), схемы потребления (например, высокий или низкий уровень потребления мяса); климат (условия роста растений) и сельскохозяйственная деятельность (эффективность использования воды).[53] Неэффективность водопользования в сельском хозяйстве вероятно является единственным важным фактором, влияющим на безопасность водоснабжения, и поэтому его необходимо считать высокоприоритетным при реформе стратегий и методов.

2. Низкое качество воды

Не менее остро стоит вопрос качества воды, как с точки зрения ее пригодности для питья, так и более широкого влияния загрязнения на окружающую среду. Почти три миллиарда человек сталкиваются с проблемами доступа к безопасной питьевой воде. Цель развития тысячелетия ООН *к 2015 году на 50% сократить число семей, не имеющих доступа к безопасной питьевой воде,*[54] была достигнута к 2010 году, что определяется доступом к безопасной питьевой воде.[55] Этому способствовала активная кампания ООН и заключение соглашения с Глобальным альянсом партнерств предприятий водоснабжения с целью создания региональных платформ кооперации и сотрудничества предприятий для обеспечения безопасной питьевой водой беднейших слоев населения.[56] Несмотря на то, что в целом цель была достигнута, продемонстрировав возможность осуществления значительных улучшений в глобальном масштабе, иным образом дело обстояло почти в половине стран с низким или средним уровнем доходов, по которым имеются статистические данные. Даже там, где была проведена водопроводная вода, отсутствуют точные данные о ее безопасности.[57] Отсутствие доступа к пригодной для питья воде остается основной угрозой для здоровья; согласно подсчетам, в 2014 году 1,8 млрд. человек по-прежнему пользовались небезопасным водоснабжением, и еще 1,1 млрд. продолжают пользоваться источниками по крайней мере с умеренной степенью риска.[58,59] В Африке более 300 миллионов человек не имеют доступа к чистой питьевой воде,[60] в том числе 17% городских жителей юга Сахары.[61]

Использование небезопасной питьевой воды имеет огромные последствия в виде болезней и смертельных случаев. Причиной диареи является прежде всего питьевая вода и детские смеси, зараженные выделениями организма человека и экскрементами животных. Это можно объяснить рядом скрытых факторов: мелкие, загрязненные скважины; незаконный или временный характер новых поселений, затрудняющий государственные инвестиции; правительства, обескураженные ростом городского населения; недостаточный перевод средств из органов центрального управления органам местного самоуправления; и ограниченное финансирование ввиду долговых обязательств.[62] Свыше полумиллиона детей в возрасте до пяти лет умерли от диареи в 2013 году; ежегодно уровень смертности снижается более чем на четыре процента начиная с 2000 года,[63] тем не менее, она остается массовой и как правило предотвращаемой.

Вода не только загрязнена выделениями организма человека и экскрементами животных, но и все чаще нитратными и фосфатными удобрениями и пестицидами, лекарственными средствами, тяжелыми металлами и другими промышленными загрязнителями. С 1960-х

© Судипто Дас (Sudipto Das)

Выпадение осадков становится все более нерегулярным из-за изменения климата, с увеличением риска наводнений и засух, затрагивающих зачастую одни и те же места в разное время.

годов использование синтетических азотных удобрений выросло в девять раз. В течение следующей половины столетия ожидается увеличение этой цифры на 40 – 50%, при этом использование фосфатов возросло втрое.[64] Более интенсивное использование удобрений, производство животноводческой продукции и сжигание углеводородов ведет к повышению уровня реактивных форм азота в окружающей среде, превышению предельно безопасного содержания нитратов для здоровья человека и экосистем,[65] в том числе в питьевой воде,[66] и при эвтрофикации пресных и прибрежных вод.[67] Общее глобальное выщелачивание и сток азота оценивается в 32,6 млн. тонн в год, причем подавляющее большинство обусловлено неправильной сельскохозяйственной деятельностью.[68] Избыток фосфата усугубляет последствия загрязнения нитратами.[69] Другие формы стока с сельскохозяйственных площадей, в том числе пестицидов, гербицидов и фунгицидов, которые попадают в пресноводные и морские экосистемы, оказывают вредное воздействие на биологическое разнообразие,[70] иногда в концентрациях, которые действующее законодательство многих странах считает безопасными.[71] Несмотря на то, что появились долгожданные улучшения качества питьевой воды в условиях сильного загрязнения, предстоит сделать еще очень многое, и наоборот, другие аспекты качества, такие как загрязнение сельскохозяйственными химикатами, по-видимому усугубляются.

3. Рост числа чрезвычайных климатических явлений

Выпадение осадков становится все более нерегулярным из-за изменения климата, с увеличением риска наводнений и засух, затрагивающих зачастую одни и те же места в разное время.[72] В более высоких широтах северного полушария уже наблюдается увеличение количества осадков, уменьшение осадков в некоторых частях Китая, Австралии и Океании и растущая изменчивость осадков в экваториальных районах,[73] влияющая на периодичность и масштабность наводнений и засух.[74] В 2000 году 30% общемировых городских земель располагалось в районах, крайне подверженных наводнениям, и их доля вероятно возрастет до 40% к 2030 году.[75] Интенсивность и частота обильных дождевых осадков также, по всей вероятности, приведет к увеличению масштабов и периодичности оползней.[76] Наводнения, как последствия нехватки и плохого качества воды, несоразмерно отражаются на самых бедных и наиболее уязвимых слоях населения во многих сообществах.[77]

Непредсказуемый рост интенсивности осадков создает повышенную опасность для общин, живущих вблизи рек и водно-болотных угодий. Начиная с 1900 года 90% бедствий вследствие природных катастроф связаны с водой.[78] В 1995 – 2005 гг. на наводнения приходилось 47% погодных катаклизмов; в более чем 3000 стихийных бедствий пострадало 2,3 млрд. человек, из них погибло 157 000; самые разрушительные последствия приходятся на Азию.[79] Стихийные бедствия в результате наводнений являются наиболее частыми из всех так называемых природных катаклизмов.[80] Наводнения также сопряжены с высокими экономическими издержками: например, ущерб инфраструктуре и сельскохозяйственным культурам от

© Оксфам, Восточная Африка

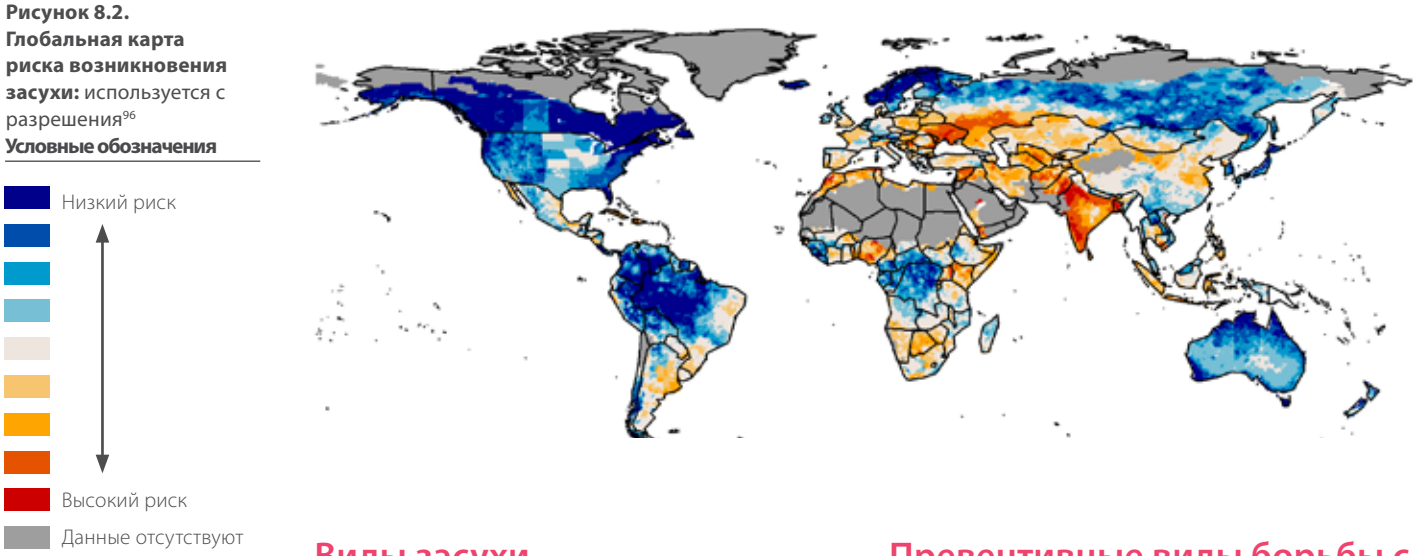
При неудовлетворительном противодействии засуха превращается в гуманитарную катастрофу, угрожая безопасности на всех уровнях.

разлива Дуная в Европе в 2006 году превысил 630 млн. долл. США.[81]

Отсутствие осадков также является серьезной проблемой. В 2015 г. от засухи пострадало более 50 млн. человек во всем мире.[82] Частота и интенсивность засух, а также их последствия, вероятно будут возрастать вследствие изменения климата, поскольку продолжают увеличиваться объемы водопользования. Засуха может нанести огромный ущерб окружающей среде, экономике и социальной стабильности. В 1950 – 2000 гг. в мире произошло 296 крупномасштабных засух (площадь которых превысила 500 000 кв. км,а продолжительность составила более 3 месяцев);[83] периодичность, интенсивность, продолжительность и масштаб засух неуклонно растут,[84] особенно в тропиках и субтропиках. Например, в Сомали засухи стали основной причиной гибели примерно 258 000 человек в 2011 – 2013 годах.[85] В период с 1900 по 2013 гг. глобальные экономические убытки на общую сумму 135 млрд. долл. США были вызваны засухой.[86] При недостаточном противодействии засуха превращается в гуманитарную катастрофу, угрожая безопасности на всех уровнях. Засухи часто связаны с миграцией и конфликтами, особенно в районах, где уже присутствуют политическая напряженность, слабые институты, экономические проблемы и групповое противоборство.

Изменение климата может стать причиной обострении ситуации в будущем.[87] 2015 год оказался наиболее сухим и жарким с начала ведения наблюдений более века назад. Это создало засушливые условия на большей части земного шара, от которых в Африке пострадало более 50% человек.[88] Засуха 2015 года усугубилась одним из сильнейших в истории феноменов Эль-Ниньо.[89] В Африке, на Ближнем Востоке и в Средиземноморье серьезность последствий засухи обостряется более высокими потребностями в воде.[90] Засухи вызывают человеческие лишения и нагрузку на окружающую среду; возникая в неприспособленных сообществах и экосистемах, как это недавно произошло в некоторых частях Амазонии, они также могут привести к значительным длительным изменениям в экологии.[91] Засухи, связанные с южным ответвлением экваториального течения Эль-Ниньо (ENSO) все чаще привязываются к крупным пожарам, которые поражают миллионы гектаров торфяных болот в Юго-Восточной Азии и становятся причиной густого смога. В 2015 году, в результате торфяных лесных пожаров и смога, экономические потери Индонезии составили более 16 млрд. долл. США[92] и свыше 106 000 человеческих жизней[93]. Возникновение неожиданно сильных засух во многих частях мира, таких как «Засуха тысячелетия» в юго-восточной Австралии в 2001 – 2009 гг.,[94] заставляет пересмотреть сельскохозяйственные стратегии и жизнеспособность некоторых давно сформировавшихся традиционных сообществ. Изменение климатических норм наряду с более частыми и интенсивными экстремальными климатическими условиями оказывает значительное влияние как на водную, так и продовольственную безопасность.

Рисунок 8.2. Глобальная карта риска возникновения засухи: используется с разрешения[96]



Виды засухи

Метеорологическая засуха: отсутствие осадков/влаги, усугубленное сухими ветрами и высокими температурами, может привести к водному кризису при длительном воздействии; возникает и прекращается внезапно.

Сельскохозяйственная засуха: изменение атмосферной влажности до такой степени, при которой уменьшается влажность почвы, что сказывается на культурах и животных, и эвапотранспирации.

Гидрологическая засуха: снижение количества и качества поверхностных и подземных вод из-за отсутствия осадков и чрезмерного использования в сельском хозяйстве; часто является следствием метеорологической засухи.

Социально-экономическая засуха: поставки товаров и услуг, таких как энергия, продукты питания и питьевая вода, снижаются или находятся под угрозой из-за изменения метеорологических, гидрологических и почвенных условий.[95]

Превентивные виды борьбы с засухой

Ключевыми принципами повышенной готовности и устойчивости к засухе являются:

Системы мониторинга и раннего предупреждения о засухе: оценка соответствия метеорологических станций, водных ресурсов, гидрологических сетей, спутниковой информации и т. д.; создание всеобъемлющей системы мониторинга и раннего предупреждения о засухе, которая обобщает параметры климата, воды и почвы, а также социально-экономические показатели на государственном и местном уровнях; получение данных об осадках с высоким разрешением и координатной привязкой по стране, а также создание карты зон риска с использованием систем раннего предупреждения о засухе путем расчета стандартных индексов засухи.

оценка уязвимости, рисков и последствий: определение процессов, способствующих уязвимости и устойчивости сообществ; разработка профиля рисков уязвимых сообществ и регионов до наступления засухи; регистрация последствий после воздействия засухи.

Меры по снижению риска засухи: улучшение водообеспечения путем сбора осадков, восстановления земель, пополнения запасов подземных вод, разработки потенциальных новых источников и т. д.; сокращение потребности в воде за счет рационального использования водных ресурсов, например, пересмотр норм водопотребления, принятие/пересмотр тарифов на воду, корректировка юридической и организационной структуры, определение цен на воду, водоподготовка и использование сточных/оборотных вод и т. д., но, в особенности, повышение эффективности использования воды в сельском хозяйстве; повышение устойчивости животноводства к засухе путем уравновешивания количества скота в орошаемых районах, управления выпасом и пастбищными угодьями, использования местных кормов и кормовых растений, генотипов млекопитающих с низким потреблением воды, и т. д.

© Инкинфа Плух Валеро (Jacinta Lluch Valero)

4. Нарушение естественных потоков

Стремительные гидрологические изменения во многих крупных речных системах мира, главным образом из-за строительства плотин для гидроэлектростанций и водохранилищ, создают дополнительные нагрузки на пресноводные экосистемы и близлежащие сообщества. Строительство плотин приносит большие выгоды с точки зрения получения электроэнергии, но имеет серьезные побочные воздействия на общество и окружающую среду, которые со временем становятся все более очевидными[97] и приводят к растущему сопротивлению со стороны местных общин и общественных организаций.[98] Во всем мире, на стадии планирования или строительства находятся более 3700 крупных плотин, каждая мощностью не менее одного мегаватта. В теории это увеличит мировой гидроэнергетический потенциал на 73%, примерно до 1700 ГВт, но сократит более чем на одну пятую число оставшихся не зарегулированных рек планеты.[99]

Эксплуатация плотин может привести к созданию сильно засушливых условий в районах ниже по течению. Например, согласно оценкам, в бассейне реки Верхний Нигер совокупным воздействием водоотводов для запланированной гидроэлектростанции и ирригационной системы может стать сокращение объемов вылова рыба в дельте на 31% и сокращение пастбищ на 28%, с катастрофическими последствиями для общин, зависящих от этих ресурсов. Если бы не достаточно большие и правильно рассчитанные по времени сбросы воды с плотин, эти меры создали бы условия, подобные последней крупной засухе 1984 года, когда пересохло три четверти дельты реки, а множество людей были вынуждены спасаться бегством. [100]

Блокирование свободного тока рек имеет ряд разрушительных последствий ввиду потерь как широтных, так и меридиональных связей пресноводных экосистем. Плотины оказывают негативное воздействие на рыбу и другие водные виды, седиментацию и водообеспеченность, жизнедеятельность и транспортное сообщение ниже по течению. Аккумулирование воды в водохранилищах также может изменять температуру воды ниже по течению.[101] Само строительство плотин вызывает прямую деградацию экосистемы и вынуждает принимать решения, которые инициируют дальнейшую трансформацию угодий и потерю экосистем.[102] Обезлесение, независимо от наличия или отсутствия связи с сооружением плотины, создает отрицательный эффект обратной связи, усиливая заиление и изменяя гидрологию, снижая мощность и срок службы энергетического гидроузла.[103] Плотины также имеют отношение к высоким выбросам метана, что в значительной степени способствует изменению климата.[104] Уменьшение наводнений в поймах ниже по течению также может снизить подпитку грунтовых вод и способствовать уменьшению осадков в регионах. Но привлечение таких крупных источников энергии означает, что более широким согласованиям зачастую уделяется недостаточно внимания.

Блок 8.2. Изменение гидрологии в Амазонке[105]

Массовое строительство плотин для гидроэлектростанций изменяет сток и сохранность рек на протяжении всей Амазонки,[106] влияя на экологию, мигрирующих сомов и речных дельфинов; блокируя важные годовые водные ритмы; ограничивая перемещение мальков и молоди рыб;[107] нарушая работу речного транспорта и продовольственное снабжение; и резко сокращая седиментацию в прибрежных районах и ниже по течению.[108] В настоящее время уже эксплуатируется около 154 крупных плотин, главным образом в Бразилии, вырабатывающих 18 000 МВт электроэнергии,[109]а также десятки тысяч малых плотин для сбора воды, предназначенной для крупного рогатого скота.[110] Предположительно 277 более крупных плотин находятся на начальных этапах планирования,[111] в том числе в охраняемых районах и на территориях коренных народов,[112] с установленной мощностью около 95 000 МВт.[113] В случае осуществления всех этих планов, в бассейне Амазонки останутся только три свободно текущих притоки,[114] постоянно влияющих на экологию, экономику и климат.[115] Согласно выводам одного исследования, к 2050 году из-за прогнозируемого исчезновения лесов может произойти снижение выработки гидроэлектрической энергии на 75% от максимальной мощности.[116] Чтобы гарантировать, что производство энергии не подорвет другие экосистемные услуги, необходимо планирование размеров водохранилища и включение социальных и экологических критериев в процесс принятия решений.[117]

5. Деградация земель

Хотя нехватка воды является глобальной проблемой, перевод естественных лесов и пастбищ в сельскохозяйственные угодья повысил содержание воды в почве на местном уровне.

Неудовлетворительное управление ирригационными системами наносит прямой ущерб земле, снижает урожайность, приводит к подъему уровня грунтовых вод, а также повышает содержание солей и минералов в почве (содовые почвы). Хотя нехватка воды является глобальной проблемой, перевод естественных лесов и пастбищ в сельскохозяйственные угодья повысил содержание воды в почве на местном уровне. Даже если сельскохозяйственные культуры не орошаются, переход от естественной растительности может повлиять на обеспеченность водой и ее качество. За последние 300 лет неорошаемые пахотные угодья увеличились на 460%, а пастбища – на 560%, уменьшив эвапотранспирацию и увеличив подпитку (на два порядка) и стоки (на порядок).[118]

В то же время увеличение количества воды в сельскохозяйственных системах еще более ухудшило качество воды из-за мобилизации солей и повышенного засоления вследствие близко залегающих грунтовых вод, а также выщелачивания удобрений в водоносные горизонты и поверхностные воды.[119] Орошение минерализованными грунтовыми водами также повышает засоленность почвы и снижает урожайность сельскохозяйственных культур. Согласно оценке Всемирного банка, проведенной еще в 1993 году, 20% площади орошаемых земель пострадало от сокращения урожайности культур вследствие засоленности,[120] и по некоторым оценкам, до половины орошаемых земель сейчас подвержены аномальному содержанию солей.[121] Например, в настоящее время засоленностью поражены 70 – 80% земель бассейна Муррей-Дарлинг, половина земель бассейна Аральского моря, треть земель дельты Нила,[122] 28% территории Соединенных Штатов и четверть Пакистана и Узбекистана.[123]

Осушение торфяников связано с различными формами деградации земель.[124] В некоторых частях Центральной Азии и Китая это привело к опустыниванию бывших торфяных ландшафтов, значительной эрозии почв из-за чрезмерного выпаса скота и последующему уменьшению продуктивности почвы. Осушение торфяников неизбежно вызывает уплотнение почвы и окисление углерода в торфе, что приводит к оседанию почвы, представляющему значительный риск в долинах. Поскольку основание торфяного слоя часто располагается на уровне или ниже уровня моря или реки, оседание почв со временем приведет к повышению риска наводнений. Во многих странах подобные последствия смягчаются строительством дамб и насосных систем, однако, учитывая неизбежное продолжение оседания осушенных торфяных почв, целые ландшафты могут в конечном итоге оказаться ниже уровня моря. Например, половина территории Нидерландов находится ниже уровня моря в результате продолжавшегося столетиями осушения торфяников; это приводит к значительным рискам с точки зрения безопасности воды и вторжения морских вод, а также к высоким издержкам на содержание инфраструктуры (прогнозируемая сумма составляет 25 млрд. евро в 2010 – 2050 гг. на оставшиеся 200 000 га голландских торфяников).[125] Тогда как Нидерланды уже давно достигли критической точки, в Юго-Восточной Азии осушение торфяников в долинах началось лишь в 1970-х годах. В тропиках осушение торфяников приводит к высоким выбросам CO_2,[126] что вызывает оседание почвы от 3 до 6 см в год.[127] Тем не менее, высокие уровни и сезонный характер осадков могут исключить вариант смягчения последствий с помощью дамб и насосных систем. Длительное осушение может привести к разрушительным последствиям, включая риски массового затопления и сокращение площади продуктивных земель.[128]

Деградация земель напрямую влияет на безопасность воды за счет снижения общего качества воды: от высоких уровней содержания соли в подземных водах до возрастающего потока взвешенных твердых частиц и агрохимикатов как в поверхностных, так и подземных водах. Потеря растительности и последующая эрозия почв вокруг водохранилищ могут привести к быстрому заилению и резкому сокращению ресурса водоемов и гидроэлектростанций.[129] Эрозия может привести к очень сильной деградации ландшафта оврагов и эоловых отложений. Она также может снизить продуктивность сельского хозяйства более коварными способами. Оголенная, деградированная и размытая почва обладает меньшей способностью удерживать влагу, будь то аккумулирование на протяжении года, либо поглощение внезапных излишков и минимизация наводнений после сильных дождей.[130]

© Хавьер Педро Фернандес Феррерас (Javier Pedro Fernandez Ferreras)

6. Последствия изменения климата

Управление водно-болотными угодьями оказывает значительное влияние на климат. В целом, водно-болотные угодья, как правило, являются поглотителями углерода и азота, но могут быть источниками других парниковых газов, таких как метан;[131] баланс определяет, является ли водно-болотное угодье только источником или поглотителем парниковых газов.[132] В то время как необходимо проявить осторожность при оценке того, насколько водно-болотные угодья способствуют смягчению последствий изменения климата путем секвестрации,[133] очевидно, что их способность аккумулировать углерод позволяет создать значительные мировые запасы углерода. Прибрежные водно-болотные угодья играют крайне важную роль в поглощении двуокиси углерода и его секвестировании в отложениях, тем самым создавая большие запасы углерода. На глобальном уровне водно-болотные угодья содержат непропорциональное количество общего почвенного углерода Земли — примерно 30% от общего количества, несмотря на то, что водно-болотные угодья занимают лишь 5 – 8% площади суши.[134] С другой стороны, осушение или сжигание торфяных болот увеличивает выбросы углерода и дыма,[135] как и осушение или разрушение других видов водно-болотных угодий. Разрушение водно-болотных угодий в конечном итоге приводит к выбросу углерода[136] и плохое управление водно-болотными угодьями также может привести к большим потерям углерода,[137]однако, остаются неопределенности относительно суммарного количества общих запасов углерода, содержащихся в водно-болотных угодьях.[138]

В то время как торфяники покрывают лишь около 3% поверхности суши, они содержат крупнейший запас углерода на планете, сопоставимый с запасом (как считается), с содержимся во всех остальных сухопутных биомах,[139] особенно в арктической тундре. Нетронутые торфяники содержат до 1300 тонн углерода на гектар,[140] а мировой запас углерода торфяников оценивается в 550 гигатонн.[141] К основным местам залегания торфа относятся тропические леса в Юго-Восточной Азии и тундра в России, Канаде, Аляске и Скандинавии. Осушение торфяников для создания плантаций, например, масличных пальм, приводит к резкому росту выбросов углерода.[142] Согласно оценкам, в результате преобразования торфяников ежегодные потери углерода уже составляют 0,5 – 0,8 гигатонн, преимущественно в тропиках.[143] К примеру, ежегодные выбросы углерода из осушенного торфа в Юго-Восточной Азии составляли 355 – 874 млн. тонн в начале 20 века, еще 1400 млн. тонн выбросов происходило ежегодно из-за торфяных пожаров, главным образом в Индонезии, в период с 1997 по 2006 год.[144] В то время как потери углерода из арктической тундры в настоящее время значительно снизились, они могут превысить потери из тропиков, поскольку потепление приводит к таянию льда и высыханию торфа. Некоторые участки на Аляске уже превратились из поглотителей в источники углерода[145] и существуют опасения относительного внезапного выброса углерода из Арктики.[146]

Опыт Канады показал, что потери CO_2 на территориях торфодобычи можно замедлить за счет восстановления и возобновление растительного покрова.[147]
После промышленной добычи торфа в прошлом происходит успешное восстановление торфяников в Ирландии.[148] Аналогичные положительные результаты зарегистрированы в Юго-Восточной Азии, России, Аргентине и Гималаях.[149] Активизируются усилия по восстановлению прибрежных водно-болотных угодий (солончаковых болот, мангровых зарослей, растительного слоя морского дна) с целью восстановления их естественной способности улавливать углерод. Например, в настоящее время происходит крупномасштабное восстановление мангровых лесов в таких странах, как Кения, Танзания, Шри-Ланка и Индия.[150]

7. Сокращение биологического разнообразия и связанных с водой услуг экосистем

Сокращение водно-болотных угодий происходит быстрее остальных экосистем при непропорциональном сокращении экосистемных услуг.

Несмотря на усилия по сохранению и разумному использованию,[151] с 1900 года утрачено приблизительно 64 – 71% водно-болотных угодий,[152] а ряд других деградировали из-за загрязнения, прерывания стоков, чрезмерной эксплуатации земель и инвазивных видов.[153] Сокращение водно-болотных угодий происходит быстрее остальных экосистем вместе с непропорциональным сокращением экосистемных услуг.[154] В 1970 – 2008 гг. число естественных водно-болотных угодий сократилось во всем мире в среднем приблизительно на 30%.[155]

Эти потери впоследствии сказываются на биологическом разнообразии пресноводных ресурсов, а также на здоровье и продуктивности прилегающих земель и окрестных общин. Открытые пресноводные водоемы занимают менее одного процента поверхности Земли, но содержат до 12% всех известных видов, в том числе треть всех видов позвоночных.[157] Биологическое разнообразие пресноводных ресурсов сокращается[158] и каждый третий вид пресноводных рыб[159] и 30% земноводных[160] находятся под угрозой исчезновения. Например, среди всех известных видов рыб Амазонки 39% приходится на сомов, существование которых зависит от целостности важных нерестовых акваторий в верхнем бассейне реки,[161] однако, их выживание находится под угрозой ввиду предложений о возведении плотин на крупных реках[162] и чрезмерной их эксплуатации.[163] Не говоря о выживании видов, рыболовство является важным источником продовольствия и доходов, причем потребление рыбы на душу населения в среднем составляет 94 кг в год для прибрежных сообществ.[164]Анализ 145 крупных водосборных бассейнов показал, что самыми деградированными обычно являются бассейны с наивысшей биологической ценностью.[165] Под угрозой также находятся другие пресноводные группы. Многие моллюски имеют узкий ареал распространения и таким образом уязвимы; из более чем 1200 видов родниковых моллюсков с прозрачной раковиной (*Hydrobiidae*) 182 занесены в Красную книгу МСОП как находящиеся под угрозой исчезновения.[166]

Блок 8.3. Рамсарская конвенция

Рамсарская конвенция о водно-болотных угодьях, подписанная в Рамсаре (Иран) в 1971 году, является международным соглашением, направленным на «*сохранение и рациональное использование водно-болотных угодий и их ресурсов*». Участники Конвенции обязуются объявить по крайней мере одно водно-болотное угодье (обычно указывается больше) на своей территории *водно-болотным угодьем международного значения*. В то время как ко всем Рамсарские угодьям применяются принципы устойчивого управления, некоторые из них также являются официальными охраняемыми районами, а другие могут использоваться в различных целях. Рамсарская конвенция предоставляет технические рекомендации по управлению и оценке водно-болотных угодий, тесно сотрудничая с МСОП и другими международными организациями с целью содействия рациональному управлению мировыми водно-болотными угодьями.

Конвенция также способствует разумному использованию водно-болотных угодий в качестве непременного элемента своей миссии и определяет разумное использование как «поддержание их экологического характера, достигаемое посредством применения экосистемного подхода в контексте устойчивого развития». Разумное использование — это не что иное, как рациональное использование водно-болотных угодий и их услуг на благо человечества и природы. Практические аспекты включают в себя принятие государственной политики в отношении водно-болотных угодий; обеспечение инвентаризации водно-болотных угодий, мониторинг, исследования, обучение, образование и информирование общественности; а также разработку планов комплексного управления на участках водно-болотных угодий.[156]

При деградации и уничтожении пресных вод, и их биологического разнообразия также утрачиваются соответствующие экосистемные услуги. Эти услуги обычно представляют большую ценность для общества, чем продуктивное использование, которое их заменяет,[167] так как выгоды часто распределяются между многими людьми, а прибыль от преобразований и производства, как правило, сосредотачивается в руках немногих. Экосистемные услуги зачастую остаются незамеченными до тех пор, пока они не исчезнут, а их восстановление, если оно возможно, является почти всегда затратным по сравнению прежде всего с защитой функционирующей экосистемы. В Таблице 8.1 представлены некоторые основные экосистемные услуги, связанные с водой

Таблица 8.1. Типология экосистемных услуг водно-болотных угодий[168]

Услуги	Экосистемные услуги	Пример
Поддерживающие	Производство первичной продукции	Фотосинтез в водных растениях и водно-болотной растительности.
	Круговорот питательных веществ	Наивысшая общая экономическая ценность всех экосистемных услуг водно-болотных угодий,[169] неосознаваемая в настоящее время.
	Сохранение биологического разнообразия	В Амазонке обитают около 6000 – 8000 видов рыб,[170] а в Меконге – 850 видов рыб.[171]
	Функции воспроизведения	Районы нереста водных видов, важных как для коммерческих целей, так и для жизнеобеспечения.
	Почвообразование	Осадки в Меконге обеспечивают более 50% производства основных продуктов питания во Вьетнаме.[172]
	Продуктивность морской среды	Осадочные отложения, переносимые реками, также поддерживают прибрежные экосистемы. Ежегодно 500 – 1 000 млн. тонн ила Амазонки и Ориноко[173] создают огромные илистые банки,[174] которые обеспечивают рост мангровых зарослей[175] и поддерживают высокопроизводительные рыбные промыслы.[176]
	Пополнение запасов водоносных горизонтов	Стоячие водно-болотные угодья являются ключевым ресурсом для пополнения запасов водоносных горизонтов, что зачастую является наиболее экономичным вариантом стабилизации и обеспечения водой.[177]
Обеспечение	Вылов рыбы и прочих видов	Вылов пресноводной рыбы в Африке превышает 2,5 млн. тонн в год;[178] вылов в дельте реки Нигер составляет 40 – 80 тыс. т/год.[179] Меконг обеспечивает вылов в объеме 2 млн. тонн в год;[180] являясь источником 80% животного белка в Камбодже.[181] В настоящее время рыболовство находится под угрозой: 4 из 11 видов, вылавливаемых в коммерческих целях в североамериканских Великих Озерах, уже вымерли.[182]
	Сбор растений	Сбор многих пресноводных видов растений осуществляется для производства продуктов питания и кормов.[183]
	Сбор материалов	Папирус, тростник, камыш и т. д. используются для кровельных работ, производства инструментов, ограждений и т. д.
	Выпас скота	Водно-болотные угодья зачастую являются очень продуктивными пастбищами, обеспечивая животноводам и скотоводам сезонный выпас.
	Растениеводство	Богатые торфяные почвы обеспечивают продуктивность сельскохозяйственного производства.
	Источник энергии	Вырабатываемый гидроэлектростанциями ток является важным источником энергии. В Руанде папирус прессуется в топливные брикеты. Добываемый торф по-прежнему является важным бытовым топливом в некоторых частях Ирландии и Шотландии.
	Сырьевые материалы	Древесное топливо и строительный лесоматериал собираются в прибрежных лесах.
	Лекарственные средства	Пресноводные виды растений часто используются в качестве лекарственных средств.
Регулирующие	Наводнения	Водно-болотные угодья поглощают паводковые воды, тем самым снижая риск возникновения бедствий.[184]
	Защита от штормов	Прибрежные леса и сезонные водно-болотные угодья сдерживают подтопления и защищают расположенные ниже сообщества.[185]
	Секвестрация углерода	Водно-болотные угодья и особенно торфяники являются крупнейшим хранилищем углерода на планете,[186] и содержат до 1300 тонн углерода на гектар. [187]
	Стабилизация климата	Испарение от озер помогает смягчить экстремальные климатические условия.
	Водоснабжение	Некоторые виды лесов, в том числе влажные горные леса,[188,189] а также некоторые старые эвкалиптовые леса[190] увеличивают чистый приток воды.
	Очистка воды	Лесные водосборы и водно-болотные угодья обеспечивают чистоту воды, уменьшая потребность в ее очистке.[191]
Культурные	Рекреационные	Водно-болотные угодья могут быть туристической достопримечательностью: дельта р. Окаванго в Ботсване привлекает 120 000 туристов в год.[192]
	Культурные и творческие	Озера и реки вдохновляют художников, музыкантов и писателей.
	Духовные	Многие водно-болотные угодья имеют местную духовную ценность или являются значимыми местами паломничества, как например, священные высокогорные озера Индии.[193]
	Научно-образовательные	Пресные воды являются важными исследовательскими и образовательными центрами.

КОСВЕННЫЕ ПРИЧИНЫ ОТСУТСТВИЯ ВОДНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В вышеприведенном разделе были рассмотрены некоторые прямые причины отсутствия водной безопасности: неудовлетворительное управление оросительными системами и животноводством, потребности промышленного и энергетического секторов, а также городского населения, загрязнение, строительство плотин, изменение климата и рост населения. Ниже мы обсудим некоторые косвенные причины:

1. Фрагментарный подход к управлению водными ресурсами
2. Стратегии и бизнес-модели по управлению водохозяйственными системами
3. Системы торговли и ценообразования, которые являются ложными стимулами
4. Демографические изменения и быстрая урбанизация
5. Изменение климата

1. Фрагментарный подход к управлению водными ресурсами

Односекторный подход к использованию воды без комплексной политики водопользования[194] часто приводит к серьезным негативным последствиям. Ярким примером такого подхода является Аральское море в Центральной Азии, размер которого к 2016 году уменьшился в 10 раз по сравнению с 1961 годом; причиной этого является отвод подавляющего объема воды из двух притоков на ирригационные нужды.[195] За последние сорок лет площадь озера Чад в Африке сократилась более чем на 90% из-за засух и ирригации.[196] В свою очередь, преимущества комплексных или «взаимозависимых» подходов к управлению водными ресурсами известны уже столетие и подтверждаются несколькими наглядными примерами.[197]

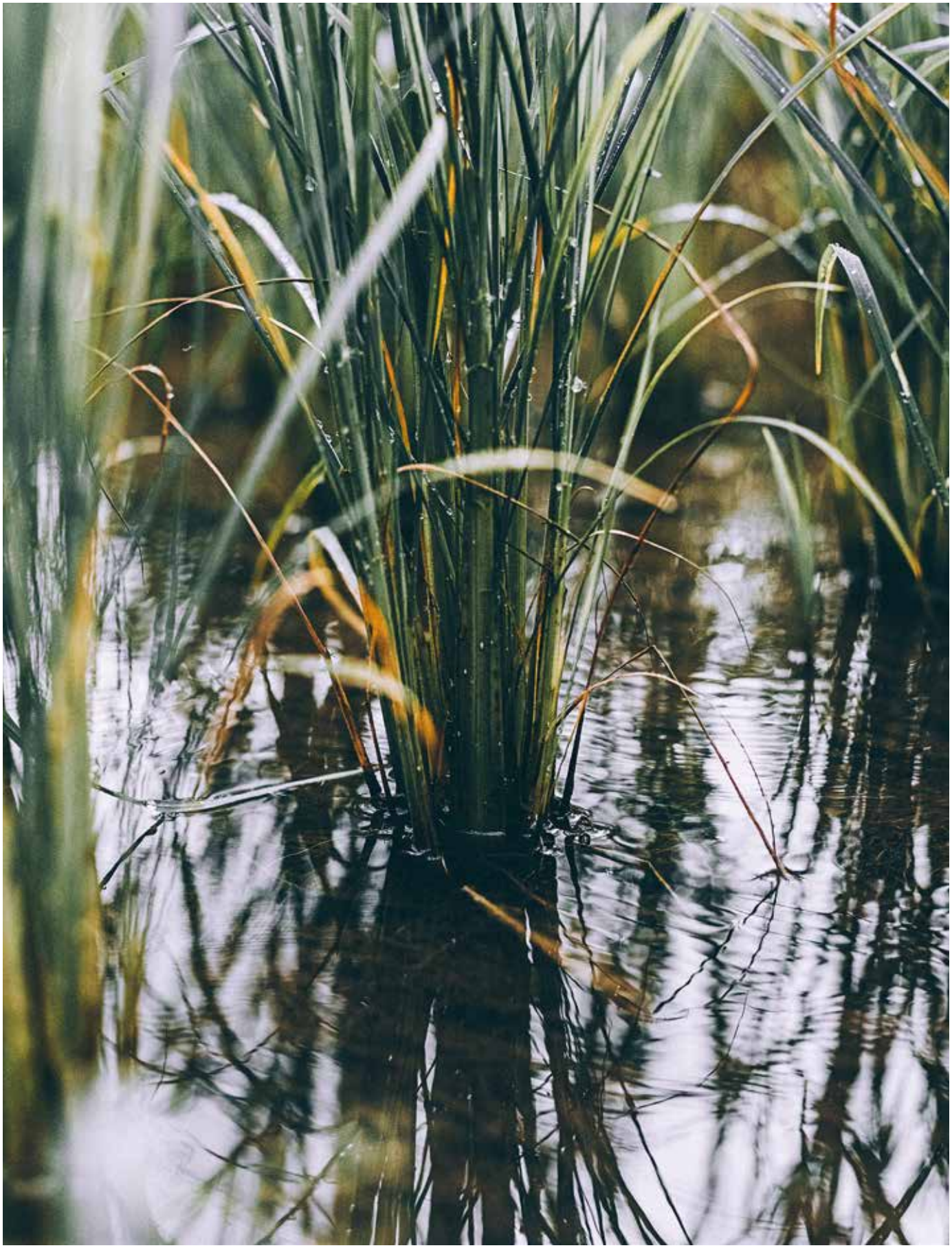
Несмотря на это, сотрудничество в относительно больших масштабах встречается редко. Планирование использования водных ресурсов (если оно вообще имеет место быть) демонстрирует тенденцию к фрагментарному или обособленному подходу, в котором разные секторы (и даже разные люди в пределах одного сектора) больше конкурируют, чем сотрудничают в ущерб общественному благу.

2. Стратегии и бизнес-модели по управлению водохозяйственными системами

Упор на монокультуры в современном сельском хозяйстве приводит к увеличению объемов использования и воздействия на воду (см. Главу 7). Например, за последние 50 лет площадь, отведенная под соевые бобы, возросла в десять раз и составила более 1 млн. кв. км, что равно площади Франции, Германии, Бельгии и Нидерландов вместе взятых.[199] В основном рост происходил в Южной Америке, где производство увеличилось на 123% с 1996 по 2004 год.[200] К 2050 году прогнозируется дальнейший рост на 140% до 515 миллионов тонн.[201] В Южной Америке соевые бобы выращиваются преимущественно в богарных условиях, а в остальных странах – на орошаемых землях.[202] Масштабный переход к интенсивному выращиванию соевых бобов вероятно продолжит снижать объем доступной воды.[203] На качество воды также влияют эрозия почв и остатки агрохимикатов в результате интенсивного использования пестицидов, что документально подтверждается соевыми полями Аргентины.[204] В настоящее время соевые бобы — это многомиллиардный бизнес, реализующий высокоценные продукты подобно животному корму. Альтернативные производственные системы, которые используют водные ресурсы более рационально, не могут экономически конкурировать с соевыми бобами, особенно когда стоимость воды занижена.

Остальные культуры также оказывают давление на гидрологические системы. Проведенный в Таиланде анализ показал, что наибольшее количество воды потребляется при производстве риса (необрушенного), за которым следует маис, сахарный тростник и маниока. Производство второго урожая риса создает дополнительное давление на некоторые водоразделы.[205] Осушение торфяников для выпаса скота и сельскохозяйственные культуры снижают их водоудерживающую способность, что приводит к повышенному дефициту воды в засушливые периоды и пикам половодья во влажные периоды.[206]

Увеличение импорта сельскохозяйственной продукции рекомендовалось как одно из решений для стран с дефицитом воды. Эта стратегия может обеспечить рациональное решение, если культуры выращиваются в богатых водой странах. Но если они истощают дефицитные водные ресурсы, ухудшают положение бедных общин, приводят в упадок земли и усиливают недостаток воды, их следует считать экологически и социально нерациональными.



© Питер Херши (Peter Hershey)

Блок 8.4. Комплексное управление земельными и водными ресурсами на Северо-Китайской равнине

Интенсивное орошение в северном Китае резко сократило речной сток в бассейне реки Хай и серьезно истощило водоносные горизонты при использовании насосов систем орошения. Правительство Китая выявило необходимость принятия срочных мер, направленных на восстановление водных ресурсов и сокращение их чрезмерной эксплуатации. Проект Глобального экологического фонда (ГЭФ) по направлению «Международные воды» поддержал широкомасштабную инициативу по восстановлению, выделив три ключевых процесса комплексного управления водными ресурсами: (1) создание национальных межведомственных комитетов; (2) анализ состояния бассейна реки или водосборного бассейна, водопользования в различных отраслях, конфликтов и перспективных оценок; и (3) разработка стратегической программы экономических, правовых и институциональных реформ и инвестиций с участием всех заинтересованных сторон из различных отраслей с целью установления баланса между конкурирующими направлениями водопользования, обсуждения компромиссов и сотрудничества для совместных действий.[198]

Семилетний проект КУВР по бассейну реки Хай положил начало реформам в области управления водными и земельными ресурсами с целью улучшения качества воды в реке и водоносных горизонтах, а также сокращения использования воды для орошения. Проект внедрил более высокие цены на поливную воду; новую систему прав водопользования/норм водопотребления в соответствии с китайским законодательством, основанную на оценках эвапотранспирации (ЭТ), а не на стандартных количествах забора воды; использование спутниковых технологий, способствующих выдаче и обеспечению суточных норм водопотребления; и другие водосберегающие технологии орошения с целью восстановления баланса продовольственной и водной безопасности и экологических целей в бассейне. Проект предусматривал меры по улучшению качества воды, повышению компетентности комиссии по водным ресурсам бассейна и использованию банковских карт отдельными фермерами. С целью сокращения потерь воды применяются ограничения на использование насосов для орошения: после израсходования хозяйством лимита, подача воды прекращается. Спутниковые данные о примерной ЭТ (в масштабе 30 на 30 метров) использовались в расчетных моделях для определения сокращенных лимитов для ассоциаций сельскохозяйственных водопользователей, которые распределяли квоты среди более 100 000 фермерских домовладений. Службы по распространению знаний и опыта также содействовали рекомендациями по практическим методам экономии зеленой воды на уровне фермерских хозяйств, лучшим методам управления (мульчированию, структуре посевных площадей, технологиям капельного орошения) и выращиванию взаимозаменяемых культур, повышающих доходы фермеров. Спустя семь лет доход на душу населения увеличился на 193%, эффективность использования водных ресурсов повысилась на 82%, а потребность в воде снизилась на 27%. Такая экономия воды помогла стабилизировать водоносный горизонт и выделить больше воды для функционирования экосистем.

Успех этого проекта побудил правительство Китая ввести систему дистанционного измерения/прав водопользования/норм водопотребления для всех новых норм водопотребления. Это привело к использованию системы распределения воды на основе ЭТ для всего бассейна озера Тарим и следующего проекта, финансируемого ГЭФ/Всемирным банком/Китаем, во всей системе бассейна реки Хай. Другими достижениями проекта стали официальные соглашения между министерствами, которые не сотрудничали ранее, и система управления знаниями, созданная для комиссии по восстановлению бассейна. И наконец, постановка задач проекта, соответствующих политике ГЭФ, с течением времени оказалась важной в измерении и оценке прогресса.

3. Системы торговли и ценообразования, которые являются ложными стимулами

При захвате земель также происходит захват водных ресурсов, когда (как это случается все чаще) масштабные приобретения земли иностранными инвесторами включают в себя гарантии на воду.

Захват земель или масштабные приобретения земель для экспорта продукции сельского хозяйства обсуждается в Главе 5, но одним из важных сопутствующих вопросов является экспортная стоимость сельскохозяйственной продукции в форме «виртуальной воды» (скрытая вода, израсходованная на производство продовольствия, подлежащего экспорту). Захват земель также связан с захватом водных ресурсов,[207] когда, как это все чаще имеет место, масштабные приобретения земли иностранными инвесторами включают в себя гарантии на воду.

Виртуальная торговля водой растет и конкретно этот торговый баланс между странами меняется с течением времени. Китай, который до недавнего времени только экспортировал виртуальную воду, связанную с торговлей непищевыми продуктами растительного и животного происхождения, используемыми для производства, теперь является крупнейшим в мире импортером виртуальной воды для этих же продуктов.[208] Это может привести к вытеснению мелких фермеров, ускоренной деградации земель и злоупотреблению водными ресурсами наряду с возникновением конфликтов в низовьях или водоносных горизонтах, особенно в тех случаях, когда слабые институты не могут или не хотят регулировать использование воды. Корпоративный контроль воды является все более противоречивым и политическим вопросом.[209] Ценовые политики, которые реализуются крупнейшими компаниями розничной торговли продуктами питания с целью снижения цен на продовольствие для потребителей, ограничивают прибыль фермеров и поощряют к нерациональному использованию воды, например, интенсивной ирригации.

4. Демографические изменения и урбанизация

Растущее население признано одним из факторов, часто создающих нагрузку на водные ресурсы.[210] Но столь же важной, как и общая численность, является проблема демографических изменений: постепенных — вследствие урбанизации и экономической миграции, либо быстрых изменений численности населения — в результате стихийных бедствий, войн или внутренних конфликтов. В настоящее время урбанизация является глобальным явлением. Почти половина городских жителей мира живет в относительно небольших поселениях с численностью населения менее 500 000 человек, а примерно каждый восьмой проживает в 28 агломерациях с населением более 10 миллионов человек. До недавнего времени большинство крупнейших городов мира располагалось на севере, но сегодня все больше сосредотачиваются на юге. Самыми быстрорастущими населенными пунктами являются средние по величине города и города с населением менее миллиона человек, расположенные в Азии и Африке.[211]

Африка представляет собой яркий пример урбанизации и ее воздействия на воду. В 1960 году в Африке насчитывалось лишь 11 городов с более чем полумиллионным населением и всего пять в странах Африки к югу от Сахары, которые в подавляющем большинстве были сельскими. К 2015 году к югу от Сахары насчитывалось 84 подобных города, включая мегаполисы, такие как Лагос с населением более 13 миллионов человек. К 2030 году это число, вероятно, превысит 140.[212] Текущие оценки указывают на то, что число новых городских жителей Африки увеличится более чем на 300 миллионов в период с 2000 по 2030 год, что превышает рост сельского населения более чем в два раза.[213] Водно-болотные угодья и водоразделы предоставляют городскому населению как обеспечивающие услуги (например, продовольствие, вода, сырье), так и регулирующие услуги (например, борьба с наводнениями, стабилизация климата). Но во всей Африке урбанизация вторгается в оба вида услуг, либо напрямую путем неконтролируемого роста городов за счет осушаемых водно-болотных угодий, либо плотностью населения, которое усиливает давление на природные ресурсы, выбрасывает большее количество загрязняющих веществ, привносит инвазивные виды и испытывает потребность в большем количестве воды для сельского хозяйства, промышленности и бытового потребления.

Блок 8.5. Вода и африканские города

Стремительная урбанизация многих африканских городов и их окрестностей оказывает давление на расположенные рядом водные ресурсы именно в то время, когда их экосистемные услуги наиболее востребованы. Например, стихийный рост городов и растущая садоводческая отрасль угрожают водно-болотным угодьям Лютембе Бэй в окрестностях Кампалы в Уганде. Лютембе Бэй, которое является Рамсарским угодьем, почти полностью отрезано от остальной части озера Виктория папирусным островом. Топи фильтруют наносы, отложения и избыточные питательные вещества поверхностных стоков, бытовые стоки и промышленные сточные воды. Однако, сельское хозяйство и садоводство стремительно лишаются водно-болотного угодья, некоторую часть которого незаконно заняла садоводческая фирма в 2013 году.[214] Аналогичным образом, водно-болотные угодья в окрестностях Хараре являются источником воды для половины населения страны, восполняя уровень грунтовых вод, фильтруя и очищая воду (тем самым снижая затраты на очистку), предотвращая заиливание и подтопление и являясь ценным поглотителем углерода. Водно-болотные угодья также являются важным орнитологическим резерватом и, опять же, Рамсарским угодьем. Тем не менее, деградация гидрологии происходит в результате трансформации угодий, неформального сельского хозяйства, загрязнения удобрениями и широкого использования коммерческих скважин, что привело к падению уровня грунтовых вод в среднем на 15 – 30 метров за последние 15 лет. Наращивание потенциала и повышение информированности специалистов по городскому планированию и государственных служащих о важности охраны водно-болотных угодий являются главным приоритетом.[215]

5. Изменение климата

Быстрое изменение климата усугубляет почти все аспекты отсутствия безопасности в сфере водоснабжения, изложенные выше. Изменение климата будет оказывать множественное воздействие на водоснабжение, включая таяние ледников и ледниковых шапок, изменение количества снеговых и дождевых осадков, все более неустойчивые погодные и экстремальные климатические условия. Общий дефицит воды, вероятно, увеличится.[216] Согласно выводам Межправительственной группы экспертов по изменению климата (подкрепленным надежными доказательствами, взаимным согласием), изменение климата, вероятно, приведет к сокращению возобновляемых ресурсов поверхностных и подземных вод в большинстве засушливых субтропических регионов. И наоборот, в более высоких широтах обеспеченность водой, вероятно, улучшится. Состав, структура и функции многих водно-болотных угодий также изменятся; многие пресноводные виды будут подвержены высокому риску исчезновения.[217]

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ГЛОБАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Крайне необходимо разработать новые подходы к управлению водными ресурсами.[218] Цель устойчивого развития (ЦУР) 6 в области водоснабжения и санитарии также придает особое значение улучшению качества воды (цель 6.3), защите и восстановлению связанных с водой экосистем (цель 6.6). Улучшение управления водными ресурсами также является важнейшим компонентом в ЦУР 2 в области продовольственной безопасности и ЦУР 15 по борьбе с опустыниванием, а также прекращению и обращению вспять процесса деградации земель и прекращению процесса потери биологического разнообразия. Такой взаимосвязанный подход придает первостепенное значение эффективности системы, а не производительности отдельных секторов, за счет сокращения компромиссов и создания дополнительных выгод, которые перевешивают операционные издержки, связанные с более сильной интеграцией в секторах. Подобные достижения ускорили бы переход к рациональному развитию и побудили бы правительства, частный сектор и гражданское общество к повышению безопасности воды.[219]

Максимальное повышение безопасности воды не является ни простым техническим решением, ни обязанностью одного сектора. Для этого потребуется принятие ряда ответных мер, касающихся обеспечения и качества воды для использования человеком, управления земельными ресурсами, в частности почвами, защиты и, при необходимости, восстановления водно-болотных угодий и водоразделов, и регулирования потоков воды и доступности в долгосрочной перспективе.[220] Ключевыми элементами комплексного подхода к управлению водными ресурсами являются:

- **управление водными ресурсами посредством устойчивого управления земельными ресурсами, особенно в сельском хозяйстве;**
- **защита и восстановление природных экосистем для товаров и услуг, связанных с водой;**
- **обеспечение гармоничного развития городов;**
- **реформа политики на местном, национальном и международном уровнях.**

Связанными с водой экосистемами невозможно управлять изолированно, поскольку водохранилища или водоразделы связаны через обширные территории, а глобальный оборот воды прежде всего функционирует как единая система. Комплексное управление водными ресурсами (КУВР)[221] способствует скоординированной разработке и управлению водными, земельными и смежными ресурсами с целью максимального повышения экономического и социального благосостояния на справедливой основе без ущерба для функционирования и рациональности рабочих ландшафтов.

Максимальное повышение безопасности воды не является ни простым техническим решением, ни обязанностью одного сектора.

Управление водными ресурсами посредством устойчивого управления земельными ресурсами

Орошение сопряжено с высокими расходами на воду, а также большими выгодами от производства сельскохозяйственных культур. В Соединенных Штатах орошаются 7,5% пахотных и пастбищных земель, которые производят 40% сельскохозяйственных ценностей и на которые приходится 80 – 90% водопотребления.[222] Максимальное повышение эффективности ирригационных технологий и их применение, безусловно, является приоритетом, в котором главное внимание уделяется всем аспектам орошения от поиска источников и распределения до эксплуатации. Даже небольшое повышение продуктивности системы «сельхозкультура-увлажнение» в районах с ограниченным количеством осадков будет иметь важное значения как для повышения производства продовольствия, так и доступности воды.[223] В дополнение к этому, существует ряд проверенных, экономически эффективных методов управления земельными ресурсами, которые уменьшают отходы и обеспечивают рациональное использование воды в сельском хозяйстве, принося дополнительную пользу окружающей среде и повышение продуктивности в долгосрочной перспективе (см. Таблицу 8.2). Эта практика не используется более широко, объясняется такими факторами, как отсутствие возможностей или инвестиций, а также субсидиями, правовыми нормами и другими ложными стимулами, которые не поощряют эффективное использование. В некоторых странах культурные и религиозные традиции также играют определенную роль, например, отказ использовать серую воду.

КУВР было чаянием на протяжении десятилетий, но зачастую не имело практического успеха из-за укоренившихся отраслевых интересов, политических и управленческих барьеров и неспособности породить чувство коллективной ответственности. Руководители в сфере водопользования традиционно сосредотачивались на управлении водными ресурсами изолированно, тогда как эффективное управление водными ресурсами во многом зависит от устойчивого управления земельными ресурсами.[243] Более широкая концепция комплексного управления земельными и водными ресурсами получает все большее распространение, что отражается в ее более частом применении по всему миру.

Один из нескольких примеров в Китае: семилетний проект КУВР по бассейну реки Хай положил начало реформам в области управления водными и земельными ресурсами с целью улучшения качества воды в реке и водоносных горизонтах, а также сокращения использования воды для орошения.[245] Проект наглядно показывает некоторые основные элементы национальной программы защиты и рационального использования водных ресурсов, включая центральную организацию с исчерпывающим водным законодательством; планирование земле- и водопользования на уровне региона и водораздела; нормы для принятия решений на основе долгосрочного водоснабжения и водопотребления; соответствующие услуги по исследованию, демонстрации и распространению знаний и опыта; систему управления спросом; контроль качества оборудования; продвижение ассоциаций водопользователей; и, при необходимости, земельную реформу и сельскохозяйственный кредит для орошения.

Таблица 8.2. Некоторые примеры водосберегающих подходов в сельском хозяйстве

Методика	Описание
Повышение доступности/эффективности использования воды	
Модернизация инфраструктуры	Плохо сконструированные ирригационные каналы и протекающие канавы, вызывающие заболачивание и снижение урожайности. Использование труб является более эффективным, но и более затратным.
Модернизированные ирригационные системы	Сети каналов в земляном русле являются наименее эффективными, за ними следуют облицованные каналы, напорные трубопроводы, шланговые оросительные системы, дождевальные системы, спринклеры Microjet и капельное орошение: эффективность варьируется от низкой в 40% до 80 – 90%.[224]
Ресурсосберегающее сельское хозяйство	Сочетает минимальную подготовку почвы с покровными культурами и севооборот с целью уменьшения испарения, стока и эрозии[225]
Органическое сельское хозяйство	Система производства, которая опирается на экологические процессы, биологическое разнообразие и циклы, адаптированные к местным условиям, исключающим использование синтетических удобрений, пестицидов, ГМО, гормонов роста и антибиотиков;[226,227] некоторые утверждают, что это максимально увеличивает рециркуляцию питательных веществ и содержание органического вещества в почве, тем самым повышая ее водоудерживающую способность[228]
Экологически безопасное сельское хозяйство	Придает особое значение восстановлению экосистемных услуг и биологического разнообразия, усилению поддержки связанных с водой экосистемных услуг
Агролесничество	Смешивание деревьев и почвенных культур для экономии воды за счет уменьшения испарения и транспирации; в Кении испарение воды из почв сократилось в среднем на 35%.[229]
Коллективное управление орошением	Взаимодействие водопользователей может повысить эффективность; в Новой Зеландии сокращение затрат на 65% было достигнуто за счет контроля на местном уровне.[230]
Сбор дождевой воды	Существуют различные варианты: от каналов, идущих к открытым прудам, до покрытых пленкой гребней и подземных резервуаров.[231]
Контурная вспашка, обваловка и террасы	Традиционно используется для уменьшения эрозии почвы и повышения эффективности водоудержания.[232]
Мульчирование	Снижает потери воды и повышает урожайность; эффективность мульчирования часто ограничивается отсутствием мульчи (например, из-за сжигания или выпаса на пожнивных остатках после сбора урожая).[233]
Сорта раннего посева и высокий коэффициент водопользования	Важны три фактора: сокращение потерь, увеличение биомассы для данной воды, и разбиение большего количества биомассы на собранную продукцию.[234] Например, сорта, засеянные ранее, могут расти в более прохладное время года при меньшей интенсивности испарения.
Насосы	Могут поднимать грунтовые воды и поддерживать круглогодичную продуктивность в странах с выраженным влажным и сухим сезоном. Ножной насос – это простая и дешевая система.[235]
Сокращение водопользования	Иногда, в определенные периоды, интенсивность полива можно уменьшить без снижения урожайности.[236]
Прогноз погоды в виде текстового сообщения	Использование мобильных телефонов для обмена текстовыми сообщениями с прогнозами погоды во время посадки повысило эффективность использования водных ресурсов в странах бассейна Нигера.[237]
Радиооповещения о дождях или засухах	В Сенегале 915 старост сел и многие радиостанции используют службу, охватывающую до половины населения страны.[238]
Использование серых и сточных вод	Сточные воды, отделенные от промышленных стоков, могут использоваться для орошения; сточные воды 100 000 человек орошают около 1000 га при использовании эффективных систем.[239]
Устройства для измерения влажности почв и растений. Компьютерное моделирование роста культур	Использование в Южной Африке сократило потери воды на 20%.[240] Технология, такая как точное земледелие, предлагает огромные возможности для повышения эффективности, но требует инвестиций; эти методы используются менее чем в 10% американских хозяйств[241]
Снижение потребности в воде	
Выбор урожая	Отказ от сельскохозяйственных культур с огромными потребностями в воде в засушливых или полузасушливых регионах. Выбор многолетних культур, которые удерживают почвы и стимулируют системы микоризы.
Климатически оптимизированное сельское хозяйство	Объединение многих методов и технологий, упомянутых выше, с основным акцентом на устойчивых к изменению климата методах, подходящих к данной местности.
Поддержка земледельцев	
Индексное страхование от атмосферного воздействия	Банки могут предоставлять климат-интеллектуальные финансовые услуги для устойчивых сельскохозяйственных производственно-сбытовых цепочек.[242]

Блок 8.6. Сбор дождевой воды в Бразилии[244]

Северо-восток Бразилии является полузасушливым регионом, характеризующимся острой нехваткой воды и засухами, которые усугубляют неразвитость региона. Программа сбора дождевой воды «Один миллион цистерн» (P1MC) была запущена группами гражданского общества в регионе и нацелена на сельские семьи без надежного источника питьевой воды вблизи своих домов. К декабрю 2007 года в рамках программы было мобилизовано 228 541 семей, сооружено 221 514 систем сбора дождевой воды (СДВ) и подготовлено 5848 каменщиков. Задачей P1MC было создание одного миллиона систем СДВ для децентрализованного доступа одного миллиона семей к питьевой воде. Эта программа оказалась полезной особенно для женщин, поскольку облегчила их повседневный труд по заборам воды. В 2012 году в Бразилии произошла одна из самых сильных засух за всю историю наблюдений, ставшая причиной значительных потерь урожая и скота и снизившая количество воды в нескольких водохранилищах до критического уровня. Засуха привлекла внимание различных лиц, принимающих решения, экспертов, международных и местных средств массовой информации, а также населения. С тех пор Бразилия стремится перейти от реагирования на кризисные ситуации к упреждающим подходам, основанным на оценке риска.

Защита и восстановление естественных экосистем

Охраняемые территории различного рода уже охватывают около 20,7% оставшихся в мире озер и водно-болотных угодий.

Для предоставления в будущем услуг пресноводных экосистем требуется комплекс согласованных стратегий, действующих на уровне водораздела или водосборного бассейна совместно с управлением окружающими экосистемами суши. Хотя инвестиции в необходимую инфраструктуру являются важнейшим компонентом подобного управления,[246] «естественная инфраструктура»[247] или «зеленая инфраструктура»[248] должны будут играть все возрастающую центральную роль[249] в обеспечении долговременной безопасности воды для человеческих обществ посредством поддержания естественных пресноводных экосистем.[250] Например, лесистые водоразделы и некоторые водно-болотные угодья могут обеспечивать более чистой водой, чем другие экосистемы.[251] Определенные леса, такие как влажные тропические леса,[252] увеличивают чистый поток из водосбора. Леса и водно-болотные угодья также создают важные механизмы регулирования паводков, предоставляя площади для безопасного рассеяния паводков и блокируя скорость потока, а также обеспечивая другие важные экосистемные услуги.[253]

Признание этой множественной роли означает, что естественные экосистемы реже считаются непродуктивными и пригодными только для эксплуатации человеком, а рассматриваются как важные элементы поддержания здоровья и жизнедеятельности населения. Это признание является первым шагом к достижению долговременной безопасности водных ресурсов.

Поэтому охраняемые районы должны играть центральную роль в подходах к рациональному управлению водосборными бассейнами,[254] хотя конкретные меры защиты пресноводных систем в этом отношении зачастую игнорируются.[255] Различного рода охраняемые территории уже охватывают около 20,7% оставшихся в мире озер и водно-болотных угодий,[256] способствуя формированию стратегий водопользования и обеспечивая масштабную реабилитацию и восстановление. Эти области жизненно важны для поддержания водных хозяйств путем защиты режимов естественного стока, за исключением неаборигенных видов, а иногда и обеспечения сохранения всего бассейна.[257] Их более осознанное и централизованное включение в подходы КУВР является важным компонентом, который до сих пор отсутствует во многих национальных водных стратегиях.

Уже существует множество положительных примеров интеграции в КУВР, что свидетельствует о ценности комплексного подхода к сохранению и устойчивому развитию. Такие города, как Нью-Йорк[259] и Мельбурн[260] признали экономически более эффективными защиту и восстановление лесов как поставщиков чистой воды, чем инвестиции в новые очистные сооружения. Влажные тропические леса и высокогорные торфяники (парамо) в охраняемых районах, расположенных в окрестностях Кито и Тегусигальпы, обеспечивают поступление высококачественной воды для этих двух важных латиноамериканских городов.[261] Все большее число стран полагаются на стратегически расположенные охраняемые районы в рамках своих стратегий по снижению риска стихийных бедствий.[262]

Блок 8.7. Использование очищенных сточных вод

Разумное использование сточных вод для выращивания сельскохозяйственных культур поможет решить проблему нехватки воды в сельскохозяйственном секторе. В условиях, когда необходимо производить больше продовольствия для постоянно растущего населения, очищенные сточные воды могут быть использованы фермерами либо непосредственно для орошения, либо косвенно путем восполнения водоносных горизонтов. В Тунисе сточные воды широко используются в проектах агролесничества, поддерживая как производство древесины, так и усилия по борьбе с опустыниванием. В центральной части Мексики городские сточные воды уже давно используются для орошения сельскохозяйственных культур. В прошлом, экологические процессы помогали снижать риски для здоровья. Совсем недавно, в систему были введены водоочистные сооружения и ограничения на сельскохозяйственные культуры (одни культуры можно безопасно выращивать с использованием сточных вод, в отличие от других). При надлежащем управлении сточные воды можно безопасно использовать для поддержки растениеводства — непосредственно путем орошения или косвенно путем восполнения водоносных горизонтов — но для этого требуется тщательное управление рисками для здоровья с помощью надлежащей обработки или надлежащего использования сточных вод.

© Уилл Парсон (Will Parson)/Программа залива Чесапик

Защита и восстановление водно-болотных угодий может способствовать сокращению потерь углерода (и, таким образом, смягчению последствий изменения климата), особенно огромных запасов углерода в торфяниках, которые в настоящее время находятся под угрозой.[263]

Благодаря политической воле и участию заинтересованных сторон, создание и управление охраняемых районов — это относительно эффективная политика или нормативный инструмент по поддержанию естественной инфраструктуры, который обычно включает в себя соответствующую правовую или обычную защиту, гарантирующую определенную степень прочности, наряду с политиками в области занятости, развития потенциала и управления.[264] Однако ответственность за охрану водных ресурсов в большинстве правовых основ обычно отделена от ответственности за другие услуги и гражданскую оборону, что означает, что перекрестные связи зачастую упускаются на практике.

Блок 8.8. Защита естественных лесов для борьбы с наводнениями

Нерегулярный режим распределения осадков в Аргентине вызывает как наводнения, так и засухи. В соответствии со всеми сценариями изменения климата эти экстремальные погодные условия продолжатся и будут более частыми. В настоящее время около четверти страны систематически затопляется, особенно на северо-востоке, где протекают три крупные реки (Парана, Парагвай и Уругвай), расположены обширные низменные равнины и проживает более половины населения. Программа защиты от наводнений предложила экономически эффективные меры в наиболее важных экономических и экологических областях, а также стратегии борьбы с периодическими наводнениями: содержание сооружений для защиты от наводнений, системы раннего предупреждения о наводнениях, природоохранные руководящие принципы для районов, подверженных наводнениям, и планы действий на случай наводнений. Кроме того, в рамках системы защиты от наводнений охранялись обширные районы естественного леса, что является относительно недорогой альтернативой дорогостоящей инфраструктуре при весомом вкладе в сохранение биологического разнообразия.[258]

Блок 8.9. Водоснабжение из охраняемых районов

Большая часть населения мира живет ниже по течению от лесистых водоразделов.[265] Это гарантирует более высокое качество воды, чем в водоразделах при альтернативных видах землепользования, которые обычно имеют меньший растительный покров (следовательно, более подвержены эрозии почв и осадочным отложениям) и, вероятно, будут более загрязнены (например, пестицидами и удобрениями или токсичными стоками).[266] Преимущества, которые предоставляют леса, признаны в течение многих лет компаниями, которые зависят от высококачественной воды: к примеру, компания минеральной воды Perrier-Vittel платит за восстановление лесов в водосборном бассейне во Франции, где она производит забор воды.[267] Одна треть (33 из 105) крупнейших городов мира производит забор значительной части своей питьевой воды непосредственно из охраняемых зон. По меньшей мере пять других городов этой группы получают воду из источников, которые берут начало в отдаленных водоразделах, включенных в охраняемые районы; и, по крайней мере, еще восемь получают воду из лесов, экологическим функциям которых придается первостепенное значение при обеспечении водой.[268] Многие зоны, первоначально охраняемые за пейзажные ценности или живую природу, теперь также считаются жизненно важными за свои выгоды, связанные с водой. Например, Йосемитский национальный парк в Калифорнии (США) обеспечивает Сан-Франциско высококачественной водой; влажные тропические леса национального парка Ла Тигра в Гондурасе обеспечивают более 40% годового водоснабжения столицы Тегусигальпы, и около 80% полуторамиллионного населения Кито получают питьевую воду из двух охраняемых районов.[26]

Схемы платежей за экосистемные услуги (ПЭУ) помогают предлагать людям, живущим в районах-поставщиках водных услуг, достаточные экономические стимулы для поддержания рационально управляемых или естественных экосистем. Один из подходов заключается в сборе платы за пользование с людей и компаний, извлекающих пользу из питьевой воды, что помогает оплачивать услуги водосборного бассейна, предоставляемые управлением охраняемых зон или местными сообществами. Такие схемы ПЭУ все чаще рассматриваются как жизнеспособные экономические модели при условии наличия идентифицируемого источника компенсации (тех, кто готов оплачивать услуги), низких операционных издержек, достоверных информационных потоков и метода справедливого распределения благ среди отдельных лиц.[270]

Одной защиты уже недостаточно. Мир уже утратил так много водно-болотных угодий, поэтому необходимы значительные усилия по восстановлению незарегулированных рек, озер и прудов, подземных водоемов и функционирующих водно-болотных угодий. Вследствие этого, восстановление является еще одним важным компонентом управления

Блок 8.10. Управление водными ресурсами в Южной Африке

ЮАР является одной из 30 самых сухих стран в мире. В то время как среднее потребление воды на душу населения в день составляет 173 литра, жители ЮАР используют в среднем на 62% больше воды.[277] С целью удовлетворения спроса и предложения, в последние десятилетия в ЮАР достигнут значительный прогресс в повышении эффективности использования воды. Во-первых, в 1994 году правительство опубликовало «Белую книгу по политике в области водоснабжения и санитарии», которая стала основой для принятия Закона о водоснабжении в 1997 году. Во-вторых, Закон о национальных водных ресурсах (NWA) №36 от 1998 года способствовал внедрению комплексного и децентрализованного подхода к управлению водными ресурсами, в котором подчеркивалась важность экономической эффективности, охраны окружающей среды, равенства и расширения прав и возможностей людей.[278]

Южно-Африканская Республика является одной из немногих стран в мире, которая закрепляет основное право на обеспечение достаточным количеством воды в своей Конституции, в которой сказано «каждый человек имеет право на доступ к (...) достаточному количеству пищи и воды». Основываясь на этом фундаменте, оба закона дополняют друг друга и обеспечивают основу для устойчивого управления водными ресурсами, улучшая и расширяя предоставление услуг. NWA требует от руководителей в сфере водопользования и разработчиков стратегий глубокого понимания экономических ценностей воды и различных видов ее использования, а также информационных систем, объединяющих гидрологические, экономические и социальные аспекты водоснабжения и спроса в рамках комплексного управления водными ресурсами (КУВР).[279]

пресноводными ресурсами для оказания экосистемных услуг.[271] Восстановление не означает просто возврат водных ресурсов или снос лишних плотин. Например, оздоровление рек включает в себя «возобновление естественных физических процессов (например, изменение потока и движения наносов), свойств (например, размеры осадков и форма реки) и физических сред обитания речной системы (включая погруженные, наносные и пойменные участки).»[272] Аналогичные принципы могут применяться при восстановлении прибрежных зон для прекращения эрозии с применением подхода «Строим с природой», используя пропускающие плотины для уменьшения энергии волн и стимулирования отложения наносов.[273]

Таким образом, сочетание запланированного восстановления и продуманной защиты водосборных бассейнов может обеспечить большую безопасность воды для потребителей, находящихся ниже по течению.

Обеспечение гармоничного развития городов

Хотя города создают исключительные проблемы для обеспечения и управления водными ресурсами, они также предлагают ряд инновационных решений путем объединения людей, передачи знаний и опыта, а также поддержки группы фирм, занятых одинаковыми видами деятельности. Дальновидные органы местного самоуправления могут стимулировать стремительные улучшения. Эффективные городские транспортные системы, возобновляемые источники энергии и контроль за сточными водами могут сократить потребление воды и количество сточных вод, а информационные кампании в сочетании с ценовыми политиками могут повысить осведомленность потребителей о водных ресурсах.

Устойчивое развитие городов зависит от хорошо управляемых экосистем. Деградация может сильно повлиять на жизнь городских жителей. Люди, живущие в порту Момбаса (Кения), полагаются на водные ресурсы холмов Чулу-Хиллс, расположенных на расстоянии в сотню миль. Несмотря на то, что Чулу-Хиллс являются охраняемым районом, низкая эффективность руководства означает незаконную вырубку и рост поселений, что угрожает безопасности городского водоснабжения.[274] Муниципальным властям зачастую целесообразно вкладывать средства в управление экосистемами, но для этого творческой группе государственных служащих требуется прибегать к поиску связей и необходимых средств. Политики ценообразования, которые способствуют более эффективному использованию воды, являются единственным универсальным способом решения проблемы дефицита в городах, хотя их относительная эффективность по сравнению с техническими мерами и кампаниями по повышению информированности общественности остается неубедительной.[275] Шаги к более устойчивому городскому планированию описаны в Главе 11.

Реформа политики

Многие из перечисленных выше изменений могут быть достигнуты только при сильной политической поддержке и законодательства на государственном уровне на фоне международных соглашений и глобального признания необходимости более тщательного регулирования водных ресурсов во избежание кризиса. Требуются инициативные подходы, ориентированные на поддержание естественной инфраструктуры с целью получения многочисленным преимуществ, более равный доступ к чистым и достаточным запасам воды, и повышение устойчивости гидрологических систем на фоне изменений окружающей среды. Изменение потребительского поведения также является важной частью этого процесса, и для этих попыток можно привлечь кампании по информированию общественности, технологические изменения, регулирование и ценовые политики. Хотя все они могут быть полезны в зависимости от контекста, до сих пор ведутся дискуссии об их относительной эффективности.[276] Принципы деятельности необходимо не только определять, но и по существу разъяснять заинтересованным сторонам в правительстве, промышленности и сообществах с целью обеспечения полного понимания важности и имеющихся средств для достижения безопасного и устойчивого водоснабжения.

© Альберт Гонсалес Фарран (Albert González Farran)

ВЫВОДЫ

Безопасность водоснабжения подрывается, в частности, сочетанием непригодных сельскохозяйственных моделей, быстрыми демографическими изменениями и дестабилизирующими последствиями изменения климата. Неудачный выбор на индивидуальном или государственном уровне усугубляют ситуацию. Страны и общины страдают как от нехватки, так и от излишеств. Потеря водно-болотных угодий, снижение качества воды и резкие изменения режимов потока основных гидрологических систем приводят к краху пресноводного биологического разнообразия и важнейших экосистемных услуг.

Для повышения безопасности водоснабжения необходим комплексный межотраслевой подход, который наилучшим образом использует связи между методами управления земельными ресурсами и нормальным состоянием гидрологических систем. Итак, некоторыми из наиболее важных шагов являются: более эффективное использование воды в сельском хозяйстве, промышленности, энергетике и домашних хозяйствах; регулирование и законодательство, в том числе ценообразование и распределение, в целях повышения эффективности; усиленная защита и восстановление для улучшения общего функционирования экосистем в водоразделе. Технические знания, помогающие решить водный кризис, являются по большей части общепризнанными; следующий шаг — применение этих полученных знаний в необходимых масштабах.

БИБЛИОГРАФИЯ

1 McIntosh, R.J. 2005. Ancient Middle Niger: Urbanism and the self-organizing landscape. Cambridge University Press, Cambridge.

2 Cunliffe, B. 2016. By Steppe, Desert and Ocean: The birth of Eurasia. Oxford University Press, Oxford.

3 Ponting, C. 1992. A Green History of the World, Penguin, Middlesex.

4 Jacobson, T. and Adams, R.M. 1958. Salt and silt in ancient Mesopotamian agriculture. Science **128**: 1251-1258.

5 United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2015. World Urbanization Prospects: The 2014 Revision. (ST/ESA/SER.A/366).

6 De Groot, R., Brander, L., van der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., et al. 2012. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. Ecosystem Services **1**: 50-61.

7 Russi D., ten Brink P., Farmer A., Badura T., Coates D., et al. 2013. The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Water and Wetlands. IEEP, London and Brussels; Ramsar Secretariat, Gland.

8 McCartney, M., Rebelo, L.M., Senaratna Sellamuttu, S., and de Silva, S. 2010. Wetlands, agriculture and poverty reduction. Research Report 137. International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka.

9 Lopez Gunn, E. and Ramón Llamas, M. 2008. Re-thinking water scarcity: Can science and technology solve the global water crisis? Natural Resources Forum **32**: 228-238.

10 World Economic Forum. 2016. Global Risks 2016. 11th Edition. World Economic Forum within the framework of The Global Competitiveness and Benchmarking Network.

11 http://www.iwra.org/congress/2015/ accessed October 8, 2016.

12 UN World Water Assessment Programme. 2015. The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World. Paris, UNESCO.

13 http://www.unwater.org/sdgs/a-dedicated-water-goal/en/ accessed January 1, 2017.

14 UN Water. 2013. Water Security & the Global Water Agenda: A UN-Water Analytical Brief. United Nations University, Hamilton, Canada.

15 UN Water. 2015. http://www.un.org/waterforlifedecade/water_and_sustainable_development.shtml, accessed October 5, 2016.

16 Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. 2016. Four billion people facing severe water scarcity. Science Advances **2** (2) e1500323.

17 Brauman, K.A., Richter, B.D., Postel, S., Malsy, M., and Flörke, M. 2016. Water depletion: An improved metric for incorporating seasonal and dry-year water scarcity into water risk assessments. Elementa: Science of the Anthropocene **4**: 000083.

18 World Water Council. 2000. World Water Vision, Earthscan, London.

19 Wallace, J.S. 2000. Increasing agricultural water use efficiency to meet future food production. Agriculture, Ecosystems and Environment **82**: 105-119.

20 Bogardi, J.J., Dudgeon, D., Lawford, R., Flinkerbusch, E., Meyn, A., et al. 2012. Water security for a planet under pressure: Interconnected challenges of a changing world call for sustainable solutions. Current Opinion in Environmental Sustainability **4**: 35-43.

21 Gerten, D., Hoff, H., Rockström, J., Jägermeyr, J., Kummu, M, et al. 2013. Towards a revised planetary boundary for consumptive freshwater use: Role of environmental flow requirements. Current Opinion in Environmental Sustainability **5**: 551-558.

22 Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell Fetzer, S.E.I., Bennett, E.M., et al. 2015. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. Science **347.** DOI: 10.1126/science.1259855.

23 Revenga, C., Brunner, J., Henninger, N., Kassem, K., and Payne, R. 2000. Pilot Analysis of Global Ecosystems: Freshwater Systems. World Resources Institute, Washington, DC.

24 Gassert, F., Reig, P., Luo, T., and Maddocks, A. 2013. Aqueduct country and river basin rankings: A weighted aggregation of spatially distinct hydrological indicators. World Resources Institute, Washington, DC.

25 Mekonnen, M. M. and Hoekstra, A. Y. 2016. Four billion people facing severe water scarcity. Science Advances, 2(2), e1500323.

26 Ibid.

27 Micklin, P. 2016. The future Aral Sea: hope and despair. Environmental Earth Sciences **75**: 844. doi:10.1007/s12665-016-5614-5

28 Lemoalle, J., Bader, J.C., Leblanc, M., and Sedick, A. 2012. Recent changes in Lake Chad: Observations, simulations and management options (1973–2011). Global and Planetary Change **80-81**: 247-254.

29 Besada, H. and Werner, K. 2015. An assessment of the effects of Africa's water crisis on food security and management, International Journal of Water Resources Development **31**: 1, 120-133.

30 Joosten, H., Tapio-Bistöm, M-L., and Tol, S. (eds.). 2012. Peatlands – guidance for climate change mitigation by conservation, rehabilitation and sustainable use. FAO, Rome.

31 Poff, N.L., Allan, J.D., Palmer, M.A., Hart, D.D., Richter, B.D., et al. 2003. River flows and water wars: Emerging science for environmental decision making. Biological Sciences Faculty Publications. Paper 233. University of Montana.

32 Wolf, A.T., Yoffe, S.B., and Giordano, M. 2003. International waters: Identifying basins at risk. Water Policy **5**: 29-60.

33 de Villiers, M. 1999. Water Wars: Is the World's Water Running Out? London: Weidenfeld & Nicolson.

34 Shiva, V. 2002. Water Wars. South End Press.

35 Katz, D. 2011. Hydro-political hyperbole: Examining incentives for overemphasizing the risks of water wars. Global Environmental Politics **11** (1): 12-35.

36 Busby, J. 2017. Water and U.S. National Security. Discussion paper. Council on Foreign Relations, Washington, DC.

37 Wolf, A.T., Kramer, A., Carius, A., and Dabelko, G.D. 2005. Managing water conflict and cooperation. In: World Resources Institute. State of the World 2005: Redefining global security. WRI, Washington, DC.

38 Barbut, M. and Alexander, S. 2015. Land degradation as a security threat amplifier: The new global frontier. In: Chabey, I., Frick, M., and Helgeson, J. (eds.) Land Restoration: Reclaiming landscapes for a sustainable future. Elsevier.

39 Famiglietti, J.S. 2014. The global groundwater crisis Nature Climate Change **4**: 945-948.

40 Gleeson, T., Wada, Y., Bierkens, M.F.P., and van Beek, L.P.H. 2012. Water balance of global aquifers revealed by groundwater footprint. Nature **488**: 197-200.

41 Famiglietti, J.S. 2014. Op. cit.

42 Gleeson, T., et al. 2012. Op. cit.

43 Siebert, S., Burke, J., Faures, J. M., Frenken, K., Hoogeveen, J., et al. 2010. Groundwater use for irrigation – a global inventory, Hydrology and Earth System Sciences **14**: 1863-1880, doi:10.5194/hess-14-1863

44 Siebert, S., et al. 2010. Op. cit.

45 MacDonald, A.M., Bonsor, H.C., Dochartaigh, B.É.Ó., and Taylor, R.G. Quantitative maps of groundwater resources in Africa. Environmental Research Letters **7** (2): 24009-24015.

46 Rosegrant, M.W., Ringler, C., and Zhu, T. 2009. Water for agriculture: Maintaining food security under growing scarcity. Annual Review of Environmental Resources **24**: 205-222.

47 FAO. 2011. The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture: Managing systems at risk. FAO and Earthscan, Rome and London.

48 UNEP. 2012. Sustainable Land Use for the 21st Century. United Nations Environment Programme, Nairobi.

49 WWF. Undated. Thirsty Crops. WWF International, Gland, Switzerland.

50 Hoekstra, A. and Chapagain, A.K. 2006. Water footprint of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. Water Resources Management **21** (1): 35-48.

51 Eshel, G., Shepon, A., Makov, T., and Milo, R. 2014. Land, irrigation water, greenhouse gas, and reactive nitrogen burdens of meat, eggs, and dairy production in the United States, Proceedings of the National Academy of Sciences **111** (33): 11996-12001.

52 Biancalani R. and Avagyan, A. (eds). 2014. Towards climate responsible peatlands management. Mitigation of climate change in agriculture. Series 9. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.

53 Hoekstra, A. and Chapagain, A.K. 2006. Op. Cit.

54 Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis, Island Press, Washington, DC, USA.

55 http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs290/en/ accessed November 17, 2016.

56 Wojciechowska-Shibuya, M. 2016. The USSGAB Journey. United Nations, New York.

57 Satterthwaite, D. 2016. Missing the Millennium Development Goal targets for water and sanitation in urban areas. Environment and Urbanisation **28**: 99-118.

58 Onda, K., LoBuglio, J., and Bartram, J. 2012. Global access to safe water: Accounting for water quality and the resulting impact on MDG progress. International Journal of Environmental Research and Public Health **9**: 880-894.

59 Bain, R., Cronk, R., Hossain, R., Bonjour, S., Onda, K., et al. 2014. Global assessment of exposure to faecal contamination through drinking water based on a systematic review. Tropical Medicine and International Health **19** (8): 917-927.

60 Zingore, S., Mutegi, J., Agesa, B., Tamene, L., and Kihara, J. 2015. Soil degradation in sub-Saharan Africa and crop production options for soil rehabilitation. Better Crops **99** (1): 24-26.

61 UNICEF and World Health Organization. 2015. Progress on Sanitation and Drinking Water – 2015 update and MDG assessment. Geneva.

62 UN Habitat. 2003. Water and Sanitation in the World's Cities: Local action for global goals. Earthscan, London.

63 Liu, L., Oza, S., Hogan, D., Perin, J., Rudan, I., et al. 2015. Global, regional and national causes of child mortality in 2000-2013, with projections to inform post-2015 priorities: An updated systematic analysis. The Lancet **385**: 430-440.

64 Sutton, M.A., Bleeker, A., Howard, C.M., Bekunda, M., Grizzetti, B., et al. 2013. Our Nutrient World: The challenge to produce more food and energy with less pollution. Global Overview of Nutrient Management. Centre for Ecology and Hydrology, Edinburgh on behalf of the Global Partnership on Nutrient Management and the International Nitrogen Initiative.

65 Erisman, J.W., Galloway, J.N., Seitzinger, S., Bleeker, A., Dise, N.B., et al. 2013. Consequences of human modification of the global nitrogen cycle. Philosophical Transactions of the Royal Society B 368 (1621): DOI: 10.1098/rstb.2013.0116.

66 Pretty, J.N. and Conway, G.R. 1988. The Blue Baby Syndrome and Nitrogen Fertilizers: A high risk in the tropics? Gatekeeper Series number 5. International Institute for Environment and Development, London.

67 Smith, V.H., Joye, S.B., and Howarth, R.W. 2006. Eutrophication of freshwater and marine ecosystems. Limnology and Oceanography **51** (2): 351-355.

68 Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.J. 2015. Global gray water footprint and water pollution levels related to anthropogenic nitrogen loads to fresh water. Environmental Science and Technology **49**: 12860-12868.

69 Sharpley, A.N. 2015. The phosphorus paradox: Productive agricultural and water quality. Journal of Environmental Indicators **9**: 3-4.

70 Köhler, H.R. and Triebskorn, R. 2013. Wildlife ecotoxicology of pesticides: Can we track effects to the population level and beyond? Science **341**: 759-765.

71 Beketov, M., Kefford, B.J., Schäfer, R.B., and Liess, M. 2013. Pesticides reduce regional biodiversity of stream invertebrates. Proceedings of the National Academy of Sciences **110** (27): 11039-11043.

72 Bates, B., Kundzewicz, Z.W., Wu, S., and Palutikof, J. (eds.) 2008. Climate Change and Water, Intergovernmental Panel on Climate Change, WMO and UNEP, Geneva.

73 Dore, M.H.I. 2005. Climate change and changes in global precipitation patterns: What do we know? Environment International **31** (8): 1167-1181.

74 Huq, S., Kovats, S., Reid, H., and Satterthwaite, D. 2007. Editorial: Reducing risks to cities from disasters and climate change. Environment and Urbanization **19**: 3.

75 Güneralp, B., Güneralp, I., and Liu, Y. 2015. Changing global patterns of urban exposure to flood and drought hazards. Global Environmental Change **31**: 217-225.

76 van Aalst, M. K. 2006. The impacts of climate change on the risk of natural disasters. Disasters, **30**:1, 5-18.

77 Douglas, I., Alam, K., Maghenda, M., McDonnell, Y., McLean, L., and Campbell, J. 2008. Unjust waters: Climate change, flooding and the urban poor in Africa. Environment and Urbanisation **20** (1): 187-205.

78 UN Water. (Undated). Water Hazard Risks: A priority for integrated water resource management. UN Water Policy Brief number 1. United Nations, Geneva.

79 Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. 2016. The Human Cost of Weather-Related Disasters, CRED and UNISDR, Brussels and Geneva.

80 Adhikari, P., Hong, Y., Douglas, K.R., Kirschbaum, D.B., Gourley, J., et al. 2010. A digitized global flood inventory (1998–2008): Compilation and preliminary results. Natural Hazards Journal **55**: 405-422.

81 International Commission for the Protection of the Danube River. 2008. The Analysis of the Danube Floods 2006: An in depth analysis of the floods on the Danube and its main tributaries in 2006. Vienna.

82 EM-DAT. 2016. Disasters in Numbers 2015. International Disasters Database, Brussels.

83 Sheffield, J., Andreadis, K.M., Wood, E.F., and Lettenmaier, D.P. 2008. Global and continental drought in the second half of the twentieth century: Severity-area-duration analysis and temporal variability of large-scale events. Journal of Climate **22**: 1962-1981.

84 Dai, A. 2011. Drought under global warming: A review. WIREs Climate Change **2**: 45-65.

85 Checchi, F. and Robinson, W.C. 2013. Mortality among populations of southern and central Somalia affected by severe food insecurity and famine during 2010-2012. A study commissioned by FAO/FSNAU and FEWS NET. Rome.

86 EM-DAT. The International Disaster Database. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters- CRED, The Ripple Effect: A fresh approach to reducing drought impacts and building resilience. Bonn, accessed January 13, 2014 and quoted in UNCCD, 2016.

87 Gosling, S.N. and Arnell, N.W. 2016. A global assessment of the impact of climate change on water scarcity. Climatic Change **134**: 371-385.

88 OCHA 2016. El Nino: Overview of impacts, projected humanitarian needs and response, OCHA, March.

89 El Nino and La Nina years and intensities. The Oceanic Nino index. http://ggweather.com/enso/oni.htm.

90 Wanders, N. and Wada, Y. 2014. Human and climate impacts on the 21st century hydrological drought. Journal of Hydrology **526**: 208-220.

91 Marengo, J.A., Borma, L.S., Rodriguez, D.A., Pinho, P., Soares, W.R, et al. 2013. Recent extremes of drought and flooding in Amazonia: Vulnerabilities and human adaptation. American Journal of Climate Change **2**: 87-96.

92 World Bank. 2016. The Cost of Fire. An economic analysis of Indonesia's 2015 fire crisis. World Bank, Washingon, DC.

93 Koplitz,S.N., Mickley, L.J., Marlier, M.E., Buonocore, J.J., Kim, P.S., et al. 2016. Public health impacts of the severe haze in Equatorial Asia in September–October 2015: Demonstration of a new framework for informing fire management strategies to reduce downwind smoke exposure. Environmental Research Letters **11** (9): doi:10.1088/1748-9326/11/9/094023.

94 van Dijk, A.I.J.M., Beck, H.E., Crosbie, R.S., de Jeu, R.A.M., Liu, Y.Y., et al. 2013. The Millennium Drought in southeast Australia (2001–2009): Natural and human causes and implications for water resources, ecosystems, economy, and society. Water Resources Research **49**: 1040-1057.

95 Wilhite, D.A. and Glantz, M.H. 1985. Understanding the drought phenomenon: The role of definitions. Water International **10** (3):111-120.

96 Carrão, H., Naumann, G., and Barbosa, P. 2016. Mapping global patterns of drought risk: An empirical framework based on sub-national estimates of hazard, exposure and vulnerability. Global Environmental Change **39**: 108-124.

97 World Commission on Dams. 2000. Dams and Development: A new framework for decision-making. Earthscan, London.

98 Pearce, F. 1992. The Dammed: Rivers, dams and the coming water crisis. The Bodley Head, London.

99 Zarfl, C., Lumsdon, A.E., Berlekamp, J., Tydecks, L., and Tockner, K. 2014. A global boom in hydropower dam construction. Aquatic Sciences 77 (1): 161-170.

100 Wetlands International, 2016. New Irrigation Plans Threaten Flood Production Inner Niger Delta. Wetlands International news release. September 21, 2016. https://www.wetlands.org/news/new-irrigation-plans-threaten-food-production-inner-niger-delta/

101 Macedo, M.N., Coe, M.T., DeFries, R., Uriarte, M., Brando, P.M., et al. 2013. Land-use-driven stream warming in southeastern Amazonia. Philosophical Transactions of the Royal Society London B **368**: 20120153.

102 Pearce, F. 1992. Op. cit.

103 Douglas, E.M., Wood, S., Sebastian, K., Vörösmarty, C.V., Chomitz, K.M, et al. 2007. Policy implications of a pan-tropic assessment of the simultaneous hydrological and biodiversity impacts of deforestation. Water Resources Management **21**: 211-232.

104 Guérin, F., Abril, G. Richard G., Burban B., Reynouard C., et al. 2006. Methane and carbon dioxide emissions from tropical reservoirs: Significance of downstream rivers. Hydrology and Land Surface Studies. Geophysical Research Letters **33** (21): doi:10.1029/2006GL027929.

105 Charity, S., Dudley, N., Oliveira, D., and Stolton, S. 2016. Living Amazon Report 2016. WWF Living Amazon Initiative, Brasilia, Brazil.

106 Tundisi, J.G., Goldemberg, J. Matsumura-Tundisi, T., and A.C.F. Saraiva. 2014. How many more dams in the Amazon? Energy Policy 74: 703-708.

107 Canas, C.M. and Pine, W.E. 2011. Documentation of the temporal and spatial patterns of Pimelodidae catfish spawning and larvae dispersion in the Madre de Dios (Peru): Insights for conservation in the Andean-Amazon headwaters. River Research and Applications **27**: 602-611.

108 Castello, L. and Macedo, M.N. 2015. Large-scale degradation of Amazonian freshwater ecosystems. Global Change Biology **22** (3): 990-1007.

109 Castello, L., McGrath, D.G., Hess, L.L., Coe, M.T., Lefebvre, P.A., et al. 2013. The vulnerability of Amazon freshwater ecosystems. Conservation Letters **6** (4): 217-229.

110 Macedo, M. and Castello, L. 2015. State of the Amazon: Freshwater Connectivity and Ecosystem Health. WWF Living Amazon Initiative, Brasília, Brazil.

111 Castello, L., et al. 2013. Op. cit.

112 Bernard, E., Penna, L.A.O., and E. Araújo. 2014. Downgrading, downsizing, degazettement, and reclassification of protected areas in Brazil. Conservation Biology **28** (2): 1523-1739.

113 Macedo, M. and Castello, L. 2015. Op. cit.

114 http://wwf.panda.org/wwf_news/?264030/Large-scale-degradation-of-Amazonian-freshwater-ecosystems

115 Finer, M. and Jenkins, C.N. 2012. Proliferation of hydroelectric dams in the Andean Amazon and implications for Andes-Amazon connectivity. PLoS ONE **7**: e35126.

116 Claudia M., Stickler, C.M., Coe, M.T., Costa, M.H., Nepstad, D.C., et al. 2013. Dependence of hydropower energy generation on forests in the Amazon Basin at local and regional scales, Proceedings of the National Academy of Sciences **110** (23): 9601-9606.

117 Macedo, M. and Castello, L. 2015. Op. cit.

118 Scanlon, B.R., Jolly, I., Sophocleous, M., and Zhang, L. 2007. Global impacts of conversions from natural to agricultural ecosystems on water resources: Quantity versus quality. Water Resources Research **43** (3) doi:10.1029/2006WR005486.

119 Scanlon, et al. 2007. Op. cit.

120 Umali, D. L. 1993. Irrigation-induced Salinity: A growing problem for development and the environment**.** World Bank Technical Paper number 215. Washington, DC.

121 Pitman, M.G. and Läuchli, A. 2002. Global impact of salinity and agricultural ecosystems. In: Läuchli, A. and Lüttge, U. (eds.) Salinity: Environment – Plants – Molecules. Kluwer Academic Publishers, pp. 3-20.

122 Schwabe, K.A., Kan, I., and Knapp, K.C. 2006. Drainwater management for salinity mitigation in irrigated agriculture. American Journal of Agricultural Economics **88**: 133-149.

123 Umali, D. L. 1993. Op. cit.

124 Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minayeva, T., et al. (eds.) 2008. Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change. Main report. Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International, Wageningen.

125 Born, v. d., G.J., Kragt, F., Henkens, D., Rijken, B., Bemmel, van, B., et al. 2016. Dalende bodems, stijgende kosten. Den Haag.

126 Hooijer, A., Page, S., Canadell, J. G., Silvius, M., Kwadijk, J., et al. 2010. Current and future CO2 emissions from drained peatlands in Southeast Asia. Biogeosciences **7**: 1505-1514.

127 Hooijer, A., Page, S., Jauhiainen, J., Lee, W.A., Lu, X.X., et al. 2012. Subsidence and carbon loss in drained tropical peatlands. Biogeosciences **9**: 1053-1071.

128 Hooijer, A., Verminnnen, R., Mawdsley, N., Page, S., Mulyadi, D., et al. 2015. Assessment of impacts of plantation drainage on the Kampar Peninsula peatland, Riau. Deltares report 1207384 to Wetlands International, CCLUA and Norad.

129 Douglas, E.M., et al. 2007. Op. cit.

130 Pagiola, S. 1999. The Global Environmental Benefits of Land Degradation Control on Agricultural Land. World Bank Environment Paper Number 16. The World Bank, Washington, DC.

131 Ramsar Secretariat. 2002. Climate change and wetlands: Impacts, adaptation and mitigation. COP8 Information Paper, DOC 11.

132 Bridgham, S.D., Megonigal, J.P., Keller, J.K., Bliss, N.B., and Trettin, C. 2006. The carbon balance of North American wetlands. Wetlands **26**: 889-916.

133 Mcleod, E., Chmura, G.L., Bouillon, S., Salm, R., Björk, M., et al. 2011. A blueprint for blue carbon: Toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO_2. Frontiers in Ecology and the Environment **9**: 552-560.

134 Nahlik, A.M. and Fennessey, M.S. 2016. Carbon storage in US wetlands. Nature Communications. DOI: 10.1038/ncomms13835.

135 Turetsky, M.R., Benscoter, B., Page, S., Rein, G., van der Werf, G.R., et al. 2015. Global vulnerability of peatlands to fire and carbon loss. Nature Geoscience **8**: Pages:11-14 Year published:. DOI:doi:10.1038/ngeo2325

136 Mitra, S., Wassmann, R., and Vlek, P.L.G. 2005. An appraisal of global wetland area and its organic carbon stock. Current Science **88** (1): 25-35.

137 Ramsar Secretariat, Ramsar Scientific & Technical Review Panel and Biodiversity Convention Secretariat 2007. Water, wetlands, biodiversity and climate change: Report on outcomes of an expert meeting, March 23-24, 2007, Gland, Switzerland.

138 Mitra, S., Wassmann, R., and Vlek, P.L.G. 2005. An appraisal of global wetland area and its organic carbon stock. Current Science **88**: 25-35.

139 Parish, F., et al. (eds.) 2007. Op. cit.

140 Pena, N. 2008. Including peatlands in post-2012 climate agreements: Options and rationales. Report commissioned by Wetlands International from Joanneum Research, Austria.

141 Sabine, C.L., Heimann, M., Artaxo, P., Bakker, D.C.E., Chen, C.T.A., et al. 2004. Current status and past trends of the global carbon cycle. In: Field, C.B. and Raupach, M.R. (eds.) The Global Carbon Cycle: Integrating Humans, Climate and the Natural World. Island Press, Washington, D.C., USA, pp. 17-44.

142 Verwer, C., van der Meer, P., and Nabuurs, G. 2008. Review of carbon flux estimates and other greenhouse gas emissions from oil palm cultivation on tropical peatlands – identifying gaps in knowledge, Alterra report 1741. Alterra, Wageningen, Netherlands.

143 Trumper, K., Bertzky, M., Dickson, B., van der Heijden, G., Jenkins, M., et al. 2009. The Natural Fix? The role of ecosystems in climate mitigation, A UNEP rapid response assessment, United Nations Environment Programme, UNEP WCMC, Cambridge, UK.

144 Hooijer, A., Silvius, M., Wösten, H., and Page, S. 2006. PEAT-CO2, Assessment of CO_2 emissions from drained peatlands in SE Asia. Delft Hydraulics report Q3943.

145 Callaghan, T.V., Björn, L.O., Chapin III, F.S., Chernov, Y., Christensen, T.R., et al. 2005. Arctic Tundra and Polar Desert Ecosystems. In ACIA, Arctic Climate Impact Assessment, Cambridge University Press, Cambridge UK.

146 Hansen, J., Sato, M., Kharecha, P., Russell, G., Lea, D.W., et al. 2007. Climate change and trace gases, Philosophical Transactions of the Royal Society **365**: 1925-1954.

147 Erwin, K. 2009. Wetlands and global climate change: The role of wetland restoration in a changing world. Wetlands Ecology and Management **17**: 71-84.

148 Farrell, C. and Doyle, G. 2003. Rehabilitation of industrial cutaway Atlantic blanket bog in County Mayo, North-West Ireland. Wetlands Ecology and Management **11**: 21. doi:10.1023/A:1022097203946.

149 Wetlands International 2008. Advice to UNFCCC Parties for COP14 and associated meetings, December 2008, Wetlands International, Wageningen, Netherlands.

150 http://thebluecarboninitiative.org/ accessed February 17, 2017.

151 Mauerhofer, V. 2011. A bottom-up 'Convention-Check' to improve top-down global protected area governance. Land Use Policy **28**: 877-886.

152 Davidson, N. 2014. How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. Marine and Freshwater Research **65**: 934-941.

153 Revenga, C. and Yura, K. 2003. Status and Trends of Biodiversity of Inland Water Ecosystems. Technical Series number 11. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal.

154 Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Wetlands and Water Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC.

155 Dixon, M.J.R., Loh, J., Davidson, N.C., Beltrame, C., Freeman, R., et al. 2016. Tracking global change in ecosystem area: The Wetland Extent Trends Index. Biological Conservation **193**: 27-35.

156 Ramsar Convention Secretariat. 2016. An Introduction to the Ramsar Convention on Wetlands, 7th edition. (previously The Ramsar Convention Manual). Gland, Switzerland.

157 Garcia-Moreno, J., Harrison, I., Dudgeon, D., Clausnitzer, V., Darwall, W., et al. 2014. Sustaining freshwater biodiversity in the Anthropocene. In: Bogardi, J., Bhadurim, A., Leentvaar, J. and Marx, S. (eds.) The Global Water System in the Anthropocene: Challenges for Science and Governance. Springer, Switzerland, pp. 247-270.

158 Strayer, D.L. and Dudgeon, D. 2010. Freshwater biodiversity conservation: recent progress and future challenges. Journal of the North American Benthological Society **29**: 344-358.

159 Collen, B., Whitton, F., Dyer, E.E., Baillie, J.E.M., Cumberlidge, N., et al. 2014. Global patterns of freshwater species diversity, threat and endemism. Global Ecology and Biogeography **23**: 40-51.

160 Stuart, S.N, Hoffman, J.S., Chanson N.A., Cox, et al. 2008. Threatened Amphibians of the World. Lynx Editions, Barcelona.

161 Barthem, R. and Goulding, M. 1997. The catfish connection: Ecology, migration and conservation of Amazon predators. Columbia University Press, New York.

162 Finer, M. and Jenkins, C.N. 2012. Op. cit.

163 Petrere, M. Jr., Borges Barthem, R., Agudelo Córdoba, E., and Corrales Gómez, B. 2004. Review of the large catfish fisheries in the upper Amazon and the stock depletion of piraíba (Brachyplatystoma filamentosum Lichtenstein). Reviews in Fish Biology and Fisheries **14**: 403-414.

164 Castello, L., McGrath, D.G., Hess, L.L., Coe, M.T., Lefebvre, P.A., et al. 2013. The vulnerability of Amazon freshwater ecosystems. Conservation Letters 6: 217-229.

165 Revenga, C., Murray, S., Abramovitz, J., and Hammond, A. 1998. Watersheds of the World: Ecological Value and Vulnerability. World Resources Institute, Washington, DC.

166 Darwall, W., Smith, K., Allen, D., Seddon, M., Mc Gregor Reid, G., et al. 2008. Freshwater biodiversity – a hidden resource under threat. In: Vié, J.-C., Hilton-Taylor, C., and Stuart, S.N. (eds.) The 2008 Review of the IUCN Red List of Threatened Species. IUCN, Gland, Switzerland.

167 Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and Human Well-being: Wetlands and Water Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC.

168 Modified from De Groot, R.S., Stuip, M.A.M., Finlayson, C.M., and Davidson, N. 2006. Valuing wetlands: Guidance for valuing the benefits derived from wetland ecosystem services, Ramsar Technical Report No. 3/CBD Technical Series No. 27. Ramsar and the CBD, Gland, Switzerland and Montreal, Canada.

194 Llamas, J. 1987. Risk of drought and future water requirements on a regional scale. International Journal of Water Resources Development **3**: 260-265.

195 Micklin, P. 2016. Op. cit.

196 Gao, H., Bohn, T.H., Podest, E., McDonald, K.C., and Lettenmaier, D.P. 2011. On the causes of the shrinking of Lake Chad. Environmental Research Letters **6** (3).

197 Huxley, J. 1943. TVA: Adventure in Planning. The Architectural Press, London.

198 Duda, A.M., Menzies, S., Severin, C., Hume, A., Sundstrom, K.R., et al. 2012. Contributing to Global Security: GEF Action on Water, Environment, and Livelihoods. Global Environment Facility, Washington, DC.

199 WWF. 2013. Soy and Biodiversity Loss: Expanding markets, declining ecosystems and what we can do about it. WWF International, Gland, Switzerland.

200 FAO. 2007. Future Expansion of Soybean 2005-2014. FAO Regional Office for Latin America and the Caribbean, Rome, Italy.

201 Bruinsma, J. 2009. The resource outlook to 2050: By how much do land, water and crop yields need to increase by 2050? Paper presented at the FAO Expert Meeting, June 24-26, 2009, Rome on ‹How to Feed the World in 2050.› Food and Agriculture Organization of the United Nations, Economic and Social Development Department, Rome, Italy.

202 Hoekstra, A.Y. and Chapagain, A.K. 2006. Op. cit.

203 Bäse, F., Elsenbeer, H., Neill, C., and Krusche, A.V. 2012. Differences in throughfall and net precipitation between soybean and transitional tropical forest in the southern Amazon, Brazil. Agriculture, Ecosystems and Environment **159**: 19-28.

204 Pengue, W. 2005. Transgenic crops in Argentina: The ecological and social debt. Bulletin of Science, Technology and Society **25**: 314-322.

205 Gheewala, S.H., Silalertruksa, T., Nilsalab, P., Mungkung, R., Perret, S.R., et al. 2014. Water footprint and impact of water consumption for food, feed, fuel crops production in Thailand. Water **6** (6): 1698-1718.

206 Biancalani R. and Avagyan, A. 2014. Op. cit.

207 Mehta, L., Veldwisch, G.J., and Franco, J. 2012. Introduction to the Special Issue: Water grabbing? Focus on the (re) appropriation of finite water resources. Water Alternatives **5** (2): 193-207.

208 Carr, J.A., D'Odorco, P., Laio, F., and Ridolfi, L. 2013. Recent history and geography of virtual water trade. PLoS One **8** (2): e55825.

209 Barlow, M. and Clarke, T. 2002. Blue Gold: The battle against corporate theft of the world's water. Earthscan, London.

210 De Sherbinin, A. and Dompka, V. (eds.) 1998. Water and Population Dynamics: Case studies and policy implications. American Association for the Advancement of Science, New York.

211 United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2015. Op. cit.

212 Satterthwaite, D. 2014. Cities of more than 500,000 people, Visualisation. International Institute for Environment and Development, London. http://www.iied.org/cities-interactive-data-visual

213 Currie, E.L.S., Fernández, J.F., Kim, J. and Kaviti Musango, J. 2015. Towards urban resource flow estimates in data scarce environments: The case of African cities. Journal of Environmental Protection **6**: 1066-1083.

214 Information from the Ramsar Secretariat.

215 http://www.monavalevlei.com/, accessed February 1, 2015.

216 Gosling, S.N. and Arnell, N.W. 2016. A global assessment of the impact of climate change on water scarcity. Climatic Change **134**: 371. doi:10.1007/s10584-013-0853-x.

217 IPCC. 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability.

218 Gleik, P. 2003. Global freshwater resources: Soft path solutions for the 21st century, Science **302**: 1524-1528.

219 Hoff, H. 2011. Understanding the Nexus. Background Paper for the Bonn 2011 Conference: The Water, Energy and Food Security Nexus. Stockholm Environment Institute, Stockholm.

220 Van Beek, E. and Lincklaen Arriens, W. 2014. Water Security: Putting the concept into practice. TEC Background Papers number 20. Global Water Partnership, Stockholm.

221 Grigg, N.S. 2008. Integrated water resources management: Balancing views and improving practice. Water International **33** (3): 279-292. DOI:10.1080/02508060802272820.

222 Schaible, G.D. and Aillery, M.P. 2012. Water Conservation in Irrigated Agriculture: Trends and Challenges in the Face of Emerging Demands, EIB-99, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service.

223 Brauman, K.A., Siebert, S., and Foley, J.A. 2013. Improvements in crop water productivity increase water sustainability and food security – a global analysis. Environmental Research Letters **8**: doi:10.1088/1748-9326/8/2/024030.

243 Bossio, D., Geheb, K., and Critchley, W. 2010. Managing water by managing land: Addressing land degradation to improve water productivity and rural livelihoods. Agricultural Water Management **97**: 536-542.

244 Noguiera, D. 2008. http://genderandwater.org/en/gwa-products/knowledge-on-gender-and-water/articles-in-source-bulletin/brazil-rainwater-harvesting-in-semi-arid-region-helps-women-1/brazil-rainwater-harvesting-in-semi-arid-region-helps-women.

245 Song, X., Ravesteijn, W., Frostell, B., and Wennersten, R. 2010. Managing water resources for sustainable development: The case of integrated river basin management in China. Water Science and Technology, **61**: 499-506.

246 Tortajada, C. 2014. Water infrastructure as an essential element for human development. International Journal for Water Resources Development **30** (1): 8-19.

247 Krchnak, K.M., Smith, D.M., and Deutz, A. 2011. Investing in Natural Infrastructure to advance water-energy-food security. IUCN and The Nature Conservancy, Gland, Switzerland and Washington, DC.

248 Benedict, M.A. and McMahon, E.T. 2006. Green Infrastructure: Smart cities for the 21st century. Sprawl Watch Clearinghouse Monograph Series. The Conservation Foundation, Washington, DC.

249 Gartner, T., Mulligan, J., Schmidt, R., and Gunn, J. 2013. Natural Infrastructure: Investing in forested landscapes for source water protection in the United States. World Resources Institute, Washington, DC.

250 Vörösmarty, C.J., McIntyre, P.B., Gessner, M.O., Dudgeon, D., Prusevich, A., et al. 2010. Global threats to human water security and river biodiversity. Nature **467**: Pages:

555-561.

251 Aylward, B. 2000. Economic Analysis of Land-use Change in a Watershed Context presented at a UNESCO Symposium on Forest-Water-People in the Humid Tropics, Kuala Lumpur, Malaysia, July 31 –August 4, 2000.

252 Bruijnzeel, L.A. and Hamilton, L.S. 2000. Decision Time for Cloud Forests, IHP Humid Tropics Programme Series no. 13, IHP-UNESCO, Paris.

253 Turner, R.K., Georgiou, S., and Fisher, B. (eds.) 2008. Valuing Ecosystem Services: The case of multifunctional wetlands, Earthscan, Oxford.

254 Naughton-Treves, L., Buck Holland, M., and Brandon, K. 2005. The role of protected areas in conserving biodiversity and sustaining local livelihoods. Annual Review of Environmental Resources **30**: 219-252.

255 Abell, R., Allan, J.D., and Lehner, B. 2007. Unlocking the potential of protected areas for freshwaters. Biological Conservation **134**: 48-63.

256 Juffe-Bignoli, D., Harrison, I., Butchart, S.H.M., Flitcroft, R., Hermoso, V., et al. 2016. Achieving Aichi Biodiversity Target 11 to improve the performance of protected areas and conserve freshwater biodiversity. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems **26** (Supplement 1): 133-151.

257 Saunders, D.L., Meeuwig, J.J., and Vincent, A.C.J. 2002. Freshwater protected areas: Strategies for conservation. Conservation Biology **16** (1): 30-41.

258 World Bank. 2010. Convenient Solutions to an Inconvenient Truth: Ecosystem-based approaches to climate change, The World Bank, Washington, DC.

259 Collins, B.R. and Russell, E.W.B. (eds.) 1988. Protecting the New Jersey Pinelands: A New Direction in Land Use Management, New Brunswick and London: Rutgers University Press.

260 Peel M., Watson, F., Vertessy, R., Lau, A., Watson, I., et al. 2000. Predicting the Water Yield Impacts of Forest Disturbance in the Maroondah and Thomson Catchments using the Macaque Model Technical Report, Report 00/14, December 2000, Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology and Melbourne Water, Australia.

261 Gorenflo, L.J. and Warner, D.B. 2016. Integrating biodiversity conservation and water development: In search of long-term solutions. WIRES Water **3** (3): 301-311.

262 Dudley, N., Buyck, C., Furuta, N., Pedrot, C., Renaud, F., et al. 2015. Protected Areas as Tools for Disaster Risk Reduction. A handbook for practitioners. IUCN and Ministry of Environment Japan, Gland, Switzerland and Tokyo.

263 Joosten, H., Tapio-Biström, M.L., and Tol, S. (eds.) 2012. Peatlands – guidance for climate change mitigation through conservation, rehabilitation and sustainable use: Second edition. FAO and Wetlands International, Rome.

264 Dudley, N. and Stolton, S. 2003. Op. cit.

265 Reid, W.V. 2001. Capturing the value of ecosystem services to protect biodiversity. In: Chichilenisky, G., Daily, G.C., Ehrlich, P., Heal, G., and Miller, J.S. (eds.) Managing human-dominated ecosystems. Monographs in Systematic Botany 84, Missouri Botanical Garden Press, St Louis.

266 Stolton, S. and Dudley, N. (eds.) 2010. Arguments for Protected Areas. Earthscan, London.

267 Johnson, N., White, A., and Perrot-Maître, D. 2002. Developing markets for water services from forests: Issues and lessons for innovators. Forest Trends, USA.

268 Dudley, N. and Stolton, S. 2003. Op. cit.

269 Hamilton, L. 2008. Forests and water, FAO Forestry paper 155. FAO, Rome.

270 Stavins, R.N. 2002. Experience with market-based environmental policy instruments, Nota di Lavoro, Fondazione Eni Enrico Mattei, No. 52.2002.

271 McDonald, R.I. and Shemie, D. 2014. Urban Water Blueprint: Mapping conservation solutions to the global water challenge. The Nature Conservancy, Washington, DC.

272 Addy, S., Cooksley, S., Dodd, N., Waylen, K., Stockan, J., et al. 2016. River Restoration and Biodiversity: Nature-Based Solutions for Restoring the Rivers of the UK and Republic of Ireland. IUCN National Committee for the UK.

273 van Wesenbeeck, B.K., Balke T., van Eijk P., Tonneijck, F., Siry, H.Y., et al. 2015. Aquaculture induced erosion of tropical coastlines throws coastal communities back into poverty. Ocean and Coastal Management **116**: 466-469.

274 Information from a protected area management effectiveness tracking tool assessment, carried out for the Zoological Society of London, September 2015.

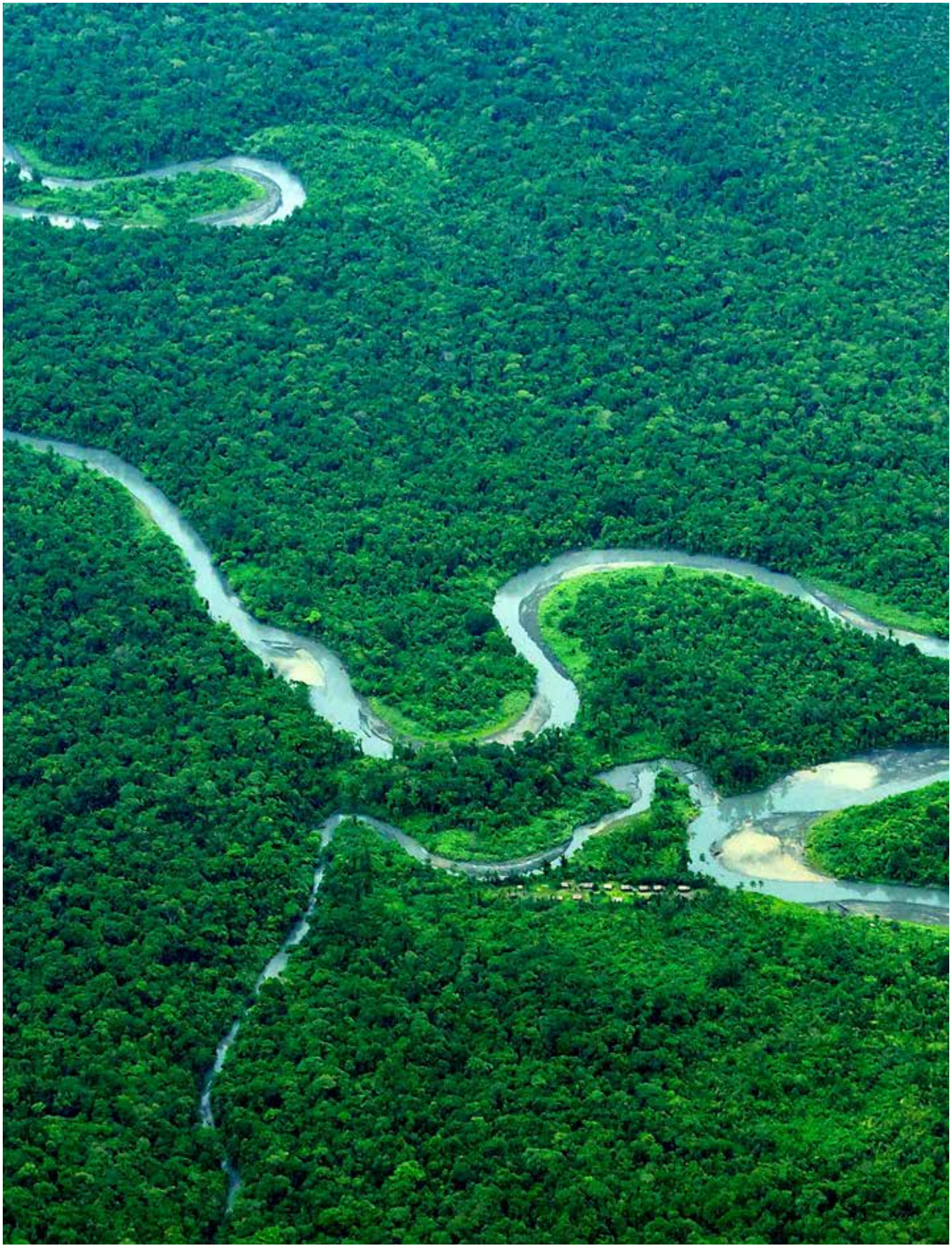
275 Saurí, D. 2013. Water conservation: Theory and evidence in urban areas of the developed world. Annual Review of Environment and Resources **38**: 227-248.

276 Saurí, D. 2013. Op. cit.

277 Government on water scarcity and drought 2015. South African Government. http://www.gov.za/speeches/government-water-scarcity-and-drought-13-nov-2015-0000

278 Hassan R. and Crafford J. 2006. Environmental and economic accounts for water in South Africa. Edward Elgar Publishing, UK. 114-168.

279 McKinney, D., Cai, X., Rosegrant, M., Ringler, C., and Scott, C. 1999. Modelling water resources management at the basin level: Review and future directions. International Water Management Institute, Sri Lanka.



© Мохаммад Эдлиади (Mokhammad Edliadi) (CIFOR)

ГЛАВА 9

БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ПОЧВА

По мере роста численности населения и уровня потребления естественные экосистемы заменяются сельскохозяйственными, энергетическими и горнодобывающими объектами, а также населенными пунктами. Неэффективное управление земельными ресурсами приводит к повсеместной потере биологического разнообразия почв и отрицательно сказывается на системах производства продуктов питания во всем мире. Экосистемы разрушаются под натиском опустынивания, потери лугопастбищных угодий, осушения болот и разрушения водных потоков; все это приводит к кризису биологического разнообразия и самым быстрым темпам вымирания в истории человечества.

При этом мы зависим от жизнеспособных почв и биологического разнообразия, обеспечивающих функционирование экосистем и поддерживающих природный капитал, основанный на продуктивных землях. Угрозы растут, а это требует принятия скоординированных и эффективных ответных мер. Чтобы обеспечить будущее планеты, в котором сохранятся жизнь и разнообразие, необходимо сочетание природоохранных мероприятий, устойчивого управления и (при необходимости) восстановления.

© Джон А. Келли (John A. Kelley)/Служба сохранения природных ресурсов Министерства сельского хозяйства США.

ВВЕДЕНИЕ

Термин «биологическое разнообразие» относится к общему разнообразию форм жизни — экосистем, видов и внутривидовых вариаций.[1] Критическое значение биологического разнообразия подчеркивается фактом существования Конвенции о биологическом разнообразии (КБР), подписанной в 1992 году. Но несмотря на природоохранные мероприятия, проводимые во всем мире, биологическое разнообразие выше и ниже земной поверхности продолжает сокращаться, угрожая базе земельных ресурсов планеты и обеспечиваемым ею услугам для человечества. Отчетливо выражены пять основных тенденций:

- **деградация почвы и ее биологического разнообразия**, ставящая под угрозу производство пищевых продуктов и другие важнейшие экосистемные услуги;
- **обезлесивание и деградация лесов**, особенно в тропиках;
- **потеря естественных лугопастбищных угодий** и их трансформация в подверженные эрозии экосистемы с низким видовым разнообразием;
- **исчезновение водно-болотных угодий**, являющееся причиной кризиса пресноводного биологического разнообразия;
- **массовое вымирание и** беспрецедентное исчезновение диких видов растений и животных.

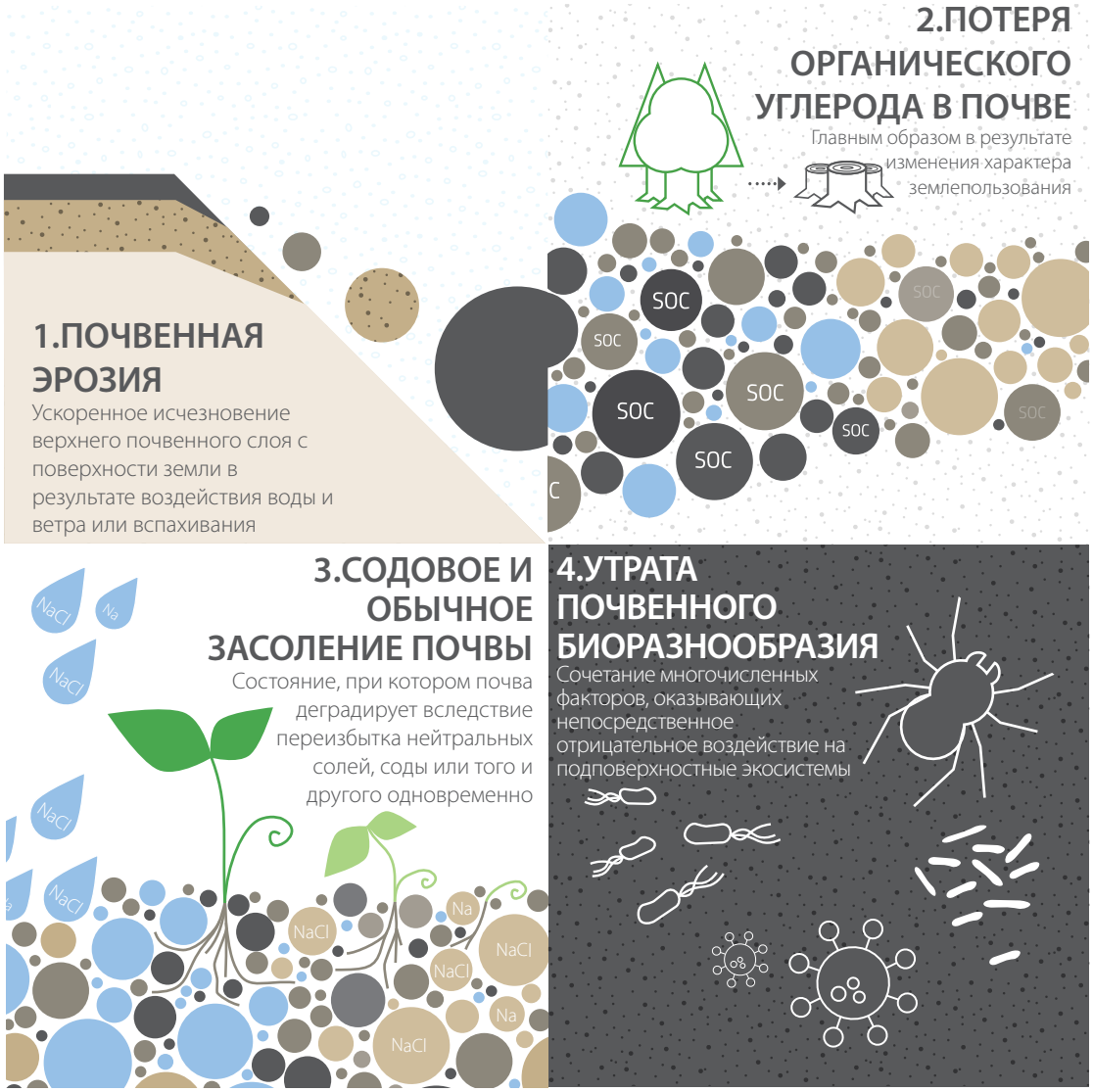
Многие из этих пугающих тенденций в целом хорошо известны. Так, в ЦУР 15.5 говорится: «*Принять безотлагательные и серьезные меры для уменьшения темпов деградации естественной среды обитания, прекращения процесса потери биологического разнообразия, а также к 2020 году обеспечить защиту и предотвратить исчезновение видов, которым грозит такая опасность*».

Почва составляет основу всех наземных экосистем, но состояние почвы и ее биологическое разнообразие часто практически игнорируются при проведении экологических оценок. Поскольку почва является важнейшей составляющей земельных ресурсов, в данной работе проблемам почвы уделяется особое внимание.

1. Деградация почвы и ее биологического разнообразия

Одним из аспектов биологического разнообразия, который часто отодвигается на второй план из-за особого акцента на легендарных и ярких видах, являются функциональность и безопасность почвенных экосистем. Во Всемирной хартии почв говорится: «*Почвы имеют фундаментальное значение для жизни на планете, но давление на почвенные ресурсы со стороны человека подходит к критическим пределам. Дальнейшая потеря продуктивности почв будет усиливать неустойчивость цен на продукты, в результате чего миллионы людей окажутся в нищете. Этой потери можно избежать. Продуманное управление почвами не только гарантирует стабильность сельскохозяйственного сектора, но и служит важным рычагом для регулирования климата, а также открывает возможности для обеспечения экосистемных услуг*».[2]

Связанные с почвами экосистемные услуги (которые могут включать, в частности, вклад в обеспечение продовольственной безопасности, сведение к минимуму последствий изменения климата, поглощение влаги и биомассу) существенно отличаются в зависимости от типа почв, причем одни почвы позволяют получить многочисленные преимущества, а другие



— крайне ограниченные.[3] При этом в настоящее время приблизительно одна пятая часть населения планеты живет и работает на деградированных сельскохозяйственных землях,[4] так что общины, правительства и корпорации[5] начинают осознавать крайнюю необходимость нового подхода для устойчивого управления почвами. Поддержание или (во многих случаях) восстановление функциональности почв в экосистемах, находящихся в стрессовом состоянии, потребует целенаправленных государственных политик.[6]

Функциональные почвы помогут обеспечить продовольственную безопасность, регулирование климата, качество воды и воздуха, а также широкий спектр биологического разнообразия выше и ниже поверхности земли; кроме того, они помогут предотвратить эрозию, опустынивание и оползни.[7] Термины «земля» и «почва» часто ошибочно используются как синонимы. Земля — это твердая поверхность планеты, часть которой находится под водой, а почва — это неконсолидированный минеральный или органический материал на непосредственной поверхности планеты, который служит естественной средой для роста наземных растений.[8] Изменения характера землепользования влияют на состояние почв, зачастую ухудшая его.

В отчете о *Состоянии мировых почвенных ресурсов* за 2015 г.[9] представлены основные угрозы для почвы. На общемировом уровне наиболее серьезными угрозами были названы эрозия почв, потеря органического углерода и дисбалансы питательных веществ. Несколько менее серьезными были сочтены содовое и обычное засоление почв, потеря почвенного биологического разнообразия, загрязнение почв, закисление и уплотнение, а также заболачивание, коркообразование и изъятие земли из пользования.[10]

Эрозия почвы: ускоренное удаление верхнего слоя почвы в результате воздействия воды, ветра или возделывания. Оценочные темпы формирования эрозии почв на пахотных землях или землях с интенсивным выпасом скота в 100 – 1000 раз превышают естественные темпы эрозии и существенно опережают темпы почвообразования.[11] Результирующие потери питательных веществ необходимо компенсировать внесением удобрений, что сопряжено с серьезными экономическими и экологическими издержками. К примеру, если в качестве ориентира использовать цены производителей сельскохозяйственной продукции на удобрения в США, то общемировая эрозия почв ежегодно обходится в 33 – 60

млрд. долларов США для введения азота и 77 – 140 млрд. долларов США для введения фосфора.[12]

Оценить общемировые издержки эрозии почв достаточно сложно, но ученые уже начали предупреждать о разворачивающемся кризисе. Вероятный диапазон общемировой водной эрозии почв составляет 20 – 30 Гт в год. Показатели ветровой эрозии являются весьма неопределенными, при этом площадь особенно уязвимых засушливых районов составляет 430 млн. га.[13] Оценки указывают на верхний предел мобилизации пыли в результате ветровой эрозии на пахотных землях, составляющий около 2 Гт в год.[14] Показатели эрозии на холмистых участках, используемых для выращивания сельскохозяйственных культур, в тропических и субтропических районах могут достигать 50 – 100 тонн на гектар в год, при этом среднемировое значение составляет 10 – 20 тонн на гектар в год. Лугопастбищные угодья не всегда оказываются более стабильными. Лугопастбищные угодья и пастбища в холмистых тропических и субтропических районах могут подвергаться эрозии в масштабах, схожих с масштабами на участках, используемых для выращивания сельскохозяйственных культур, в тропических районах, особенно в случае чрезмерного стравливания. Более того, водная эрозия почв вызывает ежегодный отток 23 – 42 Мт азота и 14,6 – 26,4 Мт фосфора от сельскохозяйственных земель,[15] при этом значительная часть этого оттока загрязняет пресноводные экосистемы.

Содержание органического углерода в почве: основным фактором, влияющим на уменьшение содержания органического углерода в почве на общемировом уровне, являются изменение характера землепользования и вытекающие из этого методы управления, в частности, замена тропических лесов землями, используемыми для выращивания сельскохозяйственных культур, и (в меньшей степени) пастбищами и плантациями,[16] а также преобразование тропических лугопастбищных угодий в земли, используемые для выращивания сельскохозяйственных культур, и плантации.[17] Выборочная вырубка оказывает меньшее влияние.[18] Это изменение растительного покрова является основным фактором, влияющим на изменение содержания органического углерода в почве с течением времени; дальнейшее воздействие оказывают температура и осадки.[19] Содержание органического углерода в почве увеличивается, если земли, которые использовались для

выращивания сельскохозяйственных культур, засаживаются лесами, вспахиваются под пар, покрываются зелеными удобрениями или трансформируются в лугопастбищные угодья;[20] относительно долговременное улавливание органического углерода почвой наблюдается при преобразовании земель, которые использовались для выращивания сельскохозяйственных культур, обратно в леса или лугопастбищные угодья в умеренном климате.[21] К другим вариантам улавливания углерода относятся земледелие с беспахотной обработкой почвы или неглубокой вспашкой, добавление биоугля или земли, обработанной червями (увеличение содержания неподатливых материалов), а также использование многолетних культур. Содержание органического углерода в почве — это динамичный показатель, так что различные практики управления земельными ресурсами могут превратить почву как в чистый улавливатель углерода, так и в источник выброса парниковых газов.[22]

Опустынивание является основной причиной потери почвенного углерода, при этом в тропиках последствия в среднем в два раза выше, чем в регионах с умеренным климатом.[23] Методы управления земельными ресурсами, включая вспашку, являются вторым важнейшим фактором, влияющим на уменьшение содержания органического углерода в почве; региональные оценки в Африке, Азии и некоторых частях Тихоокеанского региона показали, что сокращение периодов вспахивания земель под пар и использование несовместимых биологических добавок (например, применение навоза в качестве биотоплива или сжигание пожнивных остатков для контроля передающихся через почву болезнетворных организмов)[24] являются основными причинами уменьшения содержания органического углерода в почве. Пожары, особенно неконтролируемые, также приводят к сокращению содержания углерода и азота в почве.[25] Торфяники — это почвенные экосистемы, которые выделяют особенно большое количество углерода при осушении;[26] во всем мире площадь осушенных торфяников, занятых под выращивание сельскохозяйственных культур и лугопастбищные угодья, составляет 250 000 км^2,[27] а под леса — 500 000 км^2.[28]

Баланс питательных веществ в почве: чистая прибыль или убыток питательных веществ в почвенной зоне, доступной корням растений. Флора и фауна почвы играют ключевую роль в определении баланса питательных веществ за счет фиксации азота, подъема минералов и других процессов. Отрицательный баланс питательных веществ указывает на чистые потери и, следовательно, снижение плодородности почвы, в то время как положительный баланс питательных веществ указывает на чистую прибыль, а также на то, что одно или несколько растительных питательных веществ попадают в почвенную систему быстрее, чем удаляются. Положительный баланс питательных веществ также позволяют сделать вывод о неэффективном использовании природных ресурсов (энергии и конечных ресурсов, таких как фосфор и калий), что приводит к утечкам, способствующим изменению климата, а также к сокращению качества поверхности и ресурсов подземных вод. Что касается общемирового уровня, то баланс питательных веществ в почве для азота и фосфора является положительным на всех континентах, кроме Антарктиды, и прогнозируется, что он будет оставаться стабильным или (в худшем случае) увеличится на 50% к 2050 году.[29] На региональном и местном уровнях наблюдается противоположная ситуация, особенно в некоторых частях Африки, Азии и Южной Америки: питательные вещества присутствуют в почве в недостаточном количестве, в результате чего отрицательный баланс ограничивает рост растений.[30]

Содовое и обычное засоление почв: состояние, при котором почвы деградируют в результате избыточного количества нейтральных солей, соды или того и другого одновременно. Чрезмерное засоление почвы может нанести ущерб растениям в результате изменения их способности поглощать воду или прямого токсического воздействия. Накопление солей в почве происходит в том случае, если их впитывание из восходящих соленых подземных вод, осадков или орошения происходит быстрее их удаления из системы. К естественным причинам относятся выветривание исходного почвенного материала, вторжение соленой воды и влажное или сухое осаждение солей океанов. Антропогенные причины включают в себя использование сильно минерализованной или натриевой поливной воды, неудовлетворительное управление солями и натрием в почвах, а также меры, позволяющие грунтовым водам подниматься близко к поверхности почвы, такие как недостаточное осушение почвы и замена глубокоукореняющейся растительности на растения с поверхностной корневой системой. Общая площадь засоленных почв составляет 955 млн. га, в то время как вторично засоленные почвы занимают примерно 77 млн. га, причем 58% из них приходится на орошаемые площади.[31] Согласно оценкам, на 20% орошаемых пахотных земель приходится снижение урожайности вследствие засоленности почвы, что приводит к экономическим потерям в размере 27,3 млрд. долл. США.[32]

Сокращение биологического разнообразия почв: множественные факторы в совокупности или по отдельности влияют непосредственно на поверхностные экосистемы, «чтобы» воздействовать напрямую на поверхностные экосистемы. Сокращение биологического разнообразия почв влияет не только на их плодородие, но и нарушает многочисленные функции экосистемы, включая скорость разложения, удержание питательных веществ, структурное развитие почв и кругооборот питательных веществ.[33] Эти функции необходимы для поддержания чистоты воды, контроля вредителей и патогенов, сохранения плодородия почв и производства продукции растениеводства, а также смягчения последствий изменения климата. Таким образом, решение вопроса сокращения биологического разнообразия почвы является ключевым шагом в формировании здоровых почв.

Почвенные сообщества весьма разнообразны, содержат миллионы видов и несколько миллиардов индивидов в пределах одной экосистемы,[34] включая высокие уровни эндемизма.[35] Почвы содержат значительную часть мирового биологического разнообразия.[36] Безусловно, наиболее многочисленными и разнообразными группами организмов являются почвенные бактерии и грибы, которые играют жизненно важную роль в разложении органического вещества почвы, связывают почвенные агрегаты, тем самым предотвращая эрозию, и позволяют эффективно осуществлять дренирование, аэрацию и удержание воды. Почвенная фауна также состоит из простейших организмов (амеб, жгутиковых, инфузорий), нематод (питающихся корнями микробов или нематод), клещей, виллохвосток, энхитреидов и дождевых червей. Вместе эти организмы образуют пищевые сети, которые служат движущей силой процессов экосистемы почвы, таких как кругооборот питательных веществ и секвестрация углерода, и являются основными элементами глобального кругооборота материи, энергии и питательных веществ.[37] Пищевые сети почв также играют ключевую роль в доставке экосистемных услуг, что помогает сохранять урожайность сельскохозяйственных культур[38] и биологическое разнообразие.[39] (см. Таблицу 9.1)

Таблица 9.1. Флора и фауна в почвах

Биота почвы	Примеры	Функции
Фауна	Земляные черви	Основные редуценты отмершего и разлагающегося органического вещества, которые питаются бактериями и грибами, что обеспечивает рециркуляцию питательных веществ Ежегодно оставляют тонны экскрементов, улучшая структуру почвы Стимулируют микробную деятельность Смешивают и агрегируют почву Увеличивают инфильтрацию Создают каналы для роста корней и среды обитания для других организмов Попадание видов земляных червей из Европы и Азии в северную часть США (где были ледники) привели к потере слоя подстилки лесной почвы, что ставит под угрозу будущее восстановление лесов.[40]
	Нематоды	Питаются микробами, контролируя болезни, и перерабатывают питательные вещества Способствуют рассеиванию микробов Всеядные существа или растительные паразиты, питающиеся корнями растений[41]
	Членистоногие (например, коллемболы, жуки)	Измельчают органические вещества Стимулируют микробную деятельность Улучшают агрегацию почвы Улучшают инфильтрацию воды Контролируют вредителей
	Простейшие	Минерализуют питательные вещества, нападая на бактерии, грибы и почвенную фауну, обеспечивая растения и другие почвенные организмы минеральными питательными веществами, таким образом способствуя переработке питательных веществ Стимулируют образование боковых корней, продуцируя аналоги ауксина[42]
Флора	Грибы	Кругооборот питательных веществ путем разложения органических веществ Перераспределение питательных веществ между растениями через гифы грибов (микоризные грибы) Динамика вод Подавление болезней Улучшают агрегацию почв Разлагают органические вещества, вырабатывают органический углерод в почве и улучшают структуру почв
	Бактерии	Разрушают и потребляют органические вещества почв Часть энергии и питательных веществ поступает через пищевую сеть почв Разлагают и разрушают пестициды и загрязняющие вещества Улучшают агрегацию почв Преобразуют азот из реактивной формы в инертную
	Актинобактерии	Разрушают неразлагаемые соединения

Загрязнение почвы: неправильное использование средств производства в сельском хозяйстве, остатков горнодобывающих производств, ископаемого топлива и других загрязняющих веществ может приводить к образованию опасных уровней тяжелых металлов, рассеянных элементов, радионуклидов, пестицидов, питательных веществ для растений, и других загрязняющих веществ.[43] Степень загрязнения почвы трудно оценить или определить количественно. В Западной Европе определено 342 000 загрязненных участков;[44] в Соединенных Штатах загрязненные площади составляют 9,3 млн. га,[45] из которых около 1400 относятся к сильно загрязненным участкам Фонда борьбы с химическим загрязнением окружающей среды.[46] Несмотря на то, что эти места крайне загрязнены, имеется ограниченная информация о землях, находящихся под воздействием рассредоточенных источников загрязнения, таких как осаждение тяжелых металлов в виде аэрозолей от металлургических предприятий. Тем не менее, эти площади могут представлять значительную часть земельных ресурсов во многих странах. Как правило, избыточные питательные вещества и пестициды являются серьезной проблемой во многих сельскохозяйственных районах.

Подкисление почвы: естественный, долгосрочный процесс, заключающий в себе выщелачивание основных катионов из почвы, который может быть ускорен рациональной организацией сельского хозяйства (например, использованием удобрений, содержащих аммоний, непрерывным сбором азотфиксирующих культур), кислотным осаждением из ископаемого топлива и шахтного дренажа. В природе кислые почвы особенно встречаются в районах древних почв или влажного климата. До 30% непокрытых льдом земель (около 4000 млн. га) содержат кислые почвы (pH ниже 5,5),[47] а половина потенциально пахотнопригодных земель в мире является кислой.[48] Подкисление почвы ограничивает доступность питательных веществ для растений, что может приводить к повышению уровня токсичности растворимого алюминия и марганца, а также препятствует связыванию азота в бобовых. Устранение этой угрозы влечет за собой экономические и экологические издержки, связанные с применением извести, гипса и других основных материалов, снижающих уровни кислотности.

© Давид Лебех (David Lebech)

Согласно одной недавно проведенной оценке, выброс углерода из мировых сельскохозяйственных земель за всю историю человечества составил 50 – 70 Гт.

Уплотнение почвы резко снижает долгосрочную продуктивность почв, что сказывается на растениеводстве, увеличивает поверхностный сток и водную эрозию, а иногда и усугубляет воздействие ветровой эрозии.[49] Уплотнение грунта, вызываемое интенсивным движением и вспашкой,[50] является одной из наиболее постоянных форм деградации структуры почвы, которая может продолжаться десятилетиями или даже столетиями.[51] Основной причиной уплотнения почвы является увеличение массы и частоты использования транспортных средств,[52] хотя чрезмерное вытаптывание почвы скотом также может быть одним из факторов.[53] Уплотнение подавляет рост полезных почвенных микроорганизмов,[54] сокращает среду обитания микроскопических беспозвоночных,[55] уменьшает доступ к питательным веществам[56] и может привести к выделению метана.[57] Длительная ограниченная или противоэрозионная обработка почвы — это один из способов, который может свести к минимуму эту угрозу.[58]

Запечатывание почвы: быстрая урбанизация и отсутствие планирования землепользования могут привести к запечатыванию почвы,[59] более или менее постоянному запечатыванию поверхности почвы бетоном, тротуаром и прочими непроницаемыми поверхностями. Наряду с прямой потерей сельскохозяйственных земель, запечатывание почвы снижает способность площадей поглощать воду, вследствие чего они более подвержены участившимся наводнениям в городских районах. Эти вопросы более подробно рассматриваются в главе 11.

Почвы, используемые в сельском хозяйстве («одомашненные почвы»), являются сильно измененными формами их некультивированных предшественников и зачастую утратившими многие свои первоначальные свойства, в том числе большую долю содержания углерода и других питательных веществ. Согласно одной недавно проведенной оценке, выброс углерода из мировых сельскохозяйственных земель за всю историю человечества составил 50 – 70 Гт.[60]

2. Обезлесение и вырождение лесов

Цель устойчивого развития 15.2 гласит: «*содействовать осуществлению принципа неистощительного пользования всеми видами лесов, остановить обезлесение, восстанавливать деградировавшие леса и увеличивать во всем мире масштабы деятельности по борьбе с облесением и лесонасаждению*».

Воздействия под поверхностью земли дублируются и находятся под влиянием быстрой трансформации над землей. Некоторые из самых драматических изменений произошли в лесах. Обезлесение началось в доисторической эпохе, ускорилось во времена европейской колониальной экспансии,[61] и продолжается по сей день. В наиболее умеренных районах площадь лесов в настоящее время расширяется после исторического минимума[62], однако это более чем компенсируется потерями в тропиках.[63] Множество тропических лесов, которые подвергались обезлесению несколько десятилетий назад[64], теперь фактически исчезли. Несмотря на то, что скорость общего обезлесения замедляется, площадь тропических лесов в 2010 – 2015 гг. с каждым годом сокращалась на 5,5 млн. га;[65]другие виды лесов подверглись вырождению[66] или чрезмерному выпасу скота, превращены в кустарниковые земли, или превращены в плантации. До 70% мировых лесов подвержены риску дальнейшего вырождения.[67]

До 70% мировых лесов подвержены риску дальнейшего вырождения.

Ожидается, что чистое сокращение площади лесов продолжится в течение нескольких десятилетий. В приведенной таблице одиннадцати зон обезлесения (см. Таблицу 9.2) представлено прогнозируемое наибольшее постоянное сокращение площади лесов или серьезное вырождение лесов в период с 2015 по 2030 год по инерционным бизнес-сценариям, не предполагающим вмешательств.[68] Исчезновение лесов оказывает серьезное воздействие на землю, особенно если леса произрастают на торфе, где обезлесение грозит выбросами большого количества углерода, или в засушливых районах, где исчезновение деревьев приводит к быстрой эрозии почв.

Темпы нарушения лесной среды все еще высоки. Сорок-сорок пять процентов лесов умеренной и бореальной зон были классифицированы как «ненарушенные человеком» в 2003 году (т. е. оставались нетронутыми в течение не менее 200 лет). Более 90% из них находились в России и Канаде, меньшие площади — в Соединенных Штатах, Австралии (где с тех пор произошли значительные вырубки), в странах Северной Европы, Японии и Новой Зеландии. В остальной части Европы нетронутая доля лесов обычно равна нулю или составляет менее одного процента, что ставит европейские леса умеренной зоны в ряд наиболее подверженных опасности экосистем в мире.[79]

Таблица 9.2. Зоны обезлесения

Зоны обезлесения	Прогнозируемое сокращение (млн. га) к 2030 году
Амазонка	23 – 48
Чоко-Дарьен	3
Серрадо	11
Атлантический лес/ Гран-Чако	~10
Бассейн р. Конго	12
Прибрежные леса Восточной Африки	12
Борнео	21,5
Суматра	5
Новая Гвинея	7
Большой Меконг	15 – 30
Австралия	6
Итого по 11 зонам обезлесения	**136,5 – 176,5**

3. Потеря естественных лугов

На естественные и полуестественные луга в значительной степени оказывала влияние деятельность человека, которая как разрушала, так и создавала лугопастбищные угодья, радикально меняла состав и модели восстановления лугов. Подобное влияние характеризуется изменением частоты и интенсивности пожаров;[80] типами и интенсивностью выпаса скота;[81] привнесением неместных трав;[82] применением агрохимикатов;[83] привнесением вселенцев и видов животных;[84] и загрязнением воздуха.[85] Вырубка естественных лесов часто приводит к созданию новых площадей лугопастбищных угодий.[86] И наоборот, лугопастбищные угодья разрушаются для выращивания сои, масличной пальмы,[87] хлопка,[88] древесной массы[89] и биотоплива.[90] Значительные изменения лугопастбищных угодий происходят в Латинской Америке,[91] Северной Америке,[92] Африке,[93] Азии,[94] Океании,[95], а их остатков — в Европе.[96]В то время как некоторые из этих изменений происходили на протяжении тысячелетий и экосистемы в некоторой степени адаптировались, темп изменения ускоряется во многих странах мира. Кризис глобального состояния почвы тесно связан с организацией естественных и полуестественных лугопастбищных хозяйств мира.

По сравнению с лесами и другими экосистемами, об экологическом состоянии лугопастбищных угодий известно относительно мало. Предпринимались попытки различить естественные и неестественные луга[97] и составить карту их распределения,[98] установить критерии для лугопастбищных угодий высокой природоохранной ценности[99] и определить богатые биологическим разнообразием лугопастбищные угодья в Латинской Америке.[100] Но они так и не воплотились в глобальные исследования.[101] Знание о состоянии лугопастбищных угодий является неполным в мировом масштабе, однако указывает на серьезные потери.

Блок 9.1. Вырубка сухих лесов Южной Америки

Гран-Чако — самый большой сухой лес в Южной Америке площадью 100 миллионов гектаров[69] с высоким уровнем биологического разнообразия, расположенный на территории Аргентины, Парагвая, Боливии и Бразилии.[7071] В 2000 – 2012 гг. тропическим лесам Чако на территории Аргентины, Парагвая и Боливии был нанесен самый сильный в мире урон,[72] достигший 1973 га *в день* в августе 2013 года.[73] В 2010 – 2012 гг. в этих странах было вырублено 823 868 га, из которых три четверти приходится на Парагвай.[74] В Аргентине за 30 лет вырублено 1,2 – 1,4 млн. га леса (85% общего государственного объема), причем темпы обезлесения увеличиваются.[75] По мере того, как усиливался контроль за вырубкой остатков Атлантического леса, в других частях страны оказывалось давление на Гран-Чако, что сопровождалось социальными издержками, обусловленными порой жестким подавлением сопротивления.[76] В Боливии вырубка лесов достигла 16 000 га в год в 1980-х годах и 120 000 гектаров в год в 1990-х, причем 80% леса были значительно фрагментированы к 1998 году;[77] обезлесиванием были также затронуты заповедные зоны.[78]

Анализ, проведенный в 2000 году, показал, что 49% лугопастбищных угодий находятся в состоянии легкой и средней деградации и еще 5% сильно деградированы.[102] Лугопастбищные угодья умеренных зон являются наиболее изменяемой экосистемой суши,[103] из которых лишь 4,5% находятся в охраняемых зонах.[104] Рациональное использование лесов может представлять угрозу для лугопастбищных угодий,[105] пример тому — Бразилия, где добровольный мораторий на выращивание сои в Амазонии усиливает давление на саванну Серрадо.[106]

Множество экосистем лугопастбищных угодий изменяются под воздействием животноводства.[107] В 2000 году лугопастбищные угодья покрывали 40% поверхности всей земли,[108] из которых 18 – 23% поверхности суши, за исключением Антарктики, использовались в качестве пастбищ для домашнего скота.[109] Более свежая оценка показала, что под выпас скота отведено 26% свободных от льда земель, а для выращивания кормов дополнительно используется 33% пахотных земель.[110]

Несмотря на эти изменения, естественные и полуестественные лугопастбищные угодья сохраняют важную экологическую ценность. Рационально организованные лугопастбищные угодья могут поддерживать высокий уровень биоразнообразия;[111] управленческая практика влияет на биологическое разнообразие,[112] но также может поддерживать его при отсутствии естественных травоядных.[113]

4. Исчезающие водно-болотные угодья

В то время как разрушаются озера и водно-болотные угодья, происходит также трансформирование и изменение направления течения рек. Регулированию и/или отведению подвержена уже почти половина мирового речного стока[125] и в настоящее время планируется строительство еще 3700 плотин по всему миру, что, несомненно, затронет многие остающиеся заповедными реки.[126] Плотины уменьшают движение осадков вниз по течению, нанося ущерб прибрежному рыболовству и препятствуя миграции рыбы. К примеру, некоторые виды сомов преодолевают 6000 км, переплывая из Атлантики в районы нереста в верховьях Амазонки,[127] но этой уникальной миграции угрожают планы строительства плотин на некоторых крупных реках.[128] В 2003 году рыбный промысел на р. Амазонке оценивался в 389 млн. долл. США в год.[129]

Пресноводные водоемы покрывают менее одного процента поверхности Земли, но содержат не менее 100 000 из 1,8 миллиона описанных видов.[114] Однако площади водно-болотных угодий стремительно сокращаются.[115] Несмотря на усилия по их сохранению (например, в рамках Рамсарской конвенции),[116] с 1900 года было утрачено 64 – 71% мировых водно-болотных угодий[117,118]вместе с их биологическим разнообразием и природными ресурсами,[119] и эти потери возрастают.[120] Причинами сокращения и деградации водно-болотных угодий являются дренирование, осушение из-за отводов потока вверх по течению, загрязнение и седиментация, воздействие чужеродных инвазивных видов, чрезмерный промысел
видов, изменение климата и изменения
режима течения.[121]

Цель устойчивого развития 6.6 преследует «*защиту и восстановление связанных с водными ресурсами экосистем, в том числе гор, лесов, водно-болотных угодий, рек, водоносных горизонтов и озер*».

© Мило Митчелл (Milo Mitchell)/МИИПП

Блок 9.2. Исчезновение пресноводных видов в Восточном Средиземноморье[122]

Восточное Средиземноморье обеспечивает ресурсами 4,4% населения мира, несмотря на то, что содержит лишь 1,1% возобновляемых водных ресурсов.[121] Использование воды, в основном для орошения, привело к быстрому истощению грунтовых вод,[122] в то время как строительство плотин изменяет потоки, а сельскохозяйственное и бытовое загрязнение среды создают дополнительные проблемы. Кроме того, изменение климата приводит к повышению среднегодовых температур. Уменьшение потоков воды привело к полной потере некоторых водных объектов (например, озера Амик в Турции и оазиса Азрак в Иордании) и сезонному высыханию когда-то постоянных рек (например, река Квейк в Турции и Сирии). Девятнадцать процентов пресноводных видов находятся под угрозой исчезновения, в том числе 58% эндемичных пресноводных видов. Шесть видов (все из которых рыбы) уже вымерли, а еще 18 (семь рыб и одиннадцать моллюсков) классифицируются МСОП как «виды, находящиеся на грани исчезновения, возможно вымершие». Отсутствие данных из многих стран может привести к недооценке потерь.

Блок 9.3. Биологическое разнообразие Амазонии

Амазония является мозаикой различных видов растительности и областью крупнейшего в мире водораздела. Тропический вечнозеленый лес покрывает около 80% территории региона и включает в себя также заливные и лиственные леса, лесные болота и находящиеся под угрозой исчезновения амазонские саванны.[148] Почти 7% лесных земель были обращены в пахотные угодья.[149] Бассейн р. Амазонки характеризуется сезонными половодьями, достигающими в максимуме 15 метров и создающими обширные пространства заливных лесов.[150] Лишь часть биологического разнообразия Амазонки известна науке: было описано только 2 – 10% насекомых,[151] около 6000 – 8000 видов рыб по большей части остаются неизвестными,[152] а с 1999 года было описано 2200 новых видов растений и животных. Амазонские речные дельфины (*Inia geoffrensis*) являются основным индикатором общего состояния окружающей среды. Считающиеся конкурентами в борьбе за рыбные запасы во многих частях речной системы, они активно преследуются и тоже становятся жертвами «прилова», запутываясь в орудиях лова.[153] Другие угрозы включают в себя строительство плотин гидроэлектростанций, загрязнение и сокращение рыбных ресурсов. Защита дельфинов часто затрудняется отсутствием понимания их предпочтительных мест обитания и маршрутов перемещения.[154]

Существует также небольшое, но значительное изменение этих тенденций, связанное с выводом из эксплуатации некоторых плотин вследствие заиливания их водохранилищ, аварийного состояния или банальной потери практической значимости. В Соединенных Штатах уже были демонтированы сотни плотин.[130] Бремя изменения климата и интересы в области охраны окружающей среды в совокупности побуждают правительства к восстановлению естественной гидрологии и систем заводнения.[131]

5. Массовое вымирание

За последние полвека человеческая жизнедеятельность трансформировала экосистемы быстрее, чем за любой другой период истории. Это повлекло за собой такое явление как «массовое вымирание», причем вымирание, согласно самым консервативным прогнозам на следующее столетие, происходит в сотни раз быстрее, чем ожидалось в естественных условиях,[132] хотя скорость и масштаб вымирания в будущем по-прежнему трудно предсказать.[133] Экологи опасаются, что изменение характера землепользования приобрело такие масштабы, что наземное биологическое разнообразие вытеснено за пределы «планетарной границы», сигнализирующей о продолжительном упадке,[134] хотя другие утверждают, что безопасные пороги остаются неопределенными.[135] Даже там, где виды не вымерли, зачастую происходит резкое уменьшение популяций: одним исследованием установлено, что с 1970 года произошло уменьшение числа видов в среднем на 38%,[136] и пресноводных видов — до 81%.[137] Доля видов, находящихся под угрозой исчезновения, колеблется от 13% для птиц и до 63% для цикадовых растений (древняя группа семенных растений), причем уровень угрозы продолжает повышаться.[138] Сокращение биологического разнообразия приводит к снижению общего функционирования экосистемы и количества природных ресурсов.[139] Подобные механизмы все еще до конца не понятны,[140] но, вероятно, с течением времени они будут усугубляться,[141] влияя на продуктивность земель аналогично влиянию, обусловленному изменением климата.[142]

За последние полвека человеческая жизнедеятельность трансформировала экосистемы быстрее, чем за любой другой период истории.

Снижение видов отражается и в значительной степени обусловливается более обширным упадком естественных экосистем,[143] деградация которых уже превышает 60%.[144] Хотя большая часть потерь приходится на доисторический и исторический периоды,[145]темпы потерь и деградации сохраняются и зачастую ускоряются. Одна десятая часть оставшихся в мире девственных районов (3,3 млн. га) исчезла в последние двадцать лет, в основном в Амазонии и Центральной Африке.[146] Задача КБР «значительно снизить» темпы сокращения биологического разнообразия к 2010 году не выполнена. Несмотря на глобальные усилия по сохранению, сокращение биологического разнообразия продолжается или даже ускоряется.[147]

© Джорджина Смит (Georgina Smith)/CIAT.

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ДЕГРАДАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ И ПОЧВ

Существуют веские причины — как практические, так и этические — для остановки процесса вымирания, разрушающего в настоящее время мировое биологическое разнообразие и подрывающего нормальное состояние и продуктивность земли. Сквозь призму управления земельными ресурсами, в долгосрочной перспективе это означает обеспечение выживания больших площадей естественных экосистем, поддержку дикорастущих растений и видов животных в управляемых районах, а также восстановление и защиту почвенной экосистемы. Все это является необходимым, вопрос не стоит в плоскости «или-или»: многие экосистемы уже настолько сильно деградировали, что для восстановления хотя бы некоторых из их функций и ценностей необходимы активные шаги. Три элемента имеют решающее значение для сохранения биологического разнообразия и почв:

- **Защита**с помощью охраняемых природных зон и других официальных и неофициальных механизмов
- **управления**, которое способствует здоровому функционированию экосистем
- **Восстановление** естественных и полуестественных экосистем после деградации

Эти три пути необходимо интегрировать в согласованную стратегию управления в широких масштабах, которую часто называют *ландшафтным подходом*.[155]

1. Защита

Давление, оказываемое на земельные ресурсы, настолько велико во многих частях мира, что представляется невозможным сохранить оставшиеся естественные экосистемы без агрессивной политики и регулирования, управления, и зачастую принятия правовых решений. Существует растущее мнение, что не менее 50% общей поверхности земли должны оставаться в более или менее естественном состоянии, что гарантирует существование жизненно важных природных ресурсов и биологического разнообразия, лежащего в их основе.[156] Более того, эта половина планеты должна включать в себя достаточное количество всех экосистем; недостаточно поддерживать пустыни, высокие горы и прочие земли с низким потенциалом эксплуатации.

Одним из эффективных способов сохранения естественных ландшафтов является официальные или неофициальные охраняемые зоны.

Эффективным способом сохранения природных ландшафтов являются официальные или неофициальные охраняемые районы: пространства суши и воды, отведенные под резерваты для биологического разнообразия и экосистемных услуг, а иногда и для сохранения культурных ландшафтов, легко уязвимых человеческих сообществ, объектов духовного наследия и рекреационных зон. Всемирная комиссия МСОП по охраняемым районам (ВКОР) характеризует их как: *четко определенное географическое пространство, признанное, получившее статус и управляемое с помощью предусмотренных законом или других эффективных средств в целях долговременной охраны природы при наличии соответствующих экосистемных услуг и культурных ценностей*.[157] Охраняемые районы сильно отличаются по подходам к управлению. ВКОР выделяет шесть категорий по цели управления: от строго охраняемых заповедников до ландшафтных и морских заповедников с некоторыми охранными функциями.[158]

Охраняемые районы могут быть краеугольным камнем национальных и региональных природоохранных стратегий. Они выполняют роль резерватов для видов и экологических процессов, которые не могут выжить в интенсивно управляемых наземных и морских ландшафтах, и обеспечивают пространство для естественной эволюции и возрождения окружающей среды. Люди, живущие вблизи или на отдалении, извлекают выгоду из генетического потенциала диких видов и экологических услуг естественных экосистем, таких как места активного отдыха и заповедники, предоставляемые традиционным и легко уязвимым обществам. Передовые охраняемые районы также важны для национального наследия, как например, собор Парижской Богоматери или Тадж-Махал.

Около 15% земной суши и внутренних вод в мире признаны охраняемыми зонами,[164] территория которых превышает площадь Южной и Центральной Америки. Более половины этих территорий признаны с 1970 года; это уникальный пример того, как правительства и другие заинтересованные стороны сознательно меняют подходы к управлению наземными и морскими ландшафтами в столь значительном масштабе. Эти территории дополняются охраняемыми районами, которые не включены в официальный Перечень охраняемых районов Организации Объединенных Наций, но создаются местными сообществами, коренными народами, частными лицами, некоммерческими фондами, религиозными группами и корпорациями; некоторые из них, как например, территории коренных народов Амазонии, могут быть чрезвычайно большими. Они подвергаются разным видам управления, таким как различные формы государственного управления, совместное управление разными заинтересованными сторонами, частное управление, а также управление коренными народами и местными сообществами.

В охраняемых зонах эффективно сохраняется биоразнообразие,[165] но только в условиях правильной обеспеченности ресурсами и управления ими; множество зон испытывают серьезное давление от незаконного использования,[166] отмены государственной поддержки[167] и изменения климата.[168] В то же время, все чаще признается их более широкая общественная и культурная значимость.[169] Роль некоторых менее формальных подходов к сохранению природных ресурсов считается важной, но до сих пор не выражена количественно.[170]

Наряду с территориями, однозначно признанными охраняемыми районами, существует множество других территориально определенных районов, более или менее огражденных от развития: территории коренных народов; контролируемые общинами естественные лугопастбищные угодья, используемые для

© Международный центр агролесничества

слабоинтенсивного выпаса; городские водораздельные участки; прибрежные охраняемые районы; учебно-тренировочные полигоны; крутые склоны, непригодные для ведения сельского или лесного хозяйства, и т. д. В последнее время предпринимались попытки определить и описать подобные районы, так называемые *другие эффективные зонально привязанные охранные меры (OECM),*[171] так как они были официально признаны КБР в 2010 году.[172]

Блок 9.4. Охраняемые районы — древняя концепция

Охраняемые районы не являются современной концепцией. Они существовали на протяжении тысячелетий, хотя ранние охраняемые районы имели скорее прагматические или рекреационные цели, чем заведомо охранный характер, благодаря своей неотъемлемой ценности. Одним из таких примеров являются коренные общины, охраняющие священные места,[159] районы, запретные для общего использования ресурсов в Тихом океане,[160] заповедные пастбища *хима* на Аравийском полуострове для поддержания пастбищных и экосистемных услуг,[161] а также охотничьи угодья, отведенные в пользование правящих классов.[162] Области естественных или полуестественных сред обитания также долго охранялись определенными религиозными группами. Эти священные природные зоны зачастую могут иметь высокую природную ценность.[163]

2. Управление

Устойчивые подходы к управлению земельными ресурсами имеют своей целью сохранение многочисленных ценностей, включая биологическое разнообразие, в пределах управляемого ландшафта. Эти подходы ориентированы на более широкий набор экосистемных услуг, которые обеспечиваются благодаря здоровым и плодородным почвам. Сознательное управление биологическим разнообразием может также привести к созданию среды обитания для определенной части диких видов без ущерба или загрязнения соседних естественных сред обитания, которые могли бы в дальнейшем подорвать их целостность. За некоторым существенным исключением,[173] управляемые площади сельскохозяйственных угодий никогда не будут поддерживать весь спектр биологического разнообразия и экосистемных услуг, отсюда и возникает необходимость в сохранении естественных экосистем. Баланс между сохранением и устойчивым управлением — сбережение земли в отличие от распределения земли — обсуждался экологами в течение многих лет; на практике следует использовать оба подхода.[174]

Многие элементы устойчивого землепользования описаны в других главах. С точки зрения биологического разнообразия и здоровья почв они подразделяются на шесть основных категорий.

1. Недопущение расчистки новых участков с естественной или важной полуестественной растительностью.
2. Защита почвенной экосистемы для повышения производительности и минимизации деградации.

Блок 9.5. Рациональное использование почв

Управление услугами почвенный экосистемы является важной частью управления земельными ресурсами. Ограниченное повреждение почв и повышенное содержание органических веществ могут способствовать укреплению здоровья почвы, поскольку использование улучшенных сортов сельскохозяйственных культур (например, разновидностей глубокорневых растений)[177] покровных культур,[178] сменяется ротацией севооборота[179] и, в некоторых случаях, беспахотной обработкой почвы.[180]

Подходы к минимизации почвенной эрозии варьируется от инженерно-технических мероприятий, таких как террасирование, строительство отстойников[181] и улучшение водных путей до вегетативных мероприятий, таких как агролесничество, контурные полосы и покровные культуры.[182] Беспахотное земледелие может коренным образом улучшить физические свойства верхнего плодородного слоя почвы.[183] Меры по уменьшению ветровой эрозии включают в себя использование засухоустойчивых видов, ротацию пастбищ и ветрозащитную посадку растений в сочетании с методами беспахотной обработки и обработки почв с сохранением стерни.[184]

Приостановка деградации почв и накопление почвенного органического вещества также помогает смягчить изменение климата путем почвенной секвестрации углерода и в то же время повысить устойчивость сельскохозяйственных систем.[185]

Повышенное содержание органического углерода в почве систем земледелия постоянно приводит к увеличению урожайности, особенно в районах с низким и переменным количеством атмосферных осадков.[186]

Засоление почвы лучше всего предотвращается путем использования высококачественной поливной воды и обеспечения надлежащего дренажа за счет использования дренажных труб и/или дренажных канав; также может потребоваться периодическое применение гипса. Предотвращение уплотнения почвы требует специфичного управления, поскольку восстановление может занять много десятилетий. Длительная ограниченная или противоэрозионная обработка почвы считается эффективным подходом во многих регионах мира.[187]

Проведение мероприятий по сохранению почвы зачастую было медленным. Будучи крайне важными для здоровья почвы в долгосрочной перспективе, эти меры часто не приносят немедленной, ощутимой пользы для фермеров; это применимо как к системам с интенсивной механизацией, так и к мелким фермерским хозяйствам в развивающихся странах. По этой причине у фермеров нет прямых стимулов к проведению почвозащитных мероприятий, особенно когда у них отсутствует право владения землей, и для этого необходимы более сильные побуждающие факторы.[188]

3. Поддержание зон естественной среды обитания в управляемых районах, включая биологические коридоры и мосты для поддержания взаимосвязи ландшафтов.
4. Обеспечение того, чтобы любое использование возобновляемых природных ресурсов (рыбные ресурсы, побочная продукция леса или пастбищные угодья) не превышало устойчивых уровней.
5. Уменьшение влияния экономического развития на земли, включая воздействия вне промышленной площадки, такие как загрязнение и повреждение почв.
6. Минимизация общей области влияния землепользования, в том числе использование энергии и других ресурсов, с целью снижения воздействия на биологическое разнообразие в других частях мира.

Существует множество способов поощрения и поддержки таких действий, начиная с правовых и нормативных инструментов и заканчивая материальными стимулами (включая отмену порочных субсидий), схемами добровольной сертификации,[175] схемами критериев и индикаторов,[176] руководствами по наилучшему управлению и практическими правилами. Распространение знаний и опыта, а также наращивание потенциала необходимы для того, чтобы помочь фермерам и другим управляющим земельными участками адаптировать и расширить более устойчивые подходы к уходу за почвой; эта поддержка должна быть последовательной и устойчивой в долгосрочной перспективе.

Устойчивое управление земельными ресурсами, которому уделено основное внимание в настоящей *Глобальной перспективе* и Конвенции Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием (UNCCD), должно охватывать все аспекты землепользования. За последние несколько десятилетий были предприняты огромные усилия с участием таких исполнителей, как индивидуальные управляющие земельными участками и активисты гражданского общества, так и международные научно-исследовательские и политические институты:

- **устойчивое управление водными ресурсами**,[189] или комплексное управление водными ресурсами (КУВР), в совокупности с новыми инициативами, такими как Альянс по рациональному использованию водных ресурсов и международной координации в рамках Рамсарской конвенции о водно-болотных угодьях и Глобального водного партнерства,[190]
- **экологически рациональное ведение лесного хозяйства**[191] с реализацией многочисленных процессов, множеством систем добровольной сертификации, практическими правилами и руководствами в рамках ООН, начиная с ФАО и Форума ООН по лесам,[192]
- **рациональное пастбищное животноводство**,[193] стремящееся создавать рентабельные скотоводческие сообщества, в котором ключевую роль играет Всемирная инициатива по рациональному пастбищному скотоводству (WISP),[194]
- **агролесничество**,[195] и заканчивая содействием таких институтов, как Международный исследовательский центр в области лесного хозяйства и Международный центр научных исследований в области агролесничества[196].

Объединение этих и других подобных инициатив в единую глобальную программу действий является следующим важным шагом для выполнения задач Повестки дня в области устойчивого развития до 2030 года.

3. Восстановление

Экологическое восстановление необходимо в тех случаях, когда деградировавшая экосистема не способна к самовосстановлению, что определяется как «*процесс содействия восстановлению деградировавшей, поврежденной или разрушенной экосистемы*».[197] Основной целью является восстановление экологических процессов и функций, которые остаются устойчивыми и адаптируются к изменениям, а также обеспечивают важные экосистемные услуги. Восстановление повышает устойчивость и состояние почвы, качество поверхностных и грунтовых вод, а также ценности среды обитания и биологического разнообразия; это повышает стабильность микро- и глобального климата, а также обеспечивает удобства, культурные и рекреационные блага для человека.[198] Комплексные ландшафтные подходы к восстановлению земельных и водных ресурсов предоставляют возможности для более широкого освоения путем минимизации компромиссов и использования взаимосвязи между производством продовольствия, лесоматериалов и водоснабжением, сохранением биологического разнообразия, предоставлением других экосистемных услуг и снижением уровня бедности.[199]

Восстановление деградировавших земель также улучшит процесс предоставления многих других экосистемных услуг за счет сохранения и улучшения состояния природных богатств.[200] Экологическое восстановление также может принести экономические выгоды.[201] Согласно одной из недавно проведенных оценок, восстановление экосистем лугопастбищных угодий может обеспечить соотношение издержек и прибыли до 35:1, если учесть денежную стоимость процесса предоставления дополнительных экосистемных услуг.[202] Кроме того, выгоды от занятости населения и повышения эффективности восстановления являются важной частью национальной экономики. Например, сектор экологического восстановления в США обеспечивает напрямую около 126 000 рабочих мест и годовые затраты в размере 9,5 млрд. долл. США, и косвенно 95 000 рабочих мест и 15 млрд. долл. США годовых затрат.[203]

Многие экосистемы уже находятся на том этапе, когда выживаемость видов в длительной перспективе и функционирование экосистем находятся под угрозой и срочно требуется их восстановление.[204] Например, некоторые из наиболее важных мировых лесных экорегионов утратили не менее 85% своих лесов, а в некоторых осталось всего 1 – 2%.[205]

Как правило, экологическое восстановление не является попыткой восстановить какую-либо известную историческую экосистему. Всестороннее изменение экосистемы в сочетании с быстрыми глобальными изменениями, вероятно, приведет к появлению новых и гибридных экосистем, особенно в ландшафтах, которые подверглись более интенсивной деградации и, следовательно, менее устойчивы к быстрым изменениям.[206] Как следствие, попытка восстановить ландшафты до первоначального состояния может не принести результата;[207] кроме того, соответствующая эталонная экосистема, которая служила бы моделью для восстановления, может отсутствовать.

При восстановлении следует учитывать направления в развитии климата, землепользования, демографические и социально-экономические изменения, а также изменения ареала видов. Например, семена для восстановления следует отобрать из видов, подходящих для моделируемого климата восстанавливаемой зоны, в сочетании с семенами местного происхождения.[208] Восстановление следует проводить с учетом многочисленных функций ландшафтов[209] с тем, чтобы удовлетворять потребности экосистем и ландшафтов в предоставлении многочисленных экосистемных услуг,[210] в том числе широкого спектра культурных и социальных ценностей.[211] Более того, успешность программ по экологическому восстановлению, как например, восстановление 300 000 гектаров массивов акаций и миомбо в регионе Шинянга в Танзании, обеспечивается не столько техническими знаниями и опытом, сколько сложным составом участников, стратегией поддержки и вопросами, связанными с гендерной политикой, традиционными знаниями и институтами, а также участием общественности.[212] Каждый случай уникален и не существует единой модели успеха.

Блок 9.6. Восстановление основных лесов в Южной Корее

Тридцать пять лет назад ВВП Южной Кореи не отличался от ВВП Кении или Танзании. В настоящее время уровень средней заработной платы в стране примерно равен австралийскому. В течение жизни одного поколения Южная Корея заняла место среди самых богатых стран мира. Одной из причин этого успеха стали массовые усилия по восстановлению окружающей среды. Во время Второй мировой войны и последовавшей гражданской войны страна пережила разрушительную деградацию окружающей среды, характеризуемую экологическим кризисом; большинство лесов исчезло в результате конфликта и сбора топливной древесины. С тех пор правительство Кореи осуществляет одну из самых впечатляющих в истории программ восстановления лесов,[221] насаждая леса на площади в 2,8 млн. га и увеличив прирост леса в 12 раз,[222] таким образом большая часть страны теперь покрыта приспевающими лесами. В Корее создана система охраняемых районов, занимающая площадь в 16 000 кв. км., которая чрезвычайно популярна главным образом среди урбанизированного общества; в 2007 году, только национальные парки посетили 38 миллионов человек, 99% из которых были внутренними туристами.[223]

В южноафриканских системах животноводства восстановление многообразных лугопастбищных угодий природоохранной ценности приносило долгосрочные доходы от фермерских хозяйств за счет увеличения урожайности сена.[213] Кроме того, потенциальная экономическая отдача от других экосистемных услуг в восстановленной зоне превышала отдачу от интенсивного выпаса в соотношении 7:1.[214]

Одной из видимых особенностей многих ландшафтов является отказ от менее продуктивных и малоплодородных сельскохозяйственных угодий. Слабопродуктивные, малоплодородные сельскохозяйственные угодья, занимающие предположительно 60% мировых пахотных земель,[216] характеризуются низким содержанием агрохимикатов, низким уровнем механизации и высокой зависимостью от ручного труда. Причинами отказа от этих земель являются старение и сокращение сельского населения, механизация, удаленность от рынков и повсеместное повышение производительности сельского хозяйства; сельское население в Европе сократилось на 17% с 1961 года, а в некоторых горных сельских районах Средиземноморья убыль населения превысила 50%.[217]

Один из вариантов заключается в том, чтобы позволить этим заброшенным землям «одичать», пассивно содействуя естественному возобновлению лесов и других естественных сред обитания, постепенно уменьшая человеческий контроль и влияние.[218] Подобный отказ не ограничивается богатыми странами: свыше 360 000 кв. км заброшенных земель в Латинской Америке и странах Карибского бассейна были естественным путем заселены в 2001 – 2010 гг.[219]Возрождение дикой природы не обходится без дискуссии. Европейские сельскохозяйственные ландшафты имеют важные культурные и исторические ценности.[220] Некоторые люди противятся восстановлению естественных ландшафтов, отчасти в связи с ростом популяции крупных хищников. Сбалансированный подход к ландшафтному планированию, включающий в себя восстановленные дикие земли в составе многофункциональных сельскохозяйственных ландшафтов, обеспечивает множество экосистемных услуг и, скорее всего, будет принят обществом.

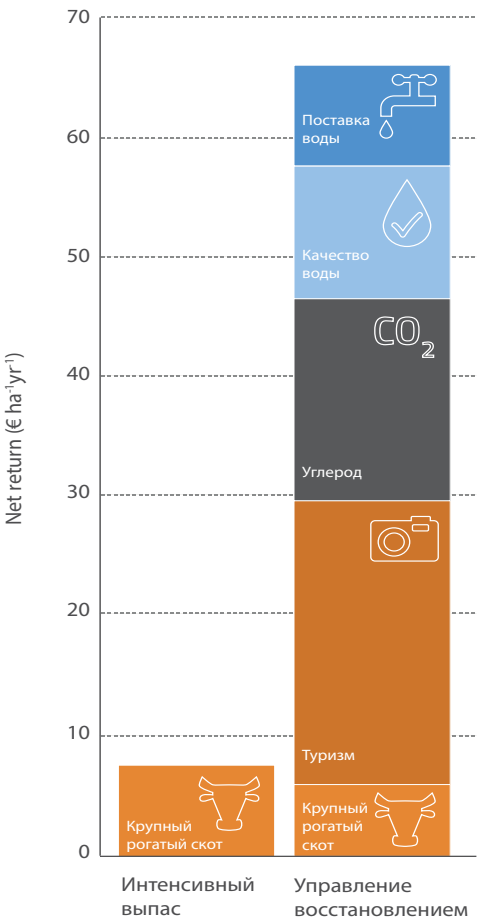


Рисунок 9.1. Восстановление пастбищ в Южной Африке. Взято из [214]

ВЫВОДЫ. ЛАНДШАФТНЫЕ ПОДХОДЫ

Три элемента (сохранение, устойчивое управление и восстановление) являются неотъемлемыми частями единой согласованной инфраструктуры управления, общеизвестной в качестве ландшафтного подхода, который определяется как: *концептуальная основа, в соответствии с которой участвующие в восстановлении ландшафта стороны стремятся сочетать конкурирующие социальные, экономические и экологические задачи.*[224]

Для работы в относительно больших масштабах, при которых неизбежен конфликт интересов, ландшафтный подход по сути предполагает согласование мнений между различными заинтересованными сторонами. Чтобы не допустить преобладания узких и личностных интересов при сохранении биологического разнообразия и защиты ряда экосистемных услуг, требуется принятие долгосрочных обязательств, активное и местное руководство, четкая стратегия и руководство, а также обеспечение надлежащего финансирования путем выделения грантов, государственных средств и частных инвестиций.

Блок 9.7. Элементы и катализаторы ландшафтного подхода[225]

1. Заинтересованные стороны объединяются для ведения диалога и совместных действий в рамках работы многосторонней платформы.
2. Они систематически обмениваются информацией и обсуждают точки зрения с целью формирования общего понимания условий, проблем и возможностей ландшафта.
3. Это позволяет осуществлять совместное руководство и планирование для разработки согласованного долгосрочного и системного плана действий.
4. Затем, заинтересованные стороны тщательно реализуют план выполнения коллективных обязательств.
5. Кроме того, заинтересованные стороны проводят мониторинг адаптивного управления и отчетности, который включается в последующие раунды диалога, обмена знаниями и разработки новых планов совместных действий.
6. Достижение успеха стимулируется хорошим управлением, долгосрочным планированием и доступом к достаточным и рациональным финансам и рынкам, которые представлены в третьей части настоящего *обзора.*

© Джуэл Чакма (Jewel Chakma)

Библиография

1 Wilson, E.O. (ed.) 1988. Biodiversity. National Academy Press, Washington, DC.

2 FAO. 2015. Revised World Soil Charter. Retrieved from http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/docs/ITPS_Pillars/annexVII_WSC.pdf, accessed May 10, 2017.

3 FAO and ITPS. 2015. Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report. FAO and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome.

4 Barbier, E. and Hochard, J. 2016. Does land degradation increase poverty in developing countries? PLoS ONE **11**: 12–15.

5 Davies, J. 2017. The business case for soil. Nature **543**: 309-311.

6 The World Bank. 2012. Carbon Sequestration in Agricultural Soils. Washington, DC.

7 Smith, P., Cotrufo, M.F., Rumpel, C., Paustian, K., Kuikman, P.J., et al. 2015. Biogeochemical cycles and biodiversity as key drivers of ecosystem services provided by soils. SOIL **1**: 665-685.

8 Definition of soil from glossary of the Soil Science Society of America: https://www.soils.org/publications/soils-glossary/ accessed April 12, 2017.

9 FAO and ITPS. 2015. Op. cit.

10 Orgiazzi, A., Bardgett, R.D., Barrios, E., Behan-Pelletier, V., Briones, M.J.I., et al (eds.). 2016. Global Soil Biodiversity Atlas. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg.

11 Montgomery, D. 2007. Soil erosion and agricultural sustainability. Proceedings of the National Academy of Sciences **104**: 13268-13272.

12 FAO and ITPS. 2015. Op. cit.

13 Ravi, S., D'Odorico, P., Breshears, D.D., Field, J.P., Goudie, A.S., et al. 2011. Aeolian processes and the biosphere. Reviews of Geophysics, **449** (3): RG 3001.

14 FAO and ITPS. 2015. Op. cit.

15 Ibid.

16 Don, A., Schumacher, J., and Freibauer, A. 2011. Impact of tropical land-use change on soil organic carbon stocks—a meta-analysis. Global Change Biology **17**: 1658-1670.

17 Guo, L.B. and Gifford, R.M. 2002. Soil carbon stocks and land use change: A meta-analysis. Global Change Biology **8** (4): 345-360.

18 Berenguer, E., Ferreira, J., Gardner, T.A., Oliveira Cruz Aragão, L.E., et al. 2014. A large-scale field assessment of carbon stocks in human-modified tropical forests. Global Environmental Change **20**: 3713-3726.

19 Stockmann, U., Padarian, J., McBratney, A., Minasny, B., de Brogniez, D., et al. 2015. Global soil organic carbon assessment. Global Food Security **6**: 9-16.

20 Don, A., Schumacher, J., and Freibauer, A. 2011. Op. cit.

21 Poeplau, C., Don, A., Vesterdal, L., Leifeld, J., Van Wesemael, B., et al. 2011. Temporal dynamics of soil organic carbon after land-use change in the temperate zone—Carbon response functions as a model approach. Global Change Biology **17**: 2415-2427.

22 Ibid.

23 West, P.C., Gibbs, H.K., Monfreda, C., Wagner, J., Barford, C.C., et al. 2010. Trading carbon for food: Global comparison of carbon stocks vs. crop yields on agricultural land. Proceedings of the National Academy of Sciences **107**: 19645-19648.

24 Bailey, K.L. and Lazarovits, G. 2003. Suppressing soil-borne diseases with residue management and organic amendments. Soil and Tillage Research **72** (2): 169-180.

25 Nave, L.E., Vance, E.D., Swanston, C.W., and Curtis, P.S. 2011. Fire effects on temperate forest soil C and N storage. Ecological Applications **21**:1189-1201.

26 Hooijer, A., Page, S., Canadell, J.G., Silvius, M., Kwadijk, J., et al. 2010. Current and future CO_2 emissions from drained peatlands in Southeast Asia. Biogeosciences **7**: 1505-1514.

27 Tubiello, F.N., Biancalani, R., Salvatore, M., Rossi, S., and Conchedda, G. 2016. A worldwide assessment of greenhouse gas emissions from drained organic soils. Sustainability **8**: 371.

28 Joosten, H. 2010. The Global Peatland CO_2 Picture. Peatland status and drainage related emissions in all countries of the world. Wetlands International.

29 Bouwman, L., Goldewijk, K.K., Van Der Hoek, K.W., Beusen, A.H.W., Van Vuuren, D.P., et al. 2013. Exploring global changes in nitrogen and phosphorus cycles in agriculture induced by livestock production over the 1900-1950 period. Proceedings of the National Academy of Sciences **110**: 20882-20887.

30 Tan, Z.X., Lal, R., and Wiebe, K. D. 2005. Global soil nutrient depletion and yield reduction. Journal of Sustainable Agriculture **26**, 123-146.

31 Metternicht, G.I. and Zinck, J.A. 2003. Remote sensing of soil salinity: Potentials and constraints. Remote Sensing of Environment **85**: 1-20.

32 Qadir, M., Quillerou, E., Nangia, V., Murtaza, G., Singh, M., et al. 2014. Economics of salt-induced land degradation and restoration. Natural Resources Forum **28**: 282-295.

33 Wagg, C., Bender, S.F., Widmer, F., and van der Heijden, M.G.A. 2014. Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality. Proceedings of the National Academy of Sciences **11** (14): 5266-5270.

34 Bardgett, R.D. and van der Putten, W.H. 2014. Belowground biodiversity and ecosystem functioning. Nature **515**: 505-511.

35 Orgiazzi, A., Bardgett, R.D., Barrios, E., Behan-Pelletier, V., Briones, M.J.I., et al. (eds.) 2016. Global Soil Biodiversity Atlas. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg.

36 FAO and ITPS. 2015. Op. cit.

37 Wolters, V., Silver, W., Coleman, D.C., Lavelle, P., Van der Putten, W.H., et al. 2000. Global change effects on above- and belowground biodiversity in terrestrial ecosystems: Interactions and implications for ecosystem functioning. Bioscience, **50**: 1089-1098.

38 Brussaard, L., de Ruiter, P.C., and Brown, G.G. 2007. Soil biodiversity for agricultural sustainability. Agriculture, Ecosystems and Environment **121**: 233-244.

39 Hooper, D.U., Dangerfield, J.M., Brussaard, L., Wall, D.H., Wardle, D.A., et al. 2000. Interactions between above and belowground biodiversity in terrestrial ecosystems, patterns, mechanisms, and feedbacks. Bioscience **50**: 1049-1061.

43 Pierzynski, G.M., Sims, J.T., and Vance, G.F. 2005. Soils and Environmental Quality, Third Edition. Taylor and Francis, Boca Raton, FL, USA.

44 Joint Research Center. 2014. Progress in the management of contaminated sites in Europe. Reference report by the Joint Research Centre of the European Commission.

45 Office of Land and Emergency Management. 2014. Protection and Restoring Land, Making a visible difference in communities, OSWER FY14 End of Year Accomplishments Report, Executive Summary.

46 United States Environmental Protection Agency. 2016. https://www.epa.gov/superfund, accessed May 10, 2017.

47 von Uexküll, H.R. and Mutert, E. 1995. Global extent, development and economic impact of acid soils. Plant and Soil **171**: 1-15.

48 Kochian, L.V., Piñeros, M.A., Liu, J., and Magalhaes, J.V. 2015. Plant adaptation to acid soils: The molecular basis for crop aluminum resistance. Annual Review of Plant Biology **66**: 571-598.

49 Hartge, K.H., and Horn, R. 2016. Essential Soil Physics. Schweizerbart Science Publ. ISBN: 978-3-510-65339-3

50 Verbist, K., Cornelis, W. M., Schiettecatte, W., Oltenfreiter, G., Van Meirvenne, M., & Gabriels, D. 2007. The influence of a compacted plow sole on saturation excess runoff. Soil and Tillage Research, **96**: 292-302.

51 Horn, R. 2011. Management effects on soil properties and functions. 447-455. In: Glinski, J., Horabik, J., and Lipiec, J. (eds.) Encyclopedia of Agrophysics. Springer Verlag, Dordrecht.

52 Riggert, R., Fleige, F., Kietz, B., Gaertig, T., and Horn, R. 2016. Stress distribution under forestry machinery and consequences for soil stability. Soil Science Society of America Journal **80** (1): 38-47.

53 Krümmelbein, J., Horn, R., and Pagliai, M. 2013. Soil degradation. Advances in Geoecology **42**. ISBN: 978-3-923381-59-3.

54 Dörner, J. and Horn, R. 2006. Anisotropy of pore functions in structured stagnicluvisols in the weichselian moraine region in Northern Germany. Journal of Plant Nutrition and Soil Science **169**: 213-220.

55 Beylich, A., Oberholzer, H.R., Schrader, S., Höpper, H., and Wilke, B.M. 2010. Evaluation of soil compaction effects on soil biota and soil biological processes in soils. Soil and Tillage Research **109** (2): 133-143.

56 Duttmann, R., Schwanebeck, M., Nolde, M., and Horn, R. 2014. Predicting soil compaction risks related to field traffic during silage maize harvest. Soil Science Society of America Journal **78** (2): 408-421.

57 Haas, C., Holthusen, D., Mordhorst, A., Lipiec, J., and Horn, R. 2016. Elastic and plastic soil deformation and its influence on emission of greenhouse gases. International Agrophysics **30**: 173-184.

58 Derpsch, R., Friedrich, T., Kassam, A., and Hongwen, L. 2010. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. International Journal of Agricultural and Biological Engineering **3** (1), 1-25.

59 Darwish, T., Faour, G., and Khawlie, M. 2004. Assessing soil degradation by land use-cover change in coastal Lebanon. Lebanese Science Journal **5** (N1) 45-59.

60 Amundson, R., Berhe, A.A., Hopmans, J.W., Olson, C., Sztein, A.E, et al. 2015. Soil and human security in the 21st century. Science **348** (6235): 1261071-1261071.

61 Gadgil, M. and Guha, R. 1992. This Fissured Land: An ecological history of India. Oxford University Press. New Delhi.

62 Dudley, N., Schlaepfer, R., Jackson, W., Jeanrenaud, J.P., and Stolton, S. 2006. Forest Quality: Assessing forests at a landscape scale. Earthscan, London.

63 Pan, Y., Birdsey, R.A., Fang, J., Houghton, R., Kauppi, P.E., et al. 2011. A large and persistent carbon sink in the world's forests. Science **333**: 988-993.

64 Lanly, J.P. 1982. Tropical forest resource, FAO Forestry Paper No. 30. FAO, Rome.

65 Keenan, R.J., Reams, G.A., Achard, F., de Freitas, J.V., Grainger, A., et al. 2015. Dynamics of global forest area: Results from the FAO Global Forest Resources Assessment 2015. Forest Ecology and Management **352**: 9-20.

66 Sloan, S. and Sayer, J.A. 2015. Forest Resource Assessment of 2015 shows positive trends but forest loss and degradation persist in poor tropical countries. Forest Ecology and Management **352**: 134-145.

67 Haddad, N.M., Brudvig, L.A., Clobert, J., Davies, K.F., Gonzalez, A., et al. 2015. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems, Science Advances **1** (2) e1500052.

68 Taylor, R., Dudley, N., Stolton, S., and Shapiro, A. 2015. Deforestation fronts: 11 places where most forest loss is projected between 2010 and 2030. XIV World Forestry Congress, Durban South Africa, 7-11 September 2015.

69 Ceballos, G. and Garcia, A. 1995. Conserving neotropical biodiversity: The role of dry forests in western Mexico, Conservation Biology **9** (6): 1349-1353.

70 The Nature Conservancy, Fundación Vida Silvestre Argentina, Fundación para el Desarrollo Sustentable del Chaco and Wildife Conservation Society Bolivia. 2005. Evaluación Ecorregional del Gran Chaco Americano / Gran Chaco Americano Ecoregional Assessment, Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.

71 Ibid.

72 Hansen, M.C., Potapov, P.V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, A., et al. 2013. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. Science **342** (6160): 850-853.

73 Information prepared by Asociación Guyra Paraguay, with support from Iniciativa Redes Chaco – AVINA, Alianza Ecosistemas and the Programa WCS-USAID ‹Ka'aguy Reta: Bosques y Desarrollo."

74 Monitoreo Ambiental del Chaco Sudamericano, Guyra Paraguay 2012; and Romero, S. 2012. Vast tracts of Paraguay forest being replaced by ranches, New York Times, March 24, 2012.

75 Gaspari, N.I. and Grau, H.R. 2009. Deforestation and fragmentation of Chaco dry forest in NW Argentina (1972-2007), Forest Ecology and Management **258**: 913-921.

76 Semino, S., Rulli, J., and Joensen, L. 2006. Paraguay Sojero: Soy expansion and its violent attack on local and indigenous communities in Paraguay: Repression and resistance. Grupo de Reflexión Rural, Argentina.

77 Steininger, M.K., Tucker, C.J., Ersts, P., Killeen, T.J., Villegas, Z., et al. 2002. Clearance and fragmentation of tropical deciduous forests in the Tierras Bajas, Santa Cruz, Bolivia. Conservation Biology **15** (4): 856-866.

78 Killeen, T.J., Calderon, V., Soria, L., Quezada, B., Steininger, M.K., et al. 2007. Thirty years of land-cover change in Bolivia, Ambio **36** (7): 600-606.

79 Dudley, N. and Stolton, S. 2003. Biological Diversity, Tree Species Composition and Environmental Protection in Regional FRA-2000. Geneva Timber and Forest Discussion Paper 33, UNECE and FAO, Geneva.

80 Pyne, S. 1994. Maintaining focus: An introduction to anthropogenic fire. Chemosphere **29** (5): 889-911.

81 Milchunas, D.G., Sala, O.E., and Lauenroth, W.K. 1988. A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. The American Naturalist **132** (1): 87-106.

82 Musil, C.F., Milton, S.J., and Davis, G.W. 2005. The threat of alien invasive grasses to lowland Cape floral diversity: An empirical appraisal of the effectiveness of practical control strategies. South African Journal of Science **101**: 337-344.

83 McLaughlin, A. and Mineau, P. 1995. The impact of agricultural practices on biodiversity. Agriculture, Ecosystems and the Environment **55** (3): 201-212.

84 D'Antonio, C.M. and Vitousek, P.M. 1992. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. Annual Review of Ecological Systematics **23**: 63-87.

85 Bobbink, R., Hornung, M., and Roelofs, J.G.M. 1998. The effects of air-borne nitrogen pollutants on species diversity in natural and semi-natural European vegetation. Journal of Ecology **86**: 717-738.

86 Hansen, M.C., Stehman, S.V., and Potapov, P.V. 2010. Quantification of global gross forest cover loss. Proceedings of the National Academy of Sciences **107** (19): 8650-8655.

87 Gilroy, J.J., Prescott, G.W., Cardenas, J.S., González del Pliego Castañeda, P., Sánchez, A., et al. 2015. Minimizing the biodiversity impact of Neotropical oil palm development. Global Change Biology **21** (4): 1531-1540.

88 International Trade Centre. 2011. Cotton and Climate Change: Impacts and Options to Mitigate and Adapt. Geneva.

89 Fahey, B. and Jackson, R. 1997. Hydrological impacts of converting native forests and grasslands to pine plantations, South Island, New Zealand. Agricultural and Forest Meteorology **84**: 69-82.

90 Fargione, J.E., Cooper, T.R., Flaspohler, D.J., Hill, J., Lehman, C., et al. 2009. Bioenergy and wildlife: Threats and opportunities for grassland conservation. Bioscience **59**: 767-777.

91 Paruelo, J.M., Guerschman, J.P., Piñeiro, G., Jobbágy, E.G., Verón, S.R., et al. 2006. Cambios en el uso de la tierra en Argentina y Uruguay: Marcos conceptuales para su análisis. Agrociencia, **47**: 47-61.

92 Schrag, A.M. and Olimb, S. 2012. Threats assessment for the Northern Great Plains Ecoregion. WWF US, Bozeman, Montana.

93 Biggs, R., Simons, H., Bakkenes, M., Scholes, R.J., Eickhout, B., et al. 2008. Scenarios of biodiversity loss in southern Africa in the 21st century. Global Environmental Change **18**: 296-309.

94 Chuluun, T. and Ojima, D. 2002. Land use change and carbon cycle in arid and semi-arid lands of East and Central Asia. Science in China **45** (supplement): 48-54.

95 Williams, N.S.G., McDonnell, M.J., and Seagar, E.J. 2005. Factors influencing the loss of an endangered ecosystem in an urbanising landscape: A case study of native grasslands from Melbourne, Australia. Landscape and Urban Planning **7**: 35-49.

96 Stoate, C., Báldi, A., Beja, P., Boatman, N.D., Herzon, I., et al. 2009. Ecological impacts of early 21st century agricultural change in Europe – A review. Journal of Environmental Management **91**: 22-46.

97 Faber-Langendoen, D. and Josse, C. 2010. World Grasslands and Biodiversity Patterns. NatureServe, Arlington, VA, USA.

98 Dixon, A.P., Faber-Langendoen, D., Josse, C., Morrison, J., and Loucks, C.J. 2014. Distribution mapping of world grassland types. Journal of Biogeography **41** (11): 2003-2019.

99 Brown, E., Dudley, N., Lindhe, A., Muhtaman, D.R., Stewart, C., et al. (eds.) 2013. Common guidance for the identification of High Conservation Values. HCV Resource Network, Oxford.

100 Bilenca, D. and Miñarro, F. 2004. Identifiación de Areas Valiosas de Pastizal (AVPs) en las pampas y campos de Argentina, Uruguay y Sur de Brasil. Fundacion Silvestre, Buenis Aires, Argentina.

101 Veldman, J.W., Overbeck, G.E., Negreiros, D., Mahy, G., Le Stradic, S., et al. 2015. Where tree planting and forest expansion are bad for biodiversity and ecosystem services. BioScience **65**: 1011-1018.

102 White, R.P., Murray, S., and Rohweder, M. 2000. Grassland Ecosystems, Pilot Analysis of Global Ecosystems (PAGE). World Resources Institute, Washington, DC.

103 Henwood, W.D. 2010. Towards a strategy for the conservation and protection of the world's temperate grasslands. Great Plains Research **20**: 121-134.

104 Juffe-Bignoli, D., Burgess, N.D., Bingham, H., Belle, E.M.S., de Lima, M.G., et al. 2014. Protected Planet Report 2014. UNEP-WCMC, Cambridge, UK.

105 Veldman, J.W., Overbeck, G.E., Negreiros, D., Mahy, G. Le Stradic, S., et al. 2015. Op. cit.

106 Gibbs, H.K., Rausch, L., Munger, J., Schelly, I., Morton, D.C., et al. 2015. The soy moratorium: Supply-chain governance is needed to avoid deforestation. Science **347** (6220): 377-378.

107 McAlpine, C.A., Fearnside, P.M., Seabrook, L., and Laurance, W.F. 2009. Increasing world consumption of beef as a driver of regional and global change: A call for policy action based on evidence from Queensland (Australia), Colombia and Brazil. Global Environmental Change **19**: 21-33.

108 White, R.P., Murray, S., and Rohweder, M. 2000. Op. cit.

109 Blench, R. and Sommer, F. 1999. Understanding Rangeland Biodiversity. Working Paper number 121, Overseas Development Institute, London.

110 Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., et al. 2006. Livestock's Long Shadow: Environmental issues and options. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome.

111 Pykälä, J., Luoto, M., Heikkinen, R.K., and Kontula, T. 2005. Plant species richness and persistence of rare plants in abandoned semi-natural grasslands in northern Europe. Basic and Applied Ecology **6** (1): 25-33.

112 Norton, D.A., Espie, P.R., Murray, W., and Murray, J. 2006. Influence of pastoral management on plant diversity in a depleted short tussock grassland, Mackenzie Basin. New Zealand Journal of Ecology **33** (3): 335-344.

113 Altesor, A., Oesterheld, M., Leoni, E., Lezama, F., and Rodríguez, C. 2005. Effect of grazing on community structure and productivity of a Uruguayan grassland. Plant Ecology **179** (1): 83-91.

114 Dudgeon, D., Arthington, A.H., Gessner, M.O., Kawabata, Z.I., Knowler, D.J., et al. 2005. Freshwater biodiversity: Importance, threats, status and conservation challenges. Biological Review **81**: 162-182.

115 Strayer, D.L. and Dudgeon, D. 2010. Freshwater biodiversity conservation: Recent progress and future challenges. Journal of the North American Benthological Society **29**: 344-358.

116 Mauerhofer, V., Kim, R.E., and Stevens, C. 2015. When implementation works: A comparison of Ramsar Convention implementation in different continents. Environmental Science and Policy **51**: 95-105.

117 Davidson, N. 2014. How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. Marine and Freshwater Research **65**: 934941.

118 Gardner, R.C., Barchiesi, S., Beltrame, C., Finlayson, C.M., Galewski, T., et al. 2015. State of the World's Wetlands and their Services to People: A compilation of recent analyses. Ramsar Convention Briefing Note **7**. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland.

119 Green, P.A., Vörösmarty, C.J., Harrison, I., Farrell, T., Sáenz, L, et al. 2015. Freshwater ecosystem services supporting humans: Pivoting from water crisis to water solutions. Global Environmental Change **34**: 108-118.

120 Dixon, M.J.R., Loh, J., Davidson, N.C., Beltrame, C., Freeman, R., et al. 2016. Tracking global change in ecosystem area: The Wetland Extent Trends index. Biological Conservation **193**: 27-35.

121 Darwall, W., Smith, K., Allen, D., Seddon, M., Mc Gregor Reid, G., et al. 2008. Freshwater biodiversity – a hidden resource under threat. In: Vié, J.-C., Hilton-Taylor, C., and Stuart, S.N. (eds.) The 2008 Review of The IUCN Red List of Threatened Species. IUCN, Gland, Switzerland.

122 Smith, K.G., Barrios, V., Darwall, W.R.T., and Numa, C. (eds.) 2014. The Status and Distribution of Freshwater Biodiversity in the Eastern Mediterranean. IUCN, Cambridge, UK, Malaga, Spain and Gland, Switzerland.

123 Frenken, K. (ed.). 2009. Irrigation in the Middle East region in figures. AQUASTAT Survey – 2008. FAO Water Reports number 34, Rome, Italy.

124 Voss, K.A., Famiglietti, J.S., Lo, M., Linage, C., Rodell, M, et al. 2013. Groundwater depletion in the Middle East from GRACE with implications for transboundary water management in the Tigris-Euphrates-Western Iran region. Water Resources Research **49** (2):904-914. Quoted in Smith, K.G., Barrios, V., Darwall, W.R.T., and Numa, C. (eds.) 2014. Op. cit.

125 Grill, G., Lehner, B., Lumsdon, A.E., MacDonald, G.K., Zarfl, C, et al. 2015. An index-based framework for assessing patterns and trends in river fragmentation and flow regulation by global dams at multiple scales. Environmental Research Letters **10** (1): 015001 1-15.

126 Zarfl, C., Lumsdon, A.E., Berlekamp, J., Tydecks, L., and Tockner, K. 2015. A global boom in hydropower dam construction. Aquatic Sciences **77**: 161-170.

127 Barthem, R. and Goulding, M. 1997. The catfish connection: Ecology, migration and conservation of Amazon predators. Columbia University Press, New York.

128 Finer, M. and Jenkins, C.N. 2012. Proliferation of hydroelectric dams in the Andean Amazon and implications for Andes-Amazon connectivity. PLOS One **7** (4): 335126.

129 Almeida, O., Lorenzen, K., and McGrath, D. 2003. The commercial fishing sector in the regional economy of the Brazilian Amazon. The Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries, February 11-14, 2003, Phnom Penh, Cambodia.

130 O'Connor, J.E., Duda, J.J., and Grant, G.E. 2015. 1000 dams down and counting. Science **348** (6234): 496-497.

131 Marris. E. 2011. Rambunctious Garden: Saving nature in a post-wild world. Bloomsbury USA, New York.

132 Ceballos, G., Ehrlich,P.R., Barnosky, A.D., García, A., Pringle, R.M., et al. 2015. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. Science Advances **1**: 5.

133 Pimm, S.L., Jenkins, C.N., Abel, R., Brooks, T.M., Gittleman, J.L., et al. 2014. The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution and protection. Science **344** (6187): 987.

134 Newbold, T., Hudson, L.N., Arnell, A.P., Contu, S., De Palma, A., et al. 2016. Has land use pushed terrestrial biodiversity beyond the planetary boundary? A global assessment. Science **353** (6296): 288-291.

135 Oliver, T.H. 2016. How much biodiversity loss is too much? Science **353** (6296): 220-221.

136 WWF. 2016. Living Planet Report 2016. Risk and resilience in a new era. WWF International, Gland, Switzerland.

137 Collen, B., McRae, L., Deinet, S., De Palma, A., Carranza, T., et al. 2011. Predicting how populations decline to extinction. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences **366** (1577): 2577-2586.

138 Baillie, J.E.M., Griffiths, J., Turvey, S.T., Loh J., and Collen, B. 2010. Evolution Lost: Status and Trends of the World's Vertebrates. Zoological Society of London, London; and Hoffmann, M., Hilton-Taylor, C., Angulo, A., Boehm, M., Brooks, T.M., et al. 2010. The impact of conservation on the status of the world's vertebrates. Science **330** (6010): 1503-1509.

139 Rao, M. and Larsen, T. 2010. Ecological consequences of extinction. Lessons in Conservation: 5-53.

140 Estes, J.A., Terborgh, J., Brashares, M.E., Power, M.E., Berger, J., et al. 2011. Trophic downgrading of Planet Earth. Science **333**: 301-306.

141 Reich, P.B., Tilman, D., Isbell, F., Mueller, K., Hobbie, S.E., et al. 2012. Impacts of biodiversity loss escalate through time as redundancy fades. Science **336**: 589-592.

142 Hooper, D.U., Adair, E.C., Cardinale, B.J., Byrnes, J.E.K., Hungate, B.A., et al. 2012. A global synthesis reveals biodiversity loss as a major driver of ecosystem change. Nature **486** (7401): 105-108.

143 Ellis, E.C., Klein Goldewijk, K., Siebert, S., Lightman, D., and Ramankutty, N. 2010. Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000. Global Ecology and Biogeography **19** (5): 589-606.

144 Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC.

145 Crosby, A. 1986. Ecological Imperialism: The biological expansion of Europe, 900-1900. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

146 Watson, J.E.M., Shanahan, D.F., Di Moreno, M., Allan, J., Laurance, W.F., et al. 2016. Catastrophic declines in wilderness areas undermine global environment targets. Current Biology **26**: 1-6.

147 Butchart, S.H.M., Walpole, M., Collen, B., van Strien, A., Scharlemann, J.P.W., et al. 2010. Global biodiversity: Indicators of recent declines. Science **328** (5982): 1164-1168.

148 de Carvalho, W. D., & Mustin, K. 2017. The highly threatened and little known Amazonian savannahs. Nature Ecology & Evolution, 1, 0100.

149 Maretti, C.C., Riveros Salcedo, J.C., Hofstede, R., Oliveira, D., Charity, S., et al. 2014. State of the Amazon: Ecological Representation in Protected Areas and Indigenous Territories. WWF Living Amazon Initiative, Brasília and Quito.

150 Macedo, M. and Castello. L. 2015. State of the Amazon: Freshwater Connectivity and Ecosystem Health. WWF Living Amazon Initiative, Brasília, Brazil.

151 Hoorn, C. and Wesselingh, F. (eds.) 2011. Amazonia, Landscape and Species Evolution: A Look into the Past, John Wiley and Sons.

152 Macedo, M. and Castello, L. 2015. Op. cit.

153 Iriarte, V. and Marmontel, M. 2013. River dolphin (Inia geoffrensis, Sotalia fluviatilis) mortality events attributed to artisanal fisheries in the Western Brazilian Amazon. Aquatic Mammals **39** (1): 116-124.

154 Gomez-Salazar, C., Trujillo, F., Portocarrero, M., and Whitehead, H. 2012. Population density estimates and conservation of river dolphins (Inia and Sotalia) in the Amazon and Orinoco river basins. Marine Mammal Science **28** (1): 1748-1762.

155 Sayer, J., Sunderland, T., Ghazoul, J., Pfund, J. L., Sheil, D., et al. 2013. Ten principles for a landscape approach to reconciling agriculture, conservation, and other competing land uses. Proceedings of the National Academy of Sciences **110** (21), 8349-8356.

156 Locke, H. 2013. Nature needs half: A necessary and hopeful new agenda for protected areas. PARKS **19** (2): 13-21.

157 Dudley, N. 2008. Guidelines for Applying Protected Area Management Categories. IUCN, Gland, Switzerland.

158 Ibid.

159 Chatterjee, S., Gokhale, Y., Malhotra, K.C., and Srivastava, S. 2004. Sacred groves in India: An overview. Indira Gandhi Rashtriya Manav Sangrahalaya, Bhopal.

160 McMillen, H.L., Ticktin, T., Friedlander, A., Jupiter, S.D., Thaman, R., et al. 2014. Small islands, valuable insights: Systems of customary resource use and resilience to climate change in the Pacific. Ecology and Society **19** (4): 44.

161 Khalil Suleiman, M., Saleh, W., Hashemi, M., and Bhat, N.R. (eds.) 2013. Proceedings of an International Workshop: Towards an Implementation Strategy for the Human Integrated Management Approach Governance System. Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait City.

162 Schama, S. 1995. Landscape and Memory. HarperCollins, London.

163 Dudley, N., Bhagwat, S., Higgins-Zogib, L., Lassen, B., Verschuuren, B., et al. 2010. Conservation of biodiversity in sacred natural sites in Asia and Africa: A review of scientific literature. In: Verschuuren, B., Wild, R., McNeely, J., and Oviedo, G. (eds.) Sacred Natural Sites. Earthscan, London: pp. 19-32.

164 UNEP-WCMC and IUCN. 2016. Protected Planet Report 2016. UNEP-WCMC and IUCN: Cambridge, UK and Gland, Switzerland.

165 Geldmann, J., Barnes, M., Coad, L., Craigie, I.D., Hockings, M., et al. 2013. Effectiveness of terrestrial protected areas in reducing habitat loss and population declines. Biological Conservation **161** (0): 230-238.

166 Dudley, N., Stolton, S., and Elliott, W. 2013. Wildlife crime poses unique challenges to protected areas. PARKS **19** (1): 7-12.

167 Mascia, M.B., Pailler, S., Krithivasan, R., Roschchanka, V., Burns, D., et al. 2014. Protected area downgrading, downsizing, and degazettement (PADDD) in Africa, Asia, and Latin America and the Caribbean, 1900–2010. Biological Conservation **169**: 355-361.

168 Brooke, C. 2008. Conservation and adaptation to climate change. Conservation Biology **22**: 1471-1476.

169 Stolton, S. and Dudley, N. (eds.) 2010. Arguments for Protected Areas. Earthscan, London.

170 Shahabuddin, G. and Rao, M. 2010. Do community-conserved areas effectively conserve biological diversity? Global insights and the Indian context. Biological Conservation **143**: 2926-2936.

171 Jonas, H., Barbuto, V., Jonas, H.C., Kothari, A., and Nelson, F. 2014. New steps of change: Looking beyond protected areas to consider other effective area based conservation measures. PARKS **20** (2): 111-128.

172 Woodley, S., Bertzky, B., Crawhall, N., Dudley, N., Miranda Londoño, J., et al. 2012. Meeting Aichi Target 11: What does success look like for protected area systems? PARKS **18** (1): 23-36.

173 Plieninger, T., van der Horst, D., Schleyer, C., and Bieling, C. 2014. Sustaining ecosystem services in cultural landscapes. Ecology and Society **19** (2): 59.

174 Kremen, C. 2015. Reframing the land-sparing/land-sharing debate for biodiversity conservation. Annual New York Academy of Sciences **1355** (1): 52-76.

175 Potts, J., Lynch, M., Wilkings, A., Huppé, G., Cunningham, M., et al. 2014.The State of Sustainability Initiatives Review 2014: Standards and the Green Economy. International Institute for Environment and Development, London.

176 MCPFE and UNECE/FAO. 2003. State of Europe's Forests 2003: The MCPFE Report on Sustainable Forest Management in Europe, Vienna and Geneva.

177 Kell, D. 2012. Large-scale sequestration of atmospheric carbon via plant roots in natural and agricultural ecosystems: Why and how. Philosophical Transactions of the Royal Society, B. **367**: 1589-1597.

178 Poeplau, C. and Don, A. 2015. Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops – A meta-analysis. Agriculture, Ecosystems and Environment **200**: 33-41.

179 Burney, J.A., Davis, S.J., and Lobell, D.B. 2010. Greenhouse gas mitigation by agricultural intensification. Proceedings of the National Academy of Sciences **107**: 12052-12057.

180 West, T.O. and Post, W.M. 2002. Soil organic carbon sequestration rates by tillage and crop rotation. Soil Science Society of America Journal, **66**: 1930-1940.

181 Pansak, W., Hilger, T.H., Dercon, G., Kongkaew, T., and Cadisch, G. 2008. Changes in the relationship between soil erosion and N loss pathways after establishing soil conservation systems in uplands of Northeast Thailand. Agriculture, Ecosystems and Environment **128** (3): 167-176.

182 Agus, F. and dan Widianto. 2004. Practical guidelines for upland soil conservation (Petunjuk praktis konservasi tanah lahan kering). Bogor, World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia.

183 Alvarez, C.R., Taboada, M.A., Gutierrez Boem, F.H., Bono, A., Fernandez, P.L., et al. 2009. Topsoil properties as affected by tillage systems in the Rolling Pampa region of Argentina. Soil Science Society of America Journal **73**: 1242-1250.

184 Fryrear, D.W. and Skidmore, E.L. 1985. Methods for controlling wind erosion. In: Follett, R.F. and Stewart, B.A. (eds). Soil Erosion and Crop Productivity. CABI.

185 Amanullah, Khan, S.U., Iqbal, A., and Fahad, S. 2016. Growth and productivity response of hybrid rice to application of animal manures, plant residues and phosphorus. Frontiers in Plant Sciences **7**: 1440.

186 Branca, G., Lipper, L., McCarthy, N., and Jolejole, M.C. 2013. Food security, climate change, and sustainable land management. A review. Agronomy for Sustainable Development **33**: 635-650.

187 Derpsch, R., Friedrich, T., Kassam, A., and Hongwen, L. 2010. Op. cit.

188 Hammad, A. and Børresen, T. 2006. Socioeconomic factors affecting farmers' perceptions of land degradation and stonewall terraces in central Palestine. Environmental Management **37**: 380-394.

189 GWP Technical Committee. 2004. Catalyzing Change: A handbook for developing integrated water resources management (IWRM) and water efficiency strategies. Global Water Partnership, Stockholm.

190 http://www.gwp.org/ accessed May 10, 2017.

191 Von Gadow, K., Pukkala, T., and Tomé, M. (eds.) 2000. Sustainable Forest Management. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London.

192 https://www.un.org/esa/forests/wp-content/uploads/2016/12/UNSPF_AdvUnedited.pdf accessed May 10, 2017.

193 Dong, S., Wen, L., Liu, S., Zhang, X., Lassoie, J.P., et al. 2011. Vulnerability of worldwide pastoralism to global changes and interdisciplinary strategies for sustainable pastoralism. Ecology and Society **16** (2): 10.

194 https://www.iucn.org/theme/ecosystem-management/our-work/global-drylands-initiative/iucns-work-drylands/world-initiative

195 Nair, P.K.R. 1985. Classification of agroforestry systems. Agroforestry Systems **3**: 97-128.

196 http://www.worldagroforestry.org/ accessed May 10, 2017.

197 Society for Ecological Restoration. 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. Society for Ecological Restoration International, Tuscon.

198 Alexander, S., Aronson, J., Whaley, O., and Lamb, D. 2016. The relationship between ecological restoration and the ecosystem services concept. Ecology and Society **21** (1): 34.

199 Estrada-Carmona, N., Hart, A.K., DeClerck, F.A.J., Harvey, C.A., and Milder, J.C. 2014. Integrated landscape management for agriculture, rural livelihoods, and ecosystem conservation: An assessment of experience from Latin America and the Caribbean. Landscape and Urban Planning **129**: 1-11.

200 Barral, M.P., Rey Benayas, J.M., Meli, P., and Maceira, N.O. 2015. Quantifying the impacts of ecological restoration on biodiversity and ecosystem services in agroecosystems: A global meta-analysis. Agriculture, Ecosystems and Environment **202**: 223-231.

201 Blignaut, J., Aronson, J., and de Wit, M. 2014. The economics of restoration: Looking back and leaping forward. Annals of the New York Academy of Sciences **1322**: 35-47.

© Мартин Тасев

202 de Groot, R.S., Blignaut, J., Van Der Ploeg, S., Aronson, J., Elmqvist, T., et al. 2013. Benefits of investing in ecosystem restoration. Conservation Biology **27**: 1286-1293.

203 BenDor, T., Lester, T.W., Livengood, A., Davis, A., and Yonavjak, L. 2015. Estimating the size and impact of the ecological restoration economy. PLoS ONE **10**: e0128339.

204 Aronson, J. and Alexander, S. 2013. Ecosystem restoration is now a global priority: Time to roll up our sleeves. Restoration Ecology. **21** (3): 293-296.

205 Dudley, N. and Mansourian, S. 2003. Forest Landscape Restoration and WWF's Conservation Priorities. WWF International, Gland, Switzerland.

206 Hobbs, R.J., Higgs, E., and Harris, J.A. 2009. Novel ecosystems: Implications for conservation and restoration. Trends in Ecology and Evolution **24**: 599-605.

207 Seabrook, L., McAlpine, C.A., and Bowen, M.E. 2011. Restore, repair or reinvent: Options for sustainable landscapes in a changing climate. Landscape and Urban Planning **100**: 407-410.

208 Breed, M.F., Stead, M.G., Ottewell, K.M., Gardner, M.G., and Lowe, A.J. 2013. Which provenance and where? Seed sourcing strategies for revegetation in a changing environment. Conservation Genetics **14**: 1-10.

209 Shackelford, N., Hobbs, R.J., Burgar, J.M., Erickson, T.E., Fontaine, J.B., et al. 2013. Primed for change: Developing ecological restoration for the 21st century. Restoration Ecology **21**:297-304.

210 Bullock, J.M., Pywell, R.F., and Walker, K.J. 2007. Long-term enhancement of agricultural production by restoration of biodiversity. Journal of Applied Ecology **44**: 6-12.

211 Petursdottir, T., Aradottir, A.L., and Benediktsson, K. 2013. An evaluation of the short-term progress of restoration combining ecological assessment and public perception. Restoration Ecology **21**: 75-85.

212 Barrow, E. 2014. 300,000 hectares restored in Shinyanga, Tanzania – but what did it really take to achieve this restoration? SAPIENS **7** (2).

213 Bullock, J.M., Pywell, R.F., and Walker, K.J. 2007. Long-term enhancement of agricultural production by restoration of biodiversity. Journal of Applied Ecology **44**: 6-12.

214 Bullock, J.M., Aronson, J., Newton, A.C., Pywell, R.F., and Rey-Benayas, J.M. 2011. Restoration of ecosystem services and biodiversity: Conflicts and opportunities. Trends in Ecology and Evolution **26**: 541-549.

215 Ibid.

216 Queiroz, C., Beilin, R., Folke, C., and Lindborg, R. 2014. Farmland abandonment: Threat or opportunity for biodiversity conservation? A global review. Frontiers in Ecology and the Environment **12**: 288-296.

217 Navarro, L.M. and Pereira, H.M. 2012. Rewilding abandoned landscapes in Europe. Ecosystems **15**: 900-912.

218 Corlett, R.T. 2016. Restoration, reintroduction, and rewilding in a changing world. Trends in Ecology and Evolution **31**: 453-462.

219 Aide, T.M., Clark, M.L., Grau, H.R., López-Carr, D., Levy, M.A., et al. 2013. Deforestation and reforestation of Latin America and the Caribbean (2001–2010). Biotropica **45**: 262-271.

220 Linnell, J.D.C., Kaczensky, P., Wotschikowsky, U., Lescureux, N., and Boitani, L. 2015. Framing the relationship between people and nature in the context of European conservation. Conservation Biology **29**: 978-985.

221 Eckholm, E. 1979. Planting for the future: Forestry for human needs. Worldwatch Paper 26. Worldwatch Institute, Washington, DC.

222 Convention on Biological Diversity, Korea Forest Service and Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (Germany). Undated. Lessons learned from the Republic of Korea's National Reforestation Programme. Seoul, Berlin and Montreal.

223 Korea National Parks System and IUCN. 2009. Korea's Protected Areas: Evaluating the Effectiveness of South Korea's protected areas system. Seoul and Gland, Switzerland.

224 Chatterton, P., Ledecq, T., and Dudley, N. (eds.) 2016. WWF Landscape Elements: Steps to achieving integrated landscape management. WWF, Vienna.

225 Drawing on Denier, L., Scherr, S.J., Shames, S., Chatterton, P., Hovani, L., et al. 2015. The Little Sustainable Landscapes Book. Global Canopy Programme, Oxford.

ГЛАВА 10

ЭНЕРГЕТИКА И КЛИМАТ

Изобилие энергии стимулирует мировую экономику. Но это дается нелегко: наши усилия направлены на извлечение энергии из горючих ископаемых, а возобновляемые источники занимают огромные территории. Загрязнение в результате производства и потребления энергии, включая сжигание биомассы, меняет экологию всей планеты.

Изменение климата является самым масштабным и наиболее серьезным из этих воздействий, оказываемых в основном сжиганием горючих ископаемых, а также значительными выбросами парниковых газов из-за исчезновения лесов и продовольственной системы. В то время как земля является источником и жертвой изменения климата, она также является частью решения проблемы. Устойчивые методы управления земельными ресурсами могут внести вклад в стратегии смягчения последствий изменения климата путем прекращения и устранения потерь парниковых газов из наземных источников, а также обеспечить незаменимые экосистемные услуги, которые помогают обществу адаптироваться к последствиям изменения климата.

ВВЕДЕНИЕ

Начиная с XIX века происходит массовый и беспрецедентный рост потребления энергии; за последние 200 лет глобальное использование энергии выросло более чем в 20 раз, намного опережая темпы роста населения.[1] В частности, резко возросло использование ископаемого топлива, расщепление атома стало важным источником энергии в мире, а в последнее время ряд технологий в области возобновляемых источников энергии перешли из нишевых рынков в массовый. Быстрый рост производства и потребления энергии, в свою очередь, оказывает серьезное влияние на земельные ресурсы. К этому относятся прямые воздействия, такие как изменение характера землепользования и деградация земель, а также более скрытые воздействия, обусловленные локальным и низовым загрязнением почвы, воздуха и воды, а также выбросами углерода, вызывающими глобальные изменения.

Самым значительным воздействием стало ускорение антропогенного изменения климата. В XIX веке ученые впервые выдвинули гипотезу, что антропогенные выбросы парниковых газов могут изменить климат, но эта идея получила широкое признание лишь в 1960-х годах.[2] С тех пор растет понимание реальности, масштабов и темпов изменения климата, хотя некоторые скептики все еще отрицают какое-либо влияние человека на климат. Создание Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) в 1988 году привело к стремительному повышению осведомленности, так как ученым со всего мира было предложено объединить усилия в области исследований и совместно работать над анализом данных, составлением климатических моделей и проведением оценок.[3]

В 1992 году, во время Встречи на высшем уровне «Планета Земля» в Рио-де-Жанейро подписание Рамочной конвенции ООН по изменению климата (РКИК ООН) поставило этот вопрос в центр политического внимания, таким образом начав многолетние переговоры по решению проблемы изменения климата.[4] Земля и климат имеют сложную взаимосвязь: методы управления культурами и животноводством являются как причиной изменения климата, так и потенциальным решением с точки зрения смягчения последствий и адаптации, в то время как экосистемы суши сами изменятся в результате. В этой главе приводится краткий обзор некоторых важных вопросов землепользования, имеющих отношение к энергетике и изменению климата.

Энергетика

Источники энергии влияют на состояние земельных ресурсов и многие из них также оказывают побочное воздействие в виде ущерба, наносимого биологическому разнообразию, обширной окружающей среде и здоровью человека; в то время как степень этих воздействий отличается, ни один из источников энергии не обходится без издержек. Природоохранные и социальные издержки, анализ жизненного цикла и соотношение инвестиций в энергетику и доходов — все это важные факторы, которые следует учитывать.

Выбор стратегии — сложная задача, и практически у каждого вида источников энергии найдется по крайней мере одна группа гражданского общества, выступающая против него.[5] Несмотря на то, что предпринимались попытки обеспечить единую экологическую стратегию энергоснабжения,[6] эта область остается раздробленной, сложной и крайне спорной. Тем не менее, переход к возобновляемым источникам энергии идет полным ходом и будет далее подкрепляться Парижским соглашением по борьбе с глобальным изменением климата, которое стремится к глобальному «отказу от углерода».[7]

Цель устойчивого развития 7 направлена на «*Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех*» с сопутствующими задачами 7.1 «*обеспечить всеобщий доступ к недорогому, надежному и современному энергоснабжению*» и 7.2 «*значительно увеличить долю энергии из возобновляемых источников в мировом энергетическом балансе*».

Многие из этих вопросов рассматриваются в других разделах настоящего *обзора*, к примеру, биотопливо обсуждается в Главе 7, а гидроэнергетика в Главе 8. В Таблице 10.1 приведены некоторые из основных последствий использования различных источников энергии, работающих или оказывающих воздействие на земельные ресурсы.

© Томас Рихтер (Thomas Richter)

Таблица 10.1. Последствия использования различных источников энергии для земли, окружающей среды и здоровья человека

Источник	Последствия
Нефть	Существуют серьезные риски загрязнения при добыче на суше[8] и в море, а также во время транспортировки. Самая крупная в мире авария с разливом нефти в Мексиканском заливе привела к разливу 4,9 миллиона баррелей сырой нефти,[9] оказав негативное воздействие на прибрежные территории. Регулярные разливы нефти могут также пагубно воздействовать на растительность, например, мангровые заросли.[10] Сжигание нефти является основным фактором загрязнения воздуха; оксиды азота и твердые частицы, преимущественно от транспорта, становятся причиной свыше 50 000 преждевременных смертей в год в Великобритании.[11] Кроме того, горючие ископаемые являются крупнейшим в мире источником выбросов парниковых газов.[12] Добыча битуминозных песков (вязкая форма нефти) в Канаде является сильно оспариваемым вопросом,[13] как и бурение в Арктике и тропических лесах.[14]
Газ	Роль гидравлического разрыва пласта («гидроразрыв») в добыче горючих ископаемых, в том числе сильно удерживаемого природного газа вызвала значительное сопротивление по вопросам здоровья и окружающей среды;[15] совокупные воздействия на землю могут нанести ущерб биологическому разнообразию.[16] Сжигание природного газа также является значительным источником выделения парниковых газов; одно только факельное сжигание неиспользованного газа в процессе добычи нефти приводит к выбросам около 250 млн. тонн двуокиси углерода в год.[17]
Каменный уголь	Загрязнение происходит во время добычи; открытые карьеры особенно наносят повсеместный ущерб воздушной, водной среде и здоровью людей.[18] Однако, подземные рудники на самом деле оставляют еще больший отпечаток из-за необходимости использования шахтных подпорок из лесоматериала и т. д.[19] Шахтеры, работающие в угольных шахтах, имеют серьезные проблемы со здоровьем и техникой безопасности. Они страдают от ряда смертельных заболеваний вследствие длительного вдыхания угольной пыли.[20] Угольные шахты и породные отвалы уничтожают среду обитания. Уголь является основным источником локального загрязнения и смога, с которым сопряжен ряд заболеваний;[21] сухие и мокрые осаждения («кислотные дожди»), переносимые на большие расстояния, негативно отражаются на пресной воде и лесах,[22] загрязнении воды[23] и выбросах парниковых газов. Заброшенные угольные шахты приводят к дренажу кислотных шахтных вод в течение десятилетий.[24]
Атомная энергия	В то время как некоторые считают атомную энергетику подходящим вариантом из-за низких выбросов парниковых газов,[25] другие очень критично относятся к этому обзору.[26] Общее воздействие на землю также невелико, хотя добыча урана может крайне негативно сказаться на биологическом разнообразии, вызвать загрязнение, и стать источником серьезных проблем со здоровьем у горняков.[27]. Тем не менее, растет серьезная обеспокоенность по поводу последствий с точки зрения безопасности, внимание к которым привлекли крупные аварии в Гаррисберге (США), Чернобыле (Украина)[28] и на АЭС в Фукусиме (Япония), которая была повреждена во время землетрясения 2011 года[29] и по сей день характеризуется высокой степенью неустойчивости. Высокорадиоактивные отходы ядерного распада также требуют чрезвычайно длительного хранения — проблема, которую отрасли еще предстоит решить и решение которой, скорее всего, будет возложено на правительства.[30]
Гидроэнергетика	Большие издержки несет в себе изменение стока рек, что приводит к воздействию на биологическое разнообразие (например, проходные рыбы), наличие питательных веществ в низовьях, и экосистемные услуги, такие как периодическое затопление для орошения.[31] Водохранилища гидроэлектростанций, пойменные долины и низинные участки, вытесняющие естественную растительность либо сельскохозяйственные земли и сообщества.[32] При определенных обстоятельствах водохранилища ГЭС становятся значительными источниками метана.[33]
Энергия приливов и отливов	На сегодняшний день развивается лишь в нескольких местах. Ведется многолетняя дискуссия о возможных воздействиях системы приливной энергии в устье р. Северн (Великобритания) из-за вероятного воздействия на популяции птиц.[34] Новые технологии использования прудов-отстойников и приливно-отливных водотоков оказывают меньшее воздействие на окружающую среду и могут стать эффективной альтернативой.
Энергия ветра	Ветроэнергетические системы имеют серьезные последствия для землепользования и против них выступают по эстетическим соображениям в виду воздействия на облик ландшафтов, а также потенциального воздействия на популяции птиц[35] и районы, богатые биологическим разнообразием.[36] В теории на территории ветряных электростанций можно заниматься сельским хозяйством.[37] Существуют стратегии планирования, исключающие размещение станций в районах, сохранение которых признается важным.[38] Морские ветряные электростанции вызывают меньше споров и становятся все более популярными; они могут оказывать негативное воздействие на морских птиц, однако при этом являются прибежищем для бентической среды и морской флоры и фауны.[39]

Источник	Последствия
Солнечная энергетика	Существуют три основных типа солнечной энергии: солнечные водонагревательные системы, системы концентрированной солнечной энергии и фотоэлектрические элементы.[40] Появление солнечных электростанций – больших блоков фотоэлектрических элементов или концентрирующих зеркал, выделяющих тепло – на сельскохозяйственных землях и в засушливых регионах, вызвало обеспокоенность в связи с компромиссом между энергией, производством продовольственных товаров и охраной окружающей среды.[41] Однако солнечные электростанции, при тщательном проектировании, могут быть интегрированы в сельскохозяйственные системы,[42] и такие «агроэлектрические» системы устанавливаются все чаще.[43] Важно отметить, что выбросы парниковых газов при производстве фотоэлектрических элементов сами по себе значительны.
Биотопливо	Более 2,4 миллиарда человек полагаются на древесное топливо и древесный уголь при приготовлении пищи и их нерациональная добыча способствуют исчезновению и деградации лесов.[44] Плантации биотоплива также оказывают существенное влияние на землепользование путем прямого уничтожения естественной или полуестественной растительности для создания биотопливных культур или путем вытеснения продовольственных культур. И наоборот, устойчивое управление травянистыми растениями для сбора биомассы могло бы в теории стимулировать защиту находящихся под угрозой лугопастбищных угодий.[45] Существуют различные стандарты и системы сертификации.[46] Некоторые виды биотоплива также могут оказывать серьезное негативное воздействие на здоровье: только в Китае загрязнение воздуха в помещениях из-за сжигания угля и древесного топлива ежегодно приводит к преждевременной смерти около 420 000 человек.[47] Использование горючих ископаемых является слишком масштабным, чтобы простое замещение биотопливом было практически осуществимым.[48]
Биоэнергетика с использованием технологии улавливания и хранения углерода	Если биоэнергия сочетается с технологией улавливания и хранения диоксида углерода (Био-УХУ), то она может приводить к отрицательным выбросам парниковых газов: культивация биомассы удаляет углекислый газ из атмосферы, затем биомасса преобразуется в энергию, а углекислый газ, выделяемый при сжигания биомассы, захватывается и хранится, обеспечивая Био-УХУ уникальное преимущество в плане сокращения выбросов парниковых газов, при условии, что производство сырья осуществляется при низких выбросах парниковых газов. Технология Био-УХУ является центральной практически во всех стратегиях, применяемых в регионах мира с температурой «ниже 2°C», в которых отрицательные выбросы углерода к концу XXI века должны быть существенными.[49] Тем не менее, технология остается неапробированной.[50]
Геотермальная	Важный и долговременный источник в странах с большим ресурсом, таких как Исландия. Использование низкопотенциальной геотермальной энергии также возможно с помощью технологии тепловых насосов.[51]
Получение энергии за счет утилизации отходов	Растущий источник энергии, в котором используются, например, системы тепловой обработки[52] и биогазовые генераторы.[53] Последствия использования таких систем незначительные.

© Дин Морли (Dean Morley)

Таблица 10.2. Интенсивность землепользования в различных энергетических системах

Источники данных
(а) Трейнер и соавт. (2016)
(б) Фтенакис и Ким (2009)
(в) IINAS (2017 г)
(г) ЮНЕП (2016 г.)
(д) общие оценки

Продукт	Первичный источник энергии		Интенсивность использования земли [кв. м/МВт-ч]				
			Данные в США (а)	Данные в США (б)	Данные в ЕС (в)	ЮНЕП (г)	типичные (д)
Электроэнергия	Атомная энергия		0,1	0,1	1,0		0,1
	Природный газ		1,0	0,3	0,1	0,2	0,2
	Каменный уголь	Подземная добыча	0,6	0,2	0,2		0,2
		Открытая добыча	8,2	0,2	0,4	15,0	5,0
	Возобновляемые источники энергии	Ветровая	1,3	1,0	0,7	0,3	1,0
		Геотермальная	5,1		2,5	0,3	2,5
		Гидроэнергия (крупные плотины)	16,9	4,1	3,5	3,3	10
		Солнечная фотоэлектрическая	15,0	0,3	8,7	13,0	10
		Солнечная концентрированная	19,3		7,8	14,0	15
		Биомасса (из с/х культур)	810	13	450		500
Жидкое топливо	Нефть		0,6		0,1		0,4
	Биотопливо	Кукуруза (маис)	237		220		230
		Сахарный тростник (из сока)	274		239		250
		Сахарный тростник (остатки)					0,1
		Соя	296		479		400
		Целлюлоза, SRC	565		410		500
		Целлюлоза (остатки)			0,10		0,1

Наибольшие последствия в виде непосредственного изменения землепользования исходят от биотоплива и добычи горючих ископаемых, причем разработка нефтеносных песков и сланцев, вероятно, имеет наибольший топливный отпечаток, учитывая площадь земли на единицу произведенной энергии. Косвенное воздействие на землю оказывают различные формы загрязнений, наиболее значительными из которых по площади воздействия являются опять же горючие ископаемые, такие как сера и оксид азота, и повсеместно — парниковые газы. В Таблице 10.2[54] приводится сводная информация об интенсивности использования земли энергетическими системами.

В целом, площадь воздействия невозобновляемых источников энергии составляет от 0,1 до 1 кв. м/ МВт-ч (за исключением добычи угля открытым способом), в то время как след небиомассных возобновляемых источников равен примерно 1 – 10 кв. м/ МВт-ч и 100 – 1000 кв. м./ МВт-ч для биомассы (кроме остатков и потерь).[55] Ядерная энергетика, как правило, оказывает меньшее воздействие на землю, хотя, в случае непредвиденных событий, последствия могут быть более длительными.

Гидроэнергетика вызывает резкие изменения в реках и водоразделах, которые, в свою очередь, влияют на окружающую местность, снижают доступность поливной воды, влияют на плодородие почв и часто способствуют другим изменениям в землепользовании: затопление площадей вследствие строительства высоконапорных плотин разрушает естественную среду обитания и вытесняет местные общины.

Выбор энергоносителей не является простым и планирование должно учитывать весь жизненный цикл технологий и топлива. Например, важно провести различие между централизованными (невозобновляемыми) технологиями, которые требуют поставки топлива и других ресурсов на производственный объект и их распределения, и технологиями использования возобновляемых источников энергии, которые предполагают использование либо внутреннего топлива, либо использование энергии на местах, что значительно снижает потребность в транспортировке и транспортной инфраструктуре.[56]

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА

Целью устойчивого развития 13 является «*Принятие срочных мер по борьбе с изменением климата и его последствиями*», чем признается тот факт, что изменение климата приведет к коренным изменениям в функционировании экосистем, которые повышают риски для общей безопасности человека. МГЭИК дала прямолинейную оценку доказательств изменения климата, причин и вероятных последствий для окружающей среды и человеческого общества в будущем.

Последствия изменения климата

МГЭИК формулирует вероятные воздействия на целый ряд сфер, рассматриваемых в данном *обзоре*:

- **Продовольственная безопасность:** прогнозируемое снижение уровня продовольственной безопасности. На пшеницу, рис и маис, выращиваемые в тропических и умеренных районах, будут в целом отрицательно влиять повышения локальной температуры на 2°C, несмотря на то, что некоторые районы от этого могут выиграть (средняя степень достоверности). Более высокие повышения температуры будут представлять собой большие риски для продовольственной безопасности во всем мире (высокая степень достоверности).
- **Безопасность воды:** прогнозируемое сокращение объема возобновляемых поверхностных вод и запасов грунтовых вод в большинстве сухих субтропических регионов (надежные свидетельства, высокая степень согласия)
- **Бедствия:** прибрежные районы и низинные участки будут подвержены риску повышения уровня моря, которое будет продолжаться на протяжении веков даже при стабилизации средней температуры на планете (высокая степень достоверности). Сведения, подтверждающие увеличение интенсивности экстремальных осадков, косвенно указывают на высокие риски затопления на региональном уровне (средняя степень достоверности). Последствия недавних экстремальных климатических явлений, включая аномальную жару, засухи, наводнения, циклоны и пожары, обнаруживают чрезвычайную уязвимость и подверженность некоторых экосистем и большого числа людей текущей изменчивости климата (весьма высокая степень достоверности).
- **Биологическое разнообразие**: большая часть видов сталкивается с высокой угрозой исчезновения в XXI веке и в последующий период. Большинство видов растений и животных будут не способны достаточно быстро сменить свой географический ареал обитания, чтобы поспеть за прогнозируемыми темпами изменения климата в большинстве экосистем (высокая степень достоверности). В больших масштабах, вероятно, также будут происходить изменения в составе, структуре, функционировании и устойчивости многих экосистем.
- **Здоровье человека:** до середины века прогнозируемое воздействие на здоровье человека усугубит существующие проблемы со здоровьем (весьма высокая степень достоверности), что приведет к ухудшению состояния здоровья во многих регионах на протяжении столетия, особенно в развивающихся странах с низким доходом (высокая степень достоверности).

Рисунок 10.1. Последствия изменения климата

- **Города:** в городских районах, вероятно, будут возрастать риски для людей, имущества, экономики и экосистем, в том числе риски от тепловой нагрузки, штормов и экстремальных осадков, внутренних и прибрежных наводнений, оползней, загрязнения воздуха, засухи, нехватки воды, повышения уровня моря и штормовых волн (весьма высокая степень достоверности). Эти риски усугубятся для тех, кто не имеет минимально необходимой инфраструктуры и услуг или живет в подверженных воздействиям районах.
- **Сельские районы:** как ожидается, столкнутся со значительным воздействием на обеспеченность водой, продовольственную безопасность, инфраструктуру и сельскохозяйственные доходы, включая изменение площадей продовольственных и непродовольственных культур по всему миру (высокая степень достоверности).
- **Миграция:** высока вероятность переселения людей (частично подтвержденные данные, высокая степень согласия). Популяции, неспособные к запланированной миграции будут более подвержены экстремальным погодным явлениям, особенно в странах с низким уровнем доходов.
- **Политическое и социальное обеспечение:** «изменение климата может косвенным образом повысить риски насильственных конфликтов в результате усиления хорошо документированных факторов этих конфликтов, таких как нищета и экономические потрясения (средняя степень достоверности)».[58]

Земля вступает в период беспрецедентной за всю историю климатической нестабильности, когда будет происходить изменение экосистем, а экстремальные погодные явления станут более частыми, что будет подрывать общую безопасность человечества. Мы уже ощущаем эти последствия; продолжение текущих тенденций может привести к тому, что изменения в несколько раз превысят те, которые мы уже испытывали.

Управление земельными ресурсами стимулирует изменение климата.

Наряду с воздействиями на землю, методы управления и использования земельных ресурсов являются важным фактором изменения климата. Изменением характера землепользования, управлением земельными и водными ресурсами и климатом определяется количество сохраняемого, секвестируемого и выделяемого в виде парниковых газов углерода. В 2019 году МГЭИК опубликует специальный доклад об изменении климата, опустынивании, деградации земель, устойчивом управлении земельными ресурсами, продовольственной безопасности и потоках парниковых газов в экосистемах суши.[59] Изменение характера землепользования часто влечет за собой превращение древних, богатых углеродом систем в землепользование с более низким потенциалом сохранения углерода (например, лесов в лугопастбищные угодья или пахотных земель в поселения и транспортную инфраструктуру). Деятельность по управлению земельными ресурсами может увеличить потери углерода посредством нарушения почв, уменьшения прочности агрегатов, увеличения числа пожаров и сокращения растительного покрова.

Блок 10.1. Вероятные последствия изменения климата

Межправительственная группа экспертов по изменению климата опубликовала свой последний доклад в 2014 году. Ниже приведены некоторые основные выводы.

«Потепление климатической системы представляет собой неоспоримый факт, и многие наблюдаемые изменения, произошедшие с 1950-х годов, являются беспрецедентными в масштабах от десятилетий до тысячелетий. Произошло потепление атмосферы и океана, запасы снега и льда сократились, а уровень моря повысился...

»Антропогенные выбросы парниковых газов увеличиваются начиная с доиндустриальной эпохи, в основном в результате экономического и демографического роста, сейчас же уровень выбросов выше, чем когда-либо. Это привело к беспрецедентной за последние 800 000 лет концентрации углекислого газа, метана и оксида азота в атмосфере. Их воздействие, вместе с последствиями других антропогенных факторов, были обнаружены во всей климатической системе и, судя по всему, являются доминирующей причиной наблюдаемого с середины XX века потепления...

«В последние десятилетия изменение климата оказывало неблагоприятное воздействие на природные и антропогенные системы на всех континентах и во всех океанах. Подобные воздействия связаны с наблюдаемым изменением климата, независимо от его причины, что указывает на восприимчивость природных и антропогенных систем к изменению климата...[57]

«Непрекращающиеся выбросы парниковых газов вызовут дальнейшее потепление и долговременные изменения во всех компонентах климатической системы, повышая вероятность опасных, всеобъемлющих и необратимых воздействий на человека и экосистемы. Для ограничения изменения климата потребуется существенное и устойчивое сокращение выбросов парниковых газов, что, вместе с мерами по адаптации, способно ограничить риски, связанные с изменением климата.»

Сельское хозяйство, лесное хозяйство и другие виды землепользования (СХЛХДВЗ) обеспечивают чуть менее четверти выбросов парниковых газов в мире и их общий вклад остается неизменным уже некоторое время. Основными факторами являются обезлесение и сельскохозяйственные выбросы от животноводства, а также управление почвой и питательными веществами, хотя сжигание биомассы также является существенным.[60] Согласно имеющимся оценкам, в соответствии с инерционным бизнес-сценарием мировые экономические издержки от изменения климата вследствие исчезновения лесов могут достигнуть 1 трлн. долл. США в год к 2100 году.[61] Несмотря на то, что сокращение выбросов от горючих ископаемых остается главным приоритетом в мире, прекращение и обращение вспять процесса

исчезновения лесов и деградации земель является, таким образом, одной из наиболее актуальных задач по смягчению последствий изменения климата, полностью признанной исследователями,[62] правительствами[63] и НПО.[64]

Сохранение углерода в экосистемах суши

Мировые экосистемы, в то же время, могут смягчить последствия изменения климата путем сохранения и секвестрации парниковых газов и помочь человечеству адаптироваться к изменениям путем поддержания жизненно важных экосистемных услуг и сохранения биологического разнообразия, являющегося их основой.

При смягчении последствий изменения климата задачей и возможностью является превращение земли из источника в поглотитель углерода. Если задачей управления земельными ресурсами является значительное смягчения последствий изменения климата, следует лучше изучить воздействие различных видов землепользования и методов управления на уровни секвестрации углерода, производительность растений и общую аккумулирующую способность.[65] Необходимы достаточные стимулы, поощряющие использование земель, которое предотвращает выбросы и дополнительно секвестирует углерод. Изменение методов управления земельными ресурсами могло бы сократить выбросы парниковых газов, а также способствовать секвестированию углерода из атмосферы (см. Таблицу 10.3), однако перспективы остаются неясными.

Почвы, в том числе торф, считаются крупнейшим хранилищем углерода на суше, удерживающим больше углерода, чем атмосфера и растительность вместе взятые,[66] хотя оценки варьируются. Углерод секвестируется в почве из атмосферного углекислого газа, полученного растениями в процессе фотосинтеза и содержащегося в растительных остатках и других органических твердых веществах. Секвестрация повышается системами управления, при которых добавляется большее количество биомассы в почву, уменьшается повреждение почвы, сохраняется влага, улучшается структура почв и повышается активность фауны почв. И наоборот, накопленный в почве углерод может быть потерян вследствие неумелого управления, как описано в Главах 7, 8 и 9. Несмотря на размеры запасов углерода, роль почвенного углерода часто преуменьшалась или игнорировалась в качестве стратегии смягчения последствий во многих инициативах в области изменения климата.[67]

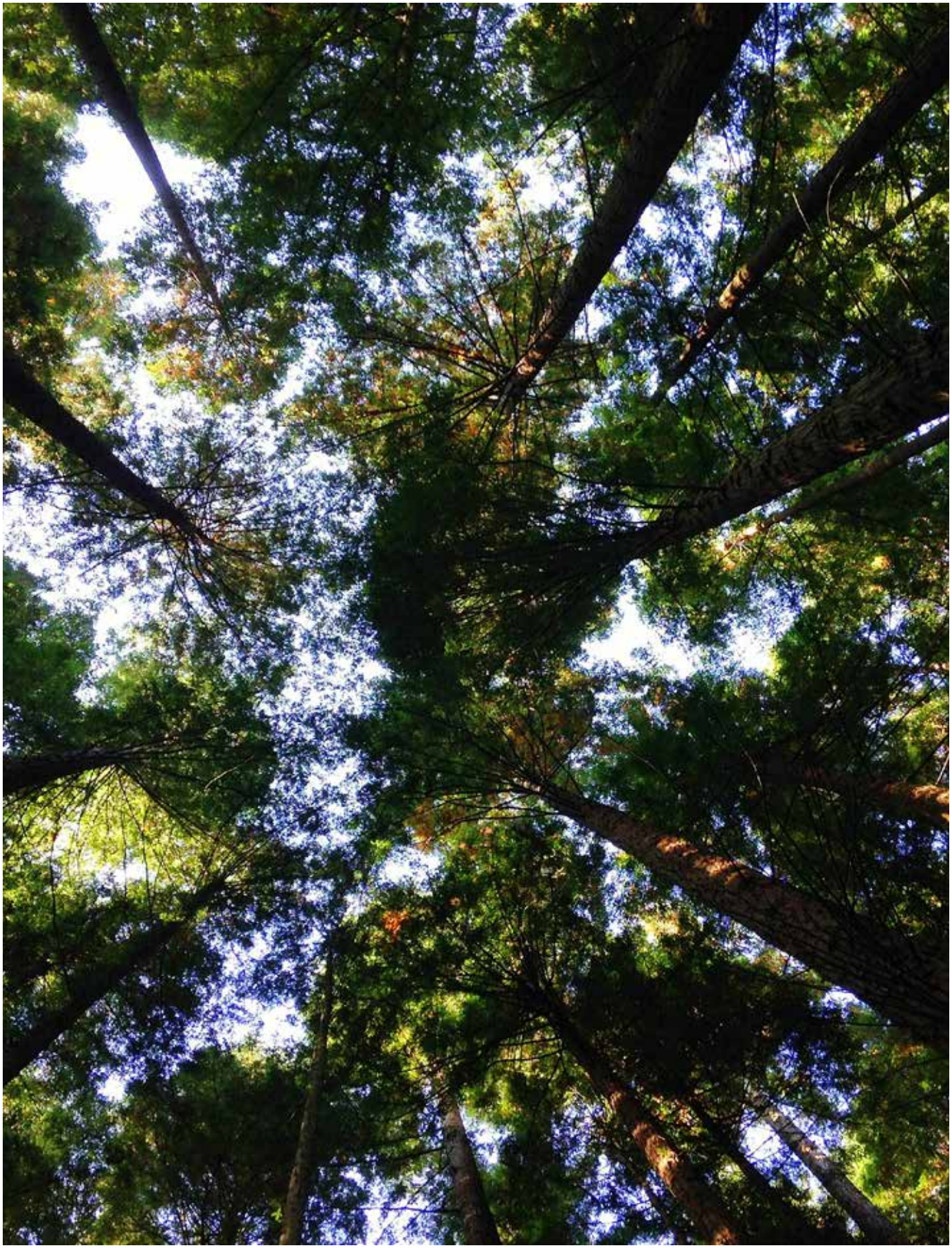
Огромными запасами углерода также обладают леса. По оценкам, запасы углерода в тропических влажных лесах варьируются от 170 – 250 тонн на гектар (т С/га),[68] что отчасти зависит от количества крупных древесных пород:[69] около 160 т С/га в биомассе на земной поверхности, 40 т С/га в грунте и 90 – 200 т С/га в почве.[70] Тропические влажные леса улавливают углерод, даже когда они достигают стадии перестоя, как в Амазонке[71] и Африке.[72] Бореальные леса содержат второй по величине наземный запас углерода (в среднем 60 – 100 т С/га), который удерживается в основном в почве и лиственной подстилке[73] и продолжает улавливать углерод по мере созревания.[74] Основной причиной, по которой данный вид экосистемы содержит такое количество углерода, является торф, залегающий под бореальными лесами. Тем не менее, потери углерода имеют место при высокой частоте пожаров,[75] число которых, по всей вероятности, возрастет вследствие изменения климата,[76] и если объемы лесозаготовки увеличатся,[77] в будущем биом может легко трансформироваться из поглотителя в источник углерода.

Существует множество методов управления растениеводством и животноводством, которые защищают и восстанавливают продуктивность земельных ресурсов, в то же время уменьшая выбросы и секвестируя углерод (см. Рисунок 10.2). Внутренние водно-болотные угодья, особенно торфяники, обладают весьма значительными запасами углерода. Несмотря на то, что они покрывают всего около 3% поверхности суши, торф (как полагают) содержит крупнейший в мире запас углерода.[79] Нетронутые торфяники содержат до 1300 тонн углерода на гектар,[80] с мировым запасом углерода 550 гигатонн.[81]

Лугопастбищные угодья также являются основными хранилищами углерода,[82] удерживая более 10% всего углерода земной коры.[83] Запасы тропических лугопастбищных угодий и саванн варьируются от менее 2 т С/га при отсутствии деревьев и до 30 т С/га для лесистой саванны.[84] Прерии и степи также обладают значительными запасами углерода.[85]

Таблица 10.3. Углерод, сохраняемый биомом[86]

Биом	Гт С
Тропические и субтропические леса	547,8
Тропические и субтропические луга, саванны, кустарники	285,3
Пустыни и сухие кустарники	178,0
Степь, саванны и кустарники	183,7
Леса умеренного пояса	314,9
Бореальные леса	384,2
Тундра	155,4
Итого	**2049,3**



© Анжела Бенито (Angela Benito)

Рисунок 10.2. Глобальный потенциал методов сокращения выбросов парниковых газов в сельском хозяйстве, где 1Pg (пентаграмм) равен 1 миллиарду метрических тонн, а Mg (мегаграмм) равен 1 метрической тонне: скопировано из[78]

Максимальное увеличение содержания углерода в наземных экосистемах[87]

1. Сократить выбросы в результате изменений в процессе землепользования и интенсивного культивирования, которые являются источником парниковых газов:

- уберечь земли с более высоким потенциалом сохранения углерода от трансформации путем устойчивой интенсификации использования земель, уже находящихся в производстве (в основном, сельхозугодья);
- избегать или уменьшать значительную трансформацию земель (например, обезлесение, быстрая урбанизация и незапланированное разрастание городов, плантации биотоплива);
- защищать водно-болотные угодья и луга от трансформации;
- совершенствовать производственные системы, которые в настоящее время производят большой выброс парниковых газов (например, сокращать выброс парниковых газов путем сушки и увлажнения полей необрушенного риса).

2. Защищать почву с высоким содержанием углерода:

- избегать чрезмерного осушения, приводящего к окислению и минерализации органических почв; поддерживать уровень грунтовых вод на оптимальной высоте путем регулирования уровня грунтовых вод; защищать и восстанавливать водно-болотные угодья;
- избегать использования агротехники и производственных систем, которые ускоряют эрозию почв и разложение органического вещества почвы; заменить системами щадящей или нулевой обработки почвы, постоянным почвенным покровом, ротацией пастбищ и т. д.;
- избегать уничтожения кустарника или леса путем сжигания, чрезмерного выпаса и чрезмерного использования растительности, которая уменьшает содержание поверхностного и подземного органического вещества.

3. Увеличивать секвестрацию углерода и повышать аккумулирующую способность:

- восстанавливать интенсивно используемые сельхозугодья или пастбищные угодья до более экстенсивных систем, таких как повторное орошение органических почв или обращение вспять процесса землепользования (например, от сельхозугодий обратно к лугопастбищным угодьям или восстановление водно-болотных угодий);
- увеличивать секвестрацию углерода и запасы углерода в минеральных почвах; применять методы агрономического управления, которые улучшают производство поверхностной и подземной биомассы и сохранение остатков;
- при необходимости поддерживать низкоинтенсивные пожары контролируемым выжиганием, а также избегать больших и интенсивных лесных пожаров.

Смягчение последствий изменения климата посредством улучшения управления и использования земельных ресурсов является долгосрочным вкладом, который сопряжен с компромиссами, в некоторых случаях из-за необходимого времени и отсутствия немедленных выгод для местных землепользователей. К примеру, улучшенное управление минеральными почвами путем насаждения покровных культур при минимальном повреждении почв может способствовать увеличению стока углерода без повышения уровня грунтовых вод. Это снижает риск выбросов метана в органические и минеральные почвы и

показывает, почему необходимо тщательно рассчитывать общий баланс углерода. Некоторые стратегии смягчения последствий изменения климата, включая повторное увлажнение органических почв и восстановление лугопастбищных угодий, имеют явные сопутствующие выгоды как для сохранения биологического разнообразия, так и для повышения устойчивости всей системы.

Управление земельными ресурсами для повышения устойчивости

В дополнение к секвестрации и сохранению углерода, правильно управляемые естественные и полуестественные экосистемы предоставляют ряд важных экосистемных услуг, описанных в Главе 4. К ним относятся роль в предотвращении или уменьшении последствий стихийных бедствий, обеспечение безопасного и пригодного для питья водоснабжения, решение проблем здравоохранения, связанных с изменением климата, и защита продовольственных ресурсов, включая продукты питания из диких растений и животных, рыбные ресурсы и дикорастущие родичи культурных растений. В более широком плане, посредством поддержания здоровой, функционирующей биосферы путем защиты круговорота питательных веществ и воды, а также почвообразования правильно функционирующие экосистемы могут обеспечить структурные звенья, гарантирующие долговременную безопасность продуктов питания и воды.

Эффективная адаптация зависит от самого функционирования экосистемы, при которой лица, ответственные за управление природными территориями, все чаще рассматривают варианты повышения устойчивости к изменению климата и другим формам давления.[88] Обеспечение максимально устойчивого и рационально используемого наземного природного капитала гарантирует снижение выбросов парниковых газов и секвестирование углерода с одновременным повышением устойчивости человека и экосистем к последствиям изменения климата.

ВЫВОДЫ

Ответные меры на эти вызовы являются довольно простыми: применять менее загрязняющие источники энергии, более эффективные энергосберегающие решения, а также методы использования и управления земельными ресурсами, которые отдают приоритет сохранению углерода в почве.[89] Однако, достичь согласия относительно того, что это означает на практике, оказалось непросто, а осуществление справедливых стратегий в области экологически чистых видов энергии и расширение устойчивого управления земельными ресурсами является еще более сложным.

Согласование быстро растущего спроса на продовольствие с насущной потребностью решения проблемы глобального изменения климата путем стабилизации или сокращения выбросов в сельском хозяйстве является сложной проблемой, требующей новых политических мер, стимулирующих передовую практику. Следовательно, стратегии смягчения последствий изменения климата должны быть нацелены на те места, где сельскохозяйственные культуры отличаются как высокими выбросами, так и высокой интенсивностью. Выводы четко указывают на то, что стратегии смягчения последствий изменения климата для сельхозугодий должны отдавать приоритет предотвращению осушения торфяников.[90] Изменения в потреблении питательных веществ также обладают значительным потенциалом снижения потерь углерода.[91]

Некоторые полагают, что ядерная энергетика, независимо от ее факторов риска, предпочтительнее нашей постоянной зависимости от горючих ископаемых,[92] в то время как другие отстаивают будущее неядерных, возобновляемых источников энергии.[93] Часть аналитиков полагают, что поставки нефти достигли своего пика и что миру грозит реальная нехватка энергии,[94] в то время как другие с этим не согласны.[95] Степень, с которой страны должны полагаться на гидроэнергетику, остается предметом глубоких противоречий. Применение традиционных подходов характеризуется высокой динамикой, а крупным предприятиям отрасли позволено обеспечивать будущее энергоносителей, которые приносят прибыль их собственным отраслям. Начинают появляться стратегии, направленные на решение двойной проблемы энергетики и климата, но это делается разрозненно и намного медленнее, чем требуется.

БИБЛИОГРАФИЯ

1 Grübler, A. 2004. Transitions in Energy Use. In: The Encyclopedia of Energy volume 6, Elsevier, pp. 163–177.

2 Anon. 2015. Climate milestones leading to 1965 PCAST Report. Science **350**: 1046.

3 Hulme, M. and Mahony, M. 2010. Climate change: What do we know about the IPCC? Progress in Physical Geography **34** (5): 705-718.

4 Knopf, B., Fuss, S., Hansen, G., Creutzig, F., Minx, J., and Edenhofer, O. 2017. From targets to action: Rolling up our sleeves after Paris. *Global Challenges* **1** (2): 1600007.

5 Dudley, N. 2008. Back to the energy crisis: The need for a coherent policy towards energy systems. Policy Matters issue 16. IUCN Commission on Environmental, Economic and Social Policy, Switzerland.

6 See for example Singer, S. (ed.) 2011. The Energy Report: 100% renewable energy by 2050. WWF International, Gland, Switzerland.

7 UNCCD. 2016. Land Matters for Climate: Reducing the gap and approaching the target. UNCCD, Bonn.

8 Rowell, A., Marriott, J., and Stockman, L. 2005. The Next Gulf: London, Washington and Oil Conflict in Nigeria. Constable and Robinson, London.

9 Mendelssohn, I.A., Andersen, G.L., Baltz, D.M., Caffey, R.H., Carman, K.R., et al. 2012. Oil impacts on coastal wetlands: Implications for the Mississippi river delta ecosystem after the Deepwater Horizon oil spill. *Bioscience* 62 (6): 562-574.

10 UNEP 2011. Environmentaal assessment of Ogoniland. United Nations Environment Programme, Nairobi.

11 Department of Environment, Food and Rural Affairs. 2015. Draft Plans to Improve Air Quality in the UK: Tackling nitrogen dioxides in our towns and cities. HM Government, London.

12 https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data, accessed February 12, 2017.

13 Gosselin, P., Hrudey, S.E., Naeth, M.A., Plourde, A., Therrien, R., et al. 2010. Environmental and Health Impacts of Canada's Oil Sands Industry. The Royal Society of Canada. Ottawa; Timoney, K.P. and Lee, P. 2009. Does the Alberta tar sands industry pollute? The scientific evidence. *T*he Open Conservation Biology Journal **3:** 65-81.

14 Jones, N., Pejchar, L., and Kiesecker, J. 2015. The energy footprint: How oil, natural gas, and wind energy affect land for biodiversity and the flow of ecosystem services. *BioScience* **65** (3): 290-301**.**

15 Jackson, R.B., Vengosh, A., Carey, J.W., Davies, R.J., Darrah, T.H., O'Sullivan, F., and Pétron, G. 2014. The environmental costs and benefits of fracking. Annual Review of Environment and Resources **39**: 1-655**.**

16 Dannwolf, U. and Heckelsmüller, A. 2014. Environmental Impacts of Hydraulic Fracturing Related to the Exploration and Exploitation of Unconventional Natural Gas, in Particular of Shale Gas Part 2 – Groundwater Monitoring Concept, Fracking Chemicals Registry, Disposal of Flowback, Current State of Research on Emissions/ Climate Balance, Induced Seismicity, Impacts on Ecosystem, Landscape and Biodiversity – Summary. Umweltbundesamt, Dessau.

17 Olivier, J.G.J., Janssens-Maenhout, G., Muntean, M., and Peters, J.A.H.W. 2014. Trends in Global CO2 Emissions: 2014 Report. PBL and JRC, The Hague.

18 Younger, P.H. 2004. Environmental impacts of coal mining and associated wastes: A geochemical perspective. In: Gieré, R. and Stille, P. (eds.) Energy, Waste and the Environment: A geochemical perspective. Geological Society London, Special Publications **236**: 169-209.

19 Berrill, P., Arvesen, A., Scholz, Y., Gils, H.C., and Hertwich, E.G. 2016. Environmental impacts of high penetration renewable energy scenarios for Europe. Environmental Research Letters **11**: 014012.

20 Chen, H., Feng, Q., Long, R., and Qi, H. 2013. Focusing on coal miners' occupational disease issues: A comparative analysis between China and the United States. Safety Science **51**: 217-222.

21 Burt, E., Orris, P., and Buchanan, S. 2013. Scientific Evidence of Health Effects from Coal Use in Energy Generation. University of Illinois at Chicago School of Public Health, Chicago.

22 National Swedish Environment Protection Board. 1983. Ecological Effects of Acid Deposition. Report SNV PM 1636. Solna, Sweden.

23 Wang, C. and Mu, D. 2014. An LCA study of an electrical coal supply chain. Journal of Industrial Engineering and Management **7**: 311-335.

24 Simate, G.S. and Ndlovu, S. 2014. Acid mine drainage: Challenges and opportunities. Journal of Environmental Chemical Engineering **2** (3): 1785-1803.

25 Brook, B. and Bradshaw, C. 2015. Key role for nuclear energy in global biodiversity conservation. Conservation Biology **29** (3): 702-712.

26 Henle, K., Gawel, E., Ring, I., and Strunz, S. 2016. Promoting nuclear energy to sustain biodiversity conservation in the face of climate change: Response to Brook and Bradshaw 2015. Conservation Biology **30** (3): 663-665.

27 Samet, J.M., Kutvirt, D.M., Waxweiler, R.J., and Key, C.R. 1984. Uranium mining and lung cancer in Navajo men. The New England Journal of Medicine **310** (23): 1481-1484.

28 Alexievich, S. 1997 (translation 2016). Chernobyl Prayer. Penguin, Harmondsworth.

29 Holt, M., Campbell, R.J., and Nikitin, M.B. 2012. Fukushima Nuclear Disaster. Congressional Research Service, Washington, DC.

30 Srinivasan, T.N. and Gopi Rethhinaraj, T.S. 2013. Fukushma and thereafter: Reassessment of the risks of nuclear power. Energy Policy **52**: 726-736.

31 World Commission on Dams. 2000. Dams and Development: A new framework for decision-making. Earthscan, London.

32 Scherer, L. and Pfister, S. 2016. Global water footprint assessment of hydropower. Renewable Energy **99**: 711-720.

33 Kemenes, A., Rider Forsberg, B., and Melack, J.M. 2007. Methane release below a tropical hydropower dam. Geophysical Research Letters 34 (12).

34 Pethick, J.S., Morris, R.K.A., and Evans, D.H. 2009. Nature conservation implications of a Severn tidal barrage – A preliminary assessment of geomorphological change. Journal for Nature Conservation **17**: 183-196.

35 Drewitt, A.L. and Langston, R.H.W. 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. Ibis **148**: 29-42.

36 Wu, G., Torn, M., and Williams, J. 2015. Incorporating land-use requirements and environmental constraints in low-carbon electricity planning for California. Environmental Science and Technology **49**: 2013-2021.

37 Hertwich, E., Gibon, T., Boumana, E.A., Arvesen, A., Suh, S., et al. 2015. Integrated life-cycle assessment of electricity-supply scenarios confirms global environmental benefit of low-carbon technologies. Proceedings of the National Academy of Sciences 112 (20): 6277-6282.

38 Kaza, N. and Curtis, M. 2014. The land use energy connection. Journal of Planning Literature **29** (4): 1-16.

39 Hammar, L., Perry, D., and Gullström, M. 2016. Offshore wind power for marine conservation. O*pen Journal of Marine Science* **6**: 66-78.

40 Ong, S., Campbell, C., Denholm, P., Margolis, R., and Heath, G. 2013. L*and-Use Requirements for So*lar Powe*r Plants in the United States.* National Renewable Energy Laboratory Technical Report NREL/TP-6A20-56290. Golden, CO, USA.

41 Hernandez, R.R., Easter, S.B., Murphy-Mariscal, M.L., Meastre, F.T., and Tavassoli, M. 2014. Environmental impacts of utility-scale solar energy. Renewable and Sustainable Energy Reviews **29**: 766-779.

42 Dinesh, H. and Pearce, J. 2016. The potential of agrivoltaic systems. Renewable and Sustainable Energy Reviews **54**: 299-308.

43 http://www.agrophotovoltaik.de/english/agrophotovoltaics/, accessed May 10, 2017.

44 van Dam, J. 2017. The charcoal transition: Greening the charcoal value chain to mitigate climate change and improve local livelihoods. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

45 Donnison, I. and Fraser, M. 2016. Diversification and use of bioenergy to maintain future grasslands. Food and Energy Security **5** (2): 67-75.

46 Thrän, D. and Fritsche, U. 2016. Standards for biobased fuels and resources – status and need. In: IEA Bioenergy Conference 2015 Proceedings: 148-158.

47 Zhang, J. and Smith, K.R. 2007. Household air pollution from coal and biomass fuels in China: Measurements, health impacts and interventions. Environmental Health Perspectives **115** (6): 848-855.

48 Haberl, H., Erb, K.-H., Krausmann, F., Running, S., Searchinger, T.D., and Smith, W.K., 2013. Bioenergy: How much can we expect for 2050? *Environmental Research Letters* **8**: 031004.

49 Kartha, S. and Dooley, K. 2016. *T*he risks of relying on tomorrow's 'negative emissions' to guide today's mitigation action. Stockholm Environment Institute Working Paper 2016-08. Stockholm.

50 Creutzig, F. 2016. Economic and ecological views on climate change mitigation with bioenergy and negative emissions. GCB Bioenergy **8**: 4-10.

51 Zarrouk, S.J. and Moon, H. 2014. Efficiency of geothermal power plants: A worldwide review. Geothermics **51**: 142-153.

52 Lombardi, L., Carnevale, E., and Corti, A. 2015. A review of technologies and performance of thermal treatment systems for energy recovery from waste. Waste Management **37**: 26-44.

53 Budzianowski, W.M. 2016. Renewable and sustainable. Energy Reviews **54**: 1148-1171.

54 Fritsche, U.R., Berndes, G., Cowie, A.L., Dale, V.H., Kline, K.L., Johnson, F.X., Langeveld, H., Sharma, N., Watson, H., and Woods, J. 2017. Sustainable Energy Options and Implications for Land Use. Working Paper for the UNCCD Secretariat and IRENA, Darmstadt.

55 Ibid.

56 Kaza, N. and Curtis, M. 2014. Op. cit.

57 IPCC. 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report.

58 Ibid.

59 http://www.ipcc.ch/report/sr2/

60 Smith, P., Bustamante, M., Ahammad, H., Clark, H., Dong, H., et al. 2014. Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). In: Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Farahani, E., Kadner, S., et al. (eds.) Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

61 Eliasch, J. 2008. Climate Change: Financing global forests – the Eliasch Review, Earthscan, London. See also: Canadell, J.G., Le Quéré, C., Raupach, M.R., Field, C.B., Buitenhuis, E., et al. 2007. Contributions to accelerating atmospheric CO2 growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks. Proceedings of the National Academy of Sciences **104**: 18866-18870.

62 Malhi, Y., Roberts, J.T. Betts, R.A., Killeen, T.J., Li, W., and Nobre, C.A. 2008. Climate change, deforestation, and the fate of the Amazon, *Science* **319**: 169-172.

63 For example European Climate Change Programme. 2002. Working group on forest sinks: Conclusions and recommendations regarding forest related sinks & climate change mitigation.

64 Sandwith, T. and Suarez, I. 2009. Adapting to Climate Change: Ecosystem-based adaptation for people and nature, The Nature Conservancy, Arlington, VA, USA.

65 Erb, K.-H., Fetzel, T., Plutzar, C., Kastner, T., Lauk, C., et al. 2016. Biomass turnover time in terrestrial ecosystems halved by land use. Nature Geosciences **9**: 674-678.

66 Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science* **304**: 1623-1627.

67 Scherr, S.J. and Sthapit, S. 2009. Mitigating Climate Change through Food and Land Use. World Watch Report 179. World Watch Institute, USA.

68 Malhi, Y., Wood, D., Baker, T.R., Wright, J., Phillips, O.L., et al. 2006. The regional variation of aboveground live biomass in old-growth Amazonian forests. Global Change Biology **12**: 1107-1138; Chave, J., Olivier, J., Bongers, F., Chatelet, P., Forget, P.M., et al. 2008. Aboveground biomass and productivity in a rain forest of eastern South America, *Journa*l of Tropical Ecology **24**: 355-366; Lewis, S.L., Lopez-Gonzalez, G., Sonké, B., Affum-Baffoe, K., Baker, T.R., et al. 2009. Increasing carbon storage in intact African tropical forests. Nature **457**: 1003-1006.

69 Baker, T.R., Phillips, O.L., Malhi, Y., Almeida, S., Arroyo, L., et al. 2004. Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian forest biomass, *Glo*bal Change Biology **10**: 545-562.

70 Amundson, R. 2001. The carbon budget in soils. Annual Review of Earth and Planetary Sciences **29**: 535-562.

71 Baker, T.R., Phillips, O.L., Malhi, Y., Almeida, S., Arroyo, L., et al. 2004. Increasing biomass in Amazon forest plots. *P*hilosophical Transactions of the Royal Society B **359**: 353-365.

72 Lewis, S.L., Lopez-Gonzalez, G., Sonke´, B., Affum-Baffoe, K., Baker, T.R., et al. 2009. Increasing carbon storage in intact African tropical forests, Nature **457**: 1003-1006.

73 Malhi, Y., Baldocchi, D.D., and Jarvis, P.G. 1999. The carbon balance of tropical, temperate and boreal forests. *Plant, C*ell and Environment **22**: 715-740; Luyssaert, S., Inglima, I., Jung, M., Richardson, A.D., Reichsteins, M., et al. 2007. CO2 balance of boreal, temperate, and tropical forests derived from a global database. Global Change Biology **13**: 2509-2537.

74 Luyssaert, S. E., Schulze, D., Börner, A., Knohl, D., Hessenmöller, D., et al. 2008. Old-growth forests as global carbon sinks. Nature **455**: 213-215.

75 Bond-Lamberty, B., Peckham, S.D., Ahl, D.E., and Gower, S.T. 2007. Fire as the dominant driver of central Canadian boreal forest carbon balance. Nature **450**: 89-93.

76 Stocks, B.J., Fosberg, M.A., Lynham, T.J., Mearns, L., Wotton, B.M., et al. 1998. Climate change and forest fire potential in Russian and Canadian boreal forests. Climatic Change **38**: 1-13.

77 Holtsmark, B. 2013. Boreal forest management and its effect on atmospheric CO_2. Ecological Modelling **248**: 130-134.

78 Paustian, K., Lehmann, J., Ogle, S., Reay, D., Robertson, G. P., and Smith, P. 2016. Climate-smart soils. Nature, **532**: 49-57.

79 Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Jooster, H., Minayeva, T., and Silvius, M. (eds.) 2007. Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change. Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International, Wageningen, Netherlands.

80 Pena, N. 2008. Including peatlands in post-2012 climate agreements: Options and rationales, Report commissioned by Wetlands International from Joanneum Research, Austria.

81 Sabine, C.L., Heimann, M., Artaxo, P., Bakker, D.C.E., Chen, C.T.A., et al. 2004. Current status and past trends of the global carbon cycle. In: Field C.B. and Raupach, M.R (eds.) The Global Carbon Cycle: Integrating Humans, Climate and the Natural World. Island Press, Washington, DC, USA, pp. 17-44.

82 Schuman, G.E., Janzen, H.H., and Herrick, J.E. 2002. Soil carbon dynamics and potential carbon sequestration by rangelands. Environmental Pollution **116**: 391-396.

83 Nosberger J., Blum, H., and Fuhrer, J. 2000. Crop ecosystem responses to climatic change: Productive grasslands. In: Hodges H.F. (ed.) Climate change and global crop productivity. CAB International, Wallingford, UK, pp. 271-291.

84 Grace, J., San José, J., Meir, P., Miranda H.S., and Montes, R.A. 2006. Productivity and carbon fluxes of tropical savannas. Journal of Biogeography **33**: 387-400.

85 Amundson, R. 2001. The carbon budget in soils. Annual Review of Earth and Planetary Sciences **29**: 535-562.

86 Trumper, K., Bertzky, M., Dickson, B., van der Heijden, G., Jenkins, M., and Manning, P. 2009. The Natural Fix? The Role of Ecosystems in Climate Mitigation. A UNEP rapid response assessment. United Nations Environment Programme, UNEP-WCMC, Cambridge, UK.

87 Liniger, H.P., Mekdaschi Studer, R., Moll, P., and Zander, U. 2017. Making sense of research for sustainable land management. Centre for Development and Environment (CDE), University of Bern, Switzerland and Helmholtz-Centre for Environmental Research GmbH – UFZ, Leipzig, Germany.

88 Andrade Pérez, A., Herera Fernández, B., and Cazzolla Gatti R. (eds.) 2010. Building Resilience to Climate Change: Ecosystem-based adaptation and lessons from the field. IUCN Commission on Ecosystem Management, Ecosystem Management Series number 9, IUCN, Gland, Switzerland; Epple, C. and Dunning, E. 2014. Ecosystem resilience to climate change: What is it and how can it be addressed in the context of climate change adaptation? Technical report for the Mountain EbA Project. UNEP World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, UK.

89 Swingland, I.R. (ed.) 2002. *C*apturing Carbon and Conserving Biodiversity: The market approach. Earthscan and The Royal Society, London.

90 Carlson, K. M., Gerber, J. S., Mueller, N. D., Herrero, M., MacDonald, G. K., et al. 2017. Greenhouse gas emissions intensity of global croplands. Nature Climate Change. 7, 63-68.

91 Erb, K.-H., Lauk, C., Kastner, T., Mayer, A., Theurl, M.C., and Haberl, H. 2016. Exploring the biophysical option space for feeding the world without deforestation. Nature Communications **7**: 11382.

92 Walker, G. and King, D. 2008. The Hot Topic: How to tackle global warming and still keep the lights on. Bloomsbury, London.

93 Centre for Alternative Technology. 2013. Zero Carbon Britain: Rethinking the future. CAT, Machynlleth, Wales, UK.

94 Roberts, P. 2004. The End of Oil: The decline of the petroleum economy and the rise of the new energy order. Bloomsbury, London; Leggett, J. 2005, Half Gone: Oil, gas, hot air and the global energy crisis. Portobello Books, London.

95 Clarke, D. 2007. The Battle for Barrels: Peak oil myths and world oil futures. Profile Books, London.

© GIZ/Маркус Кирхгесснер (Markus Kirchgessner)

ГЛАВА 11

УРБАНИЗАЦИЯ

В настоящее время происходит трансформация тысячелетних отношений между городом и деревней. Стремительная урбанизация происходит во всем мире главным образом за счет миграции из сельской местности, что приводит к стихийному росту городов и трущоб, а также развитию первоклассной инфраструктуры и общему повышению уровня жизни. Если прогнозы оправдаются, к 2050 году в городах будет проживать 66% населения мира. Это оказывает сильное воздействие на окружающую среду и усиливает давление на ограниченные земельные ресурсы; будущий рост городов, вероятно, приведет к сокращению некоторых более продуктивных сельскохозяйственных угодий.

Экологический след городов простирается далеко за их пределы из-за потребности в продовольствии и воде, а также транспортной и энергетической инфраструктурах. Однако города обладают потенциалом для экономии масштаба в отношении использования ресурсов и воздействия на окружающую среду. Концепция устойчивых городов получает большое распространение, но градостроители испытывают затруднения в применении этих подходов.

ВВЕДЕНИЕ

Различие между городским и сельским укладом жизни существовало на протяжении многих веков. История древнейших городов Месопотамии, Китая, долины рек Инд, Египта, Перу и Мезоамерики может насчитывать более 4000 лет. Поначалу это были преимущественно формальные центры. Постепенно города превратились в самостоятельные административные центры, которые распределяли продовольствие, были ориентированы на производство и контролировали торговлю. До 1800 года на городских территориях проживало менее 2,5% населения мира; они были относительно небольшими. С добычей горючих ископаемых и индустриализацией подлинно урбанизированные общества начинают появляться в Европе и Северной Америке около 200 лет назад. Там, где земля была дешевой, а плотность населения низкой, как в Северной Америке, началось экстенсивное разрастание городов; в период с 1850 по 1900 год радиус Бостона вырос с 2 до 10 миль.[1] К 1900 году около 10% населения мира проживало в городах, которые постепенно начали приобретать те характерные особенности, которые мы видим сегодня.[2]

Тем не менее, общий баланс между городом и деревней менялся медленно. В 1960 году только 34% населения проживало в городских поселениях, а две трети по-прежнему жили в сельской местности.[3] Начиная со второй половины XX века изменения происходили быстрее. Знаменательным фундаментальным сдвигом в нашем укладе жизни является возникновение мегаполисов. В 1990 году насчитывалось всего 10 городов с населением более 10 млн. человек,[4] но к 2017 году их число возросло до 34,[5] население которых составляет примерно 12% населения мира.[6] Городские

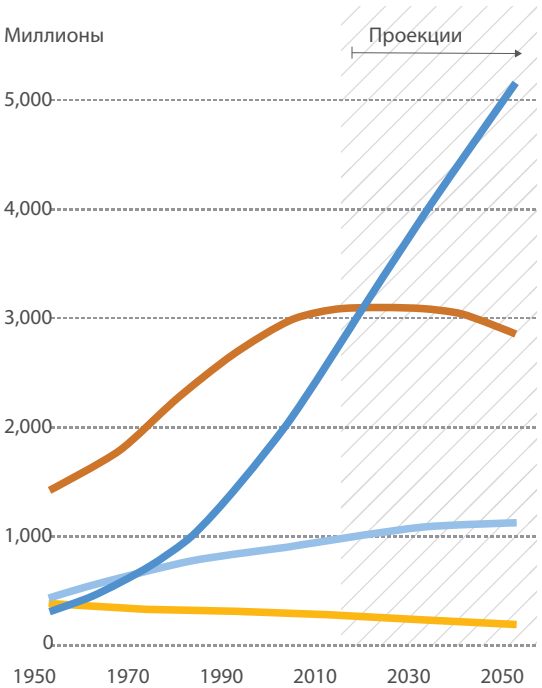


Рисунок 11.1. Городское и сельское население в развитых и менее развитых регионах мира в 1950 – 2050 гг.: скопировано из[12]

Менее развитые регионы
Африка, Азия (за исключением Японии), Латинская Америка и страны Карибского бассейна, Меланезия, Микронезия и Полинезия

Городское население
Сельское население

Более развитые регионы
Европа, Северная Америка, Австралия, Новая Зеландия и Япония.

Городское население
Сельское население

Города растут с беспрецедентной и пугающей скоростью

агломерации, сосредотачивающие в себе многочисленные города, окраинные или пригородные районы, начали приобретать вид сплошных и обширных районов.[7] В 2007 году впервые в истории пошатнулось мировое равновесие между городской и сельской жизнью, когда больше населения мира проживала в городах, чем в сельской местности.[8] Уровни урбанизации варьировались в зависимости от региона. К 2014 году в Латинской Америке, странах Карибского бассейна и Северной Америке уровень урбанизации составлял либо превышал 80%, в то время как в городских районах проживало 73% европейцев, 48% азиатов и 40% африканцев.[9] Некоторые страны почти полностью урбанизированы. Сингапур считается полностью урбанизированным, за ним следует Катар с уровнем урбанизации 99,2%, Кувейт — 98,3%, Япония — 93,5% и Израиль — 92,1%.[10]

Последующая урбанизация

В начале XXI века города обеспечивали более половины мирового ВВП и это экономическое доминирование стимулирует их дальнейший рост.[13] Например, в Аддис-Абебе проживает 2,6 млн. жителей, составляющих лишь 4% от общей численности населения, однако на ее долю приходится почти пятая часть ВВП Эфиопии.[14] В 2014 году в 28 мегаполисах проживало 453 миллиона человек; к 2030 году ожидается появление 13 новых мегаполисов в менее развитых регионах.[15]

Почти 90% этого роста, вероятно, придется на Азию и Африку, где, согласно прогнозам, городское население вырастет до 56% и 64% соответственно.[16] Согласно текущим оценкам, городское население Африки увеличится на более чем 300 миллионов в 2000 – 2030 гг., превысив число сельских жителей более чем в два раза.[17] В то время как африканские города, такие как Дар-эс-Салам и Киншаса, являются одними из самых быстрорастущих в мире, лишь 12% проживают в населенных пунктах с численностью населения от 1 до 5 миллионов человек и 52% — в населенных пунктах с населением менее 200 000 человек.[18] Наиболее драматичные изменения произошли в Азии, где такие страны, как Китай, превратились из преимущественно сельских в городские в течение одного поколения. Двадцать два из 100 крупнейших городов мира теперь расположены в Китае.[19] Самые быстрые темпы урбанизации, хотя и относительно малой по численности, были зарегистрированы в странах Карибского бассейна, где на начало нового тысячелетия в городских районах проживало 62% населения, увеличившись до 70% в 2015 году и, которое, согласно прогнозам, к 2025 году достигнет 75%.[20]

© Фото ООН/Парк Kibae

Во многих частях мира площадь городских земель растет быстрее городского населения.[22] В то время как городское население, по прогнозам, достигнет 5 миллиардов человек в 2030 году и 6,3 млрд. в 2050 году,[23] ожидается, что площадь городских территорий за тот же период утроится с базового показателя 2000 года,[24] увеличившись на 1,2 млн. кв. км.[25]

Несмотря на то, что попытки прогнозировать рост населения не всегда были весьма точными,[28] процесс урбанизации кажется необратимым.[29] Экономисты обычно связывают урбанизацию с ростом[30] и возможностями для повышения эффективности использования земли и ресурсов; снижение коэффициента рождаемости среди городского населения также приведет к снижению суммарного прироста населения.[31] Но города к тому же способствуют сильнейшему имущественному неравенству,[32] где самые большие города являются также наиболее неравноправными.[33] Города оказывают значительное влияние на окружающие территории: расширение городов является основной причиной изменения характера землепользования и существенным фактором потери среды обитания и исчезновения видов.[34] На проблемах устойчивого развития все больше будут заострять внимание в городах, особенно в странах с низким и средним уровнем доходов, где темпы урбанизации являются самыми быстрыми.[35] Городам необходимо взять на себя повышенную ответственность за разработку и реализацию решений тех проблем, которые они создают, а также их влияния на остальную часть планеты.[36] Однако следует также признать, что многие муниципальные власти сталкиваются с такими проблемами, как отсутствие руководства со стороны национальных правительств и растущие ожидания без необходимой финансовой поддержки. Далее в этой главе обсуждаются некоторые проблемы и последствия стремительного процесса урбанизации.

Блок 11.1. Быстрая урбанизация в Индии

Многопрофильные проекты в Индии выдвигают на первый план развитие инфраструктуры и изменение характера землепользования в связи с быстрой урбанизацией, при которой, к 2050 году, как ожидается, более половины населения будут проживать в городах.[26]

- **Транспортная инфраструктура:** только в Нью-Дели ежедневный прирост транспорта составляет 1 400 новых автомобилей. Для улучшения транспортных систем страна ввела в эксплуатацию 20 000 км новых и модернизированных дорог в период с 2012 по 2017 годы.
- **Городские агломерации:**между Мумбаи и Дели планируется строительство промышленного коридора, который будет развивать до шести новых городов.
- **Энергетическая инфраструктура:** для электростанций и электрических сетей запланированы инвестиции на сумму 250 млрд. долл. США.[27]

СЕЛЬСКО-ГОРОДСКИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ

Городские территории предоставляют централизованные функции и государственные услуги, которые зачастую слишком дорогие для сельских районов, в то время как сельские районы предоставляют городам относительно недорогие товары и услуги, такие как продовольственные товары, вода и топливо. Теоретически, компактные городские районы должны способствовать процветанию сельских районов при условии наличия соответствующей инфраструктуры, облегчающей необходимый потоков товаров и услуг. Однако, в действительности, сельско-городские взаимосвязи редко работают органично, и нет ничего удивительного в том, что между городами и их окрестностями растет разрыв.[39] В частности, существуют два городских фактора, влияющих на состояние сельских ландшафтов:

- **миграция** в/из городских районов, обусловленная такими факторами, как экономические возможности, деградация земель и вопросы государственной политики;
- **периурбанизация,** приведшая к разрастанию городов и возникновению трущоб.

1. Миграция

Миграция из сельских в городские районы часто рассматривается как естественное следствие неравномерного регионального развития,[40] когда в качестве основного мотива для перемещения людей указывается разница в доходах между сельским и городским населением,[41] зачастую в сочетании с более общим желанием повысить качество жизни.[42] Однако наряду с возможностью получения более высоких доходов, на эти миграционные потоки влияет множество других причин, таких как доступ к улучшенным бытовым условиям, возможности для получения образования и участие в экономике, основанной на знаниях,[43] а также попытки избежать последствий изменения климата[44] и стихийных бедствий.[45] Существуют также уравновешивающие силы, которые могут сдерживать миграцию, как например, ограничения, накладываемые на миграцию финансированием, расстояния, доступ к информации, социальные сети, а также ограничения, определяемые государственной политикой.[46] Во многих странах сельские мигранты считаются в городах низшими слоями общества. В то же время, отток населения из сельской местности приводит к уменьшению налоговой базы и сокращению ресурсов, доступных сельским муниципалитетам для развития. Миграция — многонаправленное и сложное явление, которое включает постоянные и сезонные перемещения в сельских районах, из небольших поселков в крупные города и между городами. Сельско-городские мигранты часто возвращаются на свою малую родину или в другие сельские районы в случае ослабления городской экономики или роста цен,[47] либо после выхода на пенсию.[48]

Поэтому решение о миграции зависит от совокупности целого ряда факторов: от национальных или глобальных политических решений до личных или местных обстоятельств, некоторые из которых могут восходить к решениям об использовании земель. Например, либерализация сельскохозяйственной политики в странах Африки к югу от Сахары привела к отмене субсидий и последующему банкротству некоторых хозяйств, что стало причиной миграции в города.[49] В некоторых случаях сельско-городская миграция привела к распространению лесов и других естественных экосистем за счет заброшенных сельскохозяйственных земель.[50] Наряду с глобальными и региональными процессами, национальные макроэкономические стратегии, основанные на реформе и регулировании, также влияют на сельско-городские взаимоотношения и перемещение лиц. Поток сельских мигрантов в города Китая увеличился после проведения рыночных реформ в 1992 году.[51] Результатом этого стал переход от плановой к рыночной экономике с сопутствующей индустриализацией и урбанизацией, экономическим ростом и разрастанием городов, а также потерей сельскохозяйственных земель вблизи городов и сельской индустриализацией в районах, примыкающих к городам.[52] Существенные региональные различия привели к изменению характера землепользования в Китае,[53] включая деградацию земель, загрязнение от возросшей индустриализации, ухудшение продовольственной безопасности вследствие трансформации или запущенности сельскохозяйственных

Блок 11.2. Влияние миграции на сельские районы Пакистана и Непала

Миграция может иметь сложные последствия для земельных ресурсов. В некоторых районах Пакистана отток мужской части населения из горных деревень в поисках работы привел к деградации пастбищ. Оставшиеся в деревнях женщины, дети и пожилые люди, менее способны обеспечить соблюдение традиционных прав землепользования, позволяя пришлым извлекать прибыль путем выпаса большого количество скота. Кроме того, у домохозяйств отсутствует необходимая рабочая сила для содержания скота. Женщины переключаются на выращивание коз, которых легче содержать, ведя при этом домашнее хозяйство, но объедание побегов козами наносит больший ущерб хрупкой горной растительности, чем выпас скота.[56]

В Непале нынешний переход из горных районов в города или зарубежные страны привел к заметным изменениям в демографических данных холмогорья. Повторим, задача управления земельными ресурсами ложится на тех, кто остался в деревнях, главным образом женщин и пожилых людей. Нехватка рабочей силы в сельских районах часто приводит к экологически нерациональной сельскохозяйственной практике и характеру использования земли. Вопреки этому, наблюдались некоторые положительные воздействия на окружающую среду: более низкое популяционное давление и более эффективные меры управления способствовали росту лесов и восстановлению склонов, поскольку было собрано меньше кормов и древесного топлива. Однако в районах эмиграции почвы на склонах или холмах теперь менее плодородны, поскольку меньшее поголовье скота обуславливает меньшее количество навоза. Деревни на дне долины с растущим населением также испытывают снижение плодородия почв из-за увеличения циклов выращивания и сбора культур с двух до трех в год.[57]

угодий, а также чрезмерно интенсивное земледелие.[54] И наоборот, отказ от маргинальных земель привел к восстановлению естественной растительности в некоторых горных районах.[55]

Воздействие миграции на землю может быть положительным.[59] Миграция из сельских районов в городские может привести к потоку денежных средств, технологий и информации в сельские районы. За счет этого могут финансироваться инновации в сельском хозяйстве или диверсификация в сторону несельскохозяйственных видов деятельности, благодаря чему осваиваются земли для других видов пользования.[60] Взаимосвязь между оттоком сельского населения и лесистостью также неоднозначна и зависит от локальных и глобальных факторов.[61] Некоторые исследования в области сельской эмиграции подтверждают «Теорию трансформации лесов»,[62] которая поясняет, как эмиграция приводит к восстановлению лесов, а также консервации сельскохозяйственных земель.[63] И наоборот, эмиграция может привести к росту культивации, особенно когда мигранты возвращаются с денежными сбережениями, предназначенными для реинвестирования в сельское хозяйство или найма рабочей силы в их отсутствие,[64] что стимулирует продовольственное снабжение, но еще больше подрывает продуктивность земель. Это может также привести к сбою в системах экологически безопасного управления, основанных на рабочей силе, более недоступной.[65]

Воздействие миграции на землю может быть положительным. Миграция из сельских районов в городские может привести к потоку денежных средств, технологий и информации в сельские районы.

2. Периурбанизация

Пригородные районы представляют собой область взаимодействия между городом и сельской местностью, гибридный ландшафт как с сельскими, так и городскими характерными признаками. В лучшем случае такие районы могут служить выгодным мостом между городским и сельским населением, предоставляющим услуги для обеих общин, таких как зоны отдыха, рынки или торговые центры или свалки отходов. В определенных условиях потребности пригородного населения в экосистемных услугах и зонах отдыха могут привести к воспроизводству лесов и других естественных экосистем в сельскохозяйственных районах, считавшихся маргинальными и расположенных вокруг городов.[66] Однако они также могут быть и препятствиями. Разрастание городов, неопределенно охарактеризованное как рассеянное, чрезмерное и нерасчетливое городское развитие,[67] может быстро перерасти в неконтролируемые трущобы, превратившись фактически в закрытые районы, но не для тех, кому не посчастливилось в них жить. Нерегулируемая и незапланированная урбанизация, которая часто усугубляется слабыми структурами управления и отсутствием институциональной координации,[68] может привести к деградации земель, сокращению биологического разнообразия, загрязнению окружающей среды и воды, повышению уровня преступности и перенаселенности, а также распространению болезней.[69,70]

Активная роль денег и власти в распространении городов подразумевает предрасположенность пригородных районов к отчуждению государством (принудительное отчуждение собственности), отводу земель и изменениям правообладания, которые могут иметь разрушительные социальные и экологические последствия.[71] Например, неформальное развитие пригородных районов, занимающих экологически ценные земли *эхидо* в Ксалапа (Мексика), угрожает остаткам влажного тропического леса, который не только имеет подлинную биологическую ценность, но и регулирует местный климат и городской микроклимат посредством лесного покрова.[72] Мелкие фермеры, вытесненные расширяющимися городами в Перуанских Андах, выражают опасения по поводу продовольственной безопасности, поскольку плодородная земля исчезает под бетоном.[73]

Значительную долю в росте городов составляют трущобы, особенно во многих развивающихся странах. Трущобы зачастую являются типичным примером «переурбанизации», в силу чего поселения развиваются неофициально без адекватной инфраструктуры и санитарии. Сегодня в трущобах проживает около 828 миллионов человек и их число продолжает расти:[74] в странах Африки к югу от Сахары 62% городского населения живет в трущобах,[75] как и половина населения Мумбаи (Индия).[76] Незапланированные поселения часто создаются лицами, которые захватывают или вторгаются на не принадлежащую им территорию; несправедливое распределение земель, инициированное, например, схемами приватизации земель, может говорить о том, что люди вынуждены пойти на захват земли как средства выживания.

Стратегии управления неконтролируемым ростом городов включают планы пространственного развития (например, границы городского роста, зеленые пояса) и сопроводительные нормативные акты. Границы городского роста являются общей стратегией, направленной на эффективное землепользование и сохранение сельскохозяйственных функций. Такой подход требует наличия сильного законодательства, регулирующего развитие и обеспечивающего эффективную реализацию, когда успех зависит от развития, происходящего в рамках существующего градостроительного планирования. Аналогичным образом, стратегии зеленого пояса способствуют созданию компактных городов, которые не только уменьшают экологический городской отпечаток, но и затраты на предоставление дополнительных услуг и инфраструктуру.

Трущобные поселения часто расположены в районах с высоким экологическим риском (например, наводнения или оползни) и потенциально более подвержены влиянию изменяющихся климатических условий, особенно если они строятся на землях, непригодных для городской застройки. В то же время, ухудшение условий окружающей среды в сельских районах может ускорить незапланированное развитие пригородных территорий. Дакка (Бангладеш) является самым быстрорастущим мегаполисом в мире,[77] поскольку люди часто мигрируют из прибрежных и сельских районов из-за факторов окружающей среды. Прибрежные наводнения разрушают поля овощных культур и риса, так как соленая вода приводит к эрозии внутренних территорий и речных

берегов.[78] Сообщества перемещаются, зачастую сначала с островов на материк,[79] а затем нередко в городские трущобы.[80] Это незапланированное развитие городов напрямую стимулируется ухудшением состояния окружающей среды и последствиями изменения климата, что в свою очередь в значительной степени обусловлено выбросами парниковых газов в развитых странах.

Городские районы в низкорасположенных прибрежных зонах растут быстрее, чем где бы то ни было. Треть городов, рассмотренных в недавнем исследовании, на которые приходится почти две трети городских территорий с населением более пяти миллионов человек, находились в пределах 10 метров от низкорасположенных прибрежных зон. Без надлежащей защиты последствия изменения климата разорят экономику и инфраструктуру;[81] согласно оценкам, 400 миллионов городских жителей подвержены рискам, связанным с повышением уровня моря.[82] Городские территории в низкорасположенных прибрежных зонах и в наименее развитых регионах (такие как Дакка) вероятно испытают на себе основную тяжесть последствий стихийных бедствий, связанных с изменением климата, и для подготовки к таким ситуациям требуется эффективное руководство.[83] Страны Африки с более чем 50% прибрежными городскими районами, которые подвержены штормовым нагонам, связанным с изменением климата, включают Мозамбик, Танзанию, Кот-д'Ивуар, Экваториальную Гвинею и Марокко.[84] В то время как 70% стран с высоким уровнем доходов сочетают землепользование с управлением природными рисками, лишь около 15% стран с низким уровнем доходов поступают так же.[85]

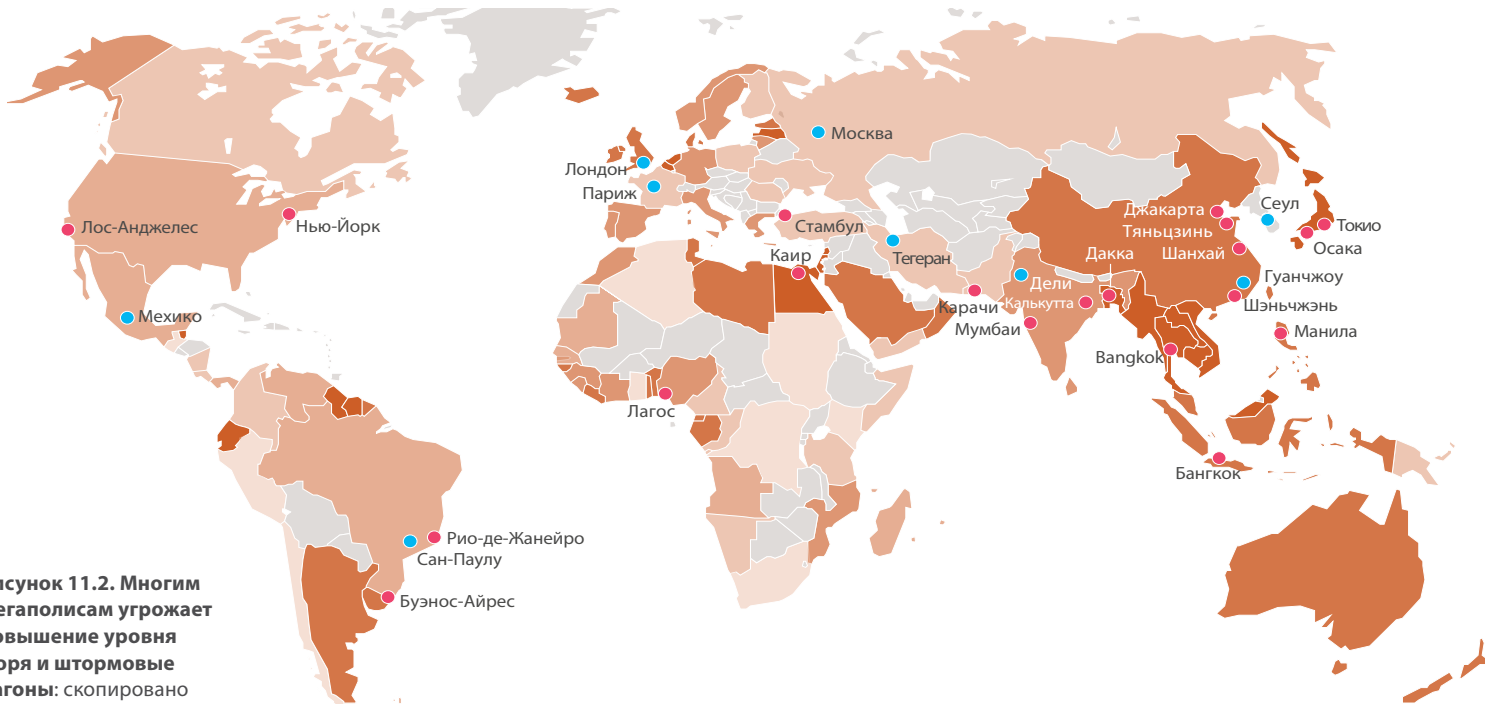


Рисунок 11.2. Многим мегаполисам угрожает повышение уровня моря и штормовые нагоны: скопировано из[86]

ВОЗДЕЙСТВИЕ ГОРОДОВ НА ЗЕМЛЮ

Города собирают большую часть человечества в очень маленькой области, но оказывают воздействия за пределами своих границ. Города занимают лишь 3% поверхности Земли,[87] всего около 200 000 кв. км, но их ограниченная протяженность скрывает гораздо большую область потребительской активности.
Рост городов и их пригородов в сочетании с ростом населения, изменением образа жизни и связанной с этим потребностью в ресурсах привели к беспрецедентному уровню потребления ресурсов и образования отходов на протяжении XX и XXI веков.[88] Воздействие городов наблюдается повсеместно: типичное домохозяйство в европейском городе использует товары и услуги, которые вызывают выбросы парниковых газов, чрезмерные заборы воды и изменение характера землепользования в десятках стран по всему миру.[89] Высокая плотность населения в городах и относительно высокие заработные платы многих городских жителей[90] также указывают на то, что структуры городского потребления отличаются от сельских, при большем потреблении мяса, молочных продуктов и обработанных пищевых продуктов, поглощающих пропорционально больше земельных ресурсов.[91] След города — влияние города за его пределы — имеет много компонентов, из которых шесть обсуждаются ниже:

- **продовольственное воздействие**, как напрямую изменением характера землепользования, так и усилением давления на производство продуктов питания для горожан;
- **водопользование**: люди, живущие в городских районах, склонны использовать пропорционально больше воды, чем сельские жители;
- **транспортная инфраструктура**, как с точки зрения ресурсов, так и фрагментации среды обитания;
- **заиление городской почвы,** воздействие на общий водный цикл и подверженность экстремальным погодным явлениям;
- **сокращение биологического разнообразия;**
- **последствия изменения климата.**

1. Продовольственное воздействие

Из-за своей застройки и плотности населения города не способны обеспечить значительное количество продовольствия для своих жителей, а это значит, что пища должна ввозиться из прилегающих районов и, в последнее время все чаще, из других частей мира. Если в последнее время импортируемые продукты питания были в основном небольшими, переносными и высокостоимостными товарами, такими как специи или прочие предметы роскоши, то сегодня массовая транспортировка продуктов питания означает, что они, скорее всего, будут перевозиться на большие расстояния. Например, анализ экологического следа Лондона установил, что около 80% потребляемого в городе продовольствия импортируется из других стран.[93] Аналогичный анализ для Нидерландов показал, что для удовлетворения продовольственных потребностей этой маленькой, сильно урбанизированной страны требуется площадь земель, в четыре раза превышающая площадь страны в целом.[94] Вопросы продовольственной системы более подробно обсуждаются в Главе 7.

Быстрая урбанизация также все больше смещает последствия недостаточности питания с сельских районов на городские: продовольственная безопасность в городах зависит главным образом от доступа к денежным средствам, чем от выращивания или сбора продовольствия, и малоимущее городское население во многих развивающихся странах тратит более половины своего бюджета на продукты питания. Каждый третий отстающий в росте ребенок теперь проживает в городской местности.[95]

Но в то время как города нуждаются в новых землях для удовлетворения потребности своего населения в пищи, они расширяются, тем самым уменьшая количество доступных сельхозугодий. Даже если, общая площадь земель может быть относительно небольшой, они часто являются наиболее подходящими для производства продовольствия с целью удовлетворения потребности городского населения в пищи. Например, в Триполи, втором по величине городе Ливана, городская территория увеличилась на 208% с 1984 по 2000 год, при одновременном сокращением на 35% площади близлежащих сельскохозяйственных угодий, в основном плодородных почв прибрежной

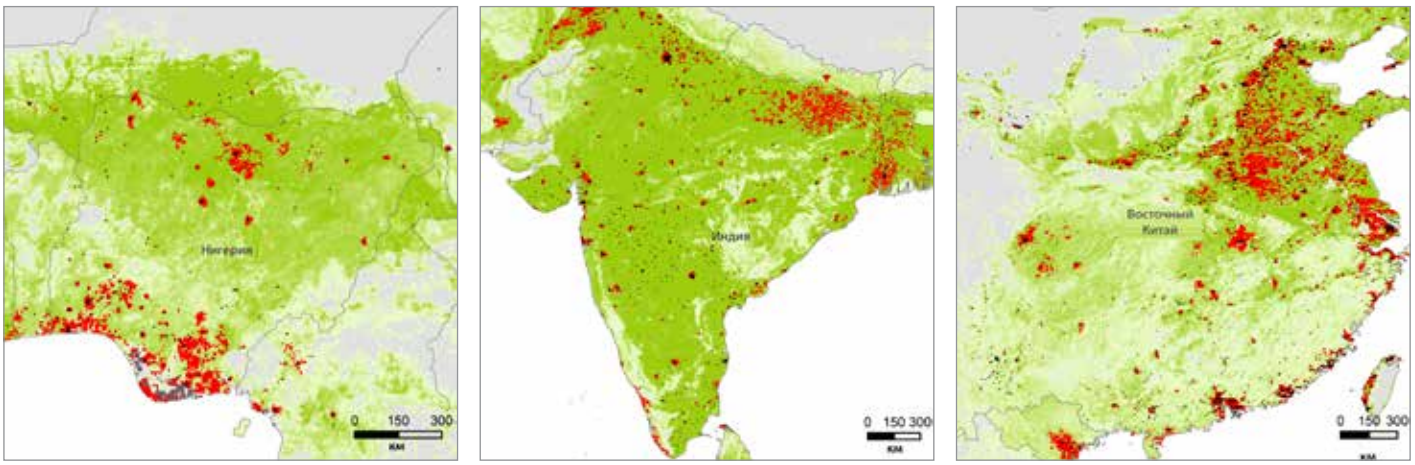


Рисунок 11.3. Расширение городской территории на сельхозугодьях в Нигерии, Индии и Китае: с разрешения[38]

Таблица 11.1. Глобальные и региональные последствия расширения городской территории для сельхозугодий[102]

Регион или страна	Ожидаемое сокращение сельхозугодий, Мга	Относительное сокращение сельхозугодий	Потеря продуктивности	Продуктивность относительно средней по региону
Во всем мире	**30**	**2,0%**	**3,7%**	**1,77**
Азия	18	3,2%	5,6%	1,59
Африка	6	2,6%	8,9%	3,32
Европа	2	0,5%	1,2%	2,18
Америка	5	1,2%	1,3%	1,09
Океания	0,1	0,2%	0,2%	0,94

равнины, на которых возделывались цитрусовые сады.[96] Более 60% орошаемых сельхозугодий в мире расположены вблизи городских районов; по мере роста городов, усиливается конкурентная борьба за землю между сельскохозяйственными, городскими или инфраструктурными назначениями. В 2000 году предположительно 30 млн. га мировых сельхозугодий были расположены в районах, которые, как ожидается, будут урбанизированы к 2030 году, вследствие чего общее сокращение сельхозугодий составит около двух процентов (см. Рисунок 11.3). Согласно прогнозам, при стремительных темпах урбанизации общее сокращение сельхозугодий в Африке и Азии составит 80% в результате расширения городских территорий.[97] Последствие этих потерь является более острым, поскольку расширение происходит за счет высокоплодородных сельскохозяйственных угодий, большая часть из которых в два раза плодороднее, чем в среднем по стране;[98] Организация Объединенных Наций выделяет 58 стран с высоким уровнем рождаемости,[99] 39 из которых расположены в Африке.[100] Трехпроцентная потеря этих наиболее ценных сельхозугодий приводит к шестипроцентному сокращению продуктивности в Азии и 9% падению в Африке.[101]

Очевидно, что управление ростом городов будет иметь решающее значение для обеспечения безопасности жизнедеятельности в этих аграрных экономиках, особенно в сфере распределения продовольственных товаров. С другой стороны, потребляя продукты, производимые в более эффективных сельскохозяйственных системах, города могут способствовать сокращению общей площади сельхозугодий.

2. Водопользование

Хотя сельское хозяйство остается крупнейшим водопользователем (см. Главу 8), городское водопотребление увеличивается вследствие роста численности населения и потребления воды на душу населения. Многие источники водоснабжения для городов находятся под угрозой. Водоразделы для городов мира покрывают более 37% свободной ото льда территории; 40% из них подвержены умеренной или высокой степени деградации, что влияет на качество и количество воды.[103] Более того, половина всех городов с численностью населения более 100 000 человек находится в скудных бассейнах пресноводных источников (рек, озер или водоносных горизонтов), которые высыхают по причине того, что отбор воды превышает восполнение.[104] В результате примерно 150 миллионов человек в настоящее время проживают в городах с острой нехваткой воды.[105] Ситуация, вероятно, ухудшится, так как спрос на воду, по прогнозам, к 2030 году превысит отпускную способность на 40%, а к 2050 году до одного миллиарда городских жителей могут испытывать нехватку воды.[106]

Кризис водоснабжения городов долгое время игнорировался. Специалисты по планированию городского и сельскохозяйственного водопотребления уделяли больше внимания доступу к дополнительным водным ресурсам вместо охраны и рационального

Вставка 11.3. Разработка городских стратегий водопользования[112]

Пять стандартных шагов, которые можно предпринять при разработке городских стратегий водопользования:

- **Использование местных источников водоснабжения**: до их истощения. Сейчас происходит переход от использования грунтовых вод к поверхностным водам (или наоборот), поскольку первичные источники истощаются из-за комбинированного сельско-городского использования. Строительство водохранилищ имеет важное значение для более эффективного водоснабжения городов с использованием местных поверхностных вод.
- **Межбассейновое перераспределения воды**: как правило, краткосрочные меры, поскольку перераспределения продолжают тщательно изучаться в контексте экологических и социальных последствий, а также их стоимости. В результате, города переходят к экономному использованию воды вместо перераспределения.
- **Рациональное использование водных ресурсов**: к 80-м годам многие города перешли к рациональному использованию водных ресурсов, с растущим в последние десятилетия интересом и инвестициями в подходы и технологии по их охране и сохранению.
- **Оборотное водоснабжение**: в особенности рециркуляция и повторное использование сточных вод или ливневых вод внесли значительный вклад в городское водоснабжение начиная с 1990-х годов; доля такой воды продолжает увеличиваться.
- **Опреснение**: крайние меры — в виду высокого энергопотребления по сравнению с другими вариантами водоснабжения. На опреснение приходится около одного процента мирового потребления воды, но поскольку города сталкиваются с ограничениями на импорт водных ресурсов и достижениями в области солнечной энергетики, опреснение становится все более практичным вариантом.

© Фото ООН/Парк Kibae

водопользования, что только недавно стало важным аспектом (см. Блок 11.3).[108] Вопреки ожидаемым тенденциям в области народонаселения, урбанизации и ВВП, к 2050 году некоторые регионы могут столкнуться с падением темпов экономического роста на 6% от ВВП в результате потерь, связанных с водой.[109] Китай и Индия[110] находятся в центре дискуссий по проблемам водопользования и урбанизации. В Китае водные ресурсы становятся все более дефицитными, а качество воды серьезно влияет на здоровье и жизнедеятельность всей нации; несмотря на внушительные инвестиции в водную инфраструктуру, стратегии не всегда разрешают вопросы, связанные с эффективностью в долгосрочной перспективе или социальными и экологическими условиями.[111]

Многие городские центры получают воду из окружающих природных территорий или производят забор воды из водосборных бассейнов, расположенных на значительном расстоянии; методы управления земельными ресурсами в этих районах определяют качество воды, регулирование потока, а в некоторых случаях и доступное количество воды. В Главе 8 приведены различные варианты управления, которые могут способствовать повышению безопасности городского водоснабжения, включая использование охраняемых районов для поддержания исправно функционирующих водоразделов.

3. Транспортная инфраструктура

Стремительный рост городов обычно совпадает с развитием инфраструктуры, особенно транспортных сетей. В Европейском союзе протяженность автомагистралей утроилась в период с 1970 по 2000 гг; в Индии и Китае дорожная сеть в последнее десятилетие ежегодно увеличивается на 4 – 6%.[113] В Китае, например, 41 000 км скоростных автомагистралей введены в национальную транспортную сеть, а с 1990 по 2005 годы улучшено 400 000 км проселочных и городских дорог.[114] Сектор международных перевозок использует около четверти от общего объема произведенной энергии в мире.[115] С 2000 года выбросы от транспорта и выбросы углекислого газа увеличились на 28%.[116] Города влияют на транспортные системы как внутри города, так и от пригородных до городских районов, что обусловлено интенсивным спросом на ресурсы, который приводит к расширению сети с воздействием на более широкий ландшафт.

Города могут теоретически оперировать высокоэффективными транспортными системами, которые уменьшают использование ресурсов и загрязнение, но в действительности мы наблюдаем транспортный коллапс и катастрофическое загрязнение воздуха во всем мире. Более сорока лет назад философ Иван Иллич указывал, что средняя скорость движения автомобиля по городу в Соединенных Штатах составляет 4 мили/час — темп быстрой ходьбы,[117] а во многих городах скорость еще ниже. Уровень загрязнения от транспорта вызывает глобальный кризис в области здравоохранения: по оценкам, в Дели и его городах-спутниках ежегодно из-за загрязнения воздуха пылевыми частицами случается 7350

– 16 200 преждевременных смертей и 6 млн. приступов удушья, причиной трети которых являются выхлопные газы автотранспорта.[118] Плохое планирование быстро ухудшает ситуацию. В ЮАР политика строительства субсидируемых домов в обособленных районах с целью экономии денежных средств не учла вопрос сообщения домов с рабочими местами, в результате чего жители вынуждены перемещаться в коллективных такси, которые являются дорогостоящими и медленными из-за плохой дорожной инфраструктуры и вызывают дополнительное загрязнение окружающей среды.[119] Следует отметить, что в то время как качество атмосферного воздуха в сельских районах выше, использование малоэффективных и загрязняющих печей, работающих на древесине, древесном и каменном угле, приводит к вредному загрязнению воздуха жилых помещений многих сельских жителей.

В плане земельных ресурсов строительство крупных автомобильных и железнодорожных сетей между городами может быть еще более разрушительным, если их маршруты пролегают по естественным и полуестественным экосистемам, открывая их для быстрого и часто незапланированного развития. Более 95% случаев обезлесения, пожаров и атмосферных выбросов углерода в бразильской Амазонии происходят в 50-километровой зоне от дорог:[120] построено уже 22 713 км государственных дорог и 190 506 км неофициальных дорог,[121] включая плотную сеть частных дорог, отходящих от государственных,[122] известную как «эффект рыбьей кости».[123] Более 20 проектов дорожного строительства осуществляется на территории девственных лесов.[124] Такие дороги, как шоссе Бразилиа-Белен[125] и межокеанская автомагистраль, связывающая Бразилию и Перу,[126] играют существенную роль в обезлесении[127] и вырождении лесов, открывая новые районы для мигрантов.[128] Даже охраняемые районы не защищены: запланированная дорога через национальный парк Серенгети в Танзании навсегда нарушит крупнейшую в мире миграцию млекопитающих и обеспечит свободный доступ для браконьеров.[129] Новая транспортная инфраструктура для удовлетворения потребностей городов также провоцирует разрастание городов вдоль дорог, все дальше оттесняя местное производство продовольствия и воздействуя на естественные экосистемы. Недвусмысленное признание экологических активов внутри и за пределами городских границ инфраструктурной политикой, планированием и реализацией проектов является ключевым шагом на пути к развитию экологически рациональных городов.[130]

С 2000 по 2030 год общая площадь урбанизированных территорий в центрах биологического разнообразия в мире увеличится более чем на 200%.

4. Запечатывание городских почв

Запечатывание почв в городском контексте относится к покрытию почвы непроницаемыми материалами, такими как бетон, и происходит главным образом в городских районах; это не только делает землю недоступной для производства продовольственных товаров, но также подрывает большинство других экосистемных услуг, особенно фильтрацию и регулирование воды. Без открытой почвы и растительности, поглощающей воду, сильные ливни могут быстро привести к затоплению[131] при частых загрязнениях ливневой канализации отходами и остатками нефтепродуктов.[132] Запечатывание почв в жилых, коммерческих и промышленных районах сокращает жизнь почвы[133] и изменяет альбедо поверхности (отражение от поверхности) и теплопередачу от эвапотранспирации, что может способствовать повышению температуры и росту проблем со здоровьем во время аномальной жары.[134]

Запечатывание почв — это глобальная проблема: в европейских городах такие земли составляют 23 – 78%[135] и считаются одной из основных угроз функционированию почвы, при том, что около половины всех новых городских территорий в пределах Европейского союза запечатаны.[136] По оценкам, с 2003 по 2008 гг. в регионе Эмилия-Романья в Италии было потеряно около 15 000 га сельскохозяйственных земель главным образом из-за урбанизации, что эквивалентно площади земель, обеспечивающих продукцией растениеводства 440 000 человек.[137] В регионе значительно повысилась угроза наводнений, особенно из-за небольших рек, что потребовало дополнительных инвестиций в защиту от паводков.[138]

5. Сокращение биологического разнообразия

По мере роста городов разрушаются естественные экосистемы, а сопряженные с ростом транспортная и энергетическая инфраструктуры дробят на фрагменты то немногое, что осталось. В 2010 г. глобальный мета-анализ городской трансформации земель установил, что почти половина исследованных городов находилась в 10 км от наземного охраняемого района; и, что более важно, среднегодовые темпы роста этих городов с 1970 по 2000 г. составили более 4,7%.[139] В Соединенных Штатах рост жилищного фонда в настоящее время считается серьезной угрозой для охраняемых районов,[140] при чем, к 2030 г. ожидается еще 17 млн. единиц жилищного строительства в 50-километровой зоне от охраняемых районов.[141] Исследование, в ходе которого сравнивали прогнозируемый рост городов с глобальным перечнем территорий Альянса за нулевое исчезновение — участков, где виды, которые считаются вымирающими или на грани исчезновения согласно Красной книги МСОП, находятся только на одном оставшемся участке — установлено, что более четверти видов земноводных, млекопитающих и рептилий будут в той или иной степени затронуты ростом городов. В общей сложности, среда обитания 139 видов земноводных, 41 вида млекопитающих и 25 видов птиц, которые находятся на грани исчезновения либо являются вымирающими видами согласно МСОП, может быть либо затронута, либо уничтожена в результате урбанизации.[142]

Урбанизация несоразмерно повреждает водно-болотные угодья, которые, как правило, не наполняются,

Блок 11.4. Урбанизация в центрах биологического разнообразия

Увеличение площади городских угодий, вероятно, приведет к значительному сокращению биологического разнообразия, как например:

- Широкая урбанизация в восточной части Афромонтаны, гвинейских лесах Западной Африки и Западных Гатах, а также в центрах биоразнообразия Шри-Ланки, к 2030 году приведет к расширению городских территорий примерно на 1900%, 920% и 900% соответственно (более чем в 2000 раз), обернувшись серьезным сокращением биоразнообразия.
- В уже уменьшенных и сильно фрагментированных местах обитания, таких как средиземноморские и южноамериканские атлантические леса, относительно небольшое уменьшение мест обитания может привести к непропорциональному росту темпов вымирания видов.
- Пять центров биологического разнообразия, наибольший процент площадей которых, как ожидается, станет городским, являются преимущественно прибрежными районами или островами, которые особенно важны для эндемичных видов.[144]

осушаются или загрязняются, что снижает их способность регулировать количество и качество воды и защищать от экстремальных погодных явлений. Водно-болотные угодья в окрестностях Хараре (Зимбабве) являются источником воды для половины населения страны, восполняя горизонт грунтовых вод, фильтруя и очищая воду, предотвращая заиливание и подтопления и являясь ценным поглотителем углерода. Они также являются важным по значению орнитологическим резерватом. Однако, давление на эти водно-болотные угодья вследствие трансформации угодий, неформального сельского хозяйства, загрязнения удобрениями и широкого использования коммерческих скважин привело к падению уровня грунтовых вод в среднем на 15 – 30 м за последние 15 лет.[143]

Сбор древесного топлива (обычно преобразуемого в древесный уголь) для городов развивающихся стран значительно влияет на здоровье окружающих районов, вызывая деградацию лесов и иногда обезлесение. Бедность и отсутствие доступа к альтернативным источникам энергии ставят многих городских жителей в зависимость от древесного топлива. Большая часть этого топлива поступает из пригородных и лесных угодий вблизи городов. Без эффективного управления и регулирования деградация лесов и обезлесение распространяются из городских центров по мере роста населения с каналами поставок топлива, которые зачастую являются неофициальными, фрагментарными и незаконными.

Например, на древесину и древесный уголь приходится более 80% используемого бытового топлива в Африке, это более 90% заготовленной древесины, что является самой распространенной причиной деградации лесов в Африке.[146] Вокруг Дар-эс-Салама (Танзания) радиус заготовки леса расширился на 120 км за 14 лет — зона обезлесения, которая начиналась с высококачественных деревьев, а под конец превратилась в древесную биомассу для угля.[147] Рост населения или внезапный приток мигрантов приводит к резкому увеличению потребления древесного топлива, как в случае с Абеше (Чад). Киншаса и Абуджа испытывают огромный рост городского населения из-за конфликтов и бедности в сельских районах, что приводит к более быстрому обезлесению.[148]

Нерациональное использование древесного топлива вредно не только для лесов. В 2010 г. загрязнение воздуха в домохозяйствах из-за использования твердой биомассы вызвало больше смертей, чем малярия, и ожидается, что уровень смертности будет продолжать расти.[149] Если позволяет уровень жизни, жители города переходят на древесный уголь, который чище на стадии потребления, но требует большего количества древесины и выбрасывает
ряд загрязняющих веществ во время производства.

6. Изменения климата

Города влияют на климат как на местном, так и на глобальном уровне и, в свою очередь, сами подвержены последствиям изменения климата. Городские районы изменяют местный климат посредством изменения альбедо поверхности и эвапотранспирации, а также повышения содержания аэрозолей и антропогенных источников тепла, что приводит к повышению температуры[150] и изменениям локального характера осадков.[151,152] В городах, как правило, температура воздуха выше, чем в близлежащих сельских районах — явление, известное как «городской остров тепла»; эта разница температур еще больше увеличивается в периоды аномальной жары, повышая дискомфорт и риски для здоровья.[153] Города способствуют глобальному изменению климата, выделяя парниковые газы из-за систем отопления, охлаждения, транспорта и промышленности. Если принять во внимание весь городской след, то на города приходится 60 – 80% потребления всех ресурсов и использования энергии и примерно половина глобальных антропогенных выбросов углекислого газа; они играют главную роль в деградации экосистем.[154] Анализ показывает, что сами выбросы на душу населения в городах зачастую ниже, чем в среднем по странам, в которых они расположены.[155] И наоборот, городские жители в развивающихся странах обычно производят более высокие выбросы парниковых газов на душу населения, чем проживающее в окрестностях население, из-за интенсивного использования биомассы и горючих ископаемых.[156]

По мере роста города становятся все более подверженными рискам изменения климата, особенно если рост является случайным или незапланированным. В ситуации, когда земля пользуется большим спросом, многие малоимущие городские жители селятся в недостаточно оптимальных условиях, например, на пойменных равнинах, в низменных прибрежных районах, у рек, на крутых склонах и в местах с небольшой естественной тенью или растительностью; в то время как более обеспеченные люди могут позволить себе предпринять шаги по устранению последствий изменения климата, укрепляя и изолируя дома, улучшая ливневые стоки и предпринимая другие меры подготовки к стихийным бедствиям. Сотни миллионов городских жителей лишены всепогодных дорог, водопроводной воды, сточных и канализационных систем, электричества и живут в плохо построенных домах на незаконно

Рисунок 11.4. Создание экологически рациональных городов

занятых или разделенных землях, с незначительными возможностями для защиты от климатических условий.[157] Изменение климата, скорее всего, приведет к увеличению числа наводнений, засух, аномальной жаре и повышению уровня моря.[158] Все большие площади развивающихся прибрежных городов будут подвержены наводнениям: согласно прогнозам по 53 африканским городам, к 2100 г. еще 11,6 млн. человек будут подвержены штормовым нагонам.[159] По другим оценкам, 16 млн. человек в год будут подвержены наводнениям к 2100 г., при этом 10 млн. вынуждены будут мигрировать.[160]

СТРОИТЕЛЬСТВО УСТОЙЧИВЫХ ГОРОДОВ

«Устойчивая урбанизация требует от городов создания улучшенных возможностей для получения доходов и занятости, расширения необходимой инфраструктуры для водоснабжения и санитарии, энергетики, транспорта, информации и связи, обеспечения равного доступа к услугам, сокращения числа людей, живущих в трущобах, и сохранения природных активов в городах и прилегающих районах.»[161]

Цель устойчивого развития 11 направлена на «*обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и экологической устойчивости городов и населенных пунктов*», в то время как цель 11.6 на «*уменьшение негативного экологического воздействия городов в пересчете на душу населения*».

В Новой программе развития городов, принятой на конференции Хабитат III, говорится, что «*Мы исходим из видения городов и других населенных пунктов, которые: ...обеспечивают защиту, сохранение, восстановление и формирование своих экосистем, водных ресурсов, естественных мест обитания и биологического разнообразия, обеспечивают минимизацию своего воздействия на окружающую среду и переход к устойчивым моделям потребления и производства*».[162]

Больше не имеет смысла проводить различия между городским и сельским планированием, учитывая ту

степень, с какой они взаимосвязаны; устойчивые подходы к управлению городами должны принимать во внимание городские районы, а также сельские территории, общины и экосистемы, от которых они зависят.[163] Обеспечение устойчивого развития городов возможно, но долгосрочное планирование на основе экологических критериев зачастую непопулярно. Всемирный банк отмечает, что странам, сталкивающимся с серьезными финансовыми ограничениями, возможно придется выбирать между «правом строить» (которое может иметь как экономический, так и экологический смысл) и «строить больше» (что может потребоваться в социальном плане).[164] К числу шагов, необходимых для достижения устойчивого развития городов, относятся:

- **минимизация воздействия на землю**(запечатывание почв, изменение характера землепользования и т. д.);
- **уменьшение продовольственного и энергетического следа городов;**
- **комплексное управления водными ресурсами** в масштабе водосбора для обеспечения устойчивого водоснабжения;
- **развитие устойчивых транспортных систем;**
- **максимальное смягчение последствий изменения климата и адаптация** в городском контексте;
- **уменьшение загрязнения** воды и воздуха;
- **сокращение использования ресурсов за счет эффективной переработки;**
- **проектирование зеленых зон и защита биологического разнообразия** внутри и за пределами города.

1. Минимизация воздействия на землю

Урбанизация может ослабить давление на естественные и полуестественные экосистемы, но только в случае ограничения роста городов и тщательного регулирование границ между городскими территориями и сельскими районами. Компактные, хорошо организованные города минимизируют свое воздействие на прилегающие районы, сокращая потребности в наземных товарах и услугах. Например, в Сингапуре предусмотренная проектом плотность населения варьируется в зависимости от местоположения, видов использования и доступности инфраструктуры, с более высокой плотностью вблизи станций метро.[165] Города с высокой плотностью населения также отличаются более низким энергопотреблением на человека и выбросами парниковых газов по сравнению с пригородами с низкой плотностью населения; расходы на транспортировку и отопление также снижаются.[166] Филадельфия разработала план зеленой инфраструктуры, который к 2036 г. превратит 34% существующих непроницаемых поверхностей в «зеленые акры».[167]

Регенерация и реорганизация городов, а не их распространение на плодородные сельскохозяйственные угодья и естественные экосистемы, приведут к уменьшению запечатывания почвы и изменению характера землепользования. Эффективное городское планирование предоставляет возможности для устойчивого экономического роста. Лондон (Великобритания) потратил 13,4 млрд. долларов США на строительство олимпийского объекта, превратив разоренную территорию в рекреационный, развлекательный и коммерческий центр с жильем для 8000 семей.[168]

Хотя около половины городских жителей мира живут в относительно небольших поселениях с численностью населения менее 500 000 человек,[169] роль малых и средних городов и их вклад в национальные экономики часто упускается из виду.[170] Изначальное принятие малыми городами вектора устойчивого развития предотвратит множество проблем, с которыми сталкиваются крупные города мира.[171] Такие инициативы крайне необходимы, поскольку многие из этих городов находятся на пороге быстрого расширения.[172]

2. Уменьшение продовольственного и энергетического следа городов

Города могут служить как положительным, так и отрицательным образцом устойчивого производства продовольствия. Сообщества с высокой плотностью обладают потенциалом экономии масштаба и могут теоретически минимизировать ущерб. Но при плохом планировании бытовые отходы и продовольственный след могут фактически увеличиться в условиях урбанизации. Эффективная политика и тщательное планирование имеют решающее значение для достижения успеха.

В то время как города полагаются на продукты питания, выращенные за их пределами, существуют неиспользованные возможности для максимального повышения эффективности при выращивании продуктов питания внутри города. Содействие городскому и пригородному сельскому хозяйству и максимизация сравнительно местного производства продуктов питания повышает продовольственную безопасность, сохраняет продукты в регионах, сокращает расстояния от мест производства до мест потребления и помогает ограничить разрастание городов. Такие города, как Бужумбура (Бурунди), включают садоводство в генеральный план города.[173] Устойчивое производство продуктов питания вокруг городов оказывает целый ряд других экосистемных услуг помимо продуктов питания. Тем не менее, в экономическом плане местным производителям иногда сложно соревноваться с крупным и более отдаленным сельскохозяйственным бизнесом, а иногда они нуждаются в поддержке. Глобальный мета-анализ текущего городского освоения земель показал, что наличие сельскохозяйственных субсидий в этих районах снижает среднегодовой темп расширения городов на 2,43%.[174] Фермеры зачастую неохотно вкладывают средства в меры по сохранению сельскохозяйственных угодий — даже с перспективами повышения производительности и снижения стоимости воды — поскольку сопутствующие коэффициенты затрат и выгод и периоды окупаемости несущественны. Города могут способствовать изменению этого баланса.[175]

Города предоставляют возможности для сокращения общего энергопотребления за счет совместного использования и оптимизации энергии и сокращения отходов с применением таких инициатив, как разработка схем централизованного теплоснабжения, включение мер по энергосбережению в новые здания и установка энергогенерирующих устройств, включая панели солнечных батарей и электрические элементы. Интеллектуальные энергосистемы — электрические сети, которые гармонизируют спрос и предложение, — обеспечивают дополнительную

Рисунок 11.5.
Основные элементы и стоки водного фонда: скопировано из[180]

экономию, объединяя большее количество соединений внутри страны и между странами, опираясь на быстро развивающиеся технологии хранения и управляя эластичным спросом.[176] Новая технология обеспечивает возможность подключения отдельных производителей и потребителей без централизованных коммуникаций, облегчая использование излишков энергии и повышая эффективность.[177] Улучшения в области хранения и эффективности предлагают новые возможности, такие как использование постоянного тока в приборах и фотогальванических элементах.[178] Природные решения, такие как посадка деревьев в городах, могут помочь сократить расходы домохозяйств на кондиционирование воздуха,[179] наряду со многими другими преимуществами. За последние 15 лет были созданы водные фонды, 183 предназначенные для развития здоровой области взаимодействия городских и сельских районов. Цель — объединить водопользователей для совместного инвестирования в охрану сред обитания, расположенных вверх по течению, и управления земельными ресурсами, а также мобилизовать инновационные источники финансирования. Основные элементы и потоки водного фонда показаны на Рисунке 11.5.

3. Комплексное управления водными ресурсами

Поддержание нормального притока чистой воды — это, пожалуй, наиболее многообещающая возможность, благодаря которой городские власти могут тесно сотрудничать и взаимодействовать с соседними сельскими общинами. Подобные проекты могут быть объединены с эффективными системами санитарии в городах. Муниципальный совет или компания по водоснабжению, которая мотивирует сельские общины к охране и восстановлению водоразделов, создает взаимовыгодную стратегию, в которой города получают экономически эффективные источники водоснабжения, а доходы сельских общин растут. Согласно оценкам, каждый шестой крупный город мира (примерно 690 городов с более чем 433 млн. населением) может полностью компенсировать затраты на охрану водных ресурсов за счет одной только экономии воды.[180] Такие инициативы могут быть дополнительно поддержаны шагами по снижению потребления воды и сточных вод с помощью обучающих стратегий и механизмов образования цен на воду.[181]

Один из наиболее известных примеров — это пакет стратегий и финансовой поддержки, который связывает систему водоснабжения Нью-Йорка с управлением тремя водоразделами, обеспечивающими город водой. Работая с частными землевладельцами по созданию безопасных водоразделов, Нью-Йорк обеспечил крупнейшее нефильтрованное водоснабжение в Соединенных Штатах, экономя ежегодно более 300 млн. долларов США на расходах на очистку и обслуживание водоснабжения.[182]

4. Развитие устойчивых транспортных систем

Компактные города являются местами, где при хорошем планировании и стратегических инвестициях транспортный след может быть сведен к минимуму посредством сокращения дорожного движения, строительства велосипедных и пешеходных дорожек, эксплуатации общественного транспорта, и финансовыми стимулами, такими как налоги на частные транспортные средства или субсидии для общественного транспорта. Проектирование более компактных городов привело бы к сокращению транспортных расходов.[184] Эти изменения в равной степени касаются как культуры, так и технических знаний или моделей политики: например, такие города, как Амстердам и Кембридж, давно уделяют

особое внимание велосипедному движению, тогда как мэр Торонто был избран отчасти из-за обещания убрать велосипедные дорожки, которым противились водители машин.

Практические проблемы маятниковой миграции постепенно меняют взгляды. Бангкок и Дели практически достигли транспортного коллапса до открытия метрополитена. Некоторые аналитики уже предсказывают, что мир достиг пика количества автомобилей на душу населения, а поддержка городского железнодорожного сообщения и само городское железнодорожное сообщение в настоящее время находятся на подъеме даже в городах Северной Америки и Австралии с традиционно высокой плотностью автомобилизации.[185] Недорогие системы общественного транспорта и использование новых технологий меняет отношение к городскому транспорту. Исследование ОЭСР, в котором смоделировано использование самоуправляемых автомобилей в Лиссабоне, показало, что коллективно используемые транспортные средства могут сократить количество используемых автомобилей на 80 – 90%. Сокращение количества автомобилей также высвободит городское пространство: до четверти площади некоторых американских городов отведены под парковку.[186]

5. Максимальное смягчение последствий изменения климата и адаптация

Компактное развитие городов в сочетании с высокой плотностью населения и занятостью может снизить потребление энергии, протяженность маршрута транспортных средств и выбросы углекислого газа.[187] Город Донгтан, недалеко от Шанхая, стремится стать первым в мире специально построенным эко-городом с устойчивой транспортной системой, эффективными системами водоснабжения, зелеными зонами и нейтральным балансом выбросов углерода в качестве конечной цели. По завершении строительства, этот город, как ожидается, будет потреблять на 64% меньше энергии по сравнению с аналогичным по величине современным городом.[188]

Перенаправление инвестиций с углеродоемких отраслей в климат-интеллектуальные решения, такие как возобновляемые источники энергии и микросети, является важным способом поддержки устойчивого развития городов финансовым сектором. Это требует глубокого понимания рисков воздействия углерода и желания найти наиболее подходящие возобновляемые и низкоуглеродные инвестиционные возможности. Подобные инвестиции поощряются такими международными организациями, как ОЭСР, МВФ и Всемирный банк.[189]

Города также должны будут полагаться на экосистемные услуги в прилегающих районах для повышения адаптации к изменению климата.[190] Например, прибрежные мангровые заросли могут защитить города побережья от интенсивных штормовых явлений,[191] хорошо организованная растительность в засушливых районах минимизирует последствия пыльных бурь и образование дюн,[192] а леса на крутых склонах удерживают снежный покров и почву.[193] Внутри самого города существует множество вариантов использования экосистемных услуг, таких как расширение естественных или зеленых зон для поглощения избыточных дождевых осадков[194] и посадка деревьев для создания тени.[195]

6. Уменьшение загрязнения

Загрязнение воздуха и воды в городе оказывает ужасное воздействие на здоровье человека. Однако опыт показывает, что многие из этих воздействий могут быть обращены вспять; реки в Европе стали намного чище, чем несколько десятилетий назад, и во многих наблюдается восстановление водной флоры и фауны. Качество питьевой воды часто выше, чем в сельских населенных пунктах. Землепользование имеет решающее значение для управления водными ресурсами: четыре из пяти городов могут значительно уменьшить отложения или загрязнение питательными веществами водоемов (как минимум на 10%) путем охраны лесов, восстановления лесного покрова на пастбищах и наилучшими методами управления сельскохозяйственными угодьями. Теоретически, это могло бы обеспечить дополнительное сокращение выбросов углекислого газа на 10 Гт в год.[196]

7. Переработка и вторичное использование отходов

Переработка отходов обеспечивает важные социальные и экологические выгоды, которые уменьшают давление на наземную производственную деятельность и ее воздействие. Переработка лишь трех металлов — железа, алюминия и меди — приводит к ежегодному сокращению выбросов 572 млн. тонн углекислого газа по сравнению с добычей и переработкой новых металлов.[197] Переработка пластика снижает огромную загрязняющую нагрузку, которую они создают: в мировом океане сейчас находится около 250 000 тонн пластика.[198] Города также имеют возможность внедрять проверенные и экономически эффективные стратегии переработки и повторного использования материалов. Переработка имеет три основных стимула: (I) экономический (зачастую среди беднейших слоев общества); (II) добровольный, такой как разделение отходов или посещение местных центров переработки (главным образом привычное поведение), и (III) законы и стратегии, которые всемерно поощряют переработку материалов. Несмотря на непростую ситуацию на рынке переработки материалов и постоянные изменения стоимости материалов, объем переработки продолжает расти во всем мире. Ежегодно перерабатывается примерно 4 Гт отходов,[199] но это ничтожно малая доля от возможного объема.

8. Максимальное увеличение числа зеленых зон и защита биологического разнообразия

Как описано в Главе 9, города могут справиться с проблемой сокращения биологического разнообразия путем уменьшения своего воздействия на более широкий ландшафт. Городские районы также могут напрямую взаимодействовать с природой, создавая зеленые зоны. Деревья, парки и сады не то чтобы не совместимы с компактными городами, а несомненно являются неотъемлемой частью некоторых наиболее густонаселенных городских районов мира. Деревья имеют множество преимуществ, таких как сокращение стока

воды и выбросов CO_2, обеспечивая очистку воздуха и имея эстетическое значение, и одновременно улучшают качество жизни в перенаселенных районах. В Лиссабоне (Португалия) совокупные выгоды, связанные с уличными деревьями, включая более чистый воздух, экономию энергии, увеличение стоимости недвижимости и сокращение углекислого газа, составляют 4,48 долл. США на каждый инвестированный доллар США.[200]

Некоторые города идут еще дальше и уделяют приоритетное внимание зеленым насаждениям в своих планах по расширению. Сингапур продвигает свой зеленый образ с планами зеленой инфраструктуры в качестве одной из ключевых причин, продолжающей привлекать крупные инвестиции.[201] ЮАР определила девять ключевых областей в своей программе «зеленой» экономики, к которым относится увеличение объема переработки, городское сельское хозяйство и нерыночные меры, препятствующие разрастанию городов.[202] На уровне города это сочетается с такими мерами, как План действий для достижения «зеленых» целей к Чемпионату мира по футболу 2010 года в Кейптауне и проект перепланировки Йоханнесбурга с целью уменьшения выбросов парниковых газов от транспорта.[203]

В дополнение к парковым и зеленым зонам в городских районах, пригородные зеленые насаждения могут играть ключевую роль в охране окружающей среды (например, водоразделов), оздоровительной деятельности и защите местного биологического разнообразия, иногда со сравнительно низкими альтернативными издержками благодаря расположению в районах крутых склонов или на часто затопляемых территориях.

ВЫВОДЫ

Города являются и, вероятно, будут оставаться движущей силой экономического роста, требующей больших государственных инвестиций. Они продолжат оказывать влияние на земельные ресурсы и связанные экосистемные услуги, составляющие естественную инфраструктуру, от которой они зависят.[204] Согласно прогнозам, 65% всей площади городских земель в 2030 году будут урбанизированы в первые три десятилетия XXI века.[205] Решения о развитии городов являются долгосрочными и трудно изменяемыми. Принимая во внимание текущие тенденции, крайне необходимы стратегии для обеспечения устойчивой урбанизации.

Рост значения и протяженности городов изменяет наш подход к управлению. Поскольку экономическая деятельность становится все более разобщенной в результате приватизации, отмены контроля и растущей глобализации, между городами создаются новые стратегические альянсы в качестве «зеленой» альтернативы традиционным национальным территориям.[206] Более тесное сотрудничество между городами по обмену передовым опытом будет иметь жизненно важное значение для развития устойчивости. Некоторые города уже связаны партнерскими отношениями и начинают играть более активную роль в управлении ресурсами и воздействиями в региональном или даже мировом масштабе. Например, реакции городов на выбросы парниковых газов включают создание Группы С40 («Большие города — группа лидеров по сохранению климата») и Международного соглашения мэров по изменению климата.[207]

© Дэн (Dan)

БИБЛИОГРАФИЯ

1 Ponting, C. 1991. A Green History of the World. Sinclair–Stevenson, London.

2 Ibid.

3 UNFPA. 2007. State of World Population 2007: Unleashing the Potential of Urban Growth, UNFPA, New York.

4 United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2014. World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights (ST/ESA/SER.A/352).

5 Data from FAO need ref from Elaine Springgay

6 UN. 2014. World urbanization prospects – The 2014 revision. United Nations Department of Economic and Social Affairs, New York, USA.

7 d'Amour, C.B., Reitsma, F., Baiocchi, G., Barthel, S., Güneralp, B., et al. 2016. Future urban land expansion and implications for global croplands. Proceedings of the National Academy of Sciences, doi:10.1073/pnas.1606036114

8 UN. 2014. Op. cit.

9 UN. 2014. Op. cit.

10 Tollin, N. and Hamhaber, J. 2016. Op. cit. Sustainable Urbanization in the Paris Agreement. Comparative review for urban content in the Nationally Determined Contributions (NDCs). United Nations Human Settlements Programme, Nairobi.

11 World Bank. 2013. Planning, Connecting, and Financing Cities—Now: Priorities for City Leaders. World Bank, Washington, DC.

12 United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2014. World Urbanization Prospects: The 2014 Revision.

13 Oxford Economics. 2015. Future Trends and Market Opportunities in the World's Largest 750 Cities. How the Global Urban Landscape Will Look in 2030. Oxford, UK.

14 Cour, Jean-Marie. 2004. Assessing the 'benefits' and 'costs' of urbanization in Vietnam. Annex to Urbanization and Sustainable Development: A Demo-Economic Conceptual Framework and its Application to Vietnam. Report to Fifth Franco-Vietnamese Economic and Financial Forum. Ha Long, Vietnam.

15 UN Department of Economic and Social Affairs, Population division. 2014. Population Facts.

16 UN. 2014. Op. cit.

17 Currie, E.L.S., Fernández, J.F., Kim, J., and Kaviti Musango, J. 2015. Towards urban resource flow estimates in data scarce environments: The case of African cities, Journal of Environmental Protection 6: 1066-1083.

18 World Bank. 2005. The Urban Transition in Sub-Saharan Africa: Implications for Economic Growth and Poverty Reduction, Urban Development Unit, Africa Region, Working Paper Series, No 97.

19 Get source from Elaine Springgay

20 UNEP. 2016. GEO-6 Regional Assessment for Latin America and the Caribbean. Nairobi.

21 Seto, K.C., Güneralp, B., and Hutyra, L.R. 2012. Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. Proceedings of the National Academy of Sciences 109 (40): 16083-16088.

22 d'Amour, C.B., et al. 2016. Op. cit.

23 United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2014. Op. cit.

24 d'Amour, C.B., et al. 2016. Op. cit.

25 Seto, K.C., et al. 2012. Op. cit.

26 Seto, K.C, Sanchez-Rodriguez, R., and Fragkias, M. 2010. The new geography of contemporary urbanization and the environment. Annual Review of Environment and Resources 35: 167-194.

27 Urban Land Institute and Ernst & Young. 2013. Infrastructure 2013: Global Priorities, Global Insights. Urban Land Institute, Washington, DC.

28 Alho, J.M. 1997. Scenarios, uncertainty and conditional forecasts of the world population. Journal of the Royal Statistical Society Series A 160: 71-85.

29 Seto, K.C., Fragkias, M., Güneralp, B., and Reilly, M.K. 2011. A meta-analysis of global urban land expansion. PLoS ONE 6 (8): e23777. doi:10.1371/journal.pone.0023777

30 UN-Habitat. 2016. World Cities Report. Nairobi.

31 Aide, T.M. and Grau, H.R. 2004. Globalization, migration and Latin American ecosystems. Science 305: 1915-1916.

32 Adomaitis, K. 2013. The World's Largest Cities are the Most Unequal, Euromonitor International. http://blog.euromonitor.com/2013/03/the-worlds-largest-cities-are-the-most-unequal.html, accessed, November 27, 2016.

33 Glaeser, E. 2011. Triumph of the City: How our greatest invention makes us richer, smarter, greener. Pan Macmillan, London.

34 Hahs, A.K., McDonnell, M.J., McCarthy, M.A., Vesk, P.A., Corlett, R.T., et al. 2009. A global synthesis of plant extinction rates in urban areas. Ecology Letters 12: 1165-1173.

35 United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2014. Op. cit.

36 Seitzinger, S.P., Svedin, U., Crumley, C.L., Steffen, W., Abdullah, S.A., et al. 2012. Planetary stewardship in an urbanizing world: Beyond city limits. Ambio 41 (8):787-794.

37 Seto, K.C., et al. 2012. Op. cit.

38 d'Amour, C.B., et al. 2016. Op. cit.

39 Sassen, S. 2005. Global City: Introducing a Concept, Brown Journal of World Affairs 11 (2): 27-43.

40 Todaro, M.P. 1969. A model of labor migration and urban unemployment in less developed countries. American Economic Review 59: 138-148.

41 Lucas, R. 2015. Internal migration in developing economies: An Overview, KNOMAD Working Paper 6, May 2015.

42 Andersen, L.E. 2002. Rural-urban migration in Bolivia. Advantages and disadvantages. Instituto de Investigaciones Socioeconómicas. La Paz, Bolivia.

43 Clark, W.A.V. and Maas, R. 2015. Interpreting migration through the prism of reasons to move. Population, Space and Place. 21: 54-67.

44 Brown, O. 2008. Migration and Climate Change. International Organization for Migration, Geneva.

45 Internal Displacement Monitoring Centre. 2016. Global Estimates 2015: People displaced by disasters. Geneva.

46 Liang, Z. 2016. China's great migration and the prospects of a more integrated society. Annual Review of Sociology 42: 451-471.

47 Beauchemin, C. and Bocquier, P. 2004. Migration and urbanisation in Francophone West Africa: An overview of the recent empirical evidence. Urban Studies 41(11): 2245-2272.

48 Ofuoka, A.U. 2012. Urban-rural migration in Delta State, Nigeria: Implications for agricultural extension service. Global Journal of Science Frontier Research 12 (6). https://globaljournals.org/GJSFR_Volume12/1-Urban-Rural-Migration-in-Delta-State-Nigeria.pdf.

49 Owusu, G. 2005. The role of district capitals in regional development: Linking small towns, rural-urban linkages and decentralisation in Ghana, (Unpublished PhD Thesis), Norwegian University of Science and Technology, Trondheim.

50 Kuemmerle, T., Olofsson, P., Chaskovskyy, O., Baumann, M., Ostapowicz, K., et al. 2011. Post-Soviet farmland abandonment, forest recovery, and carbon sequestration in western Ukraine. Global Change Biology 17: 1335-1349.

51 China File. 2014. China's Fake Urbanization, China File Infographics. http://www.chinafile.com/multimedia/infographics/chinas-fake-urbanization, accessed, October 24, 2016.

52 Long, H.L., Li, Y.R., Liu, Y.S., Michael, W., and Zou, J. 2012. Accelerated restructuring in rural China fueled by 'increasing vs. decreasing balance' land-use policy for dealing with hollowed villages. Land Use Policy 29: 11-22.

53 Long, H.L. 2014. Land Use Policy in China: An Introduction, Land Use Policy, 40: 1-5.

54 Ibid.

55 Xu, J., Yang, Y., Fox, J., and Yang, X. 2007. Forest transition, its causes and environmental consequences: Empirical evidence from Yunnan of Southwest China. Tropical Ecology 48: 137-150.

56 Tabassum, I., Rahman, F., and Haq, F. 2014. Dynamics of communal land degradation and its implications in the arid mountains of Pakistan: A study of District Karak, Khyber Pakhtunkuwa. Journal of Mountain Science, 11 (2): 485-495.

57 Jaquet, S., Schwilch, G., Hartung-Hofmann, F., Adhikari, A., Sudmeier-Rieux, K., et al. 2015. Does outmigration lead to land degradation? Labour shortage and land management in a western Nepal watershed. Applied Geography 62: 157-170.

58 DNV GL AS. 2015. Global Opportunity Report 2015. DNV GL AS, Høvik, Oslo.

59 Grau, H.R. and Aide, T.M. 2008. Globalization and land use transitions in Latin America. Ecology and Society 13 (2): 16.

60 Eppler, U., Fritsche, U., and Laaks, S. 2015. Urban-Rural Linkages and Global Sustainable Land Use, GLOBALANDS Issue Paper. Globalands, Berlin.

61 Gray, C. and Bilsborrow, R. 2014. Consequences of out-migration for land use in rural Ecuador. Land Use Policy 36: 182-191.

62 Mather, A. and Needle, C. 1998. The forest transition: A theoretical basis. Area 30: 117-124.

63 Kull, C. 2007. Tropical forest transitions and globalization: Neo-liberalism, migration, tourism, and international conservation agendas. Society and Natural Resources: An International Journal 20 (8): 723-737.

64 Gray, C. and Bilsborrow, R. 2014. Op. cit.

65 Harden, C. 1996. Relationship between land abandonment and land degradation: A case from the Ecuadorian Andes. Mountain Research and Development 16: 274-280.

66 Grau, H.R., Hernández, M.E., Gutierrez, J., Gasparri, N.I., Casavecchia, C., et al. 2008. A peri-urban neotropical forest transition and its consequences for environmental services. Ecology and Society 13 (1): 35.

67 Fang, Y. and Pal, A. 2016. Drivers of urban sprawl in urbanizing China – a political ecology analysis. Environment and Urbanization 28 (2), doi: 10.1177/0956247816647344.

68 Song, Y. and Zenou, Y. 2009. How differences in property taxes within cities affect urban sprawl, Journal of Regional Science 49: 801-831.

69 Davis, M. 2006. Planet of the Slums. London, Verso.

70 Einstein, M. 2016. Disease poverty and pathogens. Nature 531: 61-63.

71 Verburg, P.H., Crossman, N., Ellis, E.C., Heinimann, A., Hostert, P., et al. 2015. Land system science and sustainable development of the earth system: A global land project perspective. Anthropocene 12: 29-41.

72 Benitez, G., Perez-Vazquez, A., Nava-Tablada, M., Equihua, M., and Alvarez-Palacios, L. 2012. Urban expansion and the environmental effects of informal settlements on the outskirts of Xalapa city, Veracruz, Mexico. Environment and Urbanization 24 (1): 149-166.

73 Haller, A. 2014. The ‹sowing of concrete": Peri-urban smallholder perceptions of rural-urban land change in the Central Peruvian Andes. Land Use Policy 38: 239-247.

74 Tollin, N. and Hamhaber, J. 2016. Op cit.

75 Hatcher, C. (forthcoming) Legalising urban informality: Squatting, property law and possessory title.

76 Hatcher, C. 2015. Globalising homeownership: Housing privatisation schemes and the private rental sector in post-socialist Bishkek, Kyrgyzstan. International Development Planning Review 37 (4): 467-486.

77 Ishtiaque, A. and Ullah, S. 2013. The influence of factors of migration on the migration status of rural-urban migrants in Dhaka. Human Geographies: Journal of Studies and Research in Human Geography 7 (2): 45-52.

78 Agrawala, S., Ota, T., Ahmed, A.U., Smith, J., and van Aalst, M. 2003. Development and Climate Change in Bangladesh: Focus on coastal flooding and the Sundarbans. OECD, Paris.

79 Islam, M., Sallu, S.M., Hubacek, K., and Paavola, J. 2014. Migrating to tackle climate variability and change? Insights from coastal fishing communities in Bangladesh. Climate Change 124: 733-746.

80 Perch-Nielsen, S., Bättig, M., and Imboden, D. 2008. Exploring the link between climate change and migration. Climatic Change 91: 375-393.

81 Seto K.C., et al. 2011. Op. cit.

82 DNV GL AS. 2015. Op. cit.

83 Friedman, L. 2009. Adaptation: A city exploding with climate migrants, Climate Wire, March 16, 2009, Available at: http://www.eenews.net/stories/75520, accessed: October 24, 2016.

84 Dasgupta, S., Laplante, B., Murray, S., and Wheeler, D. 2009. Climate change and the future impacts of storm-surge disasters in developing countries. Center for Global Development, Working Paper 182.

85 World Bank. 2012. Inclusive Green Growth: The Pathway to Sustainable Development. Washington, DC: World Bank.

86 DNV GL AS. 2015. Op. cit.

87 Tollin, N. and Hamhaber, J. 2016. Op. cit.

88 Seitzinger, S.P., et al. 2012. Op. cit.

89 Lenzen, M. and Peters, G.M. 2010. How city dwellers affect their resource hinterland. Journal of Industrial Ecology 14:73-90.

90 Young, A. 2013. Inequality, the urban-rural gap, and migration. The Quarterly Journal of Economics 128 (4): 1727-1785.

91 Seto, K.C., et al. 2012. Op. cit.

92 Tollin, N. and Hamhaber, J. 2016. Op. cit.

93 Satterthwaite, D. 2011. How urban societies can adapt to resource shortage and climate change. Philosophical Transactions of the Royal Society A 369: 1762-1783.

94 Rood, G.A., Wilting, H.C., Nagelhout, D., ten Brink, B.J.E., Leewis, R.J., et al. 2004. Tracking the effects of inhabitants on biodiversity in the Netherlands and abroad: An ecological footprint model. Netherlands Environmental Assessment Agency, Bilthoven, Netherlands.

95 Ruel, M., Garrett, J., and Yosef, S. 2017. Growing cities, new challenges. In: Global Food Policy Report 2017. International Food Policy Research Institute, Washington, DC, pp. 24-33.

96 Darwish, T., Atallah, T., El Moujabber, M., and Khatib, N. 2005. Status of soil salinity in Lebanon under different cropping pattern and agro climatic zones. Agricultural Water Management 78: 152-164.

97 d'Amour, C.B., et al. 2016. Op. cit.

98 d'Amour, C.B., et al. 2016. Op. cit.

99 United Nations. 2011. World Population Prospects: The 2010 Revision. New York.

100 Seto, K.C., et al. 2012. Op. cit.

101 d'Amour, C.B., et al. 2016. Op. cit.

102 d'Amour, C.B., et al. 2016. Op. op cit.

103 Abell, R., Asquith, N., Boccaletti, G., Bremer, L., Chapin, E., et al. 2017. Beyond the Source: The Environmental, Economic and Community Benefits of Source Water Protection. The Nature Conservancy, Arlington, VA, USA.

104 Richter, B.D., Abell, R., Bacha, E., Brauman, K., Calos, S., et al. 2013. Tapped out: How can cities secure their water future? Water Policy 15: 335-363.

105 DNV GL AS. 2015. Op. cit.

106 DNV GL AS. 2015. Op. cit.

107 Richter, B.D., et al. 2013. Op. cit.

108 Ibid.

109 Abell, R., et al. 2017. Op. cit.

110 Urban Land Institute and Ernst & Young. 2013. Op. cit.

111 Tortajada, C. 2016. Policy dimensions of development and financing of water infrastructure: The cases of China and India. Environmental Science and Policy 64: 177-187.

112 Richter, B.D., et al. 2013. Op. cit.

113 Wunder, S., Kaphengst, T., Smith, L., von der Weppen, J., Wolff, F., et al. 2013. Governance screening of global land use. Discussion paper. Ecologic Institute and Öko-Institute, Berlin.

114 World Bank. 2013. Op. cit.

115 US Energy Information Administration. 2016. International Energy Outlook 2016. Washington, DC.

116 https://www.iea.org/topics/transport/

117 Illich, I. 1973. Energy or Equity? Harper and Row.

118 Guttikuna, S.K. and Goel, R. 2013. Health impacts of particulate pollution in a megacity – Delhi, India. Environmental Development 6: 8-20.

119 World Bank. 2013. Op. cit.

120 Laurence, W.F. and Balmford, A. 2013. Land use: A global map for road building. Nature 495 (7441): 308-309.

121 Barber, C.P., Cochrane, M.A., Souza, C.M. Jr., and Laurance, W.F. 2014. Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. Biological Conservation 17: 203-209.

122 Arima, E.Y., Walker, R.T., Sales, M., Souza, C. Jr., and Perz, S.G. 2008. The fragmentation of space in the Amazon basin. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 74 (6): 699-709.

123 Ahmed, S.E., Souza, C.M. Jr., J. Riberio, J., and R.M. Ewers. 2013. Temporal patterns of road network development in the Brazilian Amazon. Regional Environmental Change 13 (5): 927-937.

124 Kis Madrid, C., Hickey, G.M., and Bouchard, M.A. 2011. Strategic environmental assessment effectiveness and the Initiative for the Integration of Regional Infrastructure in South America (IIRSA): A multiple case review. Journal of Environmental Assessment Policy and Management 13 (04): 515-540.

125 Laurance, W.F., Goosem, M., and Laurance, S.G. 2009. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. Trends in Ecology and Evolution 24 (12): 659-666.

126 Killeen, T.J. 2007. A Perfect Storm in the Amazon Wilderness: Development and conservation in the context of the Initiative for the Integration of Regional Infrastructure of South America (IIRSA). Advances in Applied Biodiversity Science 7. Conservation International, Washington, DC.

127 Ferretti-Gallon, K. and Busch, J. 2014. What drives deforestation and what stops it? Working Paper 361, Centre for Global Development, London.

128 Müller, R., Pacheco, P., and Montero, J.C. 2014. The context of deforestation and forest degradation in Bolivia: Drivers, agents and institutions. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia.

129 Dobson, A.P., Borner, M., Sinclair, A.R.E., Hudson, P.J., Anderson, T.M., et al. 2010. Road will ruin Serengeti. Nature 467: 272-273.

130 WWF and ADB. 2015. African Ecological Futures 2015. Nairobi.

131 Roth, M., Ulbert, C., and Debiel, T. (eds.) 2015. Global Trends 2015 – Prospects for World Society. Development and Peace Foundation, Institute for Development and Peace and Käte Hamburger Kolleg/Centre for Global Cooperation Research, Bonn.

132 UNEP. 2016. GEO-6 Regional Assessment for North America. Nairobi.

133 Scalenghe, R. and Ajmone Marsan, F. 2009. Anthropogenic sealing of soils in urban areas. Landscape and Urban Planning 90: 1-10.

134 EEA. 2010. The European environment — state and outlook 2010: Land Use (Vol. 196). European Environment Agency, Copenhagen.

135 van Delden, H. and Vanhout, R. 2014. ET2050 — Territorial scenarios and visions for Europe. Volume 5: Land use Trends and Scenarios. European Union.

136 EEA. 2016. The direct and indirect impacts of EU policies on land. European Environment Agency, Copenhagen.

137 Malucelli, F., Certini, G., and Scalenghe, R. 2014. Soil is brown gold in the Emilia-Romagna region, Italy. Land Use Policy 39: 350-357.

138 Pistocchi, A., Calzolari, C., Malucelli, F., and Ungaro, F. 2015. Soil sealing and flood risks in the plains of Emilia-Romagna, Italy. Journal of Hydrology: Regional Studies 4: 398-409.

139 Seto K.C., et al. 2011. Op. cit.

140 Radeloff, V.C., Stewart, S.I., Hawbaker, T.J., Gimmi, U., Pidgeon, A.M., et al. 2010. Housing growth in and near United States protected areas limits their conservation value. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 107: 940-945.

141 UNEP. 2016. GEO-6 Regional Assessment for North America. Nairobi, Kenya.

142 Seto, K.C., et al. 2012. Op. cit.

143 http://www.monavalevlei.com/ , accessed February 1, 2015.

144 Seto, K.C., et al. 2012. Op. cit.

145 Seto, K.C., et al. 2012. Op. cit.

146 Kissinger, G., Herold, M., and De Sy, V. 2012. Drivers of Deforestation and Forest Degradation: A Synthesis Report for REDD+ Policymakers. Lexeme Consulting, Vancouver, Canada.

147 Ahrends, A., Burgess, N.D., Milledge, S.A.H., Bulling, M.T., Fisher, B., et al. 2010. Predictable waves of sequential forest degradation and biodiversity loss spreading from an African city. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 107 (33): 14556-14561.

148 FAO. 2012. Urban and peri-urban forestry in Africa: The outlook for woodfuel. Urban and peri-urban forestry working paper number 4. Rome. 95 pages.

149 The World Bank Group. 2012. State of the Clean Energy Sector in Sub-Saharan Africa. Washington, DC.

150 Arnfield, A.J. 2003. Two decades of urban climate research: A review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. International Journal of Climatology 23: 1-26.

151 Rosenfeld, D. 2000. Suppression of rain and snow by urban and industrial air pollution. Science 287: 1793-1796.

152 Shepherd, J.M., Pierce, H., and Negri, A.J. 2002. Rainfall modification by major urban areas: Observations from spaceborne rain radar on the TRMM satellite. Journal of Applied Meteorology 41: 689-701.

153 Li, D. and Bou-Zeid, E. 2013. Synergistic interactions between urban heat islands and heat waves: The impact in cities is larger than the sum of its parts. Journal of Applied Meteorology and Climatology 52: 2051-2064.

154 Global Footprint Network. 2012. National footprint accounts 2008, 2nd edition. Global Footprint Network, Oakland, USA.

155 Dodman, D. 2009. Blaming cities for climate change? An analysis of urban greenhouse gas emissions inventories. Environment and Urbanization 21 (1): 185-201.

156 Dhakal, S. 2010. GHG emissions from urbanization and opportunities for urban carbon mitigation. Current Opinion in Environmental Sustainability 2 (4): 277-283.

157 Satterthwaite, D., Huq, S., Pelling, M., Reid, H., and Romero Lankao, P. 2007. Adapting to Climate Change in Urban Areas: The possibilities and constraints in low- and middle-income nations. Human Settlements Discussion Paper Series. International Institute for Environment and Development, London.

158 Gasparini, P., di Rocco, A., and Bruyas Amra, A.M. Undated. Research Briefs. Climate Change and Urban Vulnerability in Africa (CLUVA), Naples, Italy.

159 Calculated from data accompanying Dasgupta, S., Laplante, B., Murray, S., and Wheeler, D. 2009. Climate change and the future impacts of storm-surge disasters in developing countries. Center for Global Development, Working Paper 182.

160 Brown, S., Kebede, A.S., and Nicholls, R.J. 2011. Sea-Level Rise and Impacts in Africa: 2000-2100. University of Southampton.

161 UN. 2014. Op. cit.

162 Habitat III: New Urban Agenda, adopted in Quito in October 2016.

163 Seitzinger, S.P., et al. 2012. Op. cit.

164 World Bank. 2013. Op. cit.

165 World Bank. 2013. Op. cit.

166 Norman, J., Maclean, H.L., Asce, M., and Kennedy, C.A. 2006. Comparing high and low residential density: Life-cycle analysis of energy use and greenhouse gas emissions. Journal of Urban Planning Development 132: 10-21.

167 UNEP. 2016. Op. cit.

168 Urban Land Institute and Ernst & Young. 2013. Op. cit.

169 UN. 2014. Op. cit.

170 Bolton, T. and Hildreth, P. 2013. Mid-sized cities: Their role in England's economy. Centre for Cities, London.

171 DNV GL AS. 2015. Op. cit.

172 Elmqvist, T., Fragkias, M., Goodness, J., Güneralp, B., Marcotullio, P.J., et al. 2013. Stewardship of the biosphere in the urban era. In: Elmqvist, T., Fragkias, M., Goodness, J., Güneralp, B., Marcotullio, P.J., et al. (eds). Urbanization, biodiversity and ecosystem services: Challenges and opportunities: A global assessment. Springer, Dordrecht, pp. 719-746.

173 FAO. 2012. Growing greener cities in Africa. Rome.

174 Seto K.C., et al. 2011. Op. cit.

175 Richter, B.D., et al. 2013. Op. cit.

176 National Infrastructure Commission. 2016. Smart Power. HM Government, London.

177 DNV GLAS. 2017. Global Opportunity Report 2017. Oslo.

178 Vossos, V., Gerbesi, K., and Shen, H. 2014. Energy saving from direct-DC in U.S. residential buildings. Energy and Buildings 68: 223-231.

179 McPherson, E.G. and Simpson, J.R. 2003. Potential energy savings in buildings by an urban tree planting programme in California. Urban Forestry and Urban Greening 2: 073-086.

180 Abell, R., et al. 2017. Op. cit.

181 Saurí, D. 2013. Water conservation: Theory and evidence in urban areas of the developed world. Annual Review of Environment and Resources 38: 227-248.

182 Abell, R., et al. 2017. Op. cit.

183 Abell, R., et al. 2017. Op. cit.

184 Creutzig, F., Baiocchi, G., Bierkandt, R., Pichler, P.P., and Seto, K.C. 2015. Global typology of urban energy use and potentials for an urbanization mitigation wedge. Proceedings of the National Academy of Sciences 112 (20): 6283-6288.

185 Newman, P., Kenworthy, J., and Glazebrook, G. 2013. Peak car use and the rise of global rail: Why this is happening and what it means for large and small cities. Journal of Transportation Technologies 3: 272-287.

186 http://www.economist.com/news/leaders/21706258-worlds-most-valuable-startup-leading-race-transform-future accessed April 16, 2017.

187 National Research Council. 2009. Driving and the built environment: The effects of compact development on motorized travel, energy use, and CO2 emissions. Transportation Research Board, Washington, DC.

188 DNV GL AS. 2015. Op. cit.

189 http://www.worldbank.org/en/topic/climatefinance

© мартин-иезекииль-санчез (martin-ezequiel-sanchez)

190 Huq, S., Kovats, S., Reid, H., and Satterthwaite, D. 2007. Editorial: Reducing risks to cities from disasters and climate change. Environment and Urbanization 19: 3.

191 Costanza, R., Perez-Maqueo, O., Martinez, M.L., Sutton, P., Anderson, S.J, et al. 2008. The value of coastal wetlands to hurricane prevention. Ambio 37: 241-248.

192 Al-Dousari, A.M. 2009. Recent studies on dust fallout within preserved and open areas in Kuwait. In: Bhat, N.R., Al-Nasser, A.Y., and Omar, S.A.S. (eds.) Desertification in Arid Lands: Causes, consequences and mitigation, Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait: pp. 137-147.

193 Lateltin, O., Haemmig, C., Raetzo, H., and Bonnard, C. 2005. Landslide risk management in Switzerland. Landslides 2: 313-320.

194 Farrugia, S., Hudson, M.D., and McCulloch, L. 2013. An evaluation of flood control and urban cooling ecosystem services delivered by urban green infrastructure. International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services and Management 9 (2): 136-145.

195 Livesley, S.J., McPherson, E.G., and Calfapietra, C. 2016. The urban forest and ecosystem services: Impacts on urban water, heat and pollution cycles at the tree, street and city scale. Journal of Environmental Quality 45: 119-124.

196 Abell, R., et al. 2017. Op. cit.

197 Grimes, S., Donaldson, J., and Grimes, J. 2016. Report on the Environmental Benefits of Recycling. Bureau of International Recycling, Brussels.

198 Eriksen, M., Lebreton, L.C.M., Carson, H.S., Thiel, M., Moore, C.J., et al. 2014. Plastic pollution in the world's oceans: More than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. PLoS ONE 9 (12): e111913.

199 Haas, W., Krausmann, F., Wiedenhofer, D., and Heinz, M. 2015. How circular is the global economy? Journal of Industrial Ecology 19 (5): 765-777.

200 DNV GL AS. 2015. Op. cit.

201 http://www.ggbp.org/case-studies/singapore/sustainable-city-singapore [February 2, 2016]

202 Department of Environmental Affairs and Tourism. 2008. People – Planet – Prosperity: A national framework for sustainable development in South Africa. Johannesburg.

203 Johannesburg Development Agency. City of Johannesburg Development Plan 2012-2013. http://www.jda.org.za/keydocs/business_plan1213.pdf , accessed January 26, 2016.

204 Abell, R., et al. 2017. Op. cit.

205 Seto, K.C., et al. 2012. Op. cit.

206 Sassen, S. 2005. Op. cit.

207 Seitzinger, S.P., et al. 2012. Op. cit.

ГЛАВА 12

ЗАСУШЛИВЫЕ РАЙОНЫ

Засушливые районы занимают 41% всей площади суши, при этом на их долю приходится более 2 миллиардов населения, 44% растительных культур и половина мирового поголовья домашнего скота. Засушливые районы часто отличаются нехваткой водных ресурсов, но при этом невероятно богатым биологическим разнообразием, включая некоторые виды, ставшие традиционно историческими. Кроме того, такие районы являются родиной многонационального культурного наследия и местом расположения некоторых из крупнейших городов мира.

Сельские общины в засушливых районах часто беднее, чем в других местах, а земля более подвержена деградации в результате изменения климата и непосредственного воздействия человека. Ненадлежащее управление может привести к опустыниванию. Мы знаем, как должно выглядеть устойчивое управление засушливыми районами, но часто не достигаем этого на практике; если мы хотим избежать постоянного ухудшения состояния и продуктивности земель в засушливых районах, необходимо изменить как политический курс, так и сельскохозяйственные системы.

ВВЕДЕНИЕ

Засушливые районы занимают около 41% всей суши.[1] Чаще всего они используются для производства животноводческой продукции; пастбищные угодья составляют три четверти засушливых районов, а почти 20% таких территорий используется для богарного и орошаемого земледелия. К числу засушливых относятся некоторые из наиболее продуктивных районов планеты, но наряду с ними — и некоторые из самых уязвимых районов, где незначительные изменения условий могут привести к разительным переменам, сказывающимся на экологической ситуации, а затем и на благополучии людей. Сегодня засушливые районы сталкиваются со все более серьезными угрозами, связанными с чрезмерным расходованием ресурсов, плохим управлением и изменением климата. Деградация засушливых земель ежегодно обходится развивающимся странам примерно в 4 – 8% от их внутреннего продукта.[2] Понимание особенностей засушливых районов играет решающее значение для обеспечения долгосрочного устойчивого управления. Здесь обобщены некоторые ключевые биофизические и социальные характеристики засушливых районов, в том числе:

- **нехватка водных ресурсов и непредсказуемость;**
- **особая жизнь почвы, адаптированная к сухим и экстремальным условиям;**
- **ведущая роль пожаров в формировании многих экосистем засушливых районов;**
- **адаптивная способность особей и экологические взаимодействия в засушливых регионах;**
- **социальная и культурная адаптация к проживанию в засушливых районах;**
- **уязвимость с точки зрения изменения климата.**

1. Нехватка водных ресурсов и непредсказуемость

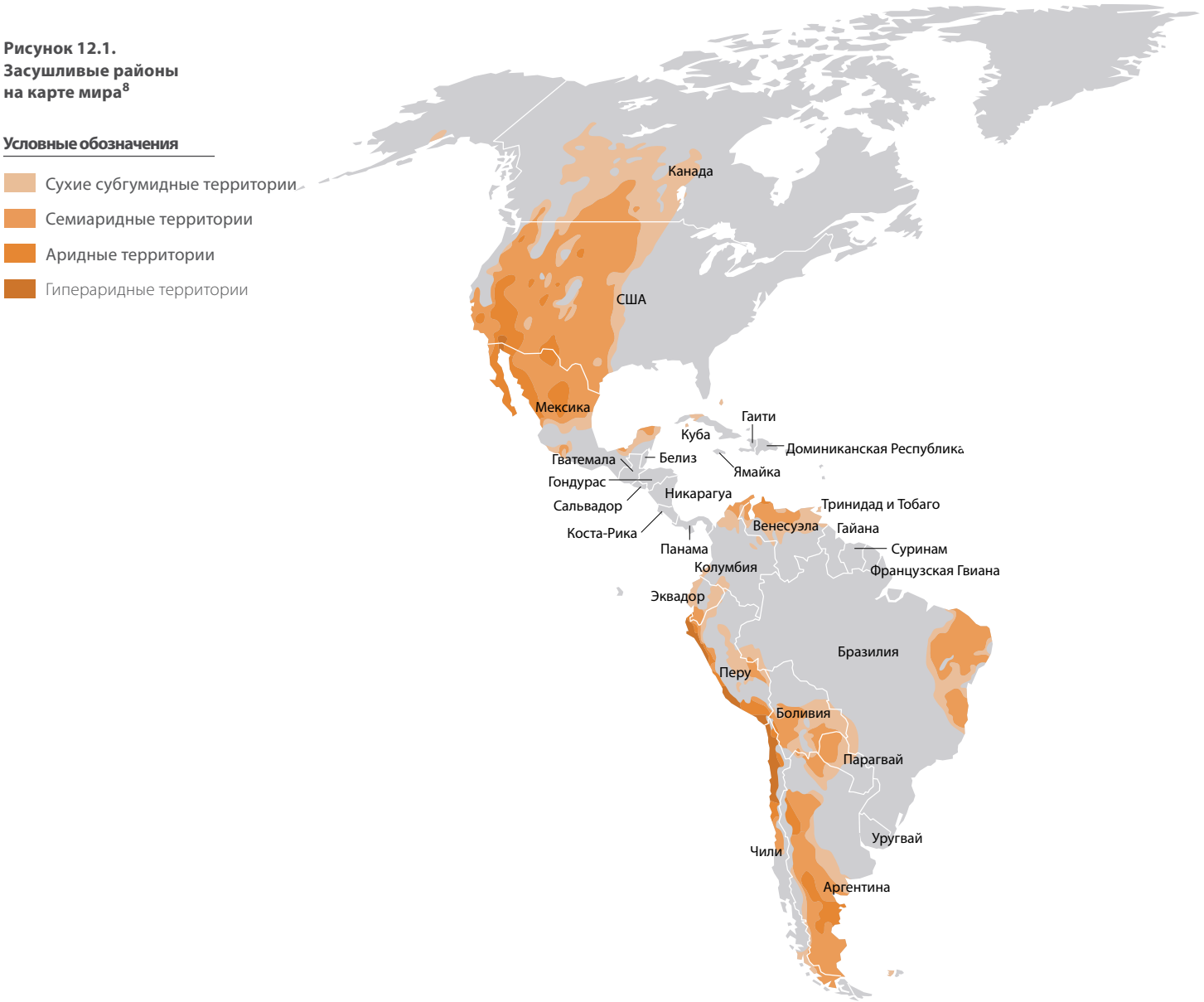
Засушливые районы — это аридные, семиаридные и сухие субгумидные территории,[3] где количество осадков ниже необходимого для парообразования, поэтому растениеводство в таких районах ограничивается нехваткой воды по меньшей мере в течение значительной части года. Нехватка водных ресурсов сформировала экосистемы засушливых районов, их биологическое разнообразие и человеческую культуру.[4] Граница между засушливыми районами и пустынями достаточно тонкая, при этом гипераридные пустыни, как правило, исключаются из категории засушливых районов; незначительные изменения в управлении засушливым районом могут привести к образованию пустыни (опустыниванию).

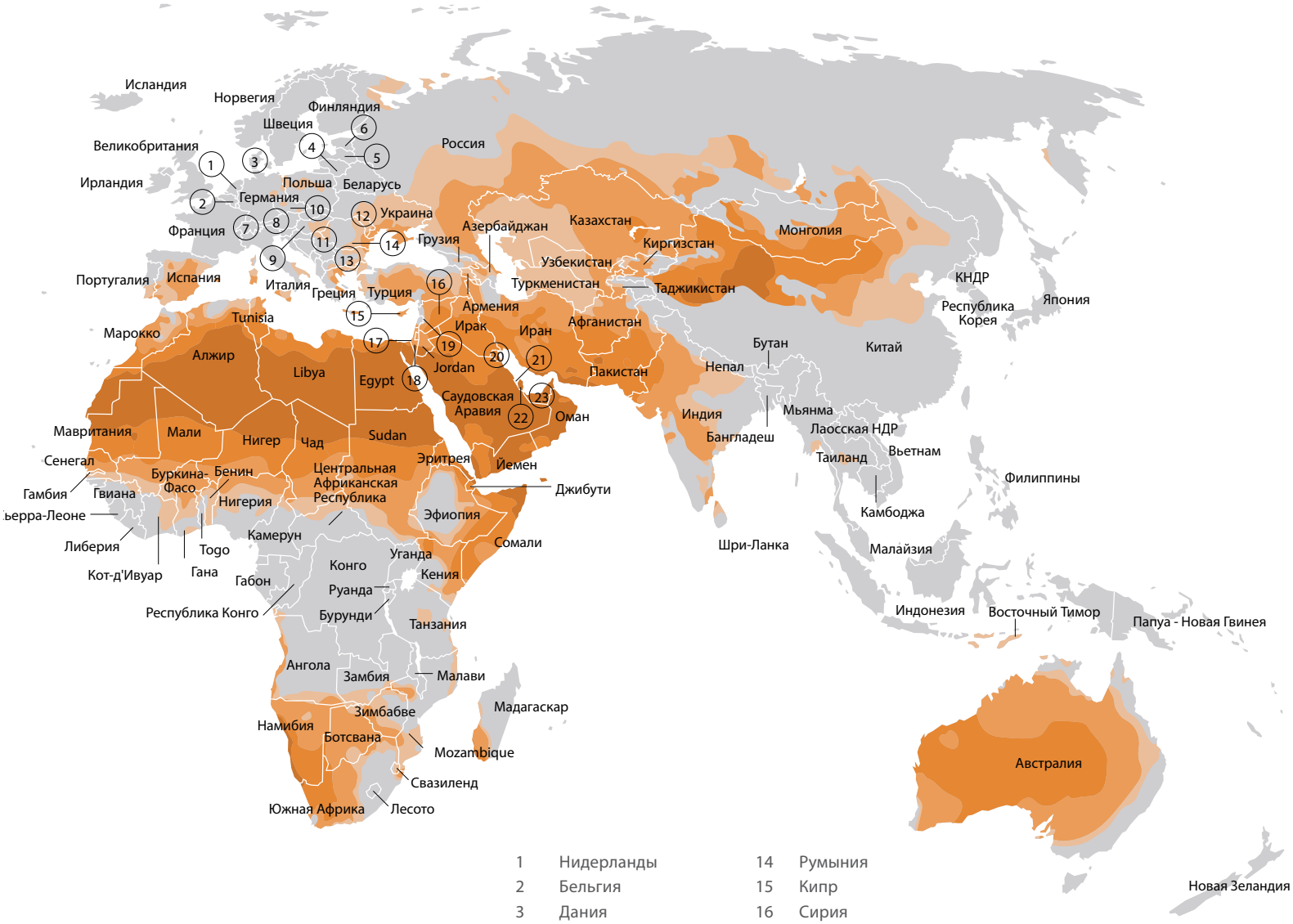
Крайняя непредсказуемость осадков также влияет на характеристики засушливых районов. По мере того, как климат становится более сухим, погодные условия обычно делаются более неопределенными и существенно меняются из года в год. Данные об осадках, выпавших за более чем 30-летний период в бассейне реки Зарка в районе Баадиа в Иордании, свидетельствуют о том, что средний уровень осадков составляет приблизительно 270 мм в год с минимальным значением 50 мм в наиболее сухие годы и максимальным значением 600 мм в наиболее влажные годы.[5] Подобная 12-кратная разница между нижним и верхним значениями нередко встречается в засушливых районах. Такая нестабильность во влажном климате могла бы привести к серьезному воздействию на окружающую среду, но сухие районы со временем приспособились к этим условиям благодаря адаптации различных видов, включающей гибкое поведение, направленное на использование влаги при любой возможности.

Блок 12.1. Определение засушливых районов

Засушливые районы определяются по-разному даже в системе Организации Объединенных Наций. Здесь используется индекс аридности (ИА), представляющий собой отношение среднегодового уровня осадков к потенциальному суммарному испарению. Засушливые районы с 0,5 < ИА < 0,65 классифицируются как сухие субгумидные территории, где по понятным причинам часто преобладают саванные широколиственные лесистые зоны, иногда с довольно плотным листовым пологом, или многолетние травы. Сухие субгумидные территории составляют 18% от всей поверхности суши, а семиаридные территории (0,2 < ИА < 0,5) — 20% от всей поверхности суши, при этом их потенциальная эвапотранспирация в 2 – 5 раз превышает средний уровень осадков. Аридные территории (0,05 < ИА < 0,2) составляют около 7% от всей поверхности суши; фактическое среднее количество осадков по меньшей мере в 20 раз ниже потенциальных потерь влаги на эвапотранспирацию и позволяет поддерживать только минимальную растительность.[6][7] Если отталкиваться от этих определений, то засушливые районы составляют приблизительно 39 – 45% всей поверхности суши.

Рисунок 12.1.
Засушливые районы на карте мира[8]





1 Нидерланды
2 Бельгия
3 Дания
4 Литва
5 Латвия
6 Эстония
7 Швейцария
8 Австрия
9 Венгрия
10 Чехия
11 Сербия
12 Молдова
13 Болгария
14 Румыния
15 Кипр
16 Сирия
17 Палестинские территории
18 Израиль
19 Ливан
20 Кувейт
21 Бахрейн
22 Катар
23 Объединенные Арабские Эмираты

2. Особая жизнь почвы

Почвенные экосистемы засушливых районов и живущие в них виды развили особые взаимодействия в ответ на суровые условия. К примеру, в саваннах термиты играют жизненно важную роль в переработке органических веществ и поддержании пористости почвы, особенно в самых сухих и питательных почвах. Во многих засушливых районах растительность оказывается более выраженной и более засухоустойчивой на участках вокруг термитников.[9] Бактерии в кишечнике крупных травоядных животных играют схожую роль в поддержании плодородности почвы, переваривая растительную пищу и ускоряя круговорот питательных веществ; эта взаимозависимость между крупными животными, насекомыми и лугопастбищными угодьями обусловливает существование некоторых из наиболее примечательных ландшафтов в мире, таких как Серенгети в Танзании и Азиатская степь.

При этом с почвами засушливых районов сопряжен ряд серьезных проблем, касающихся управления и являющихся характерными или усиливающихся в сухих условиях, включая коркообразование и уплотнение, недостаточное дренирование почвы, водную и ветровую эрозию, низкую плодородность, а также маломощную, каменистую, засоленную или солонцовую почву.[10]

3. Ведущая роль пожаров

Естественные пожары — это еще одна отличительная черта многих засушливых районов. Естественный характер пожаров стал причиной многочисленных экологических изменений в той мере, в какой подавление или изменение характера пожаров может приводить к серьезным и зачастую губительным экологическим изменениям. Некоторым растениям засушливых районов пожары необходимы для роста или размножения; к таким растениям относятся многие травы, которые восстанавливаются после пожаров быстрее, чем кустарники, а также виды, которым тепло требуется для проращивания их семян. Если количество пожаров ограничено, это может привести к среднесрочному увеличению древесной биомассы —[11] часто ценой снижения продуктивности экосистемы и общего биологического разнообразия. Ограниченное количество пожаров также является причиной накопления больших запасов топлива, что в конечном итоге может привести к более масштабным и опасным с точки зрения экологического ущерба пожарам, а также к вторжению чужеродных видов.[12]

Пожары часто используются в продуктивных циклах засушливых районов в качестве инструмента управления, например, для стимулирования обновления пастбищ или удаления кустарника, в котором могут находиться паразиты. В некоторых частях Восточной Африки усилия, направленные на пресечение традиционных практик управления пожарами, привели к обширному разрастанию кустарников и возвращению являющейся переносчиком заболеваний мухи цеце, что сделало многочисленные лугопастбищные угодья непригодными для выпаса стад домашних животных.[13] С другой стороны, постоянное использование пожаров может повлиять на доступность питательных веществ и видовой состав,[14] что делает управление пожарами одной из важнейших задач для сохранения жизнеспособности засушливых районов во многих регионах.

4. Адаптивная способность особей и экологические взаимодействия

Биологическое разнообразие засушливых районов часто относительно невелико, хотя есть и исключения, такие как плато суккулентов на юге Африки. Кроме того, последние исследования в очевидно более бедных с точки зрения видов засушливых районах (например, в Сахаре)[15]показали, что уровни эндемичности и многообразия гораздо выше, чем считалось ранее. Виды вырабатывают физиологические[16] и поведенческие[17] стратегии для борьбы с резкими изменениями температуры, засухой и пожарами. Выделены четыре главных категории адаптации: уход от засухи (виды, которые мигрируют в поисках воды и растительной пищи), уклонение (растения с глубокой корневой системой) и перенесение (лягушки, которые уходят в спячку на время засушливых периодов). К примеру, некоторые растения выработали способность сохранять воду в корнях или листьях, глубоко укореняться в поисках воды или входить в состояние гипобиоза на время засушливых сезонов. Аналогичным образом некоторые животные в засушливых районах минимизируют потерю воды за счет физиологической адаптации; некоторые их них входят в состояние эстивации (продолжительного гипобиоза) на время наиболее засушливых сезонов, в то время как другие мигрируют в более влажные регионы.[18] Огромные стада пасущихся животных на равнинах Серенгети стремятся туда, где появляется далекая молния, поскольку ливни стимулируют рост растений. В ходе исследований были получены эмпирические данные, свидетельствующие о том, что нетронутое биологическое разнообразие в засушливых районах способствует функционированию экосистем,[19] а разнообразие растений увеличивает многофункциональность таких районов.[20] Биологические почвенные корки, содержащие различные цианобактерии, грибы, лишайники и мхи, являются преобладающим почвенным покровом огромных территорий и играют важную, но все еще недостаточно изученную роль в экологии засушливых районов.[21]

Зачастую биологическое разнообразие засушливых районов находится под серьезной угрозой. Два больших вида млекопитающих засушливых районов — сахарский орикс (*Oryx dammah*) и олень милу (*Elaphurus davidianus*) — уже исчезли в дикой природе, хотя последний вид в настоящее время возрождается в Китае. Еще семьдесят видов млекопитающих, птиц, рептилий и амфибий засушливых районов зарегистрированы Международным союзом по охране природы как находящиеся на грани исчезновения.[22] Кактусы, наиболее характерные растения для засушливых районов, относятся к числу таксономических групп растений, находящихся под наиболее серьезной угрозой; опасность угрожает почти трети всех видов кактусов, а снижение их количества связано с усиливающимся давлением со стороны человека.[23]

Блок 12.2. Кактусы под критической угрозой исчезновения

Кактусы относятся к числу таксономических групп растений, подверженных наиболее серьезному риску исчезновения из всех групп, оцененных на сегодняшний день; было установлено, что 31% из 1478 оцененных видов находится под угрозой исчезновения. Это свидетельствует о высоком давлении на биологическое разнообразие в засушливых районах. И распределение биологических видов, находящихся под угрозой исчезновения, и факторы, влияющие на вымирание, отличаются от распределения и факторов в других группах растений и животных. Наиболее серьезные угрозы связаны с превращением засушливых земель в земли для сельскохозяйственного использования и культивирования водных организмов, со сбором таких видов в качестве биологических ресурсов для коммерческих рынков, а также с использованием земель для жилищного строительства и коммерческого освоения. Превалирующими факторами риска исчезновения являются незаконный и экологически нерациональный сбор живых растений и семян для садоводческих рынков и частных декоративных коллекций, а также уничтожение в результате деятельности мелких фермеров, занимающихся скотоводством и земледелием.[24]

Блок 12.3. Скотоводы в засушливых районах Уганды

В Морото, засушливом районе на северо-востоке Уганды, июнь; это пик сезона дождей. Фермеры-скотоводы из этнической группы карамоджонг высадили сорго на полях возле своих поселений, и молодые мужчины повели свои стада крупного рогатого скота, овец и коз на запад для выпаса на сезонных пастбищах. Во время сезона дождей отдаленные пастбища ненадолго обеспечивают самые питательные корма в году; доступ к ним можно получить благодаря наличию поверхностных вод вдоль маршрутов миграции. Представители группы карамоджонг используют сорта сорго, адаптированные к местным условиям, а также устойчивые к засухе и заболеваниям. Они перегоняют столь же адаптированные стада домашнего скота на большие расстояния, чтобы воспользоваться непредсказуемыми и неоднородными лугопастбищными угодьями. Осадки здесь достигают в среднем более 800 мм в год; это выше, чем в Лондоне (750 мм) или Париже (600 мм). Тем не менее, засушливые районы определяются не уровнем осадков, а способностью почвы терять воду в результате испарения и транспирации. Средняя годовая температура в Морото составляет 22°C; это свидетельствует о высоком уровне эвапотранспирации, поэтому регион классифицируется как семиаридный. Поскольку вода является источником жизни, способность экосистем засушливых земель минимизировать эвапотранспирацию (т. е. захватывать и удерживать воду) определяет то, как они функционируют.[30]

5. Социальная и культурная адаптация

Человеческие общества, веками успешно существующие в засушливых районах, обычно высоко адаптированы к двухаспектной проблеме нехватки водных ресурсов и непредсказуемости климата. Стратегии, касающиеся одежды, проектирования зданий и образа жизни, предназначены для сведения к минимуму трудностей проживания в условиях нехватки водных ресурсов. Способы адаптации в засушливых районах, касающиеся сельскохозяйственной деятельности и разведения скота, включают в себя такие стратегии, как выращивание засухоустойчивых культур или применение методов сбора поверхностного стока и выборочного орошения. По мере необходимости отдельные люди или общины регулярно кочуют или периодически мигрируют в ситуациях кратковременных неблагоприятных погодных условий или долговременных изменений климата.

Скотоводы-бедуины в Иордании традиционно использовали мобильность стад для поиска ресурсов по всему ландшафту, выбирая различные ресурсные участки в зависимости от преобладающих погодных условий, и применяли гибкие стратегии для извлечения максимальной выгоды в наиболее плодородные годы.[25] Народ сукума в Танзании не использует отдаленные районы (*ngitili*) для выпаса личного и общественного скота или подготовки кормовых запасов во время дождей, чтобы можно было отправиться туда в период засухи.[26] Система *hima*, которая ранее применялась на Аравийском полуострове, а теперь практически забыта, является одним из старейших примеров «охраняемых районов» в мире и предназначена для предотвращения и устранения последствий деградации земель.[27] Методы сельскохозяйственной деятельности в засушливых районах включают в себя агролесничество и вспахивание земель под пар, которые, к примеру, все чаще используются в Индии; и то, и другое способствует сохранению влажности почвы и ее плодородности.[28] Многие исследования показывают, как агролесничество формирует микроклиматические изменения внутри полей и ферм на территориях, которые в противном случае оставались бы огромными и относительно однородными; такие изменения способствуют увеличению биологического разнообразия и могут оказать содействие в борьбе с климатическими рисками.[29]

Несмотря на то, что люди и другие виды выработали стратегии выживания в самых сложных условиях засушливых районов, такой образ жизни оказывается уязвимым перед лицом изменений и ухудшения ситуации. Люди отказываются от традиционных практик устойчивого управления в связи с сочетанием социальных, культурных и демографических изменений, ростом конкуренции за земельные ресурсы и иногда отсутствием юридического или официального доступа к земле.

© Мартин Перре (Martine Perret)

6. Уязвимость по отношению к изменению климата

Увеличение количества и серьезности климатических явлений сделает засушливые районы более уязвимыми по отношению к экосистемным изменениям и деградации земель. В период с 1951 по 2010 год наблюдалось небольшое увеличение периодичности, продолжительности и серьезности случаев засухи, в особенности в Африке, в то время как в Северном полушарии периодичность таких случаев уменьшилась.[31] Засуха, в отличие от других чрезвычайных ситуаций, развивается медленно и охватывает большие территории.[32] Она последовательно воздействует на все этапы гидрологического цикла, влияя на влажность почвы, водохранилища, речные потоки и грунтовые воды. В конечном итоге за разные промежутки времени засуха оказывает воздействие на все слои общества и окружающую природную среду (например, на ареалы распространения диких животных и растений).

Изменение климата может привести к росту дефицита водных ресурсов и снижению урожайности в засушливых районах. Изменение климата является существенным фактором, влияющим на деградацию земель; ученые прогнозируют, что площадь засушливых земель значительно увеличится к 2100 году.[33] Многие традиционные способы землепользования повышают приспособляемость к изменению климата, поэтому стратегии адаптации, используемые в засушливых районах, можно перенести в другие регионы, где наблюдается повышенная засушливость.

ЗНАЧЕНИЕ ЗАСУШЛИВЫХ РАЙОНОВ

Хотя термин «засушливые районы» рисует в воображении картину скудности и суровых условий, эти районы обеспечивают широкий ряд существенных преимуществ для общества, включая культурную самобытность, и являются местом обитания важных видов диких растений и животных. Мало кто сомневается в важности биологического разнообразия в саваннах мира или в ценности тонких волокон, таких как кашемир и шерсть альпаки, для производства которых животных разводят на сухих лугопастбищных угодьях.

Ранее существовала тенденция к игнорированию засушливых районов как не стоящих инвестиций, а также к характеристике таких территорий как земель с низкой продуктивностью. Несколько стран даже юридически классифицировали их как «бросовые земли». Но исследования и полевые испытания в Индии и Китае показывают, что явно малоценные засушливые районы могут приносить высокие доходы. Сочетание сельскохозяйственных реформ и инвестиций в исследования, образование, дороги и электроэнергетику в Китае стимулировало рост несельскохозяйственного аграрного сектора, что в свою очередь способствовало развитию сельского хозяйства и созданию рабочих мест для городских мигрантов.[34] Схожим образом в Индии в результате инвестиций в инфраструктуру засушливых районов уровень занятости в несельскохозяйственном аграрном секторе увеличился, а уровень бедности снизился (в особенности там, где уровень грамотности был достаточно высоким).[35]
Пять важнейших преимуществ засушливых земель:

- **продовольствие,** получаемое от диких растений и животных, сельскохозяйственных культур и домашнего скота;
- **водные ресурсы,** включая некоторые из самых важных водосборных бассейнов в мире;
- **место проживания** для многих коренных народов, местных жителей и более поздних поселенцев;
- **культурные ценности** для общества;
- **другие экосистемные услуги** от засушливых районов.

1. Продовольствие

Засушливые земли служат источником продовольствия для примерно 2 миллиардов людей.[36]
Согласно оценкам, 44% пахотных земель и 50% поголовья домашнего скота во всем мире приходятся на засушливые районы.[37] Местности, покрытые кустарниками, и лугопастбищные угодья способствуют широкомасштабному производству животноводческой продукции и часто граничат с пахотными землями, лесами и зелеными массивами в засушливых районах. В таких засушливых странах, как Афганистан, Буркина-Фасо и Судан, сельское хозяйство составляет почти треть ВВП. В Мали, Кении, Эфиопии и ряде других африканских стран с обширными засушливыми районами животноводство обеспечивает более 10% ВВП, а в Киргизии и Монголии эта цифра приближается к 20%.[38] Засушливые районы также могут обеспечивать средства к существованию и поставлять запасы продовольствия в виде урожая диких культур, выступая в качестве «подушки безопасности» для сообществ и помогая им выживать в неурожайное время или периоды засухи: это так называемое «голодное продовольствие» часто является единственным источником питания, доступным в тяжелые времена.[39]

2. Водные ресурсы

На территории засушливых районов располагаются водохранилища мирового значения, обеспечивающие поставку чистой воды для миллионов людей. Свыше трети крупных речных бассейнов во всем мире по крайней мере наполовину находится в засушливых районах; истоки многих из этих бассейнов располагаются выше по течению на территориях с большим количеством осадков.[40,41] На таких территориях речные системы, которые собирают и направляют воду, имеют решающее значение для выживания человека и требуют продуманного управления. Тем не менее, на многие из этих водных ресурсов засушливых районов оказывается давление. Река Янцзы, которая является самой протяженной в Азии, берет свое начало в высокогорных засушливых районах Тибетского нагорья и поставляет воду для орошения, водопровода, транспорта, промышленности, а теперь и для крупнейшей в мире гидроэлектростанции — плотины «Три ущелья». Дельта Янцзы формирует около одной пятой ВВП Китая,[42] хотя эта река все сильнее загрязняется и засоряется наносами почвы из плохо управляемых территорий, расположенных вверх по течению, качество воды в ней ухудшается, а затопляемость увеличивается.[43]

3. Место проживания

В засушливых районах проживает около трети человечества.[44] Подавляющее большинство — около 90% — населения засушливых районов проживает в развивающихся странах.[45] Источники существования таких людей варьируются от самых традиционных до ультрасовременных: сельские общины прямо или косвенно управляют землями и неразрывно связаны с экологией этих территорий, в то время как горожане проживают в таких мегаполисах, как Лос-Анджелес, Каир и Карачи. Хотя принято считать, что население засушливых районов в массе своей сильно зависит от окружающей среды, современные горожане практически изолированы и не осведомлены об оставляемом ими «экологическом отпечатке». Тем не менее, способ управления засушливыми районами оказывает непосредственное воздействие на такие городские центры и их население. Деградация земель и опустынивание могут представлять угрозу для безопасности, регулярного поступления чистой воды, воздуха, продовольствия и топлива, а также возможностей для отдыха и экотуризма.

4. Культурные ценности

Сообщества, проживающие в засушливых районах, включают в себя удивительное множество культур — от уклада бушменов («сан») в Калахари до блистательной жизни населения Лас-Вегаса. Многие древние религиозные традиции берут свое начало в засушливых районах. В таких районах были сформированы три крупнейшие монотеистические религии — иудаизм, христианство и ислам, о чем до сих пор свидетельствуют выстроенные из грязи мечети в Мали, христианские монастыри в Армении и сам Иерусалим, являющийся городом посреди пустыни. Формирование в засушливых районах повлияло и на другие религии; примером этого служат индуистские и джайнские храмы в Раджастане и буддистские храмы в Ладакхе. В засушливых районах также встречаются и гораздо менее масштабные религиозные группы. Народы махафали и тандрой, проживающие в южной части Мадагаскара, вместе с органами местной власти и правительством работают над сохранением священных лесов Сакоантово и Вохимасио, которые являются частью сухих колючих лесов, имеющих исключительное значение для биологического разнообразия.[46]

Традиционные культуры пустынь, как правило, предусматривают кочевой характер проживания: такие народы на регулярной основе передвигаются с места на место в поисках воды и пастбищ. Кочевые народы до сих пор мигрируют по Центральной Азии, расположенным к югу от Сахары странам Африки и Ближнему Востоку, причем во многих случаях это происходит несмотря на усилия правительства по предотвращению миграции. Кочевой дух глубоко укоренился в современной культуре: к примеру, бизнесмены Кувейта до сих пор перебираются в свои палатки каждую весну. В засушливых районах (например, в Тимбукту) до сих пор сохранились некоторые из древнейших библиотек мира, а также ряд знаменитых предметов искусства, ремесленных изделий и ювелирных украшений. В XXI веке культуры, локализованные в засушливых районах, продолжают расширяться и обогащаться и включают такие культурные праздники, как ежегодный «Фестиваль в пустыне» кочевого народа туарег, проживающего в Сахаре.

Блок 12.4. Культурные и физические последствия опустынивания в Иордании

Бедуины, проживающие в районе Баадиа в Иордании, сталкиваются со снижением продуктивности сельскохозяйственной деятельности, потерей биологического разнообразия и сокращением водоснабжения в результате опустынивания. Растительность в районе Баадиа с 1990-х годов сократилась вдвое, что оказывает непосредственное влияние на животноводство и способствует снижению биологического разнообразия, включая угрозу для 49 важных (в особенности для женщин) видов лекарственных растений с высокой рыночной стоимостью. Опустынивание привело к сокращению инфильтрации воды, что ощущается не только бедуинами, но еще и проживающими на нижележащих территориях потребителями, включая значительную часть промышленного сектора Иордании. Существуют и другие внешние издержки опустынивания в районе Баадиа, такие как седиментация в плотинах, поставляющих электроэнергию, выброс парниковых газов и снижение способности почвы удерживать углерод.[47]

5. Другие экосистемные услуги

Продовольствие и вода — это не единственные ценности, предоставляемые обществу засушливыми районами.[48] Естественная растительность и органические поверхностные отложения являются важными и эффективными с экономической точки зрения стабилизирующими особенностями, способствующими борьбе с эрозией, песчаными и пыльными бурями,[49] а также опустыниванием. Схожим образом засушливые районы играют важную роль в смягчении изменения климата благодаря хранению углекислого газа в почве.[50] Несмотря на низкий уровень растительной биомассы и, следовательно, относительно небольшое содержание органического углерода в растениях и почве, количество неорганического углерода в почве увеличивается по мере усиления засушливости. Органические почвенные запасы в засушливых районах составляют 27% от общего мирового объема.[51] Леса и лесистые зоны засушливых районов также вносят свой вклад в национальные экономики благодаря обеспечению топливом, древесной и недревесной продукцией лесной промышленности, а также (косвенно) благодаря защите водоразделов и другим экосистемным услугам.[52] До настоящего времени площадь лесов в засушливых районах недооценивалась на 40 – 47%; эти дополнительные 467 млн. гектаров добавляют к результатам существующих оценок мирового лесного покрова по меньшей мере 9%.[53] Кроме того, засушливые районы — это носители уникального биологического разнообразия, которое имеет мировое значение[54] и включает продуктивные растения, являющиеся дикими родственниками многих важнейших сельскохозяйственных культур, таких как пшеница, ячмень, кофе, маслины и различные фруктовые деревья.[55]

ДЕГРАДАЦИЯ ПОЧВ И ОПУСТЫНИВАНИЕ В ЗАСУШЛИВЫХ РАЙОНАХ МИРА

Из-за нестабильных условий деградация земель в засушливых районах является более серьезной и труднообратимой. В некоторых случаях она может прогрессировать, приводя к опустыниванию, образованию дюн и экологическим катастрофам. В истории и литературе существует масса примеров ненадлежащего управления окружающей средой в засушливых районах, способствовавшего таким событиям, как исчезновение цивилизации майя тысячелетие назад[56] или случившаяся в 1930-х годах в США серия пыльных бурь, получившая название «Пыльного котла» и описанная Джоном Стейнбеком в «*Гроздьях гнева*».[57] Однако эти уроки в большинстве случаев игнорируются, и земли в засушливых районах продолжают деградировать ускоренными темпами; безусловно, эта проблема является серьезным поводом для беспокойства о состоянии окружающей среды, поэтому для борьбы с ней и устранения ее последствий было заключено глобальное соглашение — Конвенция о борьбе с опустыниванием Организации Объединенных Наций (КБООН).[58] Опустынивание было охарактеризовано в КБООН как одна из важнейших экологических проблем нашего времени, угрожающая

Блок 12.5. Опустынивание

Опустынивание — это сложное явление, в отношении характеристик, причин и степени которого до сих пор существует большая неопределенность. Согласно формулировке КБООН от 1994 года[60], «опустынивание» означает деградацию земель на аридных, семиаридных и сухих гумидных территориях, возникающую в результате различных факторов, включая климатические изменения и человеческую деятельность. Борьба с опустыниванием включает мероприятия, являющиеся частью интегрированного экологически устойчивого развития и направленные на:

1. **предотвращение и (или) сокращение деградации земель;**
2. **реабилитацию частично деградированных земель; и**
3. **рекультивацию опустыненных земель.**

мировому благополучию и безопасности человечества.[59] Все большее количество стран, особенно из числа развивающихся, выражает озабоченность по поводу тесно связанных проблем опустынивания, деградации земель и засухи, а также влияния этих проблем на миграцию, конфликты и безопасность человечества в целом.

Оценки степени деградации земель в засушливых районах существенно разнятся, хотя цифры сходятся, когда речь идет об умеренной и тяжелой деградации 25 – 33% всех земель в целом;[61] при этом велика вероятность того, что в засушливых районах эти показатели гораздо выше. Отсутствие стандартизированной глобальной системы оценки и мониторинга[62] сказывается на вариативности таких показателей и приводит к расхождениям в представлениях о деградации земель и колебанию оценок в пределах широкого диапазона.[63] По данным исследования, проведенного в 2007 году, тяжелая деградация наблюдалась приблизительно на 10 – 20% территорий засушливых районов.[64] Более поздний анализ тенденций за 25 лет с применением дистанционного зондирования для оценки межгодовой изменчивости растительного покрова выявил очаги деградации земель, составляющие около 29% от общей площади суши, при этом степень поражения биомов засушливых районов превышала средние показатели.[65]

Причины опустынивания

Опустыниванию способствуют многие взаимосвязанные факторы, включая рост населения, потребность в более высоких уровнях производства, технологии, увеличивающие потребление ресурсов, и изменение климата. Анализ в Китае показал, что сочетание социально-экономических факторов и (в меньшей степени) климата стало основной причиной, приведшей к опустыниванию в засушливых районах, но взаимосвязь между разными факторами является сложной и отличается в зависимости от региона.[66] К числу главных факторов, влияющих на состояние и продуктивность засушливых земель, относятся климат, характер пожаров, содержание скота на пастбищах, сельскохозяйственная деятельность и уровень углекислого газа в атмосфере.[67] Опустынивание обусловлено увеличением потребности в производстве продуктов питания, топлива и волокна в сочетании с уменьшением общей площади доступных сельскохозяйственных земель, а также снижением плодородности почв и сокращением доступа к воде. В ситуациях, когда опустынивание является результатом применения интенсивных методов управления и усилий, направленных на увеличение продуктивности, оно часто связывается с непониманием экологии засушливых районов и неспособностью надлежащим образом регулировать плодородность почв и влажность. Традиционных подходов к ведению сельского хозяйства уже недостаточно для удовлетворения растущего спроса, но часто такие подходы заменяются более разрушительными и менее устойчивыми альтернативами.

Практика вспахивания земель под пар, применяемая в засушливых районах Судана, была практически забыта из-за роста населения и потребности в продовольствии. Государственная политика, поощряющая интенсивное земледелие, привела к масштабной расчистке земель под механизированное сельское хозяйство с выращиванием монокультур, вырубке деревьев, а также отказу от традиционной ротации севооборота и других методов устойчивого управления.[68] Обрабатываемые таким образом засушливые земли быстро утрачивают

Рисунок 12.2. Факторы, способствующие опустыниванию

биологическое разнообразие почвы, теряя грибы, бактерии и другие организмы, которые важны для рециркуляции питательных элементов и поддержания уровня органического углерода в почве; снижение уровня органического углерода приводит к тому, что в почве сохраняется меньшее количество питательных элементов и воды, а это отрицательно сказывается на производстве продуктов питания и ведет к деградации земель.

В Австралии, как и в других засушливых странах, одним из наиболее значимых факторов опустынивания является засоление почвы. Повышенное засоление почвы обусловлено расчисткой земель, главным образом для сельскохозяйственной деятельности. Оно наблюдается, когда уровень грунтовых вод поднимается и выносит природные соли на поверхность. Это в значительной степени является результатом применения методов ведения сельского хозяйства, разработанных в районах Европы с умеренным климатом и предназначенных для поверхностно укореняющихся растительных культур и пастбищ.[69] В 2000 году
5,7 млн. гектаров Австралии были оценены
как обладающие высоким потенциалом для развития засоления; согласно прогнозам, если не принять мер по исправлению ситуации, то площадь засоленных почв к 2050 году достигнет 17 млн. гектаров.[70]

Существует тесная взаимосвязь между бедностью, деградацией земель и опустыниванием, и несмотря на то, что население засушливых районов исторически практикует устойчивое управление земельными ресурсами, делать это становится все труднее. Для этого существует множество причин — от роста сельского населения до бездействия местного правительства и внедрения
нерациональных методов ведения сельского хозяйства и селекции выращиваемых культур. Бедность в засушливых районах часто связана с исторически сложившимся пренебрежением землями, обладающими «низким потенциалом», которое превращается в самореализующийся диагноз, поскольку ресурсы направляются на другие объекты, а засушливые районы страдают из-за отсутствия инвестиций. Уровень бедности в засушливых районах, измеряемый с точки зрения уровня грамотности и показателей здоровья, во многих странах оказывается выше среднего. К примеру, уровень грамотности среди взрослых женщин, проживающих во влажных районах Западной Африки, составляет приблизительно 50% по сравнению с 5 – 10% в засушливых районах. В засушливых районах Азии коэффициент детской смертности превышает среднее значение примерно на 50%.[71]

Еще одним важным фактором деградации земель являются неустойчивые формы землевладения и неэффективное управление природными ресурсами, такими как лугопастбищные угодья и сухие леса[72] (особенно в районах, управляемых общинами). Эти районы исторически отличались эффективным управлением благодаря стандартным методам и практикам, таким как координирование сбора продуктов лесных хозяйств и пастбищных угодий, а также установленным правилам, предотвращающим недобросовестные действия.[73]
Во многих случаях подобные институты управления теряют силу в результате появления у государственной власти новых полномочий, ослабляющих сложившуюся власть и не позволяющих предложить жизнеспособную альтернативу.

Совершенствование управления землевладением имеет фундаментальное значение для широкого применения устойчивых методов землепользования. Для этого часто необходимы новаторские и специализированные подходы к удовлетворению уникальных требований, касающихся засушливых районов, в которых совместное использование ресурсов, общинное управление и мобильность являются важнейшими стратегиями жизнеобеспечения. Гибридные формы управления, объединяющие элементы традиционного управления и современный государственный аппарат, используются все чаще. Усовершенствованное управление может обеспечить платформу для эффективного сочетания традиционных структур управления и знаний с более формальными органами власти и соответствующими научными достижениями. Кроме того, оно играет важную роль в поддержке справедливого развития цепочек создания стоимости, связывающих многие материальные ценности засушливых районов с рынками такими способами, которые не идут в ущерб экологической рациональности, а наоборот укрепляют ее.[74]

Затраты, связанные с опустыниванием

Опустынивание — это глобальная угроза, которая пагубно сказывается на средствах к существованию миллионов людей, проживающих в засушливых районах и за их пределами. Реальные издержки, связанные с опустыниванием, часто недооцениваются из-за неустановленного масштаба этих внешних воздействующих факторов и их последствий. Эти издержки включают последствия, оказывающие непосредственное воздействие на здоровье и благосостояние людей, в том числе на безопасность обеспечения продовольствием и водоснабжения, а также менее осязаемые издержки нематериального характера, затрагивающие культуру и социум; при этом все они являются результатом снижения биологического разнообразия и ухудшения функционирования экосистем.

Существует множество проблем, касающихся оценки связанных с опустыниванием затрат в местном и национальном масштабах, поэтому любые попытки дать этому явлению глобальную оценку должны восприниматься с осторожностью. Тем не менее, существует несколько примеров, опубликованных в последние годы. Исследование, проведенное в четырнадцати странах Латинской Америки, оценивает потери, связанные с опустыниванием, как составляющие 8 – 14% от сельскохозяйственного валового внутреннего продукта (СВВП) в год;[75] в другом исследовании глобальные издержки опустынивания оцениваются в 1 – 10% от СВВП в год.[76] Некоторые оценки предусматривают разграничение прямых издержек, являющихся результатом снижения продуктивности земель, и непрямых экономических издержек, известных как ущерб в результате действия экзогенных факторов. Прямые издержки оцениваются как составляющие 2% от СВВП в Эфиопии, 4% в Индии и до 20% в Буркина-Фасо и США.[77] Непрямые издержки могут ощущаться далеко за пределами участков деградации и включать нарушение водных потоков, усугубление изменения климата, песчаные и пыльные бури, а также другие явления.

© Тим Гимберт (Tim Gimbert). Источник: ЮНЕП, ВМО, КБООН (2016).

Деградация земель может приводить к нарушению круговорота воды в природе и ухудшению качества воды в результате заиливания рек и водохранилищ. Деградированные ландшафты часто страдают от наводнений, поскольку дождевая вода стекает по поверхности вместо того, чтобы впитываться в почву; это усиливает потерю верхнего слоя почвы и сокращение биологического разнообразия, и в крайних случаях может приводить к затоплению нижележащих населенных пунктов и земель.[78] Почвенные органические вещества играют важную роль в удержании воды, поэтому по мере снижения их количества почва теряет свою способность сохранять влагу. Интенсивность инфильтрации воды также может сокращаться в связи с поверхностным уплотнением почвы, исчезновением почвенных беспозвоночных животных и другими факторами, имеющими отношение к опустыниванию; все это приводит к увеличению сухости почвы, снижению водоносных горизонтов и эрозии почвы. В результате частота случаев засухи может увеличиваться независимо от изменения количества осадков — просто из-за снижения способности почвы захватывать и удерживать влагу. Было установлено, что на территориях с тяжелой деградацией почвы продуктивно используется всего 5% от общего количества осадков.[79]

Песчаные и пыльные бури (ППБ) возникают при воздействии сильного ветра на сухую и деградированную почву. Песчаные бури проходят относительно близко к земле, в то время как пыльные бури могут подниматься в атмосферу на километры и переноситься на большие расстояния. Они влияют на здоровье людей, сельскохозяйственную деятельность, инфраструктуру и транспорт; экономические потери от одного случая ППБ могут составлять порядка сотен миллионов долларов США. Около 75% мировых выбросов пыли поступает из природных источников, таких как древние озерные пласты; оставшаяся часть приходится на антропогенные источники (главным образом эфемерные водоемы). При этом исчезновение растительности, сокращение биологического разнообразия и нарушение осадочных отложений или поверхности почвы (например, внедорожниками или сельскохозяйственными животными) увеличивает подверженность пылеобразованию. Согласно оценкам, за последние сто лет частота случаев ППБ увеличилась на 25 – 50% из-за сочетания деградации земель и изменения климата.[80] Крупные неблагоприятные природные явления в районах пыльных бурь могут возникать в результате комбинации продолжительной засухи и неэффективного управления. Экологические последствия таких явлений многообразны: при различных обстоятельствах пыль может усиливать засуху или стимулировать выпадение осадков; обеспечивать

поступление питательных веществ для тропических лесов или наносить ущерб далеким коралловым рифам. Вдыхание частиц пыли может вызывать или усугублять астму, бронхит, эмфизему и силикоз, а хроническое воздействие мелкой пыли увеличивает риск возникновения сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний, рака легких и острых инфекций нижних дыхательных путей. Мелкая пыль также является переносчиком ряда загрязняющих веществ, спор, бактерий, грибов и потенциальных аллергенов, что приводит ко множеству других заболеваний и проблем с самочувствием.[81]

Крупнейшие районы с высокой интенсивностью пылеобразования располагаются в так называемом «пылевом поясе», который тянется от западного побережья Северной Африки, проходит через Ближний Восток и Центральную/Южную Азию и простирается до Китая; к другим районам, страдающим от этой проблемы, относятся центральная Австралия, пустыня Атакама в Южной Америке и Большой бассейн в Северной Америке. Территории, где на масштабы и частоту случаев ППБ влияет деятельность человека, включают южную часть саванны Сахель, Атласские горы и побережье Средиземного моря, части Ближнего Востока, возвышенные равнины Северной Америки, Патагонию в Аргентине и части Индийского субконтинента. Имитационные эксперименты позволяют заключить, что ежегодные мировые выбросы пыли за последнее столетие увеличились на 25 – 50% из-за трансформации характера землепользования и изменения климата.[82]

Помимо этих видимых последствий опустынивания воздействие на социум может осуществляться и менее заметными способами: за счет увеличения цен на продовольствие при снижении продуктивности сельскохозяйственной деятельности или в ситуациях, когда бедность способствует миграции как внутри страны, так и на международном уровне. Опустынивание также связывается с конфликтами[83] в результате усиления конкуренции за ограниченные ресурсы в сочетании с дополнительным фактором в виде изменения климата,[84] хотя в целом причины конфликтов являются сложными. Если опустынивание приводит к снижению производства продуктов питания, то это сказывается на общенациональном уровне бедности и уязвимости наиболее бедных общин. Это может становиться причиной образования порочного круга, поскольку беднейшие фермеры также сталкиваются с серьезнейшими проблемами в ходе борьбы с деградацией земель.[85]

Пожалуй, наименее ощутимыми с точки зрения материальных затрат являются такие последствия опустынивания, как утрата культурных и эстетических ценностей, связанных с засушливыми районами; но при этом зачастую это именно те потери, которые в конечном итоге побуждают людей действовать. Земля — это не просто место для производства продовольствия или снабжения водой; для многих людей земля неразрывно связана с их культурной самобытностью и чувством собственного достоинства, поэтому многие сельские общины ощущают ответственность перед территориями.[86] Выражение таких потерь в цифрах невозможно, хотя использовались методологии, позволяющие оценить, что люди готовы были бы заплатить, чтобы избежать подобных итогов. Одна пожилая бедуинка ответила на вопрос о том, почему она вкладывала свое время в восстановление пастбищных угодий, следующим образом: «Я хочу по утрам открывать дверь и видеть красоту природы прямо перед собой».[87]

Рекультивация земель в пустыне Кубуки, Внутренняя Монголия, Китай
Надежный защитный пояс вдоль автомагистрали 25 лет спустя. На заднем плане можно увидеть настоящие песчаные дюны.

© Elion Foundation. Источник: ЮНЕП (2015).

© Мартин Перре (Martine Perret)

Опустынивание и изменение климата

В почве содержится больше углерода, чем в биомассе и атмосфере планеты вместе взятых, и значительная доля этого углерода находится в засушливых районах (см. Таблицу 12.1). Углерод из деградированных земель может высвобождаться в атмосферу вместе с другими парниковыми газами, такими как оксиды азота, что делает деградацию земель одним из наиболее важных факторов, способствующих изменению климата: около четверти всех антропогенных выбросов парниковых газов приходится на сельскохозяйственную деятельность, лесопользование и другие секторы землепользования.[88] Согласно прогнозам, изменение климата приведет к повышению аридности и учащению случаев засухи в некоторых засушливых районах; существуют «промежуточное согласие и ограниченные свидетельства в отношении того, что сегодняшний объем пустынь будет увеличиваться в ближайшие десятилетия».[89] Поскольку все большее и большее количество продуктивных земель деградирует или утрачивается в результате расширения городов, есть риск того, что возрастающая доля дальнейших изменений характера землепользования будет затрагивать засушливые районы, увеличивая масштабы их участия в изменении климата.

Изменение климата может усугубить бедность и резко сократить возможности для устойчивого управления землями и домашним скотом.[91] Самые бедные люди во всем мире наиболее уязвимы по отношению к изменению климата,[92] хотя их вклад в формирование этой угрозы в большинстве случаев является наименее значительным. Поскольку к числу засушливых относится непропорционально высокое количество беднейших районов мира, велика вероятность того, что именно эти районы пострадают от изменения климата больше всего. Во многих общинах засушливых районов существуют хорошо развитые методы совместного использования ресурсов, помогающие рассредоточивать риски. В некоторых скотоводческих общинах такие методы включают культивирование задолженностей и обязательств, распространяющихся на многие поколения и огромные расстояния; это позволяет людям в трудные времена обращаться за поддержкой к тем, кто пострадал в меньшей степени. У монгольских скотоводов имеется долгая история взаимных договоренностей, благодаря которым семьи пастухов могут распределить климатические риски, такие как пыльные бури и засухи. Тем не менее, существуют признаки того, что эти объединения подвергаются давлению со стороны экономических факторов и меняющихся отношений между скотоводами и государством.[93]

Таблица 12.1. Роль почв засушливых районов в хранении углерода[90]

	Углерод в биомассе	Углерод в почве		
		Весь углерод в почве	Органический углерод в почве	Неорганический углерод в почве
Во всем мире	576 Гт	2529 Гт	1583 Гт	946 Гт
Засушливые районы	83 Гт	1347 Гт	431 Гт	916 Гт
Доля в засушливых районах	**14%**	**53%**	**27%**	**97%**

УСТОЙЧИВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЗАСУШЛИВЫМИ РАЙОНАМИ

В нашем распоряжении имеется богатый опыт управления, служащий опорой и позволяющий серьезно пересмотреть способы оценки, охраны и управления экосистемами. Связь между опустыниванием, изменением климата и бедностью помогает сосредоточить внимание на действиях, которые приносят многочисленные преимущества. Решение всех этих проблем в совокупности позволило бы добиться успешных результатов благодаря захвату атмосферного углерода в почве, прекращению и устранению последствий деградации земель, ликвидации нехватки урожая сельскохозяйственных культур, а также повышению устойчивости общин и экосистем в засушливых районах в целом. Крайне важно обеспечить полный учет почвенного углерода и его мониторинг в качестве индикатора прогресса не только с точки зрения борьбы с опустыниванием, но еще и с точки зрения противодействия изменению климата и потере биологического разнообразия.[94]

Поскольку деградация земель часто является результатом нескольких факторов, меры противодействия должны быть адаптированы к конкретным ситуациям. Простые меры, такие как высадка деревьев, не всегда оказываются эффективными, а оставление земель не во всех случаях приводит к их регенерации.[95] Экологически рациональные меры предусматривают множество шагов, затрагивающих все сферы — от комплексных подходов к управлению до отбора и культивирования сельскохозяйственных культур, животноводства и водопользования, а также требуют целого ряда стимулирующих факторов. К ним относятся:

- **устойчивое земледелие**, включая отбор видов и методов управления;
- **управление пастбищными угодьями,** позволяющее избежать чрезмерного стравливания пастбищ и деградации;
- **защита водных ресурсов** посредством усовершенствованного управления и водопользования;
- **политические стимулы** и законодательные изменения, включая увеличение гарантий в отношении землевладения и прав на землю;
- **исследования и создание потенциала** для заполнения пробелов, связанных со знаниями и навыками;
- **инвестиции** для устранения последствий деградации земель в засушливых районах.

Рисунок 12.3.
Устойчивое управление засушливыми районами

© Оливье Жирар (Ollivier Girard) (CIFOR)

1. Устойчивое земледелие

Многие элементы «устойчивой интенсификации»[96] в засушливых районах уже хорошо известны и описаны в Главе 7: это сбережение питательных веществ в почве, использование органических удобрений, компоста и мульчирующего покрытия, микродозирование минеральных и органических удобрений, интегрированные стратегии комплексных мер по борьбе с вредителями,[97] выбор подходящих и экологически рациональных сочетаний сельскохозяйственных культур, а также ряд техник сохранения и улучшения плодородия почв; все эти методы направлены на более полное использование экосистемных услуг для обеспечения долгосрочной продовольственной безопасности.[98] Наблюдаются некоторые признаки возвращения к применению метода вспахивания полей под пар, который в течение долгого времени оставался неотъемлемой составляющей сохранения плодородности и повышения влажности почвы в засушливых районах, несмотря на массовый отказ от этого метода в последние годы.

Земледелие с беспахотной обработкой почвы или неглубокой вспашкой сводит к минимуму разрушение структуры почвы и позволяет сохранять пожнивные остатки и другие органические вещества на поверхности почвы в ситуациях, когда это помогает сократить потери от испарения и увеличить дренирование. Практика показывает, что применение методов земледелия с беспахотной обработкой почвы может приводить к увеличению концентрации почвенного органического углерода рядом с поверхностью земли, а это часто способствует повышению продуктивности. Влияние беспахотной обработки почвы на общий почвенный углеродный баланс до сих пор не изучено в полной мере, но преимущества этого метода с точки зрения адаптации к изменению климата очевидны.[99] Использование методов земледелия с беспахотной обработкой требует существенных изменений в технологиях сельскохозяйственной деятельности; тем не менее, эти технологии могут оказаться более выгодными, чем традиционные, ввиду сокращения затрат на рабочую силу, топливо, орошение и технику. Методы земледелия с беспахотной обработкой наиболее широко применяются в засушливых районах стран, являющихся ведущими в мире экспортерами зерна, таких как Австралия и Аргентина, а также в США, где на такие методы приходится 22,6% от всех площадей, занятых под сельскохозяйственные культуры.[100]

Агролесничество — это еще один проверенный подход к устойчивому управлению земельными ресурсами в засушливых районах. Деревья на фермах дают тень для людей, сельскохозяйственных культур и скота, служат источником питательных веществ, помогают стабилизировать почвы и обеспечивают корм для животных в критических ситуациях, а также другие сырьевые материалы; кроме того, на некоторых деревьях растут съедобные для человека фрукты и орехи. Агролесничество в XX[м] веке перенесло спад, связанный с изменениями социально-экономических условий, общественно-государственной политики и правил землевладения в рамках реализации альтернативного представления на развитие сельского хозяйства на базе крупномасштабной механизации и выращивания монокультур.[101] Тем не менее, исследования показывают, что выращивание деревьев снова возобновляется на фермах по всему миру, особенно в Бразилии, Индонезии, Китае и Индии. По меньшей мере 10 из 43% земель сельскохозяйственного назначения во всем мире покрыто деревьями.[102] В Нигере агролесоводство пережило своеобразное возрождение: более 5 миллионов гектаров земель было восстановлено в результате возобновления простых методов выборочной защиты ценных деревьев на сельскохозяйственных территориях.[103] Фермеры применяют ряд различных техник для стимулирования восстановления или выращивания «аборигенных» древесных пород, в том числе технику Zaï, предполагающую выращивание деревьев в небольших ямах, заполненных органическими удобрениями (как правило, в сочетании с обваловкой камнями), в рамках подхода, предусматривающего управляемое фермерами естественное восстановление.[104]

2. Управление пастбищными угодьями

Наиболее распространенным видом землепользования в засушливых районах является масштабное производство животноводческой продукции или пастбищное животноводство. Традиционные скотоводы пользуются мобильностью стад для поиска ресурсов, которые становятся доступными в результате дождей. Таким образом местные стада имитируют поведение диких

© Оливье Жирар (Ollivier Girard) (CIFOR)

копытных животных. Скотоводы поддерживают как природные, так и искусственные инфраструктуры для подачи воды, включая глубокие колодцы, резервуары и поверхностные запруды. Земли, окружающие такие водоемы и оазисы, подвержены деградации, особенно в ситуациях, когда регулярное использование этих территорий скотоводами для выпаса стад поощряется. У скотоводов часто имеются сложные обычаи и договоренности, регулирующие использование воды и пастбищ, что обеспечивает справедливое распределение общественных ресурсов на обширных территориях, а в некоторых случаях и за пределами международных границ.[105] Неэффективное планирование проектов, касающихся инфраструктуры водоснабжения, может отрицательно сказываться на этих традиционных системах.[106] Некоторые страны принимают меры по усилению регулирования использования ресурсов на местном уровне путем внедрения гибридных систем управления, связывающих системы землепользования, основанные на обычаях, с государственными учреждениями и в некоторых случаях применяя такие инструменты, как удаленное зондирование и дистанционная передача данных, для обеспечения более эффективного планирования в отношении пастбищных угодий. Принятый в Испании в 1996 году закон «Vias Pecuarias» возродил практику сезонного перемещения людей и перегона скота на новые пастбища благодаря защите древней сети скотоводческих троп, общая длина которых составляет 120 000 км (этого расстояния хватило бы, чтобы трижды обогнуть Землю); это привело к значительным улучшениям, касающимся биологического разнообразия и экосистемных услуг.[107]

Управление пастбищными угодьями можно существенно усовершенствовать благодаря отбору хорошо адаптированных особей или сочетанию травоядных особей по принципу их генетического потенциала (например, устойчивости к засухе) и способности использовать ряд различных экологических ниш; это может включать разделение стад на группы во избежание чрезмерного стравливания пастбищ и предоставление животных другим людям во временное пользование для формирования или переформирования стад как разновидности социального капитала.[108] В Намибии некоторые фермы отказались от использования домашнего скота и перешли к управлению и сортировке диких антилоп и зебр, которые лучше приспособлены к засушливым условиям.[109]

3. Безопасность водных ресурсов

Управление водными ресурсами является центральным элементом эффективного управления земельными ресурсами в засушливых районах. Как обсуждалось в Главе 8, методы управления земельными ресурсами позволяют сохранять и захватывать поверхностные стоки, сокращать испарение, увеличивать водоудерживающую способность почв и повышать коэффициент полезного использования воды для сельскохозяйственных культур. Тем не менее, результатом утечки поверхностного стока в одном месте может становиться обеспечение жизненно необходимых ресурсов для людей, живущих в нижележащих районах, поэтому процесс принятия решений должен осуществляться с учетом правильных масштабов для обеспечения справедливых и устойчивых результатов на всей территории.

Технологии сбора и хранения поверхностного стока в засушливых районах отличаются огромным разнообразием; многие из них известны на протяжении веков. Сбор и хранение поверхностного стока зависят от топографии и типа почвы, а также могут осуществляться в различных масштабах. Мелкомасштабные методы, которые часто называют методами «микрозахвата», используются для захвата поверхностного стока в пределах полей и включают такие методы, как создание посадочных лунок и контурных валов. Это позволяет замедлить скорость поверхностного стока и увеличить локальное дренирование. Крупномасштабные меры принимаются для захвата поверхностного стока за пределами отдельных

полей и включают плотины и запруды для общинного использования. Эти методы «макрозахвата» часто предусматривают наличие водохранилищ; в засушливых районах с большими потерями на испарение вода может храниться в подповерхностных цистернах. В некоторых районах используются песчаные плотины, захватывающие песок, который, в свою очередь, задерживает воду, тем самым формируя эффективные подповерхностные хранилища.[110] В тех случаях, когда вода сохраняется при помощи методики «макрозахвата» или собирается из рек и водоносных горизонтов, для подачи воды на соответствующие участки земли необходимо использовать техники полива. Это может включать крупномасштабное орошение, хотя подобные схемы являются неэффективными, дорогостоящими и сложными с точки зрения управления, а также сопряжены с многочисленными экологическими издержками. Мелкомасштабное орошение можно более тщательно контролировать, дополняя атмосферные осадки на критических этапах цикла роста и тем самым ускоряя рост или продлевая вегетационный период.[111]

В Израиле использование систем капельного орошения в сочетании с рециркуляцией сточных вод за последние 65 лет привело к увеличению стоимости продукции, выращенной местными фермерами, на 1600%.[112] Но использование сточных вод часто сопряжено с риском засоления почв, поэтому эффективность многократно увеличивается при использовании обессоленных вод.[113]

4. Политические средства стимулирования

Стимулирование инвестиций в засушливые районы в первую очередь зависит от создания благоприятных условий, начиная от поддерживающих законов, политик и организаций внутри стран и заканчивая международными соглашениями и дотационными обязательствами. Но в большей части засушливых районов такие условия в настоящее время отсутствуют. Как правило, засушливые районы не учитываются при реализации магистральных стратегий развития: в период с 1980 по 2000 год на борьбу с деградацией земель было направлено всего 3,23% помощи, касающейся проблем окружающей среды.[114] Препятствия для роста в засушливых районах Африки по-прежнему существуют из-за фундаментального отставания в развитии в сочетании с частотой случаев засухи и других шоковых воздействий. Согласно прогнозам, население засушливых районов Африки за ближайшие 15 лет вырастет примерно на 65 – 80%;[115] в сочетании с увеличением внешних инвестиций в крупномасштабные агропромышленные комплексы и отрасли добывающей промышленности это обусловит усиление деградации земель и почв. Деградация, в свою очередь, усугубляет последствия засухи и нехватки водных ресурсов для людей, что часто приводит к необходимости перенаправлять ресурсы, предназначенные для долгосрочного развития, на более дорогостоящие краткосрочные экстренные меры. Хотя ожидается, что экономический рост в засушливых районах будет значительным в среднесрочной перспективе, такой рост может не соответствовать уязвимости, обусловленной ростом населения и изменением климата.[116]

Противоречивые политические приоритеты в отношении различных секторов могут привести к пагубным последствиям, особенно когда управление землями, водой, деревьями, дикой флорой и фауной и другими ресурсами осуществляется для достижения различных целей. Это особенно проблематично с учетом масштабов засушливых районов и возможного непонимания, касающегося выбора наиболее уместных путей развития. Для обеспечения более тесного сотрудничества и совместной работы над проблемами, касающимися земель, необходимо улучшить координирование между такими секторами, как сельское хозяйство, животноводство, лесопользование и водопользование, опираясь на высокоэффективное политическое управление и руководствуясь знаниями и фактическими данными.

Важнейшим политическим фактором, касающимся стимулирования устойчивого управления засушливыми районами, является необходимость совершенствовать права в отношении ресурсов и повышать безопасность владения недвижимым имуществом, предоставляя лицам, осуществляющим управление землей, свободу и легитимность для внедрения долгосрочных устойчивых стратегий управления землей. К примеру, проекты по восстановлению лесов оказываются гораздо более успешными в ситуациях, когда местные общины уверены, что они сохранят доступ к полученным преимуществам. Тем не менее, для обеспечения безопасности прав землевладения часто необходимы новаторские решения, объединяющие права, выраженные в законодательных актах, и обычные права. Местные организации, обладающие более весомыми полномочиями, могут сформировать жизненно необходимые условия для взаимодействия современных и традиционных систем и выступить в качестве главной движущей силы для совершенствования местного управления в целом, а также обеспечения более эффективного доступа к рынкам и другим услугам. В нескольких странах этому способствует децентрализация органов государственного управления, позволяющая более активно участвовать в принятии решений на местном уровне и обеспечивающая большее уважение к местным правам и обязанностям. Добровольные *руководящие принципы ответственного регулирования вопросов владения и пользования*, представленные Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций,[117] были одобрены более чем в 100 странах и представляют собой превосходную платформу для укрепления прав на землю. К примеру, в Монголии и Киргизии общественно-государственная политика поддерживает создание групп пользователей пастбищных угодий для управления этими угодьями; такие группы являются важным механизмом обеспечения представительства общин и координирования управленческой деятельности.[118]

Официальные и неофициальные соглашения, направленные на усиление мер по сохранению засушливых районов, также влияют на владение недвижимым имуществом. Около 9% засушливых районов во всем мире (прибл. 5,4 млн. км^2) официально являются охраняемыми; это чуть ниже общемировой доли охраняемых земель, составляющей приблизительно 12,9%. Хотя ранние стратегии, касающиеся охраняемых земель, часто носили ограничительный характер, сегодня во многих охраняемых районах защищаются права местных общин. Негосударственные подходы, такие как присвоение статуса Природных и общинных заповедных районов (Indigenous and Community Conserved Areas, ICCA), и полугосударственные подходы, такие как присвоение статуса Природных охраняемых районов (Indigenous Protected Areas, IPA), приобретают вес в качестве инструментов для обеспечения юридического признания владения недвижимым имуществом в засушливых районах и стимулирования поиска компромиссов между экономическим использованием и целями сохранения.[119]

Многие засушливые районы эффективно охраняются благодаря традиционным практикам управления земельными ресурсами, поддерживающим биологическое разнообразие, от которого зависит жизнеобеспечение

© Нитин Кхатри (Nitin Khatri)

местного населения. Эти районы, фактически являющиеся охраняемыми, часто игнорируются правительством, в результате чего остаются уязвимыми с точки зрения конфликта интересов. Присвоение им статуса ICCA могло бы предоставить сообществам больше возможностей для использования экологических преимуществ их производственной системы и еще интенсивнее стимулировать устойчивое управление земельными ресурсами. Официальное присвоение таким районам статуса ICCA также могло бы поспособствовать установлению стандартов для устойчивого управления и усовершенствованного мониторинга, а также послужить стимулом для сохранения экологически рациональных методов.[120] Эти так называемые общинные или территориальные природоохранительные организации, практически полностью сформировавшиеся в Намибии, обеспечивают для сообществ возможность получать экономическую отдачу от туризма, связанного с дикой флорой и фауной, и предлагают новаторскую модель (в частности, для засушливых стран с малочисленным населением).[121]

5. Исследования и создание потенциала

Научные представления о производственных системах засушливых районов остаются недостаточно полными и часто сводятся к поддержке подходов управления, разработанных для влажных районов. Это часто усугубляется неадекватными данными об окружающей среде и экономике засушливых районов, в результате чего важные решения принимаются в информационном вакууме. Отсутствие финансирования развития засушливых районов сочетается с отсутствием поддержки исследований в таких районах; наше представление о темпах и причинах опустынивания остается удручающе неполным. Сложность адаптированных к рискам стратегий управления засушливыми районами и ценность знания местных особенностей и методов требуют повышенного внимания; во многих районах традиционные экологические знания утрачиваются. Необходимы более серьезные усилия для объединения знания местных особенностей и методов с новыми научными знаниями, а также налаживания соответствующих партнерских отношений и организации коллективного обучения и более эффективных способов распространения информации и технологий.[122]

И наконец, для стимулирования инвестиций в засушливые районы часто требуются значительные усилия, предусматривающие повышение квалификации специалистов, включая службы распространения знаний и опыта и обучение по принципу «от равного к равному». Сюда входят специалисты, работающие в государственном секторе и предоставляющие консультации землепользователям, а также те, кто является носителями местных знаний, имеющих жизненно важное значение для увеличения способности засушливых районов нормально функционировать.

6. Инвестиции

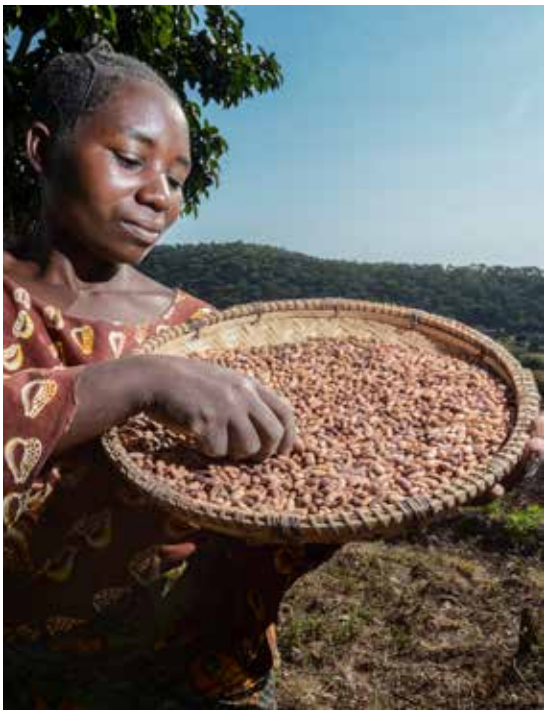
Сектор традиционного бизнеса в засушливых районах столкнется с продолжающимся опустыниванием и увеличением уязвимости в сочетании с повышенными рисками, связанными с изменением климата, что будет способствовать усилению таких социальных проблем, как бедность, миграция и конфликты. В 2011 году Организация Объединенных Наций опубликовала отчет, в котором отмечалось, что засушливые районы превратились в «инвестиционные пустыни» с хронической нехваткой инвестирования, усугубляющей экономическую отсталость и нищету.[123] Между тем, принятые в 2015 году Цели в области устойчивого развития и, в частности, цель 15.3, касающаяся нейтрализации деградации земель,[124] свидетельствуют о растущем желании и готовности добиваться прекращения опустынивания и устранения его последствий. Этот энтузиазм должен подкрепляться возможностями и ресурсами для действий в соответствии с приоритетами национального развития. Мы все более четко понимаем, как именно следует использовать инвестиции в засушливых районах, что дает основания для надежды.

Проблемы засушливых районов не решаются автоматически благодаря предоставлению финансирования: наличие серьезных проблем опустынивания в сравнительно богатых странах, таких как Соединенные Штаты, свидетельствует о том, что подобные трудности не ограничиваются развивающимися странами. Но масштабы бедственного положения и отсутствие большинства базовых условий для раскрытия человеческого потенциала во многих засушливых районах развивающихся стран нельзя недооценивать.

Одной из областей, требующих особого внимания, является вопрос о том, как извлечь максимум выгоды или наиболее эффективно использовать многочисленные ценности. Экосистемы засушливых районов приносят человечеству массу преимуществ, которые не ограничиваются очевидными услугами по снабжению продовольствием, топливом, волокном и строительными материалами. Восстановление пастбищных угодий в районе Баадиа в Иордании привело к незначительным улучшениям, касающимся животноводства и имеющего рыночную ценность биологического разнообразия, например, лекарственных растений, но при этом позволило добиться гораздо более масштабных преимуществ в отношении грунтовых стоков, хранения углерода в почве и сокращения накопления осадков в гидроэнергетических плотинах — все эти блага идут на пользу не тем, кто отвечает за их защиту.[125] Для стимулирования наиболее рациональных с точки зрения экологии методов управления земельными ресурсами потребуется смещение фокуса с максимального увеличения объема выпуска отдельных товаров в сторону оптимизации целого ряда взаимосвязанных экосистемных товаров и услуг.

Движение в направлении экономики, основанной на сбалансированном извлечении выгоды из многочисленных преимуществ землепользования, может стать причиной возникновения дополнительных трудностей для развивающихся прибыльных рынков. Общины многих засушливых районов способны получать существенный дополнительный доход от экотуризма; в большинстве случаев при условии надлежащего управления эту сферу можно объединить с другими видами деятельности, такими как экологически рациональное животноводство. В других районах управляющие земельными участками могут освоить рынки высокоценных продуктов, например, фруктов, масел и трав, или получать платежи за экосистемные услуги. Все эти варианты основаны на формировании цепочек создания стоимости, а также на новых навыках и источниках финансирования, которые позволят общинам засушливых районов получать больше преимуществ в виде прироста стоимости от своего труда.[126]

Совершенствование рынков для продуктов, производимых в результате устойчивого управления, также требует привлечения правильных инвесторов. В последние годы засушливые районы были особенно подвержены риску крупномасштабной скупки земельной собственности иностранными организациями, чему способствовали относительная незащищенность прав землевладения и низкая политическая активность населения.[127] Также участились случаи менее масштабного отчуждения земель, приводящие к незапланированным или нерегулируемым изменениям характера землепользования. Органы государственного управления могут сделать больше для мобилизации инвестиций, поддерживающих действующих землепользователей, что позволит усовершенствовать управление и разработать планы территориального уровня для интеграции управления частным земледелием, пастбищным животноводством, лесными ресурсами и ресурсами дикой фауны, а также для защиты водно-болотных угодий и



© Джорджина Смит (Georgina Smith)/CIAT

решения других подобных задач. Отдельные усилия необходимо приложить для мобилизации и стимулирования местных предпринимателей к созданию малых и средних предприятий, что поспособствует стабилизации и разностороннему развитию источников существования в сельской местности.

Небольшие по масштабам инвестиции фермеров имеют принципиальное значение для экологически рациональной эксплуатации территорий в будущем. Тысячи фермеров и скотоводов засушливых районов вкладывают в это различные ресурсы; каждое такое вложение в отдельности относительно невелико, но в совокупности эти совместные усилия приносят ощутимый результат. Такие инвестиции сложно оценить, но они представляют собой важный и многообразный перечень вложений, включающий человеческий и социальный капитал. В Нигерии под агролесничество приспособлено семь миллионов гектаров земли; таких результатов удалось добиться за счет индивидуальных действий тысяч мелких фермеров на всей огромной территории.[128]

Другие формы инвестиций будут влиять на определение будущего засушливых районов. Сегодня засушливые районы являются основным источником горючих полезных ископаемых и со временем будут приобретать все большее значение с точки зрения различных видов возобновляемых ресурсов. Пустыни уже используются для размещения крупномасштабных солнечных электростанций,[129] и некоторые утверждают, что такие станции могут стать важнейшим источником энергии в мире. Эти обстоятельства уже ставят перед руководителями, занимающимися вопросами охраны окружающей среды, задачу защиты уязвимых экосистем,[130] но велика вероятность того, что в будущем «непродуктивные» засушливые районы все чаще станут использоваться для получения энергии, включая энергию ветра[131] и геотермальных[132] источников. Объединение производства энергии, добычи полезных ископаемых и обеспечения других объектов мирового спроса с более традиционными секторами сельскохозяйственной деятельности и животноводства в будущем может привести к появлению важных возможностей.

© Оливье Жирар (Ollivier Girard) (CIFOR)

ВЫВОДЫ

Стратегическая повестка дня в отношении устойчивого управления засушливыми районами должна быть сосредоточена на трех традиционных составляющих экологически рационального подхода: социальном, экологическом и экономическом аспектах.

1. **Для обеспечения экологической устойчивости** в засушливых районах необходимы капитальная реорганизация сектора природных ресурсов, совместное управление сельскохозяйственной и природоохранной деятельностью, а также отказ от подхода к производству продуктов питания как к добывающей промышленности. В засушливых условиях почва формируется медленно и часто рассматривается как ограниченный невозобновляемый ресурс; в будущем сельскому хозяйству в конечном итоге придется возвращать в почву столько же, сколько из нее извлекается. Особенно важно расширить наше представление о биологическом разнообразии выше и ниже уровня земли и разработать методы сельскохозяйственной деятельности, основанные на признании того факта, что органический углерод, главный индикатор плодородности почвы, сам по себе является частью биологического разнообразия. Фермеры, от которых напрямую зависит количество углерода в почве, играют важнейшую роль в решении крупнейших экологических проблем современности — потери биологического разнообразия, изменения климата и деградации земель.

2. **Социальную устойчивость и стабильность** в засушливых районах необходимо повышать за счет развития человеческого капитала, включая усовершенствование доступа к базовым услугам, таким как образование, здравоохранение и обеспечение безопасности. Кроме того, это должно включать безопасность землевладения, усовершенствованную социальную защиту, а также более эффективное управление и планирование в отношении наблюдаемого в настоящее время серьезного социального давления, например, урбанизации, бедности в сельских районах и продолжающейся маргинализации женщин. Для обеспечения социальной рациональности необходимы эффективные организации, осуществляющие надлежащее управление природными и экономическими ресурсами; такая стабильность будет достигнута только тогда, когда уважение к правам человека станет основой ориентированного на людей развития.

3. **Экономическая устойчивость** должна формироваться на основе (и в конечном итоге способствовать) экологической и социальной рациональности. Для этого требуются инвестиции в цепочки создания стоимости, отражающие принципиальное многообразие производственных систем засушливых районов, включая извлечение выгоды из экологических услуг и сертификацию товаров, производимых экологически рациональными методами. Сюда входит поддержка развития малых и средних предприятий, увеличивающих добавленную стоимость на местном уровне и создающих рабочие места для бедного городского населения, количество которого постоянно растет. Для этого также требуются усилия, направленные на решение проблемы транзакционных издержек, особенно тех, что связаны с доступом к информации и передачей технологий. Для этого необходимы инвестиции из государственного сектора, которые позволят стимулировать лояльность частного сектора и покончить с прежней системой недостаточного инвестирования. Экономическая устойчивость в засушливых районах должна базироваться на рациональном управлении рисками, включая эффективное управление почвой и водой и укрепление проверенных на местном уровне методов управления земельными ресурсами.

БИБЛИОГРАФИЯ

1 Safriel, U. and Adeel, Z. 2005. Dryland Systems. In: Millenium Ecosystem Assessment, Ecosystems and Human Well–Being: Current State and Trends Volume 1. Hassan, R., Scholes, R. and Ash, N., (eds). Washington, DC: Island Press. p. 623–62.

2 United Nations Environmental Management Group. 2015. Box 12. United Nations, New York.

3 UNCCD. 1994. Article 2 of the Text of the United Nations Convention to Combat Desertification. http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/conventionText/conv-eng.pdf.

4 Davies, J., Barchiesi, S., Ogali, C.J., Welling, R., Dalton, J., et al. 2016. Box 12. IUCN, Gland, Switzerland.

5 Salameh, E. 1993. The Jordan River System. In: Graber, A. and Salameh, E. (eds.) Box 12. Friedrich Elbert Stiftung, Amman, Jordan, pp. 99-105.

6 UNCCD. Undated. Box 12 http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/Desertification-EN.pdf

7 Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Op. cit.

8 Map produced by ZOÏ Environment Network, September 2010. Source: UNEP World Conservation Monitoring Centre

9 Black, H.I.J. and Okwakol, M.J.N. 1997. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: The role of termites. Applied Soil Ecology 6 (1): 37-53.

10 Dregne, H.E. 1982. Dryland soil resources. Agency for International Development, Department of State, Washington, DC.

11 Stevens, N., Lehmann, C.E.R., Murphy, B.P., and Durigan, G. 2016. Savanna woody encroachment is widespread across three continents. Global Change Biology DOI: 10.1111/gcb.13409

12 Keeley, J.E. and Brennan, T.J. 2012. Fire-driven invasion in a fire-adapted ecosystem. Oecologia 169: 1043-1052.

13 Mugerwa, S. and Emmanuel, Z. 2014. Drivers of grassland system's deterioration in Uganda. Applied Science Reports 2 (3): 103-111.

14 Solbrig, O.T. 1993. Ecological constraints to savanna land use. In: Young, M.D. and Solbrig, O.T. (eds.) The World's Savannas: Economic driving forces, ecological constraints and policy options for sustainable land use. Man and the Biosphere Series volume 12. UNESCO and the Parthenon Publishing Group, Paris, pp. 21-48.

15 Brito, J.C., Godinho, R., Martínez-Freiría, F., Pleguezuelos, J.M., Rebelo, H., et al. 2013.Unravelling biodiversity, evolution and threats to conservation in the Sahara-Sahel. Biological Reviews 89 (1): 215-231.

16 Schwimmer, H. and Haim, A. 2009. Physiological adaptations of small mammals to desert ecosystems. Integrative Zoology 4 (4): 357-366.

17 Costa, G. 1995. Behavioural Adaptations of Desert Animals. Springer, Berlin and Heidelberg.

18 Bonkoungou, E.G. 2001. Biodiversity in Drylands: Challenges and Opportunities for Conservation and Sustainable Use. The Global Drylands Partnership. UNDP, New York.

19 Midgley, G.F. 2012. Biodiversity and ecosystem function. Science 335: 174-175.

20 Maestre, F.T., Quero, J.L., Gotelli, N.J., Escudero, A., Ochoa, V., et al. 2012. Plant species richness and ecosystem multifunctionality in global drylands. Science 335: 214-217.

21 Belnap, J. 2006. The potential role of biological soil crusts in dryland hydrologic cycles. Hydrological Processes 20: 3159-3178.

22 Davies, J., Poulsen, L., Schulte-Herbrüggen, B., Mackinnon, K., Crawhall, N., et al. Conserving Dryland Biodiversity. IUCN, Gland.

23 Goettsch, B., Hilton-Taylor, C., and Gaston, K.J. 2015. High proportion of cactus species threatened with extinction. Nature Plants 1, Article number: 15142.

24 Goettsche, B., et al. 2016. Op. cit.

25 Rowe, A.G. 1999. The exploitation of an arid landscape by a pastoral society: The contemporary eastern Badia of Jordan. Applied Geography 19 (4): 345-361.

26 Barrow, E.G.C. 1996. The Drylands of Africa: Local participation in tree management. Initiatives Publishers, Nairobi.

27 Bagader, A.A., El-Sabbagh, A.T.E., Al-Glayand, M.A., Samarrai, M.Y.I.D., and Llewellyn, O.A. 1994. Environmental Protection in Islam. IUCN, Gland, Switzerland.

28 Bose, P. 2015. India's drylands and agroforestry: A ten-year analysis of gender and social diversity, tenure and climate variability. International Forestry Review 17: 85-98.

29 Brouwer J. 2008. The importance of within-field soil and crop growth variability to improving food production in a changing Sahel. A summary in images based on five years of research at ICRISAT Sahelian Center, Niamey, Niger. IUCN Commission on Ecosystem Management, Gland, Switzerland.

30 Stites, E. and Stefansky Huisman, C. 2010. Adaptation and Resilience: Responses to Changing Dynamics in Northern Karamoja, Uganda. Briefing Paper. Feinstein International Centre, Tufts University, Massachusetts and Save the Children Uganda.

31 Spinoni, J., Naumann, G., Carrao, H., Barbosa, P., and Vogt, J. 2013. World drought frequency, duration, and severity for 1951-2010. International Journal of Climatology 34: 2792-2804.

32 Luo, L., Sheffield, J., and Wood, E. 2008.Towards a global drought monitoring and forecasting capability. 33rd NOAA Annual Climate Diagnostics.

33 Huang, J., Yu, H., Guan, X., Wang, G., and Guo, R. 2015. Accelerated dryland expansion under climate change. Nature Climate Change. DOI:10.1038/NCLIMATE2837.

34 Fan, S. 2008 (ed.). Public Expenditures, Growth, and Poverty. Lessons from Developing Countries. The John Hopkins University Press, Baltimore.

35 Ravallion, M. and Datt, G. 1999. When is growth pro-poor? Evidence from the diverse experience of India's states. Policy Research Working Paper WPS 2263. World Bank, Washington, DC.

36 UNCCD. 2011. Global Drylands: A UN Systems-Wide Report. Committee for the Review of the Implementation of the Convention 9th session, Bonn February 21-25, 2011. ICCD/CRIC(9)/CRP.1

37 UNCCD. 2012. Desertification Land Degradation and Drought (DLDD) – Some global facts and figures. Information sheet from the UNCCD. http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/WDCD/DLDD%20Facts.pdf accessed January 29, 2017.

38 Davies, J. and Hatfield, R. 2008. The economics of mobile pastoralism: A global summary. Nomadic Peoples 11 (1): 91-116.

39 Sallu, S.M., Twyman, C., and Stringer, L.C. 2010. Resilient or vulnerable livelihoods? Assessing livelihood dynamics and trajectories in rural Botswana. Ecology and Society 15 (4): 3.

40 Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Desertification Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC.

41 Revenga, C., Murray, S., Abramovitz, J., and Hammond, A. 1998. Watersheds of the World: Ecological value and vulnerability. World Resources Institute and Worldwatch Institute, Washington, DC.

42 Shao, M., Tang, X., Zhang, Y., and Li, W. 2006. City clusters in China: Air and surface water pollution. Frontiers in Ecology and the Environment 4 (7): 353-361.

43 Li, K., Zhu, C., Wu, L., and Huang, L. 2013. Problems caused by the Three Gorges Dam construction in the Yangtze River basin: A review. Environmental Review 21: 127-135.

44 Reynolds, J.F., Stafford Smith, D.M., Lambin, E.F., Turner, B.L., Mortimore, M., et al. Global desertification: Building a science for dryland development. Science 316: 847-851.

45 Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends: Findings of the Condition and Trends Working Group, http://www.millenniumassessment.org/en/Condition.aspx.

46 WWF. 2003. The Sacred Forests of Sakoantovo and Vohimasio: Catalysing community-based forest management to conserve the biodiversity of Southern Madagascar. WWF, Antananarivo.

47 IUCN. 2013. Natural Resource Economic Valuations. Environmental Economic Valuation of the HIMA System: The Case of Zarqa River Basin – Jordan. IUCN-ROWA, Amman.

48 Dudley, N., MacKinnon, K., and Stolton, S. 2014. The role of protected areas in supplying ten critical ecosystem services in drylands: A review, Biodiversity, DOI: 10.1080/14888386.2014.928790.

49 Al-Dousari, A.M. 2009. Recent studies on dust fallout within preserved and open areas in Kuwait. In: Bhat, N.R., Al-Nasser, A.Y., and Omar, S.A.S. (eds.) Desertification in Arid Lands: Causes, consequences and mitigation, Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait: 137-147.

50 Conant, R.T., Paustian, K., and Elliott, E.T. 2001. Grassland management and conversion into grassland: Effects on soil carbon. Ecological Applications 11: 343-355.

51 Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Op. cit.

52 Davies, J., et al. 2012. Op. cit.

53 Bastin, J. F., Berrahmouni, N., Grainger, A., Maniatis, D., Mollicone, D., Moore, R., ... & Aloui, K. 2017. The extent of forest in dryland biomes. Science, 356: 635-638.

54 Davies, J., et al. 2012. Op. cit.

55 Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Global Mechanism of the United Nations Convention to Combat Desertification and OSLO consortium. 2013. Valuing the biodiversity of dry and sub-humid lands. Technical Series No.71. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal.

56 Diamond, J. 2005. Collapse: How societies choose to fail or survive. Penguin Books, London.

57 Steinbeck, J. 1939. The Grapes of Wrath. Viking Press, New York.

58 UNCCD, 1994. A/AC.241/27 September 12, 1994. http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/conventionText/conv-eng.pdf

59 http://www.theguardian.com/environment/2010/dec/16/desertification-climate-change accessed January 30, 2017.

60 UNCCD, 1994. Op. cit.

61 FAO. 2011. The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) – Managing systems at risk. FAO and Earthscan, Rome and London..

62 Prince, S.D. 2016. Where does desertification occur? Mapping dryland degradation at regional and global scales. In: Behnke, R. and Mortimore, M. (eds.) The End of Desertification? Springer, pp. 225-263.

63 Gisladottir, G. and Stocking, M. 2005. Land degradation control and its global environmental benefits. Land Degradation and Development 16: 99-112.

64 Reynolds, J.F., et al. 2007. Op. cit.

65 Le, Q.B., Nkonya, E., and Mirzabaev, A. 2014. Biomass Productivity-Based Mapping of Global Land Degradation Hotspots. ZEF-Discussion Papers on Development Policy No. 193. Bonn.

66 Feng, Q., Ma, H., Joang, X., Wang, X., and Cao, S. 2015. What has caused desertification in China? Nature Scientific Reports. DOI: 10.1038/srep15998.

67 Andela, N., Liu, Y.Y., van Dijk, A.I.J.M., de Jeu, R.A.M., and McVicar, T.R. 2013. Global changes in dryland vegetation dynamics (1988-2008). Biogeosciences 10: 6657-6676.

68 UNEP, 2007. Sudan Post-Conflict Environmental Assessment. United Nations Environment Programme, Nairobi.

69 Carter, D.L. 1975. Problems of salinity in agriculture. In: Poljakoff-Mayber, A. and Gale, J. (eds.) Ecological Studies, Analysis and Synthesis vol. 15: Plants in Saline Environment. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

70 ABS. 2010. Measures of Australia's Progress, 2010: Is life in Australia getting better? Australian Bureau of Statistics, Canberra.

71 Middleton, N., Stringer, L., Goudie, A., and Thomas, D. 2011. The Forgotten Billion: MDG achievement in the drylands. UNDP, New York and Nairobi.

72 Mortimore, M. 2009. Dryland Opportunities: A new paradigm for people, ecosystems and development. IUCN, IIED and UNDP, Gland Switzerland, London and New York.

73 El Mangouri, H. 1990. Dryland management in the Kordofan and Darfur Provinces in Sudan. In: Dixon, J.A., James, D.E., and Sherman, P.B. (eds.) Dryland Management: Economic Case Studies. Earthscan, London: pp. 86-97.

74 Herrera, P., Davies, J., and Manzano, P. 2014. (eds.) The Governance of Rangelands: Collective action for sustainable pastoralism. Routledge, UK.

75 Morales C., Brzovic, F., Dascal, G., Aranibar, Z., Mora L., Morera, et al. 2011. Measuring the economic value of land degradation / desertification and drought considering the effects of climate change. A study for Latin America and the Caribbean. CSFD, 29-30 June 2011, Montpellier.

76 UNCCD, 2013. White Paper I: Economic and Social Impacts of Desertification, Land Degradation and Drought. United Nations Convention to Combat Desertification. http://2sc.unccd.int/fileadmin/unccd/upload/documents/WhitePapers/White_Paper_1.pdf

77 Various sources cited in UNCCD, 2013, ibid.

78 Palmer, A.R. and Bennett, J. 2013. Degradation of communal rangelands in South Africa: Towards an improved understanding to inform policy. African Journal of Range and Forage Science 30 (1-2): 57-63.

79 Humphreys, E., Peden, D., Twomlow, S., Rockström, J., Oweis, T., et al. 2008. Improving rainwater productivity: Topic 1 synthesis paper. CGIAR Challenge Program on Water and Food, Colombo.

80 UNEP, WMO and UNCCD. 2016. Global Assessment of Sand and Dust Storms. United Nations Environment Programme, Nairobi.

81 Ibid.

82 Ibid.

83 Khan, M. 2015. The hidden puppeteer: Environmental degradation and the Darfur conflict. Harvard International Review 36 (4): 12-14, Cambridge, MA.

84 Cabot, C. 2016. Climate Change, Security Risks and Conflict Reduction in Africa, A Case Study of Farmer-Herder Conflicts over Natural Resources in Côte d'Ivoire, Ghana and Burkina Faso 1960–2000. Springer, pp. 45-62.

85 Low, P.S. (ed.) 2013. Economic and Social impacts of desertification, land degradation and drought. White Paper I. UNCCD 2nd Scientific Conference, prepared with the contributions of an international group of scientists. Available from: http://2sc.unccd.int, accessed March 26, 2013.

86 Llewellyn, O. 1992. Desert reclamation and conservation in Islamic law. In: Khalid, F. and O'Brien, J. (eds.) Islam and Ecology. Cassell, pp. 87-98.

87 Davies, J. 2016. The Land in Drylands: Thriving in uncertainty through diversity. Working Paper for the Global Land Outlook, UNCCD, Bonn.

88 Smith P., Bustamante, M., Ahammad, H., Clark, H., Dong, H., et al. 2014. Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O. et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

89 Settele, J., Scholes, R., Betts, R., Bunn, S., Leadley, P., et al (eds.). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 271-359.

90 UNCCD, 2015. Pivotal Carbon. Science Policy Brief. UNCCD Science Policy Interface. http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/2015_PolicyBrief_SPI_ENG.pdf

91 Davies, J. and Nori, M. 2008. Managing and mitigating climate change through pastoralism. Policy Matters 16. Commission on Environmental, Economic and Social Policy, IUCN. http://www.iucn.org/about/union/commissions/ceesp/ceesp_publications/pm/index.cfm

92 Intergovernmental Panel on Climate Change. 2001. Climate Change 2001: Impacts, adaptation, and vulnerability. Cambridge University Press, UK.

93 Upton, C. 2012. Adaptive capacity and institutional evolution in contemporary pastoral societies. Applied Geography 33: 135-141.

94 UNCCD, 2015. Op. cit.

95 Feng, Q., et al. 2015. Op. cit.

96 Pretty, J. and Bharucha, Z.P. 2014. Sustainable intensification in agricultural systems. Annals of Botany-London 114 (8): 1571-1596.

97 Pretty, J. and Bharucha, Z.P. 2015. Integrated pest management for sustainable intensification of agriculture in Asia and Africa. Insects 6: 152-182.

98 Bommarco, R., Kleijn, D., and Potts, S.G. 2013. Ecological intensification: Harnessing ecosystem services for food security. Trends in Ecology and Evolution 28 (4): 230-238.

99 Powlson, D.S., Stirling C.M., Jat, M.L., Gerard, B.G., Palm, C.A., et al. 2014. Limited potential of no-till agriculture for climate change mitigation. Nature Climate Change 4: 678-683.

100 Friedrich, T., Kassam, A., and Shaxson, F. 2008. Case study, Conservation Agriculture. FAO, Rome. http://www.fao.org/ag/ca/ca-publications/stoa%20project%20conservation%20agriculture.pdf.

101 WRI. 2008. Turning back the desert: How farmers have transformed Niger's landscapes and livelihoods. In: WRI, UNDP, UNEP and World Bank. World Resources 2008: Roots of Resilience—Growing the Wealth of the Poor. World Resources Institute, Washington, DC.

102 Zomer, R.J., Neufeldt, H., Xu, J., Ahrends, A., Bosio, D., et al. 2016. Global tree cover and biomass carbon on agricultural land: The contribution of agroforestry to global and national carbon budgets. Scientific Reports 6: 29987 DOI:10.1038/srep29987

103 Pye-Smith, C. 2013. The Quiet Revolution: How Niger's farmers are re-greening the parklands of the Sahel. ICRAF Trees for Change series number 12. World Agroforestry Centre, Nairobi.

104 Bado, B.V., Savadogo, P., and Manzo, M.L.S. 2015. Restoration of Degraded Lands in West Africa Sahel: Review of experiences in Burkina Faso and Niger. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.

105 Adams, W.M. and Anderson, D.M. 1988. Irrigation before development: Indigenous and induced change in agricultural water management in East Africa. African Affairs 87 (349): 519-535.

106 Gomes, N. 2006. Access to water, pastoral resource management and pastoralists' livelihoods: Lessons learned from water development in selected areas of Eastern Africa (Kenya, Ethiopia, Somalia). LSP Working Paper 26. FAO, Rome.

107 Manzano Baena, P. and Casas, R. 2010. Past, present and future of Transhumancia in Spain: Nomadism in a developed country. Pastoralism 1 (1): 72-90.

108 Hesse, C. and MacGregor, J. 2006. Pastoralism: Drylands hidden asset? Developing a framework for assessing the value of pastoralism in East Africa. Issues paper number 142. International Institute for Environment and Development, London.

© Ричард Лорд (Richard Lord)/GIZ

109 Barnes, J. and Jones, B. 2009. Game ranching in Namibia. In: Suich, H. and Child, B. with Spenceley, A. (eds.) Evolution and Innovation in Wildlife Conservation: Parks and game ranches to transfrontier conservation. Earthscan, London, pp. 113-126.

110 Reij, C., Mulder, P., and Begemann, L. 1990. Water Harvesting for Plant Production. World Bank Technical Paper number 91, World Bank, Washington, DC.

111 Adams, W.M. and Carter, R.C. 1987. Small-scale irrigation in sub-Saharan Africa. Progress in Physical Geography 11 (1): 1-27.

112 Tal, A. 2016. Rethinking the sustainability of Israel's irrigation practices in the drylands. Water Research 90: 387-395.

113 Silber, A., Israeli, Y., Elingold, A., Levi, M., Levkovitch, I., et al. 2015. Irrigation with desalinated water: A step toward increasing water saving and crop yields. Water Resources Research 51 (1): 450-464.

114 Chasek, P.S. 2013. Follow the money: Navigating the international aid maze for dryland development. Journal Box 12 4 (1): 77-90.

115 Cervigni, R., and Morris, M. (eds.) 2016. Confronting Drought in Africa's Drylands: Opportunities for Enhancing Resilience. Africa Development Forum series. Washington, DC: World Bank.

116 Ibid.

117 FAO. 2012. Voluntary Guidelines on the Responsible Governance of Tenure of Land, Fisheries and Forests in the context of National Food Security. FAO, Rome.

118 Herrera, P., et al. 2014. Op. cit.

119 Kothari , A. 2013. Communities, conservation and development, Biodiversity, DOI: 10.1080/14888386.2013.848101

120 Davies, J., et al. 2012. Op. cit.

121 NACSO. 2004. Namibia's communal conservancies: A review of progress and challenges. Namibian Association of CBNRM Support Organizations, Windhoek.

122 Mortimore, M., Anderson, S., Cotula, L., Davies, J., Faccer, K., et al. Dryland Opportunities: A new paradigm for people, ecosystems and development. IUCN, IIED, and UNDP, Gland, Switzerland, London, and Nairobi.

123 United Nations. 2011. Global Drylands: A UN Systems-Wide Report. Committee for the Review of the Implementation of the Convention. Ninth session. Bonn February 21-25, 2011. ICCD/CRIC(9)/CRP.1 February 11, 2011

124 https://sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300.

125 Myint, M. and Westerberg, V. 2014. An Economic Valuation of a large-scale rangeland restoration project through the Hima system within the Zarqa River Basin in Jordan. IUCN, Nairobi.

126 Davies, J. and Hatfield, R. 2008. Op. cit.

127 Allan, T., Keulertz, M., Sojamo, S., and Warner, J. (eds.) 2013. Handbook of Land and Water Grabs in Africa: Foreign direct investment and food and water security. Routledge, Abingdon, UK.

128 WRI, 2008. Op. cit.

129 Moore, S. 2013. Envisioning the social and political dynamics of energy transitions: Sustainable energy for the Mediterranean region. Science as Culture 22 (2): 181-188.

130 Stoms, D.M., Dashiell, S.L., and Davis, F.W. 2013. Siting solar development to minimize biological impact. Renewable Energy 57: 289-298.

131 Raheem, A., Abbasi, S.A., Memon, A., Samo, S.R., Taufiq-Yap, Y.H., et al. Renewable energy development to combat energy crisis in Pakistan. Energy, Sustainability and Society 6 (16): DOI: 10.1186/s13705-016-0082-z.

132 Chandrasekharam, D., Lashin, A., Al Arifi, N., Al Bassan, A., Varun, C, et al. 2016. Geothermal energy potential of eastern desert region, Egypt. Environmental Earth Sciences 75: 697. DOI:10.1007/s12665-016-5534-4.

© Чарли Пай-Смит (Charlie Pye-Smith)

Часть третья БОЛЕЕ БЕЗОПАСНОЕ БУДУЩЕЕ

В первом издании «Земельные ресурсы: всемирный обзор» основное внимание уделяется взаимосвязям между земельными ресурсами и безопасностью человечества, включая безопасность продовольствия и водных ресурсов; охрану почв и биологического разнообразия; защиту жизнеобеспечения сообществ и отдельных людей; безопасность землевладения и гендерное равенство; защиту маргинализированных людей на границах между городскими территориями и сельскими районами; безопасность в периоды засухи, наводнений и других стихийных бедствий, вызванных атмосферными условиями; подтверждение прав на сохранение культурной и духовной самобытности; и лежащую в основе всего вышеперечисленного социальную и политическую безопасность. Природный капитал, базирующийся на земельных ресурсах, находится под давлением, а это угрожает дестабилизации многих аспектов безопасности человека.

В третьей части предлагаются стратегии изменений, обобщающие важнейшие рекомендации, приведенные во второй части, и намечаются стратегические приоритеты для их реализации, основанные на признании того факта, что сегодняшние решения и инвестиции будут влиять на землепользование и управление в будущем. Мы ожидаем, что эта заключительная часть *обзора* поможет сформировать новое представление и программу действий для обеспечения более безопасного будущего.

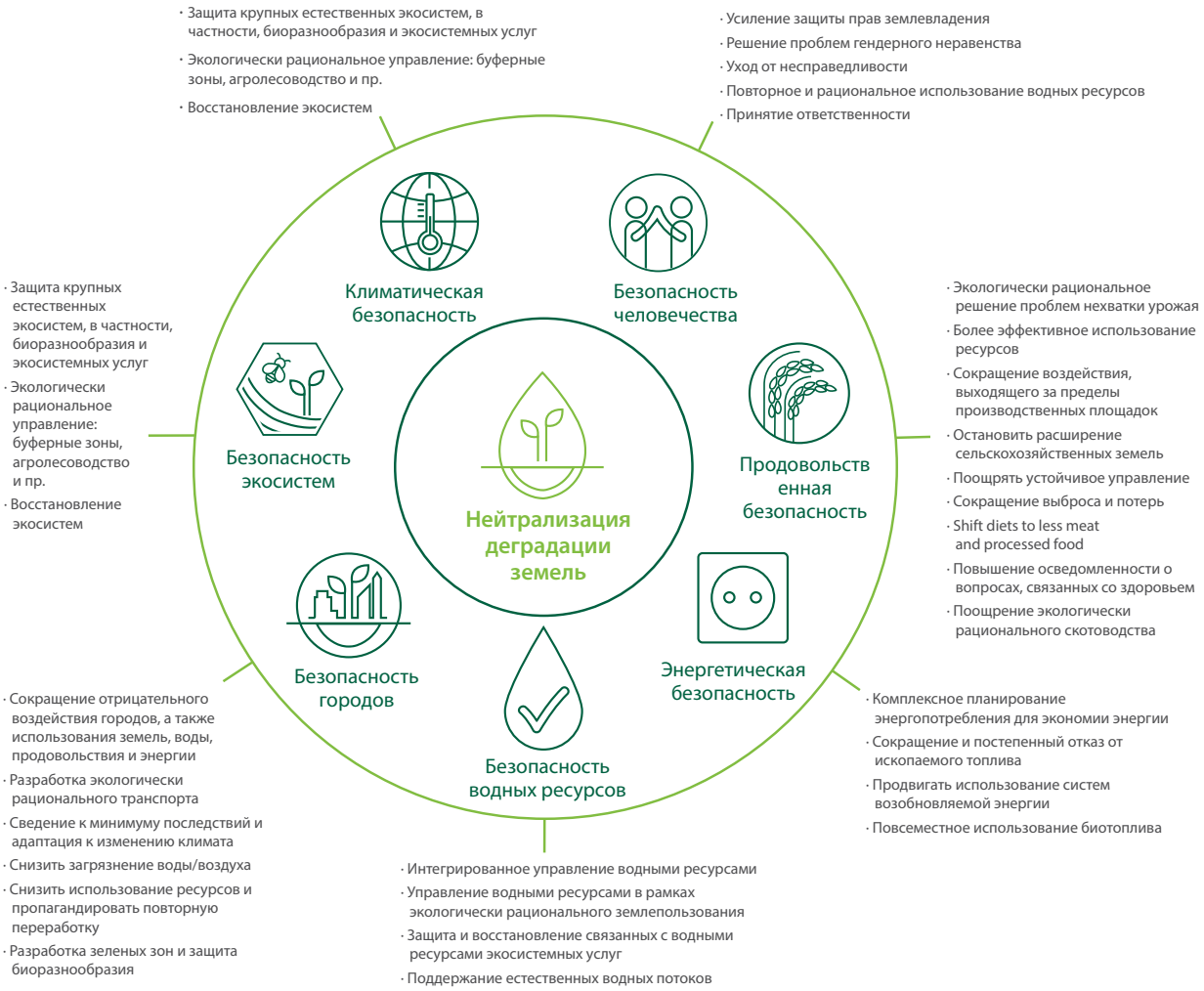
БОЛЕЕ БЕЗОПАСНОЕ БУДУЩЕЕ

Признавая тот факт, что человечество находится на критическом этапе, оказывая давление на планетарные границы, мы утверждаем, что более широкий ландшафтный подход к управлению, учитывающий и интегрирующий широкий спектр стратегий землепользования, может помочь обратить вспять многие из сегодняшних негативных тенденций в отношении деградации земель. Решение проблемы стимулирующих факторов и последствий деградации земель остается сложной задачей; многие политические и экономические силы по-прежнему придерживаются традиционных путей.

Нам известно, как устранить большую часть давления на земельные ресурсы, и это хорошее начало; но без согласованных действий, которые приведут к вовлечению всех секторов и заинтересованных сторон, мы не достигнем успеха в осуществлении изменений.

Под эгидой Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года во всем мире внедряются новаторские программы, предназначенные для того, чтобы остановить и обратить вспять деградацию земель и почвы. В третьей части рассматриваются меры реагирования, а также меры, необходимые для решения задачи нейтрализации деградации земель и связанных с ней вопросов сокращения бедности, безопасности продовольствия и водных ресурсов, сохранения биологического разнообразия, минимизации последствий изменения климата и адаптации к таким последствиям, а также стабильного жизнеобеспечения.

Рисунок 1.
Действия на базе земельных ресурсов, направленные на повышение общего уровня безопасности человечества



ВВЕДЕНИЕ

Каждый из нас принимает решения в своей повседневной жизни, и мы можем найти в себе силы действовать, зная о последствиях сделанного выбора. Осуществление перехода к более эффективному и, следовательно, более экологически рациональному землепользованию требует понимания влияния управленческих решений на всех уровнях, создания соответствующих стимулов для устойчивого потребления и производства, а также увеличения потенциала для внедрения и расширения более совершенных практик управления земельными ресурсами. Мы можем ускорить переход от сегодняшней «эры грабежей» к «эре уважения», предусматривающей существование с учетом биофизических ограничений и стремление поддерживать жизнь в этих пределах.[1]

Природа предлагает нам много возможностей, благодаря которым можно трансформировать способы потребления, производства, работы и совместного существования, не ставя под угрозу социально-экономическую и экологическую безопасность нынешнего и будущих поколений.

Здесь мы изложим некоторые руководящие принципы, на базе которых отдельные лица, сообщества, корпорации и страны смогут принимать информированные решения, определяющие качество жизни на планете, а также расскажем о том, как эти принципы обусловливают интегрированный ландшафтный подход к устойчивому развитию. Но сначала мы кратко опишем концепции и стремления, лежащие в основе задачи нейтрализации деградации земель, значащейся как задача под номером 15.3 в Целях в области устойчивого развития.

Рисунок 2. Меры в отношении земельных ресурсов для достижения целей устойчивого развития

Природоохранные меры, экологически рациональное управление и восстановление

Концентрация на природоохранных мерах, экологически рациональном управлении и восстановлении земельных ресурсов является ключевым условием обеспечения более безопасного будущего

Планирование землепользования на уровне ландшафтов

Увеличение количества партнеров в масштабах ландшафта для обеспечения безопасности продовольствия и водных ресурсов, сохранения биоразнообразия, сведения к минимуму последствий или адаптации к изменению климата, а также экологически рациональное развитие городов

Повышение эффективности и сокращение отходов

Концентрация на эффективной сельскохозяйственной деятельности для сокращения загрязнения и потребления ресурсов, использование возобновляемых источников энергии и экологически рациональные практики производства и потребления

Формирование благоприятных условий

Разрешение проблем выраженного экономического неравенства во всем мире, ненадежности прав землевладения, гендерного неравенства, в частности, в сельском хозяйстве, а также необходимости долгосрочного функционирования для мелких фермеров

Нейтрализация деградации земель

КБООН определяет нейтрализацию деградации земель как «*состояние, при котором количество и качество земельных ресурсов, необходимое для поддержки функционирования экосистем и экосистемных услуг, а также укрепления продовольственной безопасности, остается стабильным или увеличивается на уровне конкретных временных и пространственных масштабов и экосистем*».[2] Основные задачи:

- поддержание или увеличение запасов природного капитала и экосистемных услуг;
- поддержание или увеличение продуктивности для укрепления безопасности продовольствия, водных и энергетических ресурсов;
- повышение устойчивости земельных ресурсов и популяций, зависящих от земель, к внешним воздействиям;
- поиск возможностей для взаимодействия в рамках достижения других социальных, экономических и экологических целей;
- укрепление ответственного и справедливого управления землевладением.

Эффективные стратегии нейтрализации деградации земель также будут действовать как факторы, способствующие реализации целей устойчивого развития и решению многих других более широких задач повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Была разработана концептуальная модель (см. Приложение 1), обеспечивающая руководящие принципы для стран, решивших заниматься нейтрализацией деградации земель.[3] Эти принципы помогают предотвратить нежелательные результаты в процессе разработки и реализации мер по нейтрализации деградации земель. Несмотря на характерную для этой концептуальной модели универсальность применения, фундаментальная структура и подход этой модели являются неизменными; это нужно для обеспечения последовательности и научной строгости.

- Решения в отношении землепользования основаны на многоаспектных оценках, учитывающих потенциал земельных ресурсов, их состояние, устойчивость к внешним воздействиям, а также социальные, культурные и экономические факторы.
- При планировании мер по нейтрализации деградации земель использовалась иерархия реакций, направленная на избегание, сокращение и обращение вспять деградации земель.
- Были определены всеохватывающие процессы, предполагающие совместное участие, для учета соответствующих заинтересованных сторон и в особенности землепользователей при разработке, реализации и мониторинге мер по нейтрализации деградации земель.
- Необходимо предусмотреть режимы ответственного управления, которые защищают права человека, включая права землевладения и гендерного равенства, и обеспечивают подотчетность и прозрачность.
- Для отслеживания тенденций в отношении деградации земель используются три главных показателя (а именно, растительный покров, продуктивность земель и запасы углерода), которые дополняются и обогащаются другими соответствующими показателями.

Нейтрализация деградации земель — это простая, но в то же время революционная идея, которая связывает воедино

многие глобальные цели и задачи благодаря отказу от деградации земель в будущем и переходу к устойчивому управлению земельными ресурсами с одновременным увеличением масштабов восстановления и рекультивации земель и почвы. Кроме того, это мощная концепция, которая подтолкнет человечество к переосмыслению и (хотелось бы надеяться) переопределению наших отношений с природой.[4]

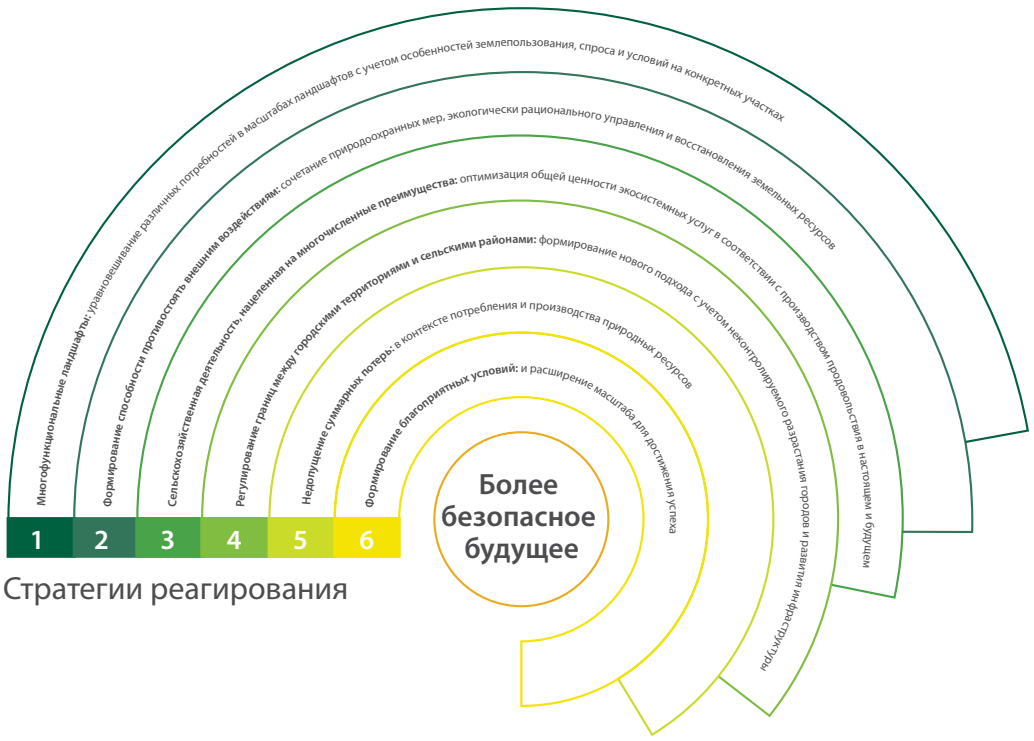
По состоянию на середину 2017 года более 100 стран использовало модель нейтрализации деградации земель для определения индивидуальных целей, разработки нормативных мер и учреждения протоколов мониторинга, позволяющих достичь уровня недопущения суммарных потерь функциональных и продуктивных земель и выйти за его пределы. Из опыта 14 стран, отработавших предварительную модель, были извлечены соответствующие уроки.[5] В рамках базовой программы по решению задачи нейтрализации деградации земель страны могут применить стандартизированный подход к регистрации показателя цели устойчивого развития 15.3.1 (*«Доля деградированных земель на всей территории»*), который фокусируется главным образом на использовании трех вспомогательных показателей, принятых участниками КБООН в 2013 году:6 растительный покров и его изменение, продуктивность земли, а также запасы углерода выше и ниже поверхности земли. Поскольку деградация земель является субъективной и зависит от контекста, эти основные показатели расцениваются как необходимые, но недостаточные и должны дополняться и обогащаться другими соответствующими показателями на государственном и местном уровнях.

СТРАТЕГИИ РЕАГИРОВАНИЯ

В третьей части мы рассматриваем шесть стратегий реагирования, которых могут придерживаться потребители, производители, корпорации и правительства для стабилизации и сокращения давления на земельные ресурсы, а также формирования более безопасного и справедливого будущего. Мы раскрываем концепцию каждой из стратегий, описываем ключевые инструменты, способствующие достижению успеха, и приводим данные наглядных ситуационных исследований:

1. **Многофункциональные территории:** достижение баланса различных потребностей на уровне ландшафта с учетом местных специфик характера землепользования, спроса на земельные ресурсы и их состояния.
2. **Обеспечение устойчивости к внешним воздействиям:** для борьбы с изменением климата и другими шоковыми воздействиями при помощи запланированного комплекса природоохранных мер, устойчивого управления и восстановления земельных ресурсов.
3. **Сельскохозяйственная деятельность, нацеленная на многочисленные преимущества:** для оптимизации общего объема экосистемных услуг, связанных с производством продовольствия сегодня и в будущем.
4. **Регулирование границ между городскими территориями и сельскими районами:** формирование нового подхода с учетом увеличения неконтролируемого расширения городов и развития инфраструктуры.
5. **Недопущение суммарных потерь:** регулирование потребления природных ресурсов и добычи природного сырья.
6. **Создание благоприятных условий**: для трансформации достижений на местах в инициативы, позволяющие добиваться серьезных изменений на региональном и общемировом уровне

Рисунок 3. Стратегии реагирования для более безопасного будущего



СТРАТЕГИЯ 1. Многофункциональные территории

Ключевые понятия

- **На отдельных территориях часто необходимо отдавать приоритет тому или иному направлению использования — производству продовольствия, экосистемным услугам, транспортным услугам, сохранению биологического разнообразия и т. д., но эти территории должны быть сбалансированы таким образом, чтобы в масштабах ландшафта обеспечивался полный набор товаров и услуг**
- **Для достижения такого баланса лица, осуществляющие управление земельными ресурсами, должны не ограничиваться собственными административными подразделениями, а распределять ответственность за удовлетворение потребностей и договариваться о компромиссах между различными заинтересованными сторонами**
- **Существуют инструменты, способствующие внедрению эффективного подхода к земельным ресурсам, включая планирование землепользования**

ЧТО НОВОГО?

Большая часть попыток формирования «многофункциональных территорий» направлена на извлечение всех возможных преимуществ из одного участка земли; в результате ни одна из потенциальных функций не развивается в оптимальной степени, и такой участок, как правило, используется для получения какого-то одного преимущества, преобладающего над всеми остальными. Ландшафтный подход признает, что специализация на отдельных участках важна и допустима в том случае, если требуемый набор товаров и услуг представлен и гармонично интегрирован в масштабах ландшафта. Этого сложно добиться в районах, где планирование является неэффективным, а также там, где сильны традиции индивидуальных прав, не учитывающие общепринятые ценности. Правильное решение предусматривает сочетание хорошо известных инструментов и новых подходов к сотрудничеству.

Ландшафтный подход[7] — это подход, предполагающий планирование и управление многофункциональным землепользованием, способствующим здоровому экономическому росту, уверенному контролю над экологической ситуацией, а также социальной сплоченности и стабильности. Такой подход побуждает лиц, отвечающих за планирование и принятие решений, к определению приоритетов, управлению нежелательными компромиссами и регулированию своих действий в различных секторах, связанных с земельными ресурсами, с привлечением всех соответствующих заинтересованных сторон.[8] Наша способность управлять компромиссами в масштабах больших территорий в конечном итоге будет определять функциональность и продуктивность земельных ресурсов в будущем.

Многофункциональный ландшафтный подход не предусматривает обеспечение всех возможных товаров и услуг за счет отдельных участков (это невозможно), а признает необходимость специализации на уровне таких участков. Тем не менее, для долгосрочного обеспечения полного спектра услуг на всей территории характер землепользования на отдельных участках должен балансироваться относительно ландшафта в целом.

Признание того факта, что действия на местном уровне влияют на земельные и водные ресурсы соседних территорий, обусловливает переход к более устойчивому управлению земельными ресурсами. Поэтому в условиях конкурирующих интересов множество разных целей, таких как производство продуктов питания, поддержание водных ресурсов и различных экосистемных услуг, сохранение биологического разнообразия, борьба с бедностью, жизнеобеспечение людей и другие формы социального и экономического развития, необходимо интегрировать на уровне одного ландшафта.[9] Для подлинной устойчивости необходим определенный уровень координирования и сотрудничества между различными землепользователями.

Таким образом, хотя идеальным масштабом для планирования является уровень ландшафта или водораздела, наше будущее будет определять совокупность касающихся земельных ресурсов мер и взаимодействий на местном уровне. Невозможно всегда получать взаимовыгодные результаты; важнейшей составляющей для обеспечения устойчивости является способность добиваться максимальной взаимодополняемости в результате переговоров и взаимодействия с заинтересованными сторонами.

Как и в случае с национальным и региональным территориальным планированием, интерактивные и адаптируемые процессы планирования землепользования нуждаются в выраженной восходящей инициативе, позволяющей интегрировать отличающиеся, но пересекающиеся интересы на уровне многофункционального ландшафта. Степень готовности общин к рассмотрению таких подходов существенно отличается в разных странах мира. На территории исторических ландшафтов, где взаимодействие и сотрудничество выстраивались из поколения в поколение, такая интеграция будет находить понимание на внутреннем или культурном уровне и проходить с относительной легкостью. В сложившихся более поздно оседлых районах или в культурах, где исторически преобладает индивидуализм, для принятия или реализации идеи взаимодействия на уровне всего сообщества потребуются серьезные социальные и культурные изменения. Во многих странах реализация ландшафтного подхода потребует внесения новых изменений в существующие стратегии, законы и регламенты, а также обеспечения соответствующих инструментов и организаций для поддержки совместного планирования управления почвой, водой и биологическим разнообразием. Решение проблем, связанных с землевладением и гендерным неравенством, и создание стимулов для устойчивого управления — это две важнейших составляющих успеха.

Блок 1. Совместное управление земельными ресурсами[15]

Совместное управление земельными ресурсами (Integrated Landscape Management, ILM) базируется на принципах участия, согласования и сотрудничества, а также долгосрочного взаимодействия различных заинтересованных сторон для достижения многочисленных целей. Благодаря координированию мер, принимаемых на различных уровнях управления, совместное управление может обеспечить экономическую эффективность, а также поддержку общин. Также оно может укрепить региональное и транснациональное сотрудничество, выходящее за экологические, экономические и политические рамки. Совместное управление земельными ресурсами характеризуется пятью ключевыми особенностями, каждая из которых способствует совместному развитию:

1. Общие или согласованные цели управления, охватывающие несколько преимуществ той или иной территории одновременно: соглашение должно базироваться на принципе работы в масштабах больших территорий и касаться способов содействия дискуссиям и переговорам. Широкое участие различных сторон делает процесс более демократичным, а цели планирования — более адаптированными к местным особенностям. Определение целей, относящихся к ближайшему будущему, может стимулировать сотрудничество и способствовать совместному обучению для формирования атмосферы надежности и доверия. Для проведения дискуссий потребуется официальная площадка, где каждый будет чувствовать себя комфортно.[16]

2. Полевые приемы, предназначенные для достижения нескольких различных целей: это не означает, что все цели должны быть достигнуты на одном участке; тем не менее, управление таким участком должно не препятствовать достижению целей в отношении других участков и по возможности способствовать реализации более масштабных задач, касающихся земельных ресурсов (таких как экосистемные услуги).

3. Управление экологическими, социальными и экономическими взаимодействиями для налаживания взаимовыгодного сотрудничества и сведения к минимуму нежелательных компромиссов: подходы должны базироваться на понимании широкого ряда различных вопросов, включающих экосистемные услуги, приоритеты развития, возможности для сохранения и восстановления ресурсов, а также взаимодействия между экологическими, социальными и экономическими движущими факторами, определяющими изменение характера землепользования.[17] Данные о пространственных параметрах (например, карты), а также мониторинг биофизических факторов и социально-экономических и культурных переменных позволяют получить важную информацию.

4. Процессы планирования, управления и мониторинга, предусматривающие взаимодействие и вовлеченность сообществ: заинтересованные стороны, относящиеся к разным секторам и имеющие разные масштабы, должны сотрудничать для координирования своих действий, согласования целей и сведения к минимуму нежелательных компромиссов. Это часто влечет за собой появление новых способов совместной работы и структурирования местных организаций, а также договоренностей, обеспечивающих поддержку для сообществ и дополнительные возможности для заинтересованных сторон. Реализация намеченного плана требует эффективного мониторинга и оценки результатов с последующим адаптивным управлением по мере необходимости.[18]

5. Реконфигурация рынков и государственных политик для достижения различных целей в отношении территорий: поддерживающие рыночные организации, общественно-государственные политики и инвестиционные программы могут стимулировать взаимодействие и сократить количество нежелательных компромиссов касательно целей в отношении территорий. Это может предусматривать, к примеру, вознаграждение землевладельцев или землепользователей за управленческие меры, обеспечивающие преимущества для других людей. Другие важные составляющие включают создание безопасных систем землепользования, прав доступа и имущественных прав для фермеров и общин. Для обеспечения эффективности требуется сотрудничество между государственными структурами на всех уровнях, которое позволит добиться согласованности секторальных политик, финансирования и инвестиций, а также нормативно-правового регулирования.

Ландшафтные подходы и концепция совместного управления земельными ресурсами быстро развивались в последние несколько десятилетий. Было зарегистрировано более 80 действующих сообществ, связанных с управлением водохранилищами, лесами и другими экосистемами, восстановлением окружающей среды, управлением земельными ресурсами с учетом климата, природными ландшафтами, устойчивым развитием сельского хозяйства и продовольственными системами в городских агломерациях;[10] такие процессы происходят во всем мире.[11,12,13] Совместное управление ландшафтами нацелено на сокращение конфликтов, касающихся землепользования, расширение прав и возможностей общин и достижение целей развития в широких масштабах. Оно базируется на принципах участия, согласования и сотрудничества и требует долгосрочного взаимодействия различных заинтересованных сторон для получения многочисленных преимуществ на уровне ландшафта.[14]

Ассимиляция энергетических и транспортных инфраструктур для планирования землепользования на уровне городов и сельских районов и на региональном уровне также будет иметь решающее значение для содействия экономическому росту и устойчивому развитию. К примеру, наличие зеленых насаждений или инфраструктур с минимальным воздействием на окружающую среду в городах и пригородных районах будет влиять на дальнейшее распределение населения, препятствуя неконтролируемому разрастанию городов и вытекающей из этого потере продуктивных сельскохозяйственных земель, естественных сред обитания и их биологического разнообразия.

Планирование землепользования: ключевой инструмент для формирования многофункциональных территорий

Планирование землепользования — это систематическая оценка потенциала земельных и водных ресурсов, альтернативных способов землепользования и социально-экономических условий для разработки и реализации наилучших вариантов землепользования.[19] Главная цель такого планирования заключается в отборе и применении способов землепользования, которые обеспечивают максимальное удовлетворение потребностей людей при сохранении почвы, воды и биологического разнообразия для будущих поколений. Планирование землепользования может служить основой для руководящих принципов, линии защиты и курса действий в различных масштабах, а также поддерживать и инициировать реализацию эффективных стратегий реагирования, таких как восстановление окружающей среды или реформирование системы землевладения. Эту меру можно использовать как для стимулирования изменений, так и для реагирования на изменения; и в том, и в другом случае признается необходимость трансформаций, совершенствования управления или перехода к новой модели землепользования в связи с меняющимися обстоятельствами.

Планирование землепользования — это правильные меры, которые применяются в соответствующем месте и в требуемом масштабе.

Планирование землепользования на уровне ландшафтов, водоразделов или регионов может использоваться как мощный инструмент, способствующий проведению природоохранных мероприятий, устойчивому управлению и восстановлению земельных ресурсов; обеспечивать более целесообразное распределение земельных ресурсов, позволяющее добиться увеличения эффективности использования ресурсов и сокращения неоправданных потерь; и создавать предпосылки или благоприятные условия, необходимые для поощрения политик и практик, направленных на принятие мер в отношении деградации земель в требуемых масштабах. Чтобы планирование землепользования было эффективным инструментом, позволяющим добиваться многочисленных преимуществ, оно должно быть:[20]

- **эмпирическим**, т. е. основываться на правильном представлении о почвенно-растительном покрове и его различных функциях, что поможет добиться более эффективного распределения ограниченных ресурсов;
- **предполагающим всеобщую вовлеченность**, т. е. привлекать заинтересованные стороны, участвующие или зависящие от методов землепользования и управления;
- **объединяющим**, т. е. популяризироваться и внедряться в разных секторах и руководствоваться долгосрочными прогнозами в отношении регулирования нежелательных компромиссов и устранения потенциальных противоречий с национальными стратегиями развития.
- **применимым** как единый инструмент планирования на уровне ландшафтов, водоразделов или регионов, учитывающий совокупные последствия и нисходящие неблагоприятные воздействия способов землепользования в будущем.
- **подкрепленным** политическими ответными мерами, организациями и инициативами, базирующимися на правах, вознаграждениях и обязанностях и направленными на достижение баланса между экономическим развитием и управлением окружающей средой.

Блок 2. Планирование землепользования на местном и государственном уровнях

В **Танзании** Закон о землях в сельских районах (Village Land Act) от 1999 г. и Закон о планировании землепользования (Land Use Planning Act) от 2011 г. определяют правовую основу для планирования землепользования на уровне сельских районов. Планирование и управление землепользованием в сельских районах регулируют использование земельных ресурсов, повышают безопасность землевладения, разрешают конфликты, связанные с общинными землями, и совершенствуют методы сельскохозяйственной эксплуатации земельных ресурсов в соответствии с приоритетами и возможностями заинтересованных сторон. Подход, предполагающий совместное участие, позволяет напрямую привлекать заинтересованные стороны на различных этапах планирования; это включает совместное картографирование пастбищных угодий, планирование землепользования на уровне индивидуальных поселений, переговоры о распределении земельных ресурсов и подготовку соглашений о землепользовании.[21]

В **Дании** Закон о территориальном планировании (Spatial Planning Act) от 2007 г. позволяет гарантировать, что общее планирование синтезирует интересы общества в отношении землепользования и способствует защите природы и окружающей среды страны, тем самым обеспечивая устойчивое развитие с учетом условий жизни людей и сохранения дикой флоры и фауны. Территориальное планирование нацелено на надлежащее развитие всей страны и отдельных административных районов и муниципалитетов на базе общего планирования и экономических соображений; создание и сохранение ценных зданий, поселений, городских сред и ландшафтов; предотвращение загрязнения воздуха, воды и почвы, а также шумового загрязнения; и как можно более массовое привлечение общественности к процессу планирования.[22]

Разработка и осуществление планирования и процедур землепользования включают в себя целый ряд мероприятий. Для разработки необходима комплексная оценка существующих способов землепользования, а также основных ограничений и возможностей для развития. После разработки схемы зонирования землепользования или территориального плана должны быть определены конкретные стратегии, программы и инициативы, нацеленные на достижение желаемых результатов (например, платежи за экосистемные услуги, рыночные инструменты, налоги, субсидии и нормативно-правовое регулирование).

Затем необходимо наметить концептуальную схему и сценарий действий для облегчения реализации запланированных мер и их мониторинга, позволяющего выявлять и исправлять ошибки и совершенствовать текущий процесс. К примеру, планирование землепользования может применяться для оценки и сортировки предварительных вариантов землепользования при определении национальных приоритетов развития или выборе проектов на местном или субнациональном уровне.

© Хуан Карлос Хуайллапума (Juan Carlos Huaylapuma)/CIFOR

Планирование землепользования также может включать в себя социальные программы, предназначенные для обеспечения компенсации за исключение из числа охраняемых территорий или других форм землепользования, а также для стимулирования инвестиций в мероприятия, доход от которых не связан с сельскохозяйственной деятельностью, например, в экотуризм или управление общинными лесами.[23] Чаще всего это интегрированные проекты по природоохранным мерам и развитию, сочетающие развитие сельских районов с целями сохранения биологического разнообразия.[24] Неправительственные организации нередко играют ведущую роль в разработке и реализации интегрированных проектов по природоохранным мерам и развитию и сотрудничают с местным и (или) национальным правительством, как показано в ситуационном исследовании стран Центральной Африки.

Блок 3. Планирование землепользования для содействия экологически рациональному использованию земельных ресурсов и сохранению тропических лесов[25]

Сельва Майя — это регион тропических лесов, охватывающий обширную территорию Белиза, Гватемалы и Мексики. Он подвергается пагубному воздействию ряда факторов, таких как лесные пожары, незаконная вырубка, эксплуатация флоры и фауны и надвигающиеся границы земель, используемых для сельскохозяйственной деятельности. Главная задача состоит в том, чтобы защитить этот регион благодаря экологически рациональному использованию ресурсов. Планирование землепользования с учетом природоохранных мер является одним из элементов более масштабной программы, разработанной для обеспечения защиты окружающей среды и экологически рационального использования этой территории. Совместное планирование землепользования осуществлялось на уровне общин в Гватемале и на уровне районов *ejidos,* т. е. общинных земель, в Мексике. Такой подход позволяет представителям гражданского общества участвовать в разработке подобных планов. Это укрепляет благожелательное отношение к таким планам и существенно увеличивает шансы на их успешную реализацию. В этом контексте планирование землепользования приводит к дальнейшему развитию планов управления для экологически рационального использования ресурсов и защиты лесов, а также агроэкологических проектов, способствующих экологически рациональной сельскохозяйственной деятельности и рекламно-коммерческому продвижению продукции. Непрямые выгоды распространяются на совершенствование управления природоохранной деятельностью в регионе, включая сотрудничество между правительственными и неправительственными организациями в различных секторах каждой из стран, в частности, для усиления профилактики лесных пожаров, организации межгосударственных лесных патрулей и обеспечения альтернативных источников дохода для местных общин.

СТРАТЕГИЯ РЕАГИРОВАНИЯ 2: формирование устойчивости к внешним воздействиям благодаря сочетанию природоохранных мер, устойчивого управления и восстановления

Ключевые понятия

- **Здоровые, функциональные и разнообразные экосистемы помогают свести к минимуму последствия изменения климата и других стрессовых воздействий со стороны окружающей среды, а также адаптироваться к таким последствиям**
- **Сельскохозяйственные земли, леса, лугопастбищные угодья, города, пригородные районы и другие культурные ландшафты при надлежащем управлении также могут способствовать устойчивости к внешним воздействиям в планетарном масштабе**
- **На территориях с интенсивной деградацией земель необходимо проводить мероприятия по рекультивации или реабилитации для полного или частичного возобновления экосистемных услуг**
- **Существует множество инструментов для защиты экосистем, обеспечения эффективного управления и восстановления; такие инструменты должны применяться последовательно и скоординированно**
- **Прекращение массовой трансформации природных экосистем и растительности под нужды человека имеет огромное значение**

Для обеспечения устойчивости к внешним воздействиям на планетарном уровне и решения проблем, связанных с деградацией земель, сокращением биологического разнообразия и экосистемных услуг и изменением климата, необходим целый комплекс ответных мер, которые можно разделить на три основных стратегии управления.

- Природоохранные меры: поддержание биоразнообразия и экосистемных услуг благодаря сохранению больших природных экосистем на охраняемых территориях и другим эффективным природоохранным мерам на местном уровне, включая сохранение и восстановление лесных водоразделов для обеспечения недорогого и высококачественного водоснабжения городских районов. Систематическое планирование может поспособствовать достижению результатов в области природоохранных мер за счет выявления и защиты природных территорий с высокоценным биологическим разнообразием, выноса сельскохозяйственной деятельности за пределы природных территорий и нейтрализации последствий других способов землепользования на таких территориях.

- Управление: повсеместное внедрение и расширение устойчивых методов управления земельными ресурсами необходимо для уменьшения деградации почвы и связанных с ней последствий за пределами таких территорий, например, за счет избегания чрезмерного стравливания пастбищ, использования защитных насаждений, отходов лесозаготовок и органического компоста, сбора поверхностного стока для орошения, устойчивого лесопользования, включая агролесничество, и применения методов земледелия с неглубокой вспашкой или беспахотной обработкой. Главная задача заключается в реализации устойчивого управления земельными ресурсами на практике, особенно таким образом, чтобы производители видели преимущества этого подхода и извлекали из него выгоду. Чтобы это стимулировать, можно использовать ряд механизмов, включая эффективное участие заинтересованных сторон, совершенствование систем обеспечения гарантий землевладения, доступность альтернативных технологий, законодательное и нормативно-правовое регулирование, а также платежи за поддержание и улучшение функционирования экосистем.

- Восстановление: для восстановления функционирования экосистем на эксплуатируемых территориях и поддержки жизнеспособного баланса природных и полуприродных компонентов, обеспечивающих важнейшие услуги, в том числе связанные с производством продуктов питания (такие как опыление, борьба с вредителями, а также регулирование воды и питательных веществ), требуется приложить серьезные усилия. Для планирования землепользования и разработки политик, направленных на стимулирование восстановления и реабилитации экосистем, можно использовать такие инструменты, как зонирование землепользования для создания зон восстановления или определение ограничений для землепользования и управления внутри уже существующих зон восстановления.

ЧТО НОВОГО?

Различные виды землепользования часто рассматриваются как конкурирующие: в частности, природоохранные меры часто сталкиваются с сопротивлением и расцениваются как препятствие для других форм землепользования. Тем не менее, если в это уравнение добавляются устойчивость к внешним воздействиям и долгосрочная продуктивность, становится ясно, что *природоохранные меры*, *управление* и *восстановление* являются составляющими единой системы, обеспечивающей устойчивость в масштабах больших территорий. Такое представление учитывается в концепции нейтрализации деградации земель; в частности, она указывает на острую потребность в сохранении больших территорий наших природных экосистем, которыми можно управлять с применением ландшафтного подхода.

Подходы к сохранению природных и полуприродных экосистем

Ведутся активные дискуссии о том, какая часть поверхности суши во всем мире должна оставаться в естественном состоянии, чтобы это гарантировало устойчивость планеты в будущем, а также как понимать «естественное» состояние в данном контексте. Определены два главных инструмента для сохранения природных экосистем:

охраняемые территории: Конвенция о биологическом разнообразии (Convention on Biological Diversity, CBD) определяет охраняемые территории следующим образом: «*Географически определенная территория, которая*

Блок 4. Какие объемы природоохранных мер необходимы?

Все большее количество ученых, а также представителей коренных народов и гражданского общества признает, что для сохранения возможности обеспечения экосистемных услуг для будущих поколений преобразование человеком окружающей среды должно иметь предел. Некоторые утверждают, что мы должны сохранить половину планеты в естественном состоянии и что такие территории должны быть полностью репрезентативными с точки зрения экосистем и биологического разнообразия,[26] т. е. сохранения горных вершин, пустынь и ледяных полей недостаточно. Природные зоны должны сообщаться через биологические коридоры или другие формы связи во избежание изоляции экосистем и генетического обеднения с течением времени.

В настоящее время основные международные руководства берутся из Конвенции о биологическом разнообразии (Convention on Biological Diversity, CBD), которая в 2010 г. сформулировала ряд целей и задач, включая Айтинскую задачу под номером 11, направленную на улучшение состояния биологического разнообразия посредством охраны экосистем, видов и генетического разнообразия. В ней говорится следующее: «*К 2020 г. как минимум 17% суши и внутренних вод и 10% прибрежных и морских районов, в частности, районов, имеющих особо важное значение для сохранения биологического разнообразия и обеспечения экосистемных услуг, будут сохраняться за счет эффективного и справедливого управления, существования экологически репрезентативных и хорошо связанных между собой системных охраняемых районов и применения других природоохранных мер на порайонной основе, а также включения их в более широкие ландшафты суши и морские ландшафты».[27]

В пользу увеличения площадей охраняемых территорий свидетельствуют и Цели в области устойчивого развития. ЦУР 15.1 сформулирована следующим образом: «*К 2020 г. обеспечить сохранение, восстановление и экологически рациональное использование наземных и внутренних пресноводных экосистем и связанных с ними услуг, в частности, лесов, водно-болотных угодий, гор и засушливых районов, в соответствии с обязательствами по международным соглашениям».[28]

В настоящее время около 15% суши во всем мире имеет статус охраняемых территорий, при этом в Айтинской задаче под номером 11 говорится, что объем «других эффективных природоохранных мер на местном уровне» не установлен. Учитывая, что цель в отношении 17% суши и внутренних вод была сформулирована до введения понятия «других эффективных природоохранных мер на местном уровне», велика вероятность, что территориальный показатель, согласованный международным сообществом, после 2020 г. увеличится, хотя дискуссии по этому поводу еще продолжаются.[29] Вопросы о том, какое количество земель нужно сохранить в максимально приближенном к естественному состоянии и как следует управлять этими землями, тесно переплетаются.

предназначена (или регулирование и управление которой осуществляется) для достижения конкретных целей сохранения природы».[30] Международный союз охраны природы (International Union for Conservation of Nature, IUCN) также предлагает соответствующее определение: «*четко определенная географическая зона, которая признана, предназначена и управление которой (при помощи правовых или других эффективных средств) осуществляется с целью обеспечения долгосрочного сохранения природы и связанных с ней экосистемных услуг и природных ценностей*».[31] CBD и IUCN признают эти определения эквивалентными.[32] Подробные характеристики охраняемых районов определяются политикой и законами государств. К примеру, в разных странах существуют разные точки зрения на отношения между территориями коренных народов и охраняемыми районами. Официально признаны шесть категорий управления, которые варьируются от строго охраняемых районов, предназначенных для защиты биологического разнообразия (посещение таких территорий людьми серьезно контролируется), до охраняемых районов, где люди и природа сосуществуют в культурных ландшафтах. Кроме того, управление охраняемыми районами может осуществляться различными вилами руководящих органов, включая правительства, общины, коренные народы, различные коммерческие и некоммерческие частные предприятия, а также те или иные модели совместного управления.[33] Исследования показывают, что обеспечение охраняемых районов достаточным количеством ресурсов и эффективное управление позволяют предотвратить потерю и деградацию естественного почвенно-растительного покрова.[34,35] В охраняемых районах также замедляются темпы исчезновения видов;[36] есть свидетельства в пользу того, что многие виды с большой вероятностью исчезли бы без целенаправленных природоохранных мер на этих территориях.[37,38,39]

© Алона Рейхмут (Alona-Reichmuth), GIZ

Блок 5. Устойчивое управление пастбищными угодьями в Танзании[40]

Рост населения и снижение продуктивности земель усиливают давление на сектор землепользования. Результатом этого являются рост числа конфликтов, возникающих между различными землепользователями и часто связанных с недостаточно защищенными правами землевладения, низкий уровень развития земельных рынков, деградация почв и водных ресурсов, обезлесивание и увеличение миграции людей и домашнего скота. Распределение ресурсов (например, воды и пастбищных угодий), а также перемещение домашнего скота за пределы поселений является нормой, поскольку земель, принадлежащих отдельным поселениям, обычно недостаточно для поддержания систем обеспечения продовольствия для домашнего скота. Тем не менее, распад традиционных режимов местного самоуправления привел к увеличению масштабов экологически нерационального землепользования и отрицательно сказался на развитии сельских районов.

Закон о землях в сельских районах (Village Land Act) и Закон о планировании землепользования (Land Use Planning Act) создали правовую основу для планирования землепользования на уровне сельских районов, что помогает регулировать и повышать эффективность использования земельных ресурсов. Такой результат достигается благодаря предоставлению механизмов для разрешения конфликтов, повышению безопасности землевладения и совершенствованию методов сельскохозяйственной эксплуатации земельных ресурсов в соответствии с приоритетами и возможностями заинтересованных сторон. Переговоры и обеспечение прав доступа к ресурсам для таких землепользователей, как скотоводы, агроскотоводы и растениеводы, принимают форму взаимных соглашений (кочевые стада удобряют фермерские поля; фермерский домашний скот выращивается в соседних пастбищных районах). Тщательно согласованные перемещения домашнего скота помогают обеспечивать средства к существованию и устойчивое управление пастбищными угодьями, а также способствуют экономическому росту в стране. Кроме того, эти законы сделали процесс принятия решений на местах более эффективным благодаря наращиванию институционального потенциала на уровне районов и деревень. Были сформированы группы совместного управления землепользованием, прошедшие специальную подготовку и предназначенные для совершенствования управления земельными ресурсами и разрешения конфликтов, связанных с землепользованием.

«Другие эффективные природоохранные меры на местном уровне»: новая категория, возникшая в результате дискуссий в рамках Конвенции о биологическом разнообразии (CBD) и до настоящего времени не получившая окончательного определения. «Другие эффективные природоохранные меры на местном уровне» учитывают, что многие районы планеты должны сохраняться в естественном состоянии по причинам, отличным от природоохранных, а также что для успеха широкомасштабных усилий по планированию необходимо понимание и количественная оценка вклада таких районов в экосистемные услуги.[41] Предварительное определение звучит следующим образом: «*Непризнанная охраняемой территорией географически определенная зона, которая в течение долгого времени регулируется и управляется таким образом, что это позволяет обеспечивать на этой территории эффективное и стабильное сохранение биологического разнообразия и связанных с ним экосистемных услуг, а также культурных и духовных ценностей*».[42] К «другим эффективным природоохранным мерам на местном уровне» относятся территории, в контексте управления которыми сохранение биоразнообразия не рассматривается как главная цель, но при этом они имеют важное природоохранное значение, и есть веские основания ожидать, что текущий статус таких территорий будет сохраняться в течение долгого времени.[43] Остается неясным, будут ли «другие эффективные природоохранные меры на местном уровне» добавлены к национальным и международным задачам в отношении управления земельными ресурсами, но такие меры открывают больше возможностей для поддержания природной растительности, делая задачу сохранения половины мира в естественном состоянии более достижимой.

Глобальные программные инициативы по расширению восстановления

«Боннская задача» — это глобальная амбициозная инициатива по восстановлению 150 миллионов гектаров деградированных и обезлесенных земель к 2020 г. и 350 миллионов гектаров к 2030 г.[44] Она позволяет обеспечить национальные приоритеты, такие как безопасность водных ресурсов и продовольствия и развитие сельских районов, и внести вклад в реализацию международных обязательств в отношении изменения климата, биологического разнообразия и деградации земель. Количество региональных платформ для реализации «Боннской задачи» увеличивается во всем мире; к числу таких платформ относятся программа 20x20 в Латинской Америке и странах Карибского бассейна, программа AFR100 в Африке и министерские круглые столы в Латинской Америке, Восточной и Центральной Африке и Азиатско-Тихоокеанском регионе. «Боннская задача» курируется Глобальным партнерством по восстановлению лесных ландшафтов, охватывающим более 20 организаций. Обязательства в рамках этой инициативы уже превышают две трети объема целей на 2020 г. и включают, к примеру, 2 млн. гектаров в Руанде,[45] 12 млн. гектаров в Камеруне,[46] 12 млн. гектаров в Бразилии[47] и 13 млн. гектаров в Индии.[48] «Боннская задача» основывается на опыте крупных инициатив по восстановлению, которые уже доказали свою эффективность, как в случае с Республикой Корея.[49] Это не новое глобальное обязательство, а скорее совокупность практических методов реализации многих существующих международных обязательств, включая Айтинскую задачу под номером 15 Конвенции о биологическом разнообразии (CBD), задачу REDD+ Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (UNFCCC), а теперь и ЦУР 15.3 по нейтрализации деградации земель.

© Нарроу Плейнс (Narroo Plains) © Симон Нангиро (Simon Nangiro)

Блок 6. Внедрение регионального планирования с учетом климата при помощи подхода, ориентированного на сотрудничество

Трифинио — это исторически маргинализированная территория на границе Сальвадора, Гватемалы и Гондураса, состоящая из 45 муниципалитетов; здесь проживает 800 000 человек, зависящих главным образом от сельскохозяйственного производства для собственных нужд. Подсечно-огневая система земледелия и слаборазвитая инфраструктура привели к повсеместной деградации экосистем. Восстановление этой территории отвечает интересам всех трех стран, поскольку водоразделы обеспечивают каждую из них водными ресурсами для гидроэнергетики и коммунальных нужд. Этот регион также отличается высокоценным биологическим разнообразием, включающим эндемичные виды, обнаруженные во влажном тропическом лесу Монтекристо. В 1987 г. между этими тремя странами было заключено соглашение о финансировании исследований, региональном потенциале, восстановлении лесных массивов и борьбе с наводнениями в Трифинио. Но несмотря на то, что через 30 лет сотрудничества был достигнут определенный прогресс, усилиям препятствовали централизованные подходы, которые исключали из процесса восстановления местные общины. Проблемы, в том числе крайняя бедность, чрезмерная эксплуатация ресурсов, приводящая к деградации земель и водоразделов, а также повышенная изменчивость климата, остались прежними.

В 2014 г. эти проблемы были решены благодаря непосредственному участию людей, работающих на земле, при поддержке Мезоамериканской агроэкологической программы регионального Центра тропических сельскохозяйственных исследований и высшего образования (CATIE-MAP), отстаивающей модель территориального управления с учетом климата (CST) для интегрированного управления ландшафтами. Модель территориального управления с учетом климата предполагает, что жители сельских районов серьезнейшим образом зависят от природных ресурсов, а следовательно, и от качества экосистем; это подразумевает, что управление должно осуществляться с привлечением и при поддержке местных заинтересованных сторон. Границы ландшафта определяются тем, как заинтересованные стороны взаимодействуют с экосистемами. Схожесть в вопросах, касающихся землепользования, приводит к созданию групп людей, связанных общим представлением о месте, где они проживают. Формирующиеся в результате органы управления определяют полномочия таких единиц, позволяющие направлять и регулировать решения в отношении землепользования для борьбы с рядом проблем, в том числе связанных с изменением климата. Участие людей, обладающих глубокими знаниями об изменении климата на местном уровне, помогло решить, как наилучшим образом распределять инвестиции, наращивать потенциал планирования землепользования и поддерживать устойчивость к изменению климата на таких территориях.

Поддерживая платформы, предполагающие участие многих заинтересованных сторон, программа CATIE-MAP предоставляет местному населению возможности для совершенствования управления природным, человеческим и социальным капиталом, тем самым укрепляя устойчивость к изменению климата. Для формирования рыночных возможностей программа CATIE-MAP занимается усилением организаций производителей и связанных с ними цепочек создания стоимости. Применимые на практике и легко осуществимые нововведения, касающиеся управления водой, твердыми отходами, почвами и производством сельскохозяйственных культур, позволяют местным жителям участвовать в более масштабных задачах сохранения без потери доступа к более надежным и питательным источникам продовольствия. Это дает исторически маргинализированному населению важнейшие рычаги для влияния на разработку политик, которые оказывают непосредственное воздействие на их средства к существованию.

Блок 7. Восстановление земель в Израиле благодаря приватизации и экономическим стимулам[50]

Северный Негев в Израиле располагается на границе между аридной и семиаридной климатическими зонами. Благодаря хорошему качеству почвы эта территория использовалась для выращивания полевых культур с естественным орошением, выпаса скота и агролесничества на протяжении тысячелетий. Тем не менее, годы пренебрежительного отношения и беспорядков, наблюдавшихся после падения Византийской империи, привели к серьезной деградации экосистем и сельскохозяйственных территорий. Традиционные системы землепользования и землевладения были разрушены в процессе создания государства Израиль, а земли трансформировались в общественные пастбищные угодья и территории интенсивной сельскохозяйственной деятельности или лесоводства, в результате чего право собственности на большие территории оказалось спорным. На традиционном управлении животноводством отрицательно сказывается снижение продуктивности пастбищных угодий из-за интенсивного выпаса скота, избыточной обработки почв и неэффективных методов лесоводства.[51,52]

Для совершенствования управления открытыми пастбищными угодьями были созданы частные фермы, предназначенные главным образом для экстенсивного земледелия с естественным орошением. Отдельным еврейским и бедуинским фермерам было предоставлено 100 гектаров сельскохозяйственных угодий (со сроком аренды 50 лет) вместе с подробными рекомендациями по управлению этими земельными ресурсами. Частные инициативы в сочетании с научными рекомендациями и специализированным обучением были реализованы на двух фермах: Yattir[53] и Abu Rabbia;[54] это поспособствовало дешевому, быстрому и эффективному восстановлению биологической продуктивности, улучшению состояния пастбищных угодий[55] и формированию расширенного потенциала для выпаса скота. Высадка олив, фруктовых деревьев, медицинских растений, а также деревьев, предназначенных для комплексов агролесничества и пастбищ, повысила эффективность защиты водоразделов, поспособствовала сохранению почв и биологического разнообразия, а также увеличила экономический потенциал.

Благодаря применению усовершенствованных методов управления на обеих фермах удалось добиться значительных результатов. Восстановление почв и террасное агролесничество привели к сокращению эрозии, а также повышению поглощения углерода биомассой и органическими веществами почвы. Фермерский доход вырос вдвое благодаря более высокой доступности кормов,[56] а также прибыли от оливкового масла и других продуктов агролесничества.[57] Более богатое биологическое разнообразие повышает устойчивость экосистем и формирует значительный потенциал для экотуризма.[58] Тщательная документация процессов восстановления в результате ограниченного количества недорогих восстановительных мероприятий позволяет широко распространять подобные инициативы в качестве перспективного варианта для масштабного восстановления агроэкологических ландшафтов.

Фотографии: каменные террасы вдоль осушенных речных русел на ферме Aby Rabbia создают идеальные условия для выращивания олив и других сельскохозяйственных пород деревьев (слева). Высадка Акаций Виктории на ферме Yattir в сочетании с управлением природоохранными мерами и унавоживанием позволила увеличить продуктивность втрое за 20 лет (справа).

СТРАТЕГИЯ РЕАГИРОВАНИЯ 3. Сельскохозяйственная деятельность, нацеленная на многочисленные преимущества

Ключевые понятия

- **Эффективная сельскохозяйственная деятельность имеет решающее значение для общемирового продовольственного снабжения, но преобладание на огромных территориях суши земель, занятых под сельскохозяйственные культуры, и пастбищных угодий также делает эти территории жизненно важными для экосистемных услуг.**
- **Для стимулирования и поддержания более широкого ряда экосистемных и социальных услуг, предоставляемых благодаря таким территориям, требуется фундаментальная трансформация методов ведения сельского хозяйства.**
- **Такая трансформация может иметь критическое значение для половины миллиарда мелких фермеров, которые часто проживают в более маргинальных районах и в настоящий момент подвергаются риску вытеснения со своих территорий.**

ЧТО НОВОГО?

Фермеров в течение многих поколений оценивали главным образом по их способности производить продукты питания в как можно большем объеме с минимальными затратами; все остальные преимущества считались «дополнительными» и за редкими исключениями не компенсировались. Расширение сферы деятельности сельского хозяйства для включения в нее более широкого ряда преимуществ и подход к оказанию экосистемных услуг и обеспечению культурных ценностей как к основополагающим составляющим фермерских предприятий привели бы к не менее серьезному сдвигу, чем волна индустриализации, охватившая человечество после 1945 года.

Сельское хозяйство имеет фундаментальное значение для человеческого общества и является незаменимым элементом, поскольку обеспечивает его продовольствием. Модернизация сельского хозяйства, осуществляемая в течение последних семидесяти лет (и продолжающаяся до сих пор), сократила риск массового голода в период, когда население планеты увеличивалось беспрецедентными темпами. Тем не менее, за такое повышение урожайности приходится платить высокую цену: это связано с последствиями, выходящими за пределы сельскохозяйственных территорий, загрязнением, потреблением энергии, а также с общемировой продовольственной системой, которая увеличила неравенство и вытеснила множество мелких фермеров из бизнеса. Такие последствия, в свою очередь, пагубно сказываются на устойчивости общемировой продовольственной системы. Изменения, касающиеся характера потребления, рациона питания и ожиданий, сводят на нет результаты повышения производительности на земельных участках. Побочные эффекты современного сельского хозяйства пагубно сказываются на функциональности экосистем, от которой в конечном итоге зависит производство продуктов питания, а это означает, что независимо от достигнутого на сегодняшний день уровня эффективности долгосрочная устойчивость сельского хозяйства находится под угрозой.

Мелкие фермеры, на протяжении тысячелетий являющиеся основой системы жизнеобеспечения и производства продуктов питания в сельских районах, сталкиваются с огромными проблемами из-за деградации земель, отсутствия безопасности землевладения и глобализации продовольственной системы, в результате которой предпочтение отдается концентрированным, крупномасштабным и высокомеханизированным агропромышленным производствам. Многие индивидуальные фермеры чувствуют себя зажатыми в рамки существующей системы, потому что их нормы доходности настолько невелики, что любое отклонение может привести к банкротству. Многие из самых мелких фермеров во всем мире не имеют ни возможностей, ни средств для реализации серьезных изменений.

Такие расходы не являются неизбежными, поэтому происходят сдвиги. Существуют способы выращивания продуктов питания без чрезмерных экологических издержек как посредством модификации традиционных систем, так и поиска альтернативных способов производства, благодаря которым урожайность быстро приближается к показателям более интенсивных систем. Поэтому фермерам необходим новый подход, включающий четыре основных элемента:

1. Методики, помогающие сместить акцент с производства продуктов питания на управление земельными ресурсами с целью обеспечения нескольких преимуществ.[59]
2. Разработка и внедрение методов, которые при измерении объемов сельскохозяйственного производства учитывают не только доходность на единицу площади, но еще и питательную ценность и более масштабные ценности, касающиеся как ущерба для окружающей среды и социума, так и преимуществ находящихся в хорошем состоянии территорий.[60]
3. Ценовые политики, обеспечивающие баланс между нуждами потребителей, касающимися доступа к здоровым и питательным продуктам, и нуждами производителей, связанными с необходимостью оставаться в бизнесе.[61]
4. Целенаправленная поддержка, в том числе за счет платежей за экосистемные услуги и схожих схем, предлагающих позитивные стимулы для многофункционального использования земельных ресурсов.[62]

Большая часть методик, описанных выше, уже разработана или применяется. Вопрос заключается главным образом в увеличении масштабов их применения; эта проблема обсуждается ниже.

Новый подход также изменит восприятие и ценности половины миллиарда мелких фермеров. Из 1,3 миллиарда людей, занятых в сельскохозяйственной деятельности, порядка миллиарда управляет фермерскими хозяйствами площадью менее 2 гектаров, обеспечивая большую часть продовольствия, потребляемого жителями городских территорий в развивающихся странах.[63] Такие мелкие фермы служат источником жизнеобеспечения и поддерживают культурную идентичность, при этом

управляющие ими фермеры часто не имеют других равноценных альтернатив. В ситуациях, когда общины сельских районов хотят остаться на своих землях и продолжать их обрабатывать, стимулы могут помочь сохранить их положение. Мелкие фермеры, обладающие глубокими знаниями и испытывающие личные чувства к своим землям, часто оказываются в хорошем положении для внедрения методов устойчивого управления земельными ресурсами. Тем не менее, исторические тенденции дают основания предполагать, что многие из них исчезнут в ближайшие несколько лет из-за экономии за счет масштабов, урбанизации, изменения ожиданий в общинах сельских районов, а в некоторых случаях — и из-за целенаправленных мер, варьирующихся от сельскохозяйственных субсидий, способствующих консолидации, до захвата земель.

Эта половина миллиарда мелких фермеров играет решающую роль в обеспечении продовольствием мелких домашних хозяйств сельских районов, которые составляют порядка пятой части населения мира; при этом такие фермеры относятся к числу наименее способных удовлетворить этот спрос в случае интеграции в денежную экономику. Кроме того, деятельность мелких фермеров и выпас скота все чаще осуществляются на маргинальных сельскохозяйственных территориях. Хотя отказ от подобных практик может открыть возможности для восстановления большего количества естественных экосистем и соответствующих экосистемных услуг, в других случаях сами фермеры также играют или могут сыграть важнейшую роль в поддержании таких услуг. Переход от сельскохозяйственной деятельности, направленной исключительно на производство продовольствия, к деятельности, преследующей несколько целей одновременно, может дать дополнительные стимулы и надежду на спасение многим миллионам беднейших людей, занимающихся управлением земель, что само по себе является серьезным достижением.

Экологически рациональная интенсификация

Исследование, проведенное на основе данных из 85 проектов в 24 странах, показало, что половина всех применяемых пестицидов не являются обязательными для получения прибыли от сельскохозяйственной деятельности.[64] Ресурсосберегающее сельское хозяйство может быть высокоэффективным, как и мелкое фермерство с большей трудоемкостью и меньшими внешними воздействиями, часто дающее более высокие урожаи, чем традиционные системы.[65] Интенсификация сельского хозяйства, которую часто обвиняют во многих экологических проблемах, сама по себе не является порочной практикой; многое зависит именно от вида интенсификации, играющего более важную роль.[66] Концепция «экологически рациональной интенсификации»,[67] включая, в частности, интегрированные подходы к питательным веществам и борьбе с вредителями, которые уже используются миллионами фермеров, привлекает все большее внимание представителей политических структур.

Факты указывают, что более высокой урожайности можно добиться и при сокращении использования пестицидов,[68] борьбу с вредителями можно осуществлять путем обеспечения внутривидового разнообразия сельскохозяйственных культур,[69,70] а для эффективности сельскохозяйственной деятельности не обязательно прибегать к масштабному применению монокультур.[71] Такие виды стратегий интенсификации могут помочь разрешить как проблему обеспечения продовольственной безопасности, так и проблему сокращения биологического разнообразия.[72] Эти плюсы становятся еще более очевидными, если при расчете эффективности сельскохозяйственной деятельности учитывать такие преимущества, как совокупная питательная ценность или выходящие за пределы сельскохозяйственных территорий последствия потребления водных и энергетических ресурсов, а не только продуктивность на единицу площади.[73] Тем не менее, на исследования систем с меньшими внешними воздействиями отводятся относительно небольшие инвестиции, а сами исследования по-прежнему серьезно недооцениваются. Этому есть масса причин. Отчасти это связано с противоречием интересам монополий, но причиной также является и неправильное представление о сравнительных внешних воздействиях и продуктивности мелких ферм, что приводит к недостаточной поддержке со стороны политик в отношении торговли и сельского хозяйства.[74]

© Нил Палмер (Neil Palmer), CIAT

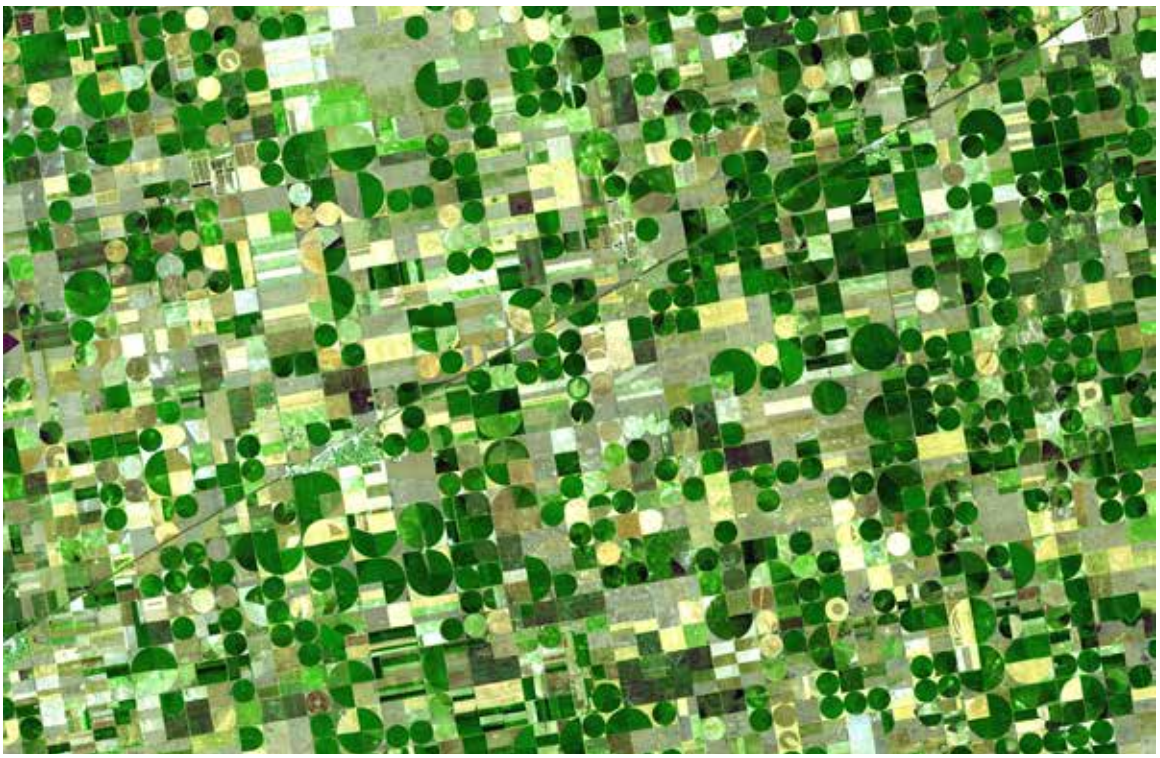
Блок 8. Переход к органическим материалам на государственном и национальном уровнях

В некоторых частях мира органическое сельское хозяйство перестает быть прерогативой отдельных полей и становится главной или единственной моделью производства.

Индия: В январе 2016 Сикким стал первым штатом Индии, полностью перешедшим на органические материалы. Потребовалось 10 лет, чтобы перевести 75 000 гектаров сельскохозяйственных угодий в штате Сикким в статус сертифицированных органических ферм.[75] Теперь этот штат производит 800 000 тонн продукции, что составляет почти 65% от общего объема органической продукции в Индии, насчитывающего 1,24 миллиона тонн. Сикким — это штат, который является образцом для всего мира, потому что одновременно с защитой экосистемных услуг эта модель демонстрирует, что переход на органическое производство не наносит ущерба продуктивности или развитию. Пять шагов показывают, на какие действия должны ориентироваться другие государства.

Бутан: В 2011 году горные народы Бутана поставили перед собой амбициозную цель: перевести всю сельскохозяйственную систему страны на органическое производство к 2020 году. В случае успеха Бутан станет первой в мире страной с полностью органическим производством продуктов питания. В этой стране проживает 700 000 человек, большинство из которых является фермерами, поэтому единственная проблема заключается в том, чтобы продемонстрировать, что выгоды от такой системы перевешивают издержки и использование исключительно натуральных удобрений не влияет на урожайность. Органическая стратегия Бутана состоит в том, чтобы продвигаться от этапа к этапу, от региона к региону, от продукта к продукту, демонстрируя, что такие нововведения необходимы для поиска путей естественного искоренения болезней и

увеличения урожайности сельскохозяйственных культур.[76] Если органическое производство подтвердит свою экономическую жизнеспособность, то одновременно в Бутане должна быть разработана система сертификации.



© NASA

СТРАТЕГИЯ РЕАГИРОВАНИЯ 4. Регулирование границ между городскими территориями и сельскими районами

Ключевые понятия

- **Города, спроектированные с учетом принципов экологической рациональности, могут сократить экологические издержки транспортировки, снабжения продовольствием и потребления энергии, а также предложить новые возможности для повторного и эффективного использования ресурсов.**
- **Миграция из сельских районов в города также может снизить давление на земельные ресурсы, особенно в маргинальных районах, наименее пригодных для интенсивного производства.**
- **Отдельные проблемы связаны с регулированием границ между городскими территориями и сельскими районами: города не только оказывают дополнительное давление на окружающие ландшафты в связи с потребностью в ресурсах и загрязнением, но еще и открывают возможности для целенаправленной поддержки общин в сельских районах.**
- **По мере роста городов направленное и планируемое взаимодействие с населением окружающих территорий будет увеличивать шансы на налаживание взаимовыгодного сотрудничества.**

ЧТО НОВОГО?

При проведении анализа, связанного с окружающей средой, города часто рассматриваются как проблема или вообще игнорируются. Тем не менее, в скором времени более половины населения во всем мире будет проживать в городах, поэтому способы планирования и управления, касающиеся городских территорий, будут оказывать огромное воздействие на оставшуюся часть планеты. Фокусируясь на границах между городскими территориями и сельскими районами (как непосредственно на окраинах городов и в пригородных районах, так и с точки зрения более широкого воздействия городов на окружающую среду за пределами их территорий), этот обзор уделяет особое внимание территориям, от которых в наибольшей степени будут зависеть способы управления земельными ресурсами в XXI веке и далеком будущем.

Урбанизация происходит беспрецедентными темпами, и существует вероятность, что такая тенденция будет сохраняться и дальше, приводя к изменению баланса между сельскими и городскими жителями в масштабах, никогда не наблюдавшихся прежде. Это сопряжено с многочисленными проблемами, изложенными в Главе 11, но одновременно открывает ряд возможностей для улучшения жизнеобеспечения городского населения и сокращения отрицательного воздействия городов на окружающую среду, что зачастую является глобальным достижением.

Масштабы таких проблем и возможностей могут оказаться более существенными в новых городах, в том числе в развивающихся городах средних размеров.[77] Большие города с долгой историей, такие как Париж, Вашингтон или Буэнос-Айрес, уже приняли ряд решений относительно использования природных ресурсов. Тем не менее, города, которые в настоящее время быстро расширяются, включая такие мегаполисы, как Лагос,[78] а также многочисленные города меньших размеров в таких странах, как Китай, по-прежнему остаются незамеченными для всего остального мира и не учитываются при обсуждении вопросов, касающихся устойчивости.

Городские районы сообщаются с сельскими общинами двумя различными способами — на уровне пригородных районов и непосредственно в сельской местности, а также на других территориях, которые могут быть очень удаленными, ввиду потребности в продовольствии, энергии и других материалах.

Решения, принятые в течение нескольких следующих лет, будут определять их будущее в отношении транспортной политики, энергетической политики, использования ресурсов и общего воздействия на окружающую среду. Гораздо более выгодно начинать с экологически рационального планирования будущего города, чем пытаться изменять такой город в дальнейшем.[79]

В таких пригородных районах урбанизация является причиной возникновения новых проблем и потребностей, а вместе с ними и новых возможностей. Вероятность обеспечения чистой себестоимости в отношении землепользования является высокой благодаря новым зданиям, трассам и железным дорогам, а также развитию других элементов инфраструктуры.[80] На традиционные способы землепользования также могут влиять новые требования в отношении экосистемных услуг, такие как защита водоразделов, контроль оползней или наличие рекреационных зон, в связи с чем может возникнуть необходимость преобразования ферм обратно в лесные водоразделы и природные территории для обеспечения водоснабжения и создания районов для отдыха городских жителей. Количество охраняемых территорий рядом с городскими районами увеличивается по всему миру и играет важную роль в воссоединении жителей городов с природой.[81] Муниципальные органы власти должны играть ключевую роль в расширении своих сфер планирования за пределы городов и анализа способов достижения баланса противоречащих друг другу требований в отношении земельных ресурсов в условиях города. Такие инструменты, как зеленые зоны вокруг городов, ограничивающие распространение городских территорий, или платежи за экосистемные услуги, могут помочь оптимизировать землепользование на окружающих города территориях. Положительная поддержка и стимулы для выращиваемых на местах продуктов питания, такие как рынки субсидируемых фермеров, могут помочь мелким производителям конкурировать с более крупными и более удаленными предприятиями по производству продуктов питания, что приведет к сокращению общего воздействия на окружающую среду со стороны пищевой промышленности.[82]

Города влияют и на более отдаленные районы как в пределах страны (в связи со спросом на продовольствие, транспортным сообщением и энергопотреблением), так и на международном уровне (в связи с импортом продуктов интенсивного землепользования из других стран). Положительные инициативы, такие как сертификация экологически рациональных или соответствующих принципам этичной торговли продуктов, могут помочь свести к минимуму негативные последствия дистанционного воздействия городов на окружающую среду.[83]

Для устойчивого функционирования городов необходим новый стиль муниципального управления, требующий мыслить глобально и действовать локально. В периоды, когда национальные правительства во многом теряют свое влияние, города иногда берут на себя руководство нововведениями. В ситуациях, когда государственные или национальные правительства оказываются не в состоянии принять меры по сокращению последствий урбанизации на окружающую среду, эффективные модели выдвигаются муниципальными советами. Реализация таких моделей редко оказывается простой: города часто не имеют бюджета и опыта, необходимых для того, чтобы взять на себя роль государства. Кроме того, им могут мешать стратегии на государственном уровне; тем не менее, политический ландшафт меняется. Формирование возможностей, в особенности в развивающихся странах, переживающих этап быстрого расширения городов, является ключевым приоритетом на ближайшее будущее.

Блок 9. Города перенимают инициативу

Во всем мире городские районы проявляют инициативу в решении проблем, связанных с земельными ресурсами.

Богота, Колумбия: столица пользуется чистой водой, поступающей из источников нескольких охраняемых районов и других сохраненных водоразделов. Более 80% населения получает питьевую воду из Национального парка Чингаза, территории, где сохранилась ценная растительность экосистем *paramos*.

Сеул, Южная Корея: количество посетителей Национального парка Пукхансан, расположенного неподалеку от столицы, насчитывает целых 10 миллионов человек в год, являющихся главным образом гражданами Кореи. Несмотря на то, что выраженная урбанизация продолжается только в течение одного поколения, жители городов Кореи успели оценить плюсы природных территорий внутри городских районов по всей стране и пользуются их преимуществами.

Австралия, Соединенные Штаты и другие страны: национальные сети помогают горожанам поддерживать местных производителей благодаря фермерским рынкам, моделям поддержки сельскохозяйственного производства местными общинами, в рамках которых отдельные люди заключают с фермерами договоры о регулярной поставке продуктов питания, а также местным узловым схемам.

© Фред Ной (Fred Noy)/UN Photo

СТРАТЕГИЯ РЕАГИРОВАНИЯ 5. Недопущение суммарных потерь при потреблении и разработке природных ресурсов

Ключевые понятия

- **Применение концепции недопущения суммарных потерь смещает акцент с узконаправленной концентрации на урожаях на более широкую перспективу общих преимуществ от производства продовольствия**
- **Недопущение суммарных потерь функциональных и продуктивных земель подразумевает отсутствие совокупных отрицательных экологических или социальных последствий за пределами промышленных площадок**
- **Недопущение суммарных потерь при обработке и розничном распространении продуктов питания является амбициозной целью с учетом необходимости свести к минимуму существующие масштабы выброса продуктов и потерь внутри системы**
- **Недопущение суммарных потерь — это серьезная задача, реализация которой поможет коренным образом изменить подходы к сокращению давления на земельные ресурсы**
- **Ниже концепция недопущения суммарных потерь рассматривается с точки зрения производства продовольствия, но ее с легкостью можно применить и к другим секторам природных ресурсов, таким как лесоводство, горнодобывающая промышленность, гидроэнергетика и управление засушливыми районами**

Во всем мире неэффективное и расточительное производство и потребление товаров, предполагающие использование земельных ресурсов, а также цепочки создания стоимости, которые их соединяют, увеличивают давление на земельные ресурсы, что препятствует полной реализации их биологического и экономического потенциала. Ни одна система не является идеальной, и потери неизбежны. Но придерживаясь стратегии недопущения суммарных потерь, мы можем стимулировать определенные действия по восстановлению и другие корректирующие меры, необходимые для достижения баланса чистой суммы издержек, касающихся утечек на уровне сельскохозяйственных систем или потерь на следующих этапах цепочек сбыта продовольствия. Здесь кратко описываются 10 шагов, сформулированных в Главе 7 и предназначенных для решения некоторых проблем современных сельскохозяйственных систем, связанных с земельными ресурсами.

Хотя большая часть этих вопросов уже рассматривалась, здесь мы обратим внимание на роль глобальных цепочек создания стоимости, изменений в рационе и выброса/потери продовольствия, поскольку все эти факторы открывают возможности для быстрого сокращения давления на земельные ресурсы.

ЧТО НОВОГО?

Парадоксально, что масштабное увеличение урожайности сельскохозяйственных культур сопровождалось столь же масштабными последствиями для окружающей среды и здоровья людей, включая ускоренную деградацию земель и почв, нехватку воды, загрязнение и потерю видов и естественных сред обитания. Несмотря на рост производства продуктов питания, в настоящее время мы наблюдаем массовую нехватку продовольственной безопасности там, где должно быть изобилие. Попытки решить эти проблемы в своей массе были реактивными, фрагментарными и неэффективными. В этом обзоре предлагаются более комплексные и серьезные меры реагирования.

Блок 10. Десять шагов для усиления продовольственной безопасности

1. Устранение разрыва между фактическим и потенциальным урожаем во всех средах
2. Более эффективное использование земельных и водных ресурсов, питательных веществ и пестицидов
3. Сокращение нежелательных последствий производства продовольственных и непродовольственных товаров за пределами промышленных площадок
4. Прекращение расширения границ сельскохозяйственных территорий
5. Переход к рациону с преобладанием растительных и цельных продуктов
6. Повышение осведомленности в отношении здоровья, экологической рациональности и ответственности
7. Поощрение устойчивых методов управления земельными ресурсами
8. Сокращение пищевых отходов и потерь после сбора урожая
9. Решение проблем, связанных с правами землевладения и гендерным равенством
10. Реализация интегрированных подходов к управлению ландшафтами

Глобальные цепочки создания стоимости в сельском хозяйстве[84]

Сельскохозяйственный бизнес колоссально изменился за последние 50 лет и теперь включает в себя сложные сети, известные как глобальные цепочки создания стоимости[85] и обычно охватывающие многие страны.[86] Глобальные цепочки создания стоимости составляют приблизительно 80% от мировой торговли и 30% от добавленной стоимости в экономике развивающихся стран.[87] Главным результатом такого вида организации рынка является то, что торговля привела к смещению многих факторов экологического давления с развитых на развивающиеся страны, где управление и соблюдение экологических стандартов зачастую слабее.[88] Большинство цепочек создания стоимости ориентировано на спрос; крупные супермаркеты являются главными покупателями и крупными торговцами, выступающими в качестве посредников. Супермаркеты быстро распространились по всему миру[89] и сохраняют способность[90] определять цены и влиять на производственные технологии в силу экономии за счет масштабов. Производители продуктов питания часто вынуждены взаимодействовать с компаниями, заключая соглашения о сельскохозяйственном производстве на договорных началах; такие соглашения определяют условия того, какие продукты, в каком объеме, когда и по какой цене будут приобретаться.[91]

В Китае правительство изложило план по сокращению потребления мяса своими гражданами на 50% для улучшения здоровья населения и существенного сокращения выброса парниковых газов.

С учетом жесткой конкуренции в секторе розничной торговли компании должны следить за тем, чтобы их процессы были экономически эффективными. Они внедряют частные и государственные стандарты в отношении своих цепочек поставок, чтобы обеспечить соответствие стандартам качества и добиться желаемых социальных и экологических показателей. Такие стандарты оказывают положительное влияние, гарантируя потребителям, что продукты питания соответствуют установленному уровню качества и что производство не является причиной неблагоприятных социально-экологических воздействий. Тем не менее, эти стандарты нередко оказываются бременем, сокращающим средства к существованию для мелких фермеров. У них часто не хватает финансовых и технических ресурсов для соблюдения строгих стандартов, в результате чего возникает риск исключения из цепочек создания стоимости розничных торговцев. В то же время на их благосостояние влияют другие методы ведения бизнеса, например, задержки платежей, ценовые ориентиры, поощряющие массовые закупки (такие как рекламные акции, предлагающие купить два товара по цене одного) и эстетические стандартны (такие как форма или цвет фруктов и овощей).[92]

В результате мелкие производители должны либо обеспечивать соответствие этим требованиям, либо выходить из цепочек создания стоимости и обращаться к традиционным или неорганизованным рынкам.[93] Если ни то, ни другое не является прибыльным, у мелких владельцев остается единственный вариант — продажа своего бизнеса, часто — компаниям, связанным с крупными земельными участками, что приводит к дальнейшей консолидации сельскохозяйственных земель. В качестве альтернативы фермеры могут попытаться увеличить объемы производства, чтобы компенсировать меньшую доходность; в развивающихся странах результатом таких практик часто является изменение характера землепользования и обезлесивание. Дисбаланс власти между покупателями и производителями часто приводит к искажению рынков и вытеснению мелких фермеров из бизнеса. Государственные стратегии по устранению такого дисбаланса могут включать финансовые механизмы, стимулирующие экологически рациональную сельскохозяйственную деятельность; законы, обеспечивающие справедливые сделки между супермаркетами и мелкими фермерами; и стратегии, помогающие фермерам справляться со сбоями рыночных механизмов, мешающими им получить доступ к более удаленным рынкам.

Следует поощрять изменения в рационе питания, предполагающие отказ от продуктов, для производства которых необходимо интенсивное использование земельных ресурсов, например, продуктов животного происхождения, обработанных пищевых продуктов и не соответствующих сезону фруктов и овощей. Уход от товаров, предусматривающих интенсивное использование земельных, водных и энергетических ресурсов, поможет повысить продовольственную безопасность и долгосрочную устойчивость. В то же время это приведет к снижению цен на продукты питания в развивающихся странах при одновременном сокращении связанных со здоровьем расходов, возникающих в результате избыточного потребления и деградации окружающей среды. Сокращение расстояния от мест производства продуктов питания до мест их потребления может также уменьшить давление на земельные ресурсы: в системах с короткими цепочками поставки продовольствия продукты питания попадают к потребителям напрямую от производителей, к примеру, на фермерских рынках или при использовании программ школьного питания, предусматривающих поставку местного продовольствия.

Правительства и корпорации играют ключевую роль в повышении осведомленности и поощрении изменений, касающихся рациона питания, таких как введение дней без мяса, употребление искусственного молока/молочных продуктов, вегетарианское школьное питание и предоставление убедительных рекомендаций при выборе диеты. К примеру, в Китае правительство изложило план по сокращению потребления мяса своими гражданами на 50% для улучшения здоровья населения и существенного сокращения выброса парниковых газов. В случае успешной реализации этого плана новые рекомендации в отношении диеты приведут к сокращению потребления мяса на душу населения на 14 – 27 кг в год.[94] Инициативы такого рода могут фокусироваться на роли питания в развитии хронических заболеваний; на психологических причинах того, что людей привлекают продукты питания, которые не способствуют здоровью; на экологических последствиях выбора продуктов питания; или на комплексном обосновании преимуществ рациона на основе растительных продуктов. Эти стратегии повышения осведомленности уже помогли миллионам людей во всем мире перейти к рациону на основе растительной пищи.

Ответственность за сокращение выброса и потерь продуктов питания на всех уровнях цепочки поставок продовольствия лежит на потребителях, производителях, корпорациях и правительствах; это необходимо, чтобы помочь снизить давление, оказываемое на системы землепользования. Около трети объема всего производимого продовольствия теряется или выбрасывается. В развивающихся странах потери продуктов питания в основном происходят на этапах после сбора урожая или во время обработки, хранения и транспортировки, в то время как в развитых странах потери продуктов питания происходят главным образом на уровне розничных продаж и потребителей.

Главная причина выброса пищевых продуктов потребителями в богатых странах заключается в том, что люди могут позволить себе нерационально использовать продовольствие. Потребители в промышленно развитых

странах выбрасывают до 40% продуктов, которые они покупают, а органические вещества на полях генерируют 20% от всех выбросов метана,[95] сильнодействующего парникового газа. Этот тип поведения поощряется различными факторами; так, существуют рестораны, которые обслуживают шведские столы по фиксированным ценам, и розничные магазины, предлагающие поощрение за покупку крупных партий одного товара. Часто кажется, что выбросить оставшиеся продукты дешевле и проще, чем употребить или пустить в переработку, например, для изготовления компоста, который можно использовать в качестве обогащенного питательными веществами удобрения.

К тому же, потребители в развитых странах ожидают появления широкого ряда новых продуктов; это увеличивает вероятность того, что некоторые из таких продуктов не будут употреблены до окончания срока годности, и их придется выбросить. Одним из эффективных подходов, направленных на сокращение выброса продовольствия, является формирование рынков «некондиционных» продуктов, при помощи которых коммерческие и некоммерческие организации смогут организовывать сбор и продажу или использование отбракованных продуктов, которые по-прежнему безопасны и обладают хорошим вкусом и питательной ценностью. Изменение отношения потребителей возможно только при условии образования и повышения осведомленности, а также инициатив со стороны государственного сектора, которые будут поддерживаться секторами маркетинга и розничной торговли. Как правило, потребители готовы покупать не отвечающие стандартам или поврежденные продукты, если это не влияет на их вкус.[96] К числу способов, позволяющих сократить количество отходов такого типа, относится продажа фруктов и овощей непосредственно потребителям — без необходимости обеспечивать соответствие устанавливаемым супермаркетами стандартам качества в отношении веса, размера и внешнего вида — через местные фермерские рынки, продовольственные кооперативы и инициативы по поддержке сельского хозяйства местными общинами.

И наконец, потребители могут подойти к вопросу пищевых отходов осмысленно и системно, стимулируя изменения на уровне кухни. Это наблюдалось на протяжении тысячелетий в гастрономических культурах по всему миру; основой для сокращения пищевых отходов были разнообразие выращиваемых культур и находчивость работников на полях, поддерживаемые творческим подходом к приготовлению пищи и кулинарными техниками. В прошлом это предполагало использование продуктов, урожай которых можно было с легкостью получать сезонно, и привело к созданию продовольственной системы, основанной на разнообразии и эффективности.[97]

Сокращение потерь после сбора урожая, включая продукты, которые остаются гнить на полях, а также продукты, которые портятся во время хранения и транспортировки из-за недостаточно развитой инфраструктуры. Это приводит к снижению доходов для мелких фермеров и к повышению цен для бедных потребителей в странах со слабыми системами обеспечения продовольственной безопасности. Потеря продуктов питания происходит главным образом на ранних этапах цепочек создания стоимости и отличается в зависимости от выращиваемых культур и способов сбора урожая. Это может происходить в результате финансовых, трудовых или технических ограничений на полях или ограничений на уровне рынков и инфраструктур, не позволяющих обеспечить надлежащее хранение, обработку и распространение.[98] Укрепление цепочки поставок путем прямой поддержки фермеров и инвестиций в инфраструктуру и транспортную систему, а также в расширение пищевой и упаковочной промышленности могло бы поспособствовать сокращению потерь продовольствия.[99]

© Юсуф Ахмад (Yusuf Ahmad)/ICRAF

СТРАТЕГИЯ РЕАГИРОВАНИЯ 6. Создание благоприятных условий и расширение масштабов охвата для достижения успеха

Ключевые понятия

- **Под созданием благоприятной среды подразумевается поддержка соответствующих социальных и экономических условий, необходимых для достижения прогресса, в частности, условий, связанных с привлечением к участию заинтересованных сторон, правами землевладения, гендерным равенством и наличием стабильных инвестиций и устойчивых инфраструктур.**
- **Большая часть приемов и методов, необходимых для решения задачи нейтрализации деградации земель и недопущения суммарных потерь посредством устойчивого потребления и производства, известна и протестирована; но существуют серьезные проблемы, связанные с расширением методов малых предприятий до ландшафтных масштабов.**
- **После обеспечения таких предварительных условий необходимо задействовать процессы для расширения масштабов передовых методов и их интеграции в разрабатываемые проекты и программы. Ниже описывается процесс расширения масштабов охвата, состоящий из восьми шагов.**

ЧТО НОВОГО?

Вопрос о необходимости расширения передовых методов и их переноса в процессы устойчивого управления земельными ресурсами массово обсуждается, но проекты редко планируются с учетом стратегии расширения. Для этого существует ряд инструментов, включая учет потенциального расширения на стадии проектирования и планирования, обучение по принципу «от равного к равному» и распространение информации с использованием местных коммуникационных моделей, но часто подобные проекты страдают от нехватки финансирования. Маленькие успешные проекты играют определенную роль, но их уже недостаточно. Нам необходимо увеличивать масштабы охвата.

Данные и анализы, представленные в этом обзоре, показывают, что несмотря на десятилетия исследований и работы над вопросом устойчивого управления земельными ресурсами[100] мы по-прежнему наблюдаем сокращение функциональности и продуктивности земельных ресурсов в мировых масштабах. Такие потери не являются неизбежными: существует масса примеров успешного управления. Тем не менее, опыт многочисленных мелкомасштабных проектов практически не переходит на уровень массового внедрения. Отчасти эту инертность можно объяснить интересами монополий, опирающихся на бизнес-модель существующей продовольственной системы, но такие препятствия не являются неустранимыми. Технологии, стимулирующие внедрение и распространение устойчивых методов управления, опираются на подходы и организации, расширяющие возможности населения. Благоприятные условия способствуют принятию коллективной ответственности за регулирование нежелательных компромиссов для достижения баланса между экономическим развитием и экологической устойчивостью. Может показаться, что такие вопросы, как процессы участия, права землевладения и гендерное равенство, далеки от технических деталей управления почвами или цепочек поставок, но именно они имеют важнейшее значение для общего успеха массового внедрения подобных методов. Ниже приведены некоторые из наиболее важных элементов.

1. Привлечение к участию заинтересованных сторон: ландшафтный подход может поспособствовать примирению сторон с разными точками зрения и гарантировать, что земельные ресурсы не рассматриваются исключительно с утилитарных или финансовых позиций, а управление осуществляется с учетом косвенных или нематериальных экосистемных услуг, обеспечивающих культурную самобытность и жизнеспособные перспективы для сектора сельского хозяйства, и необходимости защищать многочисленные функции земельных ресурсов. Наиболее важными считаются следующие несколько элементов.

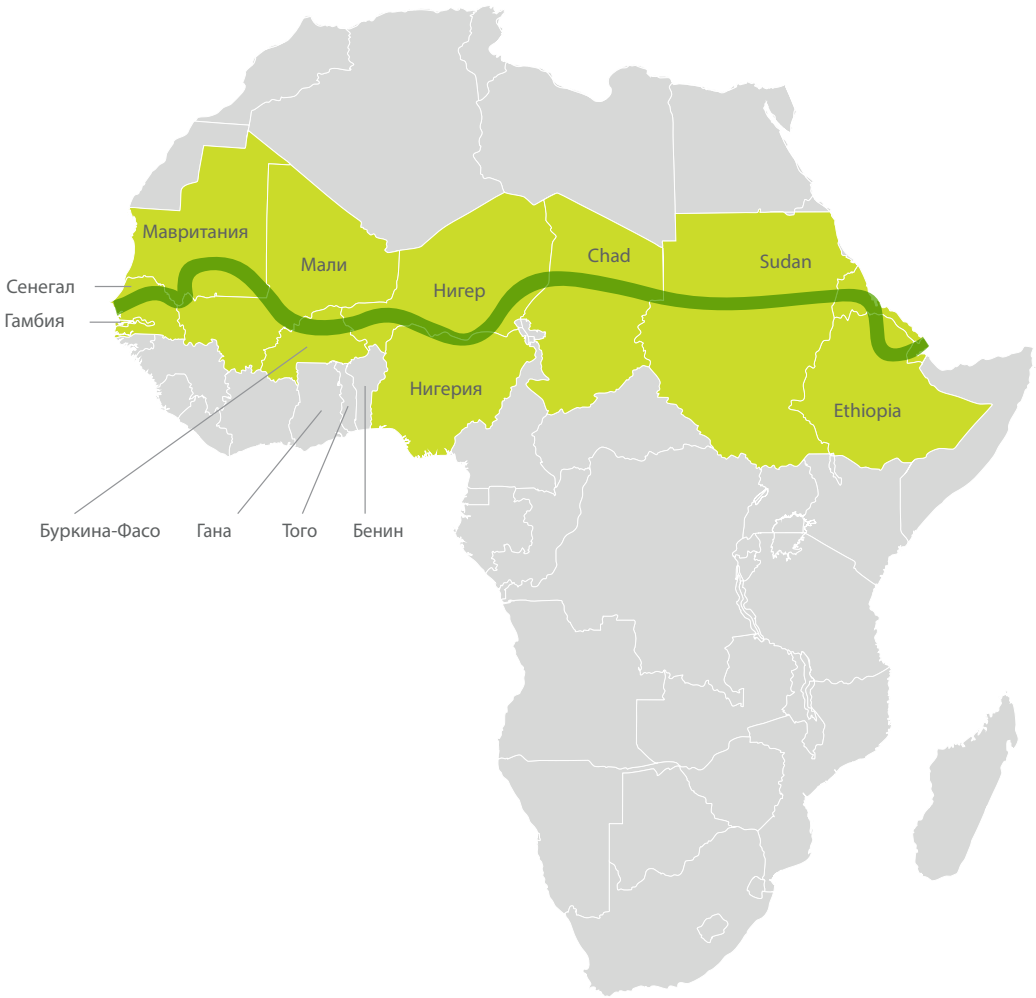
- Обсуждение компромиссов и развитие уважаемых структур и организаций, и к работе с которыми готовы все заинтересованные стороны. Это могут быть уже существующие механизмы, например, органы местного самоуправления, традиционные общинные советы, религиозные или фермерские организации, а также механизмы, специально созданные для расширения масштабов охвата.
- Устранение неравенства в отношении прав землевладения, пола, прав доступа, дохода и социальной справедливости. Устойчивое управление в долгосрочной перспективе зависит от каждого, кто заинтересован в решении проблем и пользуется уважением. Права религиозных и культурных меньшинств, а также права женщин и детей обычно требуют особого внимания.
- Обеспечение для сельского сектора жизнеспособных перспектив, таких как доступ к рынкам, энергетическим ресурсам и инфраструктуре. Результатом трансформации сельского сектора является появление более крупных и консолидированных земельных владений и вытеснение мелких фермеров.
- Признание более широких потребностей: земля не является исключительно биофизическим ресурсом; она также связана со многими историческими, культурными, эмоциональными и духовными ценностями, и чувством причастности.
- Решение проблем, связанных с моральными и этическими императивами: существуют мощные этические аргументы в пользу того, что человечество не имеет права допускать уничтожение видов и экосистем.

Блок 11. Создание «Великой зеленой стены» в Африке

Уже в 1980-х годах Тома Санкара, тогдашний президент Буркина-Фасо, предложил возобновить озеленение саванны Сахель. В 2007 году *инициатива создания «Великой зеленой стены» в Сахаре и Сахеле* была принята Африканским союзом. Эта инициатива представляет собой согласованную региональную стратегию,[101] направленную на создание мозаики продуктивных озелененных ландшафтов в Северной Африке, Сахеле и на Африканском роге. Фермеры должны управлять процессом естественного восстановления лесов, сельскохозяйственных земель и лугопастбищных угодий. В тех случаях, когда деградация является серьезной, требуется активное восстановление с привлечением общин к процессу отбора аборигенных видов. «Великая зеленая стена», которая обеспечит поддержку для 232 млн. людей, будет проходить через засушливые и полузасушливые зоны к северу и югу от Сахары и представлять собой пояс шириной 15 км и длиной 7775 км, тянущийся от Дакара до Джибути; площадь основной части этого пояса составит 780 млн. гектаров. Ежегодно придется восстанавливать около 10 млн. гектаров.[102] Цель создания этой стены состоит в устранении последствий деградации земельных ресурсов к 2025 году и трансформации земель на региональном уровне к 2050 году.

Многие изменения уже реализованы:[103,104]

- Эфиопия: восстановлено 15 млн. гектаров деградированных земель, улучшено состояние водосборных бассейнов, усилена безопасность землевладения; применяются стимулы, способствующие привлечению общин.
- Буркина-Фасо, Мали и Нигер: около 120 общин участвует в возобновлении озеленения; высажено более 2 млн. семян и саженцев 50 аборигенных видов.
- Нигерия: восстановлено 5 млн. гектаров, включая 319 км ветрозащитных насаждений; создано 20 000 рабочих мест. В северной части Нигерии 5000 фермеров прошли подготовку по восстановлению земель; более 500 молодых людей получили работу лесных сторожей.
- Сенегал: высажено 11,4 млн. деревьев; 1500 км противопожарных ограждений; 10 000 гектаров земель, где применяется содействие естественному возобновлению растительности; в целом восстановлено 24 600 гектаров деградированных земель.
- Судан: 2000 гектаров восстановленных земель.



Блок 12. «Великая зеленая стена» в Китае

Пустыни занимают почти пятую часть всей территории Китая, при этом большей части территории, особенно сухим районам западной части Китая, которая также относится к числу беднейших регионов, угрожает риск опустынивания. Жизнеобеспечение 400 млн. человек находится под угрозой или страдает от деградации земель и расширяющихся пустынь. Быстрая индустриализация и урбанизация поглотила сельскохозяйственные угодья, что усугубляет и без того серьезную проблему. Добыча древесины сделала земли уязвимыми для вторжения песков. Длительная засуха в северо-западной части Китая сделала ситуацию еще более серьезной, усилив пылевые и песчаные бури.

С 1978 года *«Великая зеленая стена»* из деревьев, кустарников и трав воздвигалась в пустыне Кубуки для защиты северных городов; она обошлась в 6,3 млн. долларов США и замедлила опустынивание, сократив его примерно с 3400 км^2 в год в 1990-х годах до 2000 км^2 в год с 2001 года. Согласно результатам правительственного исследования, к 2010 году было восстановлено 12 452 км^2 подверженных опустыниванию земель, хотя в некоторых районах опустынивание усилилось.[105]

Пустыня Кубуки — это одна из самых влажных пустынь во всем мире; песок относительно влажный уже на глубине 20 см. Саженцы тополей и ив в провинции Синьцзян защищаются деревянными рамами, утопленными в песок, а их корни помогают стабилизировать мигрирующие дюны. Местные фермеры, которые раньше относились к этой инициативе скептически, теперь поддерживают восстановление.[106] Тем не менее, опустынивание остается серьезной проблемой, а восстановление оказывается успешным не во всех случаях.[107] Как правило, высадка саженцев и семян осуществлялась с применением монокультур неаборигенных видов, и многое из высаженного погибло; одна вспышка активности вредителей убила миллиард тополей.[108] Для полной реализации амбициозных планов необходимы стратегические изменения.

2. Права землевладения и гендерное равенство. Неэффективное управление землепользованием является основным препятствием для планирования и реализации устойчивого развития; это может привести к деградации земель и усилить конфликты, касающиеся использования земельных ресурсов. Верно и обратное: защита прав на ресурсы и землевладение способствует внедрению устойчивых методов управления земельными ресурсами. Проблема защиты прав землевладения до сих пор существует во всем мире, хотя многие страны полностью перестроили свои правовые и нормативные модели управления земельными ресурсами, во многих случаях обеспечив согласованность современных прав, выраженных в законодательных актах, с обычными правами.

Во многих развивающихся странах для защиты таких прав мелких фермеров, сельских общин, коренных народов и женщин необходимы более эффективные политические и правовые реформы. В некоторых случаях это включает предоставление традиционным и обычным землепользователям возможностей в рамках формальных систем управления земельными ресурсами для укрепления их уверенности в отношении долгосрочных инвестиций в земельные участки. Обеспечение для женщин и мужчин равных прав на владение и использование имущества является краеугольным камнем социального, политического и экономического прогресса.

Широко признается, что женщины играют решающую роль в сохранении и управлении земельными ресурсами. Несмотря на то, что права женщин на землевладение подтверждаются конституциями и законами некоторых стран, в большинстве развивающихся стран преобладание патриархальных систем отводит женщинам статус меньшинств, в результате чего женщины получают доступ к землям и связанным с ними ресурсам только через своих супругов или родственников мужского пола. Такая система первичного (для мужчин) и вторичного (для женщин) доступа к земельным ресурсам, в результате которой сельские женщины страдают от незащищенности прав землевладения, влияет на то, как мужчины и женщины управляют природными ресурсами лично и в составе общин.

Земля является важнейшим ресурсом для женщин, в частности, в ситуациях, когда они становятся главами домашних хозяйств (это может происходить в результате миграции, ухода, развода или смерти мужчин). И в городских, и в сельских условиях обеспечение безопасности прав собственности для женщин может в корне изменить ситуацию, поспособствовав переходу от зависимости от поддержки семьи к возможности формировать жизнеспособное и самостоятельное домохозяйство, возглавляемое женщинами. Аналогичным образом обеспечение прав женщин на землю на этапе заключения брака может позволить им предъявлять более высокие требования в отношении распоряжения имуществом в случае развода или смерти мужа.[110]

Рисунок 4. Административные обязанности в отношении земельных ресурсов для устойчивого развития: скопировано из[109]

© Юсуф Ахмад (Yusuf Ahmad)/ICRAF

Блок 13. Расширение прав и возможностей женщин и мелких производителей в перуанском Альтиплано[111]

Перуанское Альтиплано — это один из беднейших районов мира. Нестабильность климата, большая высота над уровнем моря, фрагментированность земельных участков и ограниченный доступ к рынкам и финансовым ресурсам обусловливают существование очень разнообразных и сложных фермерских хозяйств, основывающихся на выращивании картофеля и системах животноводства с низкой продуктивностью; главной целью таких хозяйств является минимизация уязвимости продовольственных систем и связанных с климатом рисков. Сельское хозяйство включает небольшие земельные участки, находящиеся в семейном владении, и общинные земли и обеспечивает средний годовой доход, составляющий 517 (±183) долларов США на душу населения.

Для увеличения продуктивности фермерских хозяйств и семейного дохода, а также снижения уязвимости за счет повышения устойчивости сельскохозяйственных систем к внешним воздействиям был использован интегрированный системный подход; для организации цепочек создания стоимости для выращивания киноа, молочного животноводства и разведения форели было отобрано три вида работ. В работе участвовало 120 сельских общин; были выбраны передовые методы, учитывающие климат, человеческие и природные ресурсы региона, а также конкурентные преимущества вариантов производства, основанных на совершенствовании рыночных возможностей, увеличении дохода и расширении прав и возможностей женщин. Важнейшими факторами, способствующими увеличению масштабов охвата, стали представители организаций групп производителей, техническая поддержка, расширение доступа к рынкам за счет продуктов с добавленной стоимостью, участие общественности, доступность кредитов для инвестиций в производственную деятельность и диверсификация источников средств к существованию.

Производителям было предложено выделять больше ресурсов для киноа, раньше являвшегося низкоприоритетным с точки зрения потребления. В органическом производстве киноа приняли участие 1175 семей, получивших поддержку в виде контролируемых кредитов, а также помощь на этапах обработки и сбыта. В результате расширения посевных площадей, повышения урожайности и увеличения объемов экспорта чистый годовой доход семей от выращивания киноа вырос с 72 до 700 долларов США за период с 2006 по 2011 год. Производство молочной продукции существенно увеличилось благодаря добавлению фуража и других кормов, а также небольших объемов силоса. На 14 фабриках по производству сыров годовой доход семей от молочной продукции вырос с 29 до 767 долларов США к 2011 году; сами фабрики получили средний годовой доход, составивший 3328 долларов США на участвующую семью.

В рамках проекта также были отобраны 84 семьи, разделенные на 7 групп; этим семьям обеспечили обучение и предоставили кредиты для запуска хозяйств по выращиванию форели. Доля участвующих в проекте женщин составляла около 50%. Группы занимались планированием и управлением производственным процессом, выстраиванием базовой инфраструктуры, стандартизацией продукции, управлением производственными издержками и сбытом своей продукции на рынках. За 5 лет эти хозяйства произвели 4421 тонну форели, валовая стоимость которой превысила 11 млн. долларов США. Ежегодный доход на одну участвующую семью составил от 784 до 7788 долларов США.

Права землевладения являются важным фактором, влияющим на планирование землепользования, с учетом того факта, что отдельные варианты землепользования могут заранее предопределять диапазон потенциальных пользователей и наоборот — в ситуациях, когда вид прав землевладения или режим управления сужает выбор вариантов землепользования. Планирование землепользования, в свою очередь, может способствовать совершенствованию управления, стимулируя следующие действия.

Политические и правовые модели. Политические и правовые реформы необходимы для обеспечения безопасности прав землевладения и прав на ресурсы для мелких фермеров, женщин и сельских общин. Это включает земельные политики и законы, ориентированные на интересы малоимущих и обеспечивающие механизмы защиты и исполнения прав землевладения, позволяя мелким фермерам применять законодательство. Земли часто принадлежат «общинам»; это может включать различные этнические группы и типы землепользователей, поэтому при определении прав на землю часто необходимо учитывать традиционные системы управления и инструменты ведения переговоров.

Разрешение конфликтов или споров: характер и масштабы конфликтов должны выясняться до вмешательства. Решения должны быть осуществимыми и подкрепляться судебными заключениями. Велика вероятность того, что механизмы разрешения конфликтов окажутся эффективными только в том случае, если население будет считать их легитимными. Также необходимо предоставлять средства для размещения проигравших в споре или конфликте.

Перераспределение. Следует определить схемы доступа и распределения земельных ресурсов, а также источники доступных земель в ситуациях, когда распределение является приемлемым вариантом. Арендные рынки должны быть доступны для всех, включая представителей коренных народов и женщин. При необходимости перераспределение земель должно сопровождаться прозрачной процедурой предоставления прав землевладения и поддерживаться планированием и обеспечением инфраструктуры сельских районов.

Управление земельными ресурсами. В целом необходимо повысить эффективность систем управления земельными ресурсами, в частности, за счет следующих мер:

- создание систем для регистрации и закрепления существующих прав, предоставление кадастровых услуг, совершенствование землеустройства и создание потенциала в местных общинах для поддержки идентификации и управления (включая регистрацию) обычными правами;
- формализация и защита сделок с землей, а также регулирование земельных рынков;
- учреждение простых и справедливых процедур для сделок с землей и их формальной регистрации; разработка механизмов регулирования земельных рынков (с обеспечением приоритетных прав для местных общин, предоставлением местным органам возможности определять правила продажи земель лицам, не являющимся членами общин, и пр.); поддержание топографических информационных систем и проведение регулярных курсов обучения по оценке стоимости земельных участков.

3. Стабильные инвестиции и устойчивая инфраструктура.
Обеспечение стабильного потока инвестиций посредством долгосрочных и предсказуемых механизмов финансирования является необходимым условием, но для устойчивого управления земельными ресурсами в масштабах ландшафтов этого недостаточно. Часто для повышения продуктивности и сокращения неэффективного и нерационального расходования природных ресурсов необходима соответствующая инфраструктура, например, рынки кредитов или транспортные и энергетические системы. Государственный сектор должен играть ведущую роль в обеспечении инфраструктуры сельских районов, а в некоторых случаях — и услуг по распространению знаний и опыта, необходимых для стимулирования или обеспечения постоянных инвестиций государственного сектора в устойчивое управление земельными ресурсами.

Блок 14. Формы землевладения для обладателей обычных прав в Уганде[112]

В Касезе, одном из районов Уганды, обычные права землевладельцев защищались посредством вынесения судебных заключений, демаркации и регистрации «обычных» земель. Ранее обладатели обычных прав не чувствовали себя защищенными и не стали бы инвестировать в земельные ресурсы из-за страха выселения. Для осуществления Добровольных руководящих принципов ответственного регулирования вопросов владения и пользования земельными, рыбными и лесными ресурсами (VGGT) Продовольственная и сельскохозяйственная организация (FAO) поддержала выпуск Сертификатов об обычной собственности (CCO) для обладателей обычных прав, включающих мужчин и женщин. Это предусматривало: адаптацию программного обеспечения VGGT «Open Tenure» в соответствии с правовыми и политическими требованиями Уганды; подготовку и развитие потенциала персонала в районе, а также в местных земельных комитетах с привлечением студентов из Университета Макерере; задействование и мобилизацию общин; полевые работы для вынесения судебных заключений и демаркации земельных прав; а также обработку и загрузку данных на серверы общин. Прямые выгоды от этой инициативы получили 5000 домашних хозяйств, охватывающих порядка 30 000 человек, в том числе женщин и маргинализированных лиц, которые теперь могут пользоваться преимуществами усовершенствованной системы защиты прав землевладения. Кроме того, были отмечены существенное сокращение связанных с землей конфликтов между бенифициарами и увеличение возможностей для доступа к капиталу и планированию в этом районе.

© Эйк Мэмо (Ake Mamo)/ICRA

Для устойчивого управления ландшафтами и обеспечения соответствующей инфраструктуры необходимо, чтобы ресурсы были защищенными. Это повлечет за собой структурирование инвестиций в рамках более широкой социально-экономической модели, гарантирующей больший объем социальных преимуществ и одновременно обеспечивающей обоснованные частные преимущества, включая доступ к кредитованию и рынкам:

- новое поколение расширяющих возможности общественно-государственных политик, отражающих как общественные, так и частные выгоды и направленных на ограничение или прекращение нерациональных методов, либо методов, имеющих серьезные экологические или социальные издержки, с одновременной поддержкой более экологически рациональных альтернатив;
- достижение большего баланса между нуждами потребителей и производителей в цепочках создания стоимости;
- направление инвестиций в более экологически рациональные продукты, предполагающие менее интенсивное использование земельных ресурсов и представляющие ценность с социальной и экономической точек зрения.

Блок 15. Индия принимает первую в мире национальную политику в области агролесничества[113]

В 2014 году Индия стала первой в мире страной, принявшей национальную политику в области агролесничества, которая стимулирует методы одновременного выращивания деревьев, сельскохозяйственных культур и домашнего скота на одном земельном участке. Фермеры на протяжении нескольких поколений выращивали деревья на своих участках, чтобы поддерживать состояние почвы, а также обеспечивать поставки продовольствия, древесины и топлива. Но применение методов агролесничества в Индии резко сокращалось в последние десятилетия. Агролесничество обладает потенциалом для обеспечения экологической рациональности в сельском хозяйстве с одновременной оптимизацией его продуктивности. Новая политика направлена на координирование, совмещение и организацию взаимодействия между различными элементами агролесничества, распределенными по многочисленным существующим миссиям, программам и схемам под руководством различных министерств — сельского хозяйства, развития сельских районов и окружающей среды. Эта политика будет внедряться через интегрированные миссии или комитеты по агролесничеству. Помимо прочего, в этой политике говорится о безопасности прав землевладения, содействии исследованиям, наращивании потенциала, а также поощрении участия отраслей, занимающихся производством продукции агролесничества и предлагающих инициативы для фермеров.

Блок 16. Инвестирование в сельскохозяйственные культуры, богатые растительным белком[114]

Растительные диеты и искусственное мясо становятся все более популярными среди благополучных городских потребителей (главным образом по соображениям здорового образа жизни и охраны окружающей среды); поэтому ряд крупных многонациональных продовольственных корпораций учредил венчурные инвестиционные фонды для поддержки новаторских форм производства белка и продуктов питания. Такие фонды предназначены для увеличения воздействия на быстро растущий сегмент рынка белка и занимающихся продуктами питания предпринимателей, концентрирующих свои усилия на разработке продуктов и технологий, которые помогут изменить существующую продовольственную систему. Одним из примеров является веганский «Невероятный бургер» *(«Impossible Burger»)*, на производство которого по сравнению с мясным бургером затрачивается на 95% меньше земельных ресурсов и на 74% меньше водных ресурсов, а также приходится на 87% меньше выбросов парниковых газов; кроме того, такие бургеры не содержат гормонов, антибиотиков и искусственных ингредиентов. Отчетливый железистый мясной вкус таких бургеров связан с добавлением гема, молекулы, которая в высокой концентрации присутствует в крови животных и извлекается из корней бобовых растений.[115]

Компания Tyson Foods организовала венчурный инвестиционный фонд с капиталом 150 млн. долларов США, чтобы дополнить свои существующие инвестиции и сосредоточиться на компаниях, разрабатывающих передовые технологии и бизнес-модели, таких как Beyond Meats — компания, производящая гамбургеры, курицу и другие традиционные мясные продукты из овощей с высоким содержанием белка. Аналогичным образом компания General Mills учредила фонд, который приобрел фьючерсные позиции в начинающих компаниях, таких как Kite Hill — альтернативная молочная компания, производящая йогурт, рикотту и даже сливочный сыр из орехового молока. Компания Campbell Soup инвестировала 125 млн. долларов США в компанию Acre Venture Partners, которая выпустила первый раунд привилегированных акций на сумму 10 млн. долларов США для компании Back to the Roots, производящей выращиваемые на дому грибные наборы и органические хлопья. Компания Kellogg учредила фонд с капиталом 100 млн. долларов США, предназначенный для инвестирования в перспективные марки продуктов питания, которые используют новые ориентированные на потребителя технологии, способные обеспечить долгосрочные возможности для обоюдного роста, например, в марку Rhythm Superfoods, которая производит закуски из капусты, свеклы, брокколи, семян и орехов. Согласно данным Dow Jones VentureSource, предприятия венчурного капитала инвестировали 420 млн. долларов США в продовольственные и сельскохозяйственные компании за первые три квартала 2016 года. В 2015 году эти инвестиции составили в общей сложности около 650 млн. долларов США.

© Пабло Гарсия Салдана (Pablo Garcia Saldana)

Блок 17. Управляемое фермерами естественное возобновление в Африке[116]

В настоящее время предпринимаются усилия, направленные на естественное возобновление сельскохозяйственных территорий на фермах, а также на высаживание деревьев для формирования новых систем агролесничества в 17 странах Африки и нескольких странах Азии. Естественное возобновление является менее дорогостоящим, чем высаживание деревьев, и может быстрее принести результаты. В периоды дефицита финансов это весомые аргументы в пользу необходимости уделять особое внимание естественному возобновлению. Но для расширения охвата таких систем и преобразования участков десятков миллионов беднейших фермеров требуется активизация усилий. Ускоренное распространение существующих успешных методов естественного восстановления станет уверенным шагом вперед. Это поможет достичь амбициозных целей в отношении восстановления, реализовать которые при помощи традиционного подхода, ограниченного проектами по высадке деревьев, невозможно. Если не создать условия, при которых землепользователи будут готовы инвестировать свои ограниченные ресурсы в защиту и управление деревьями на фермах и за их пределами, то битва с изменением климата, деградацией экосистем, голодом и недоеданием будет проиграна.

Вопрос о необходимости расширения передовых методов и их переноса в процессы устойчивого управления земельными ресурсами массово обсуждается, но проекты редко планируются с учетом стратегии расширения. Такие проекты могут располагать бюджетом для посещения фермеров с целью ознакомления, но не для радиопередач, которые способны охватить многочисленные фермерские хозяйства. Большая часть шагов, предлагаемых для расширения масштабов охвата, предполагает лишь скромное финансирование, но все эти шаги требуют терпения, настойчивости, творческого подхода и примера местных новаторов.

Блок 18. Один фермер запускает широкомасштабную инициативу по восстановлению в Южной Африке[123]

Интенсивное разведение коз привело к деградации более 1,5 миллиона гектаров субтропических кустарниковых зарослей в Восточно-Капской провинции Южной Африки, результатом чего стало возникновение на месте этих территорий открытых пустынеподобных ландшафтов с температурой поверхности, достигающей 70 °C. Сокращение или потеря практически всех экосистемных услуг, обеспечиваемых этими кустарниковыми зарослями, привели к уменьшению доходов фермеров и упадку местной экономики. Вопрос состоял в том, как восстановить функциональность этой экосистемы с целью извлечения максимума экологических и экономических преимуществ.

В начале 1970-х годов владелец животноводческой фермы, проживающий в окрестностях Эйтенхахе, предпринял один маленький, но важный шаг для решения этой проблемы. Он выстроил у подножья деградированного склона амбар, который затопляло каждый раз, когда шел дождь. Фермер решил попытаться восстановить поверхность склона, снова превратив ее в густые кустарниковые заросли, чтобы увеличить захват дождевой воды и предотвратить затопление его амбара. Вместе с другими фермерами он приступил к восстановлению кустарникового покрытия, используя черенки местного суккулентного дерева — слоновьего кустарника *(Portulacaria afra);* это привело к повышению качества почвы и увеличению запасов углерода, а кормовая продуктивность этой территории для животных и доходы возросли в 10 раз.

Основываясь на результатах этих передовых фермеров и скотоводов, правительство Южной Африки решило инвестировать средства в крупномасштабное восстановление деградированных кустарниковых зарослей. Была учреждена Программа восстановления субтропических кустарниковых зарослей (Subtropical Thicket Restoration Programme), в рамках которой за период с 2004 по 2016 год было потрачено около 8 млн. долларов США. Фермеры, управляющие резервами, правительственные должностные лица и ученые объединили свои силы, чтобы понять, как повысить эффективность усилий по восстановлению. На сегодняшний день саженцами слоновьего кустарника покрыто более 10 000 гектаров природных заповедников, частных земель и территорий Национального парка слонов Аддо. Также был проведен большой эксперимент, который охватывал более 300 гектаров земель, протянувшихся примерно на 1000 км. И все это началось с одного фермера.

Рисунок 5. Пошаговая модель для расширения масштабов охвата передовых методов: адаптированные данные, взятые из[119]

Расширение масштабов охвата модели прекращения и устранения последствий деградации земельных ресурсов[117]

Теоретически успешные мелкомасштабные проекты можно трансформировать в более широкие изменения на практике, но опыт показывает, что сделать это достаточно трудно. Мировой обзор подходов и технологии в области сохранения природных ресурсов (World Overview of Conservation Approaches and Technologies, WOCAT)[118] — это общемировая сеть, созданная для поддержки нововведений и процессов принятия решений в области устойчивого управления земельными ресурсами. Правильное представление о том, почему отдельные нововведения оказываются особенно успешными, и поиск наиболее эффективных способов расширения масштабов охвата таких успешных нововведений имеют важное значение для обеспечения экологической рациональности. Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что многим пилотным и демонстрационным проектам для достижения успеха в более широких масштабах часто не хватает важнейших элементов, таких как взаимодействие с заинтересованными сторонами, конструктивные особенности или технические возможности. На Рисунке 5 обобщенно представлены некоторые из важнейших шагов по переводу методов устойчивого управления земельными ресурсами с местного на национальный и интернациональный уровень.

Для расширения масштабов охвата методов устойчивого управления земельными ресурсами необходимо начать с анализа, выявляющего биофизические, социальные или административные ограничения (этап 1). Рекомендуется применять всеохватывающие процессы для привлечения всех заинтересованных сторон к принятию решений в отношении управления земельными ресурсами на основе коллективной оценки экологических, социальных, экономических, технологических и политических условий и выявления основных факторов, приводящих к деградации (этап 2). Затем следует четко определить текущие масштабы деградации земель с точки зрения как биологической, так и экономической продуктивности (этап 3).

Следующий этап — это анализ потенциальных вариантов управления с использованием таких критериев, как совершенствование отбора сельскохозяйственных культур или повышение продуктивности биомассы, экономические выгоды/издержки и степень социальной и культурной приемлемости (этап 4). Параллельно следует определиться с приоритетами в отношении вариантов устойчивого управления земельными ресурсами и их потенциальных масштабов, основываясь на продемонстрированных ранее успехах или местных благоприятных факторах (этап 5). Необходимо создать следующие экспериментальные проекты и демонстрационные участки (этап 6), опираясь на четкое представление о том, масштабы охвата каких элементов требуется расширять, а также о том, какое финансирование необходимо (например, финансирование технологий, процессов или организационных мероприятий).

© Майкл Цегай (Michael Tsegaye)/GIZ

Важное значение имеют обмен информацией, обучение по принципу «от равного к равному» и налаживание партнерских отношений (этап 7), включая установление порядка назначения или распределения ролей между различными заинтересованными сторонами (например, фермерами, неправительственными организациями, органами распространения знаний и опыта, частным сектором, административными единицами, финансирующими и исследовательскими организациями). И наконец, необходимы процедуры и протоколы для мониторинга и оценки, обеспечивающие обратную связь в отношении заинтересованных сторон и адаптивных мер управления (этап 8).

Определение наличия надежной основы для успешного расширения масштабов охвата во многом зависит от имеющихся данных. Это может включать новаторские методы с минимальными объективными доказательствами; перспективные методы с единичными отчетами; модели, приведшие к положительным результатам в нескольких случаях; передовые методы с четкими доказательствами в отношении многочисленных случаев; лучшие методы с доказательствами положительных результатов в различных условиях; или проверенные стратегические принципы.[120] Во многих ситуациях подобные нововведения стимулируют лидеры, которые смогли получить крайне необходимую социальную, политическую и финансовую поддержку. Эта модель также признает важность механизмов расширения масштабов охвата практик устойчивого управления земельными ресурсами, предусматривающих участие множества заинтересованных сторон; такие механизмы могут использоваться как основа для дальнейшего внедрения и применения новаторских методик, выходящих за пределы простого расширения масштабов охвата отдельных мер.[121]

Научные достижения и традиционные знания играют важнейшую роль в понимании того, какие условия (например, биофизические, социально-экономические, политические и финансовые) увеличивают вероятность реализации, расширения и поддержания конкретных вариантов, таких как сохранение сельского хозяйства или агролесничества.[122] Это может помочь избежать разочарований, связанных со многими проектами развития, которые прошли определенный этап и не контролировались в дальнейшем, что привело к прекращению поддержки, поскольку предполагалось, что такие проекты должны функционировать в условиях самообеспечения. В сочетании с комплексными национальными моделями достижения нейтрального уровня с точки зрения деградации земельных ресурсов, направленными на реализацию преобразовательных проектов, эта модель может способствовать дальнейшему приведению в соответствие стимулов для получения краткосрочных частных и локальных преимуществ, часто в рамках одного урожайного сезона, и стимулов для получения долгосрочных общественных и более широких преимуществ.

ВЫВОДЫ: ОСМЫСЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВ

В озлобленном, нестабильном и все более опасном мире получение права управления земельными ресурсами должно стать главным приоритетом для каждого, если человечество хочет не выживать, а процветать. Многочисленные методы и меры, представленные в этом обзоре, служат своевременным напоминанием о проверенных экономически целесообразных стратегиях реагирования, которые позволят обеспечить успешное и более стабильное будущее, основанное на правах, вознаграждениях и ответственности.

В первом издании *«Глобальной перспективы»* дается обзор состояния общемировых земельных ресурсов, рассматриваются некоторые тенденции и предлагается повестка дня для принятия мер, в корне меняющая ситуацию для тех, кто управляет земельными ресурсами. При подготовке этого издания были намечены некоторые ключевые темы, но многие вопросы по-прежнему остаются без ответа. В истории есть масса примеров неожиданных кардинальных перемен: это изобретения, разрушения экосистем, а также очевидные и тривиальные вещи, такие как изменение вкуса и моды, которые внезапно реформируют или полностью разрушают существующие промышленные, коммерческие или сельскохозяйственные системы. Суть подобных явлений такова, что их трудно предсказать. Ниже представлены некоторые важнейшие вопросы, которые, по нашему мнению, могут радикально изменить направление землепользования в ближайшие годы и десятилетия.

Выживут ли мелкие фермеры?
В настоящее время существует более миллиарда мелких фермеров. Текущие тенденции позволяют предположить, что многие, если не все, мелкие фермеры исчезнут в результате волны консолидации в более крупные и прибыльные предприятия. Являются ли такие изменения неизбежными? Захотят ли люди продолжать заниматься сельским хозяйством на нескольких гектарах земли, когда появятся другие возможности? Появятся ли новые рабочие места в новых секторах экономики или потеря таких участков приведет к нищете? Если мелкое сельское хозяйство выживет, оно будет нуждаться в положительных подкреплениях и поддержке на уровне государственных политик, выбора потребителей и служб по распространению знаний и опыта. Будущее остается крайне неопределенным.

Каковы перспективы генетически модифицированных сельскохозяйственных культур?
Представители отрасли и некоторые правительства полагают, что такие культуры имеют решающее значение для сельского хозяйства. Опыт в Южной Азии и Африке представляет собой совершенно другую историю и указывает на неоправдавшиеся ожидания в отношении генетически модифицированных сельскохозяйственных культур. Итак, генетически модифицированные сельскохозяйственные культуры действительно приносят сельскому хозяйству многочисленные преимущества или нам лучше полагаться на старые способы селекции растений и животных? В рамках проекта по выведению засухоустойчивого маиса в Африке было выведено 153 новых сорта для повышения урожайности в 13 странах. Разнообразие генетически модифицированных сортов соответствующих культур шагнуло по меньшей мере на 10 лет вперед.[123]

© Нил Палмер (Neil Palmer), CIAT

Станет ли крупномасштабный переход к менее интенсивным с точки зрения применения химических препаратов производственным системам причиной продовольственного кризиса?

Сможет ли органическое сельское хозяйство снабжать мир продовольствием?
Подойдут ли для решения этой задачи какие-либо другие менее интенсивные методы сельскохозяйственной деятельности? Многие фермеры убеждены, что интенсивное применение искусственных пестицидов и удобрений имеет важное значение для увеличения производства; в развивающихся странах фермеры, практикующие органическую сельскохозяйственную деятельность, часто используют химические препараты, если они могут себе это позволить. Станет ли крупномасштабный переход к менее интенсивным с точки зрения применения химических препаратов системам причиной продовольственного кризиса? Органически производимые продукты питания, напитки, пищевые добавки, косметика и другие товары для дома представляют быстро растущий рынок в развитых странах и пользуются все большей популярностью у среднего класса в развивающихся странах. Пока еще слишком рано говорить о том, останется органическое сельское хозяйство нишевым рынком или станет основным мировым источником продовольствия.

Что нужно делать с захватами земель? Международные захваты земель привлекают массовое внимание, но богатые элиты, присваивающие земли в своих собственных странах, являются еще одной, возможно, даже более крупной проблемой. Оба метода имеют серьезные социальные и политические последствия, поскольку общины вытесняются со своих территорий без каких-либо компенсаций и лишаются средств к существованию. Является ли это неизбежным с учетом того факта, что богатые страны стремятся принять меры на случай дефицита ресурсов в будущем? Такие проблемы сложно разрешить с помощью правовых инструментов; во многих случаях подобные захваты осуществляются с помощью полузаконных или незаконных средств. Смогут ли страны и корпорации подать пример, приняв соответствующие решения об аренде и покупке?

В чем заключается роль частного сектора?
Многие негативные последствия использования земельных ресурсов были отнесены на счет различных аспектов современного сельского хозяйства, базирующегося на модели агробизнеса, которая активно субсидируется в том смысле, что не платит за издержки для общества, связанные с такой деятельностью. Тем не менее, многие предприятия прилагают все усилия для решения проблемы экологической рациональности посредством сертификации, политики закупок и других методов. Какое влияние — положительно или негативное — будет оказывать данная отрасль на решение проблемы деградации земель и достижение целей в области устойчивого развития? Какие экономические стимулы или налоговые меры помогут сдвинуть чашу весов в сторону экологической рациональности?

Что произойдет в случае масштабного распространения альтернативных источников белка?
Вкус некоторых заменителей мяса уже практически неотличим от настоящего; через несколько лет отличие исчезнет, а альтернативные источники белка станут менее дорогостоящими во многих отношениях. Их производство не требует бесчеловечного обращения с животными, характерного для промышленного производства мяса. Количество вегетарианцев и веганов быстро растет; новое поколение растительных продуктов, не уступающее мясу по вкусу и питательности, может трансформировать значительную часть продовольственной системы всего за несколько десятилетий. Сочетание более низких цен на местные, органические и соответствующие принципам этичной торговли продукты и сокращения объемов выброса/потерь пищевых продуктов увеличивает вероятность существенного сокращения спроса на земельные ресурсы.

Смогут ли развивающиеся технологии и нововведения достигнуть желаемых масштабов?
Как правило, традиционные технологии дешевы и эффективны, но сможет ли современная наука произвести переворот и добиться применения таких технологий в более широких масштабах? Водяные башни Варка просто используют гравитацию, конденсацию и испарение для сбора питьевой воды из атмосферы (т. е. дождя, тумана и росы). Подобные нововведения, разработанные и управляемые общинами, могут изменить ситуацию на местном уровне. Система Валлерани основывается на посеве семенами рассадных растений (аборигенных видов кустарников и деревьев), но для расширения масштабов охвата этой системы требуются применение техники полукруговых плотин для сбора воды и механизация традиционных методов «zaï»: каждый трактор позволяет реабилитировать приблизительно 1500 – 2500 га земли в год. Возникает вопрос о том, сможем ли мы аналогичным образом восстановить большие участки лесов при помощи беспилотных летательных аппаратов. Сможет ли точное земледелие решить проблему нехватки урожаев и одновременно защитить водные ресурсы и биологическое разнообразие? Существует множество нерешенных вопросов, и ожидается, что второе издание *«Земельные ресурсы: всемирный обзор»* сможет ответить на некоторые из них.

БИБЛИОГРАФИЯ

1 Foley, J.A. 2017. Living by the lessons of the planet. Science **356** (6335): 251-252.

2 UNCCD. 2015. Integration of the sustainable development goals and targets into the implementation of the United Nations Convention to Combat Desertification and the Intergovernmental Working Group on land degradation neutrality. Decision 3/COP12.

3 Orr, B.J., Cowie, A.L., Castillo Sanchez, V.M., Chasek, P., Crossman, N.D., Erlewein, A., Louwagie, G., Maron, M., Metternicht, G.I., Minelli, S., Tengberg, A.E., Walter, S., and Welton, S. 2017. Scientific Conceptual Framework for Land Degradation Neutrality. A Report of the Science-Policy Interface. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn. http://www2.unccd.int/sites/default/files/documents/LDN%20Scientific%20Conceptual%20Framework_FINAL.pdf

4 UNCCD. 2016. Achieving Land Degradation Neutrality at a Country Level: Building blocks for LDN target setting. UNCCD, Bonn.

5 UNCCD. 2017. Scaling up Land Degradation Neutrality Target Setting: From lessons to actions: 14 pilot countries' experiences. UNCCD, Bonn.

6 http://www.unccd.int/en/programmes/Science/Monitoring-Assessment/Documents/Decision22-COP11.pdf

7 Reed, J., van Vianen, J., Deakin, E.L., Barlow, J., and Sunderland, T. 2016. Integrated landscape approaches to managing social and environmental issues in the tropics: Learning from the past to guide the future. Global Change Biology **22**: 2540-2554.

8 Sayer, J., Sunderland, T., Ghazoul, J., Pfund, J.L., Sheil, D., et al. 2013. Ten principles for a landscape approach to reconciling agriculture, conservation, and other competing land uses. Proceedings of the National Academy of Sciences **110** (21): 8349-8356.

9 McShane, T.O., Hirsch, P.D., Trung, T.C., Songorwa, A.N., Kinzig, A., et al. 2011. Hard choices: Making trade-offs between biodiversity conservation and human well-being. Biological Conservation **144**: 966-972.

10 Shames, S., Scherr, S.J., and Friedman, R. 2013. Defining Integrated Landscape Management for Policy Makers. EcoAgriculture Partners, Washington, DC.

11 Milder, J.C., Hart, A.K., Dobie, P., Minai, J., and Zaleski, C. 2014. Integrated landscape initiatives for African agriculture, development, and conservation: A region-wide assessment. World Development **54**: 68-80.

12 Estrada-Carmona, N., Hart, A.K., DeClerck, F.A.J., Harvey, C.A., and Milder, J.C. 2014. Integrated landscape management for agriculture, rural livelihoods, and ecosystem conservation: An assessment of experience from Latin America and the Caribbean. Landscape and Urban Planning, **129**: 1-11.

13 García-Martín, M., Bieling, C., Hart, A., and Plieninger, T. 2016. Integrated landscape initiatives in Europe: Multi-sector collaboration in multi-functional landscapes. Land Use Policy **58**: 45-53.

14 Shames, S., et al. 2013. Op. cit.

15 Thaxton, M., Shames, S., and Scherr, S.J. 2017. Integrated Landscape Management: An approach to achieve equitable and participatory sustainable development. GLO Working Paper for UNCCD.

16 Brouwer, H., Woodhill, J., Hemmati, M., Verhoosel, K., and van Vuft, S. 2015. The MSP Guide: How to Design and Facilitate Multi-Stakeholder Partnerships. The Netherlands: Centre for Development Innovation (CDI), Wageningen.

17 Neely, C. and Chesterman, S. 2015. Stakeholder Approach to Risked-informed and Evidence-based Decision-making (SHARED). World Agroforestry Centre, Nairobi.

18 Denier, L., Scherr, S.J., Shames, S., Chatterton, P., Hovani, L., et al. 2015. The Little Sustainable Landscapes Book. Global Canopy Programme, Oxford.

19 FAO. 1993. Guidelines for land-use planning. Development Series 1. Rome.

20 Metternicht, G. 2017. Land use and spatial planning to support sustainable land management. GLO Working Paper.

21 Kami, J.D.K., Mwita, V., Flintan, F., and Liversage, H. 2016. Making village land use planning work in rangelands: The experience of the sustainable rangeland management project, Tanzania, in 2016 World Bank Conference on Land and Poverty. World Bank, Washington, DC, p. 30.

22 Galland, D. 2012. Understanding the Reorientations and Roles of Spatial Planning: The Case of National Planning Policy in Denmark. European Planning Studies **20** (8): 1359-1392.

23 Wallace, G., Barborak, J., and MacFarland, C. 2003. Land use planning and regulation in and around protected areas: A study of best practices and capacity building needs in Mexico and Central America, Paper presented at the 5th World Parks Congress, Durban, South Africa.

24 Albert, P. 1996. Integrated conservation and development projects. Bioscience **46** (11): 845-855.

25 GIZ, 2017. Conservation and sustainable use of the Selva Maya. Project description: https://www.giz.de/en/worldwide/13435.html accessed April 7, 2017.

26 Wilson, E.O. 2016. Half-Earth: Our Planet's Fight for Life. Liveright Publishing, London, UK.

27 Convention on Biological Diversity, 2010. Strategic Plan on Biodiversity 2011-2020. https://www.cbd.int/sp/

28 United Nations. 2016. Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. New York.

29 Büscher, B., Fletcher, R., Brockington, D., Sandbrook, C., Adams, W.M., et al. 2016. Half earth or whole earth: radical ideas for conservation and their implications. Oryx doi:10.1017/S0030605316001228.

30 Convention on Biological Diversity, 2010. Op. cit.

31 Dudley, N. (ed.) 2008. Guidelines for Applying Protected Area Management Categories. IUCN, Gland, Switzerland.

32 Lopoukhine, N. and Dias, B.F. 2012. Editorial: What does Target 11 really mean? PARKS **18** (1): 5-8.

33 Borrini-Feyerabend, G., Dudley, N., Jaeger, T., Lassen, B., Pathak Broome, N., et al. 2013. Governance of Protected Areas: From understanding to action. IUCN, Gland, Switzerland.

34 Nelson, A. and Chomitz, K. 2009. Protected Area Effectiveness in Reducing Tropical Deforestation, The World Bank, Washington, DC.

35 Joppa, L.N. and Pfaff, A. 2011. Global protected area impacts. Proceedings of the National Academy of Sciences **278**: 1633-1638.

36 WWF. 2016. Living Planet Report 2016. Risk and resilience in a new era. WWF International, Gland, Switzerland.

37 Butchart, S.H.M., Stattersfield, A.J., and Collar, N.J. 2006. How many bird extinctions have we prevented? Oryx **40**: 266-278.

38 Young, R.P., Hudson, M.A., Terry, A.M.R., Jones, C.G., Lewis, R.E., et al. 2014. Accounting for conservation: Using the IUCN Red List Index to evaluate the impact of a conservation organization. Biological Conservation **180**: 84-96.

39 Hoffmann, M., Duckworth, J.W., Holmes, K., Mallon, D.P., Rodrigues, A.S.L., et al. 2015.The difference conservation makes to extinction risk of the world's ungulates. Conservation Biology **29**: 1303-1313.

40 Kami, J.D.K., Mwita, V., Flintan, F., and Liversage, H. 2016. Making village land use planning work in rangelands: the experience of the sustainable rangeland management project, Tanzania. In World Bank Conference on Land and Poverty. Washington, DC.

41 Jonas, H., Barbuto, V., Jonas, H.C., Kothari, A., and Nelson, F. 2014. New steps of change: Looking beyond protected areas to consider other effective area based conservation measures. PARKS **20** (2): 111-128.

42 IUCN. 2017. Guidelines for recognizing and reporting other effective area-based conservation measures – draft document, IUCN, Gland, Switzerland.

43 Laffoley, D., Dudley, N., Jonas, H., MacKinnon, D., MacKinnon, K., et al. 2017. An introduction to 'other effective area-based conservation measures' under Aichi Target 11 of the Convention on Biological Diversity: Origin, interpretation and some emerging ocean issues. Journal of Aquatic Conservation.

44 Laestadius, L., Maginnis, S., Minnemeyer, S., Potapov, P., Saint-Laurent, C., et al. 2011. Mapping opportunities for forest landscape restoration. Unasylva **238**: 47-48.

45 IUCN. 2015. Rwanda's Green Wall: Opportunities to engage private sector investors in Rwanda's forest landscape restoration. IUCN, Gland, Switzerland.

46 http://www.bonnchallenge.org/blog/cameroon-restore-12-million-hectares-forest-species-rich-congo-basin accessed March 3, 2017.

47 http://www.bonnchallenge.org/blog/brazil-restore-12-million-hectares-forests-under-bonn-challenge-biodiversity-and-climate accessed March 3, 2017.

48 www.bonnchallenge.org/ accessed March 3, 2017.

49 Lee, S.K., Park, P.S., and Park, Y.D. 2016. Forest restoration and rehabilitation in the Republic of Korea. In Stanturf, J.A. (ed.) Restoration of Boreal and Temperate Forests. CRC Press, Boca Raton, London and New York. 2nd edition.

50 Provided by Stefan Leu, Sustainability Lab.

51 Leu, S., Mussery, A.M., and Budovsky, A. 2014. The effects of long time conservation of heavily grazed shrubland: A case study in the Northern Negev, Israel. Environmental Management **54** (2): 309-319.

52 Helman, D., Mussery, A., Lensky, I. M., and Leu, S. 2014. Detecting changes in biomass productivity in a different land management regimes in drylands using satellite-derived vegetation index. Soil Use and Management **30**: 32-39.

53 Leu, S., et al. 2014. Op. cit.

54 Abu Rabia, K., Solowey, E., and Leu, S. 2009. Desert agriculture of the Negev Bedouin: Potential for socio-economic development and ecological rehabilitation. Management of Environmental Quality **19** (3): 353-366.

55 Mor-Mussery, A., Leu, S., and Budovsky, A. 2013. Modeling the optimal grazing regime of Acacia victoriae silvopasture in the Northern Negev, Israel. Journal of Arid Environments **94**: 27-36.

56 Ibid.

57 Abu Rabia, K., et al. 2009. Op. cit.

58 Ibid.

59 Raymond, C.M., Bieling, C., Fagerholm, N., Martin-Lopez, B., and Plieninger, T. 2015. The farmer as landscape steward: Comparing local understandings of landscape stewardship, landscape values and land management actions. Ambio. DOI 10.1007/s13280-015-0694-0.

60 Godfray, C.J., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., et al. 2010. Food security: The challenge of feeding 9 billion people. Science **327**: 812-818.

61 Lang, T. and Heasman, M. 2015 (2nd edition). Food Wars: The global battle for mouths, minds and market. Earthscan, Oxford.

62 Swinton, S.M., Lupi, F., Robertson, G.P., and Hamilton, S.K. 2007. Ecosystem services and agriculture: Cultivating agricultural systems for diverse benefits. Ecological Economics **64** (2): 245-252.

63 Lowder, S.K., Skoet, J., and Raney, T. 2016. The number, size, and distribution of farms, smallholder farms, and family farms worldwide. World Development **87**: 16-29.

64 Pretty, J. and Bharucha, Z.P. 2015. Integrated pest management for sustainable intensification of agriculture in Asia and Africa. Insects **6**: 152-182.

65 Pretty, J. 2008. Agricultural sustainability: Concepts, principles and evidence. Proceedings of the Royal Society B **363**: 447-465.

66 Tscharntke, T., Clough, Y., Wanger, T.C., Jackson, L., Motzke, I., et al. 2012. Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. Biological Conservation **151**: 53-59.

67 Pretty, J. and Bharucha, Z.P. 2014. Sustainable intensification in agricultural systems. Annals of Botany-London **114** (8): 1571-1596. doi:10.1093/aob/mcu205.

68 Pretty, J. and Bharucha, Z.P. 2015. Op. cit.

69 Bommarco, R., Kleijn, D., and Potts, S.G. 2013. Ecological intensification: Harnessing ecosystem services for food security. Trends in Ecology and Evolution **28**, (4): pp. 230-238.

70 Ssekandi, W., Mulumba, J.W., Colangelo, P., Nankya, R., Fadda, C., et al. 2016. The use of common bean (Phaseolus vulgaris) traditional varieties and their mixtures with commercial varieties to manage bean fly (Ophiomyia spp.) infestations in Uganda, Journal of Pest Science **89**: 45-57.

71 Mulumba, J.W., Nankya, R., Adokorach, J., Kiwuka, C., Fadda, C., et al. 2012. A risk-minimizing argument for traditional crop varietal diversity use to reduce pest and disease damage in agricultural ecosystems in Uganda. Agriculture, Ecosystems and the Environment **157**: 70-86.

72 Pretty, J. and Bharucha, Z.P. 2014. Op. cit.

73 Waddington, H., Snilstveit, B., Hombrados, J., Vojtkova, M., Phillips, D., et al. 2014. Farmer Field Schools for improving farmer outcomes: A systematic review. Campbell Systematic Reviews 2016: 6.

74 De Schutter, O. and Vanloqueran, G. 2011. The new green revolution: How 21st century science can feed the world. Solutions **2** (4): 33-44.

75 Chamling, P. 2010. Sikkim Organic Mission 2015. Gangtok, India: Food Security and Agriculture Development Department, Government of Sikkim.

76 Neuhoff, D., Tashi, S., Rahmann, G., and Denich, M. 2014. Organic agriculture in Bhutan: Potential and challenges. Organic Agriculture **4**: 209-221.

77 Moonen, T. and Clark, G. 2013. The Business of Cities 2013. Jones Lang LaSalle.

78 Adelekan, I.O. 2009. Vulnerability of Poor Urban Coastal Communities to Climate Change in Lagos, Nigeria. Paper presented at the Fifth Urban Research Symposium, Marseille, France June 28-30, 2009.

79 Jones Lang LaSalle. 2013. The African Century: Twelve Pillars of Africa's Future Success. African Cities Research.

80 Newton, P.W. 2012. Livable and sustainable? Socio-technical challenges for twenty-first century cities. Journal of Urban Technology **19** (1): 81-102.

81 FAO. 2012. Growing greener cities in Africa. First status report on urban and peri-urban horticulture in Africa. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

82 Watkins, M.H. and Griffith, C.A. (eds.). 2015. Synthesis Report from the 2nd International Conference on Urbanization and Global Environmental Change. Urban Transitions & Transformations: Science, Synthesis and Policy. Urbanization and Global Environmental Change Project, Tempe, USA.

83 Seitzinger, S.P., Svedin, U., Crumley, C.L., Steffen, W., Abdullah, S.A., et al. 2012. Planetary stewardship in an urbanising world: Beyond city limits. Ambio **41**: 787-704.

84 This box is drawn from Raschio, G. 2016. Working paper on land value chains. Produced for UNCCD as a contribution to the Global Land Outlook.

85 Taglioni, D., and Winkler, D. 2014. Making Global Value Chains Work for Development. http://siteresources.worldbank.org/EXTPREMNET/Resources/EP143.pdf.

86 Hernández, R.A, Martínez-Piva, J.M., and Mulder, N. 2014. Global Value Chains and World Trade: Prospects and Challenges for Latin America. ECLAC Book. Vol. 17. Santiago, Chile: Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC).

87 Abdulsamad, A., Frederick, S., Guinn, A., and Gereffi, G. 2015. Pro-Poor Development and Power Asymmetries in Global Value Chains http://www.cggc.duke.edu/pdfs/Pro-PoorDevelopment_and_PowerAsymmetries_inGlobalValueChains_Final.pdf.

88 Yu, Y., Feng, K., and Hubacek, K. 2013. Tele-connecting local consumption to global land use. Global Environmental Change **23** (5): 1178-1186.

89 McCullough, E.B., Pingali, P.L., and Stamoulis, K.G. 2008. Small farms and the transformation of food systems: An overview. In Semba, R.D. and Bloem, M.W. (eds.) Nutrition and Health in Developing Countries **1**. doi:10.1017/CBO9781107415324.004.

90 Gereffi, G., and Lee J. 2012. Why the world suddenly cares about global supply chains. Journal of Supply Chain Management **48** (3): 24-32.

91 Murphy, S., Burch, D., and Clapp J. 2012. Cereal secrets: The world's largest commodity traders and global trends in agriculture. Oxfam Research, August 2012: 1-79.

92 Brown, O. and Sander, C. 2007. Supermarket Buying Power: Global Supply Chains and Smallholder Farmers. IISD, Canada.

93 Lee, J., Gereffi, G., and Beauvais, J. 2012. Global value chains and agrifood standards: Challenges and possibilities for smallholders in developing countries. Proceedings of the National Academy of Sciences **109** (31): 12326–31.

94 https://www.theguardian.com/world/2016/jun/20/chinas-meat-consumption-climate-change, accessed May 7, 2017. Source material (in Chinese): http://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzAxODEwNzYzOA==&mid=2650236377&idx=1&sn=54b06cf4ab6cf2f71a6504c9ca32df59

95 FAO. 2011. Global food losses and food waste – Extent, causes and prevention. Rome.

96 Stuart, T. (2009). Waste: Uncovering the global food scandal. WW Norton & Company.

97 http://www.nytimes.com/2016/12/07/opinion/a-blueprint-for-the-future-of-food.html.

98 Lipinski B, Hanson C, Lomax J, Kitinoja L, Waite R, et al 2013. Reducing Food Loss and Waste. World Resources Institute, Washington, DC.

99 FAO. 1989. Prevention of post-harvest food losses fruits, vegetables and root crops a training manual. Rome

100 Liniger, H., Mekdaschi, R., Moll, P., and Zander, U. 2017. Making sense of research for sustainable land management. WOCAT, Berne, Switzerland.

101 African Union and Panafrican Agency of the Great Green Wall, 2010. Harmonised regional strategy for implementation of the ‹Great Green Wall Initiative of the Sahara and the Sahel."

102 UNCCD. 2016. The Great Green Wall: Hope for the Sahara and Sahel. Bonn, Germany.

103 Global Mechanism. The Great Green Wall for the Sahara and the Sahel Initiative. Facts and figures. http://www.global-mechanism.org/content/great-green-wall-sahara-and-sahel-initiative.

104 Ivie Ihejirika, P. 2016. Desertification: Ensuring sustainable future for communities through GGW. Leadership, Nigeria's most influential newspaper. http://leadership.ng/features/505887/desertification-ensuring-sustainable-future-communities-ggw.

105 State Forestry Administration. 2011. A Bulletin of Status Quo of Desertification and Sandification in China. Government Report, Beijing.

106 UNCCD. 2011. Desertification: A visual synthesis. UN Convention to Combat Desertification, Bonn, Germany.

107 Feng, Q., Ma, Hua, Jiang, X., Wang, X. et al. 2015.What has caused desertification in China? Nature Scientific Reports **5**, number 15998. DOI: 10.1038/srep15998

108 Economist. 2014. Great green wall: Vast tree planting in arid regions is failing to halt the desert's march. The Economist August 23, 2014, London.

109 Enemark, S. 2005. Understanding the land management paradigm. In Symposium on Innovative Technology for Land Administration: FIG Commission 7 (pp. 17-27).

110 Fafchamps, M. and Quisumbing, A.R. 2002. Control and ownership of assets within rural Ethiopian households. Journal of Development Studies **38** (6): 47-82.

111 Provided by Victor Mares, CIP.

112 Committee on World Food Security. 2016. Compilation of experiences and good practices in the use and application of the Voluntary Guidelines on the Responsible Governance of Tenure of Land, Fisheries and Forests in the Context of National Food Security.

113 Chavan, S.B., Keerthika, A., Dhyani, S.K., Handa, A.K., Newaj, R., et al. 2015. National agroforestry policy in India: A low hanging fruit. Current Science **108** (10): 1826.

114 http://www.forbes.com/sites/maggiemcgrath/2016/12/05/in-a-hedge-against-a-meatless-future-tyson-foods-launches-150-million-vc-fund/#7f8b1e415d01

115 https://www.impossiblefoods.com/burger/

116 Reij, C. and Garrity, D. 2016. Scaling up farmer-managed natural regeneration in Africa to restore degraded landscapes. Biotropica **48** (6): 834-843.

117 Thomas, R.J., Reed, M., Appadurai, A.N., Mills, A.J., Kodsi, E., et al. 2017. Scaling up: Sustainable Land Management and Restoration of Degraded Land. Working Paper produced for the Global Land Outlook.

118 https://www.wocat.net/

119 Thomas, R.J., et al. 2017. Op. cit.

120 MSI. 2012. Scaling up – from vision to large-scale change: Tools and techniques for practitioners. Management Systems International, Washington, DC.

121 Wigboldus, S. and Leeuwis, C. 2013. Towards responsible scaling up and out in agricultural development: An exploration of concepts and principles. Centre for Development Innovation, Wageningen, The Netherlands.

122 Whitfield, S., Dougill, A.J., Dyer, J.C., Kalaba, F.K., Leventon, J., et al. 2015. Critical reflection on knowledge and narratives of conservation agriculture. Geoforum **60**: 133-142.

123 Gilbert, N. 2016. Cross-bred crops get fit faster. Nature **513**: 292.

© Международный центр научных исследований в области агролесничества (World Agroforestry Centre)

© Йёрг Бётлинг (Joerg Boethling)/GIZ

Приложение 1

НАУЧНАЯ КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ ОСНОВА ДЛЯ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ

Аннетт Л. Коуи (Annette L. Cowie)
и Баррон Дж. Орр (Barron J. Orr)

Приложение 1

НАУЧНАЯ КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ ОСНОВА ДЛЯ НДЗ

Земельные ресурсы являются не только источником продовольствия, кормов и волокон, но и обеспечивают как зачастую игнорируемые регулирующие и вспомогательные услуги, от которых зависят эти услуги обеспечения, так и культурные услуги, предоставляемые здоровыми экосистемами. Давление на ограниченные мировые земельные ресурсы будет расти по мере роста численности и благосостояния населения. Возрастающая конкуренция за земельные ресурсы, вероятно, приведет к повышению социальной и политической нестабильности, усугублению нищеты, конфликтов, миграции и отсутствия продовольственной безопасности. Поддержание способности земель к предоставлению экосистемных услуг будет зависеть от создания базы для сохранения устойчивости земельных ресурсов.

В то время как требования к глобальным земельным ресурсам растут, общий уровень здоровья и продуктивности земель снижается. Поэтому крайне важно найти эффективные меры для борьбы с деградацией земель. Меры по предотвращению деградации земель и их восстановлению не только способствуют продовольственной безопасности и устойчивому развитию, но и обеспечат дополнительные выгоды в плане сохранения биоразнообразия, а также минимизации последствий изменения климата и адаптации к таким последствиям.

Нейтрализация деградации земель (НДЗ) — это новая парадигма в управлении деградацией земель, введенная с целью остановить текущую потерю здоровых земель в результате неустойчивых методов их освоения и управления ими. Это понятие определяется как «состояние, при котором количество здоровых и продуктивных земельных ресурсов, необходимых для поддержки экосистемныхуслуг, остается стабильным или повышается в заданных временных и пространственных рамках»,[1] Целью НДЗ является поддержание базы земельных ресурсов для непрерывного обеспечения экосистемных услуг, таких как, продукты питания и регулирование водных ресурсов и климата, а также для повышения устойчивости земельных ресурсов и сообществ,от них зависящих.

Нейтрализация деградации земель является одной из наиболее важных задач глобальной Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года: НДЗ ляжет в основу достижения ряда целей устойчивого развития (ЦУР), связанных с обеспечением продовольственной безопасности, ликвидацией нищеты, охраной окружающей среды и рациональным использованием природных ресурсов.

Обзор концептуальной основы

Научная концептуальная основа для нейтрализации деградации земель[2] обеспечивает научную базу для планирования, реализации и мониторинга НДЗ. В ее разработке была задействована группа экспертов в рамках Механизма взаимодействия науки и политики (МНП) Конвенции Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием (КБООН), с дальнейшим рецензированием со стороны технических экспертов и политиков. Данная основа должна стать связующим звеном между видением и практической реализацией НДЗ, определив концепцию НДЗ с точки зрения оперативной деятельности. В ней сформулировано научное обоснование для видения и логики НДЗ, на основании чего представлена стратегия по достижению НДЗ, подход к мониторингу статуса НДЗ, а также руководство по интерпретации результатов мониторинга.

В концептуальной основе сформулированы следующие цели НДЗ:

- поддержание или улучшение экосистемных услуг;
- поддержание или улучшение продуктивности с целью повышения продовольственной безопасности;
- повышение устойчивости земельных ресурсов и сообществ, зависящих от них;
- поиск вариантов взаимодействия при работе над другими экологическими задачами;
- поощрение практик ответственного управления земельными ресурсами.

Данная основа структурирована на базе пяти «модулей»: *видение НДЗ*, которое формулирует желаемую цель НДЗ; *система критериев*, показывающая фоновое состояние НДЗ для сравнительного анализа эффективности программы; *механизм нейтральности*, где описаны методы установления равновесного состояния; *достижение нейтральности*, где представлена теория изменений (логическая модель), описывающая путь к реализации НДЗ, включая подготовительный анализ и стимулирующая политика; а также *нейтральность мониторинга*, отражающий показатели для оценки эффективности НДЗ. Концептуальная основа описана в отчете, где представлены эти пять модулей, и фокусируется на аспекте нейтральности НДЗ, подчеркивая особенности НДЗ отличающиеся от исторических подходов к оценке деградации земель и управлению ими.

В основе представлены принципы, которым должны следовать все страны, решившие присоединиться к программе НДЗ. Эти принципы регулируют процесс выполнения положений основы и помогают предотвратить непреднамеренные результаты в процессе реализации и мониторинга НДЗ. Несмотря на определенную свободу действий в применении многих принципов, фундаментальная структура и подход концептуальной основы четко утверждены, дабы обеспечить последовательность и научную строгость. На Рисунке 1 показана концептуальная основа в общем виде.

Для достижения ЦУР и нейтрального уровня деградации земель в мире, странам было предложено добровольно взять на себя обязательства по реализации НДЗ на государственном уровне. Хотя сфера действия КБООН и ограничена засушливыми районами, концептуальная основа НДЗ разработана так, чтобы ее можно было применить ко всем типам земель, экосистемных услуг и режимов землепользования, что позволяет странам использовать ее в соответствии с их индивидуальными условиями. Таким образом, концептуальная основа НДЗ позволяет применять ее ко всем режимам землепользования (т. е. земли, предназначенные для производства — например, земли сельскохозяйственного назначения и лесного фонда, для охраны природы — например, земли охраняемых районов и объектов, а также земли населенных пунктов, промышленных объектов и иного специального назначения), и ко всем видам деградации земель в широком спектре условий в разных странах, чтобы обеспечить согласованную реализацию этой основы всеми государствами, которые решили присоединиться к программе НДЗ.

Рисунок 1. Схема научной концептуальной основы для нейтрализации деградации земель

Элементы концептуальной основы

Видение и базовый план Желаемая цель НДЗ — поддерживать или улучшать природный капитал земли и связанных с ней наземных экосистемных услуг. Поэтому для достижения НДЗ необходимы усилия по предотвращению дальнейших чистых потерь наземного природного капитала относительно исходного уровня или базового плана. По этой причине, в отличие от прошлых подходов, в НДЗ установлена цель по управлению деградацией земель, продвигающая ряд мер в рамках двустороннего подхода по предотвращению или сокращению деградации земель и одновременному восстановлению ранее подверженных деградации земель. Замысел заключается в том, чтобы уравновесить потери преимуществами для достижения нулевого баланса потери здоровых и продуктивных земель.

Совместное планирование землепользования и механизм уравновешивания. Для достижения НДЗ потребуется отслеживать изменения в землепользовании в местах ожидаемой деградации с целью дальнейшей оценки совокупного негативного воздействия и реализации оптимального сочетания мер, направленных на предотвращение, сокращение или восстановление после деградации земель в рамках достижения нейтральности на государственном уровне. Поэтому в концептуальной основе вводится новый подход, при котором управление деградацией земель сочетается с планированием землепользования. Проводится политика поощрения лиц, ответственных за принятие решений, на принятие во внимание совокупного влияния их индивидуальных решений по управлению отдельными земельными участками на общее здоровье и продуктивность земельных ресурсов страны, а также проводятся обучающие мероприятия в этом направлении. Таким образом, НДЗ способствует комплексному планированию землепользования в долгосрочной перспективе, с учетом вероятных последствий изменения климата. Для эффективной реализации механизма уравновешивания необходимо принимать меры, направленные на обеспечение прироста природного капитала в размере, равном или превышающем потери от деградации земель где-либо еще (см. Рисунок 2).

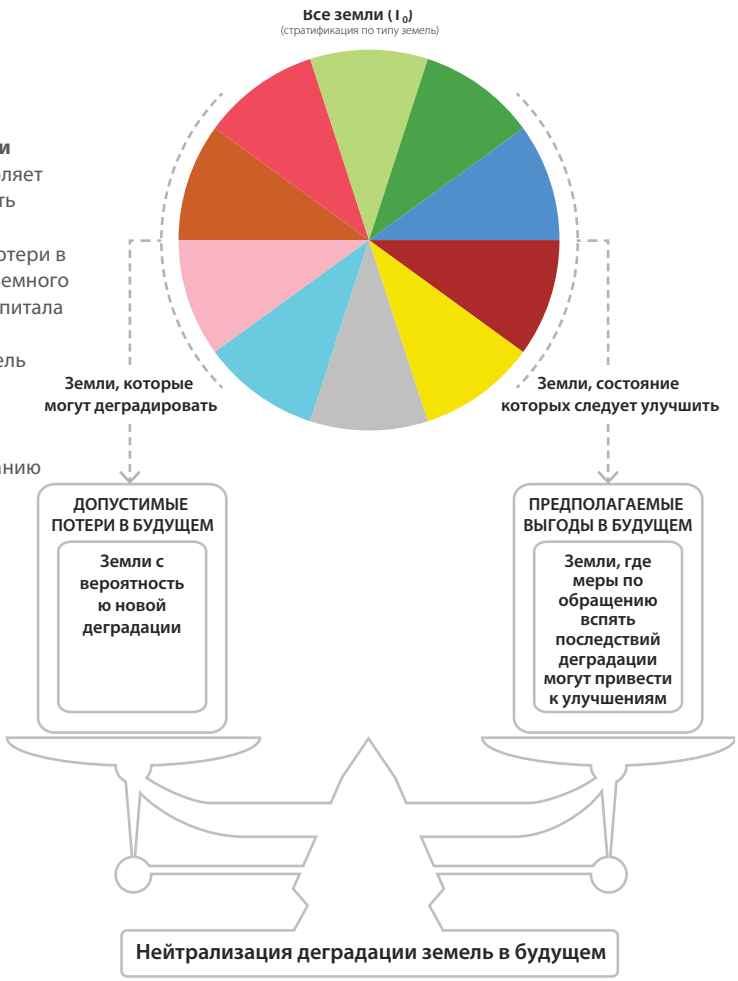


Рисунок 2. Механизм нейтральности для НДЗ позволяет уравновешивать ожидаемые улучшения и потери в отношении наземного природного капитала для отдельных категорий земель посредством принятия решений по землепользованию и управлению земельными ресурсами.

Достижение нейтральности Меры по достижению НДЗ включают методы устойчивого планирования землепользования для предотвращения или уменьшения деградации, а также усилия по устранению последствий деградации земель путем их восстановления или реабилитации. Иерархия мер по реагированию на деградацию земель «защита >устойчивость > восстановление» (см. Рисунок 3) отражает приоритеты при планировании действий в рамках НДЗ: большинство усилий следует направить на предотвращение деградации земель на том основании, что «профилактика лучше лечения», поскольку восстановление деградированных земель требует много времени и средств. Управление реализацией НДЗ производится на ландшафтном уровне. Уравновешивание ожидаемых потерь мерами по достижению эквивалентных преимуществ должно осуществляться в зависимости от категории земель, где оно производится. Категории земель определяются их потенциальной продуктивностью, которая основывается на присущим им свойствах, таких как тип почвы, топография, гидрология, биологические и климатические особенности.

Потенциальная продуктивность земель влияет на состав и продуктивность растительного сообщества, а также определяет их пригодность для целевого использования, например для земледелия, выпаса скота, лесного хозяйства, инфраструктуры или развития городов. При оценке и управлении уравновешиванием

Рисунок 3. Иерархия реагирования для НДЗ поощряет масштабное принятие мер по предотвращению и уменьшению деградации земель совместно с локализованными действиями по устранению последствий деградации, с целью достижения НДЗ на каждой категории земель.

потерь и преимуществ, разные категории земель обычно не позволяют обеспечить эквивалентное уравновешивание по принципу «один к одному». Другими словами, получение преимущества на одной категории земель не может уравновесить потерю земель другой категории. Кроме того, ценность природного капитала уравновешенной земли должна соответствовать или превышать уровень ожидаемых потерь. Кроме того, следует отметить что, в зависимости от их расположения, земли с одинаковыми биофизическими свойствами могут иметь разную ценность для человеческого благополучия и жизнеобеспечения. Следует избегать потери земель в охраняемых районах и на объектах для получения преимуществ в землях сельскохозяйственного назначения.

Для решения более широких задач развития КБООН и целей устойчивого развития, деятельность в рамках НДЗ должна стремиться к достижению «взаимовыгодных» результатов, благодаря которым восстановление и реабилитация земель будет способствовать достижению более широких экологических целей и более устойчивого жизнеобеспечения. Поэтому в планировании мер НДЗ необходимо учитывать все экологические, социальные и экономические последствия альтернативных вариантов.

Необходимо оценить степень устойчивости мер, чтобы убедиться что предпринятые восстановительные мероприятия обеспечивают уравновешивание деградации земель в долгосрочной перспективе.

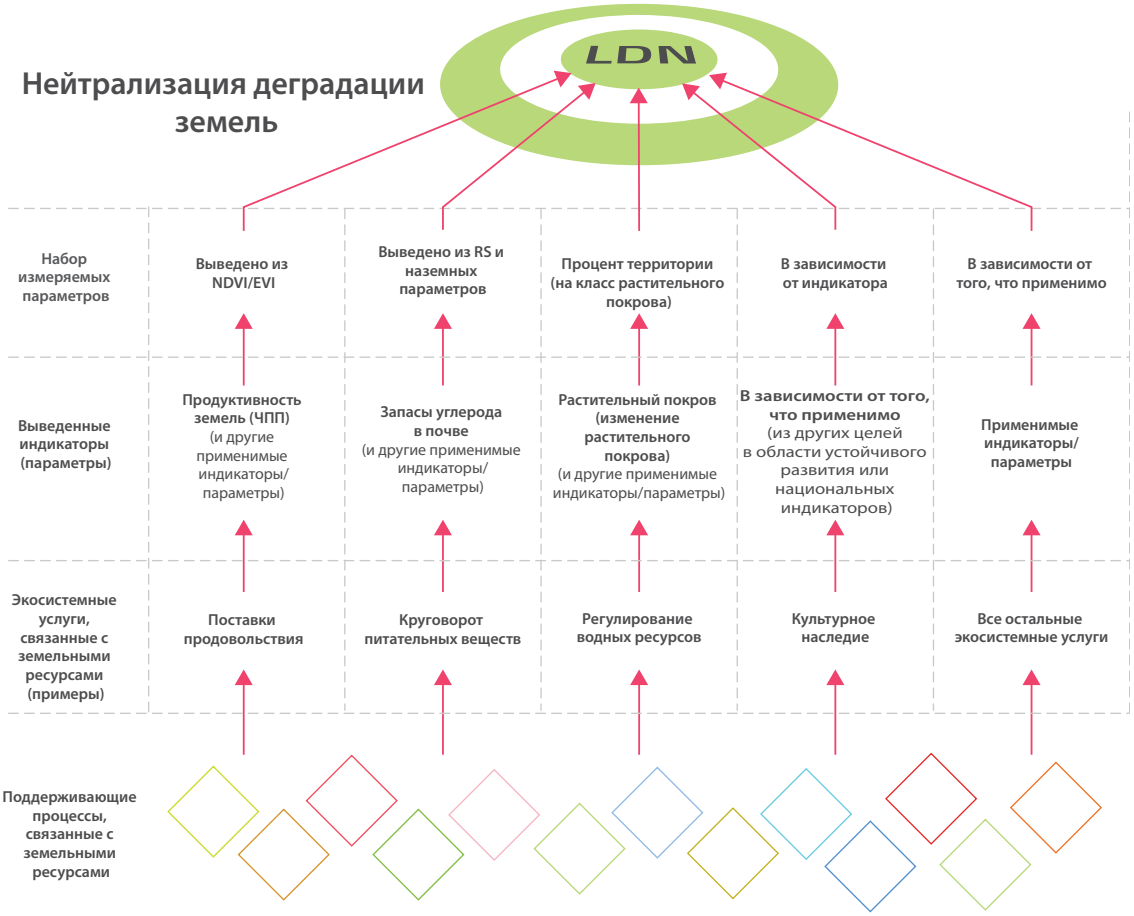


Рисунок 4. Выбор показателей на основании экосистемных услуг, подлежащих мониторингу

Мониторинг НДЗ. Мониторинг достижения нейтральности позволит в количественном выражении определять баланс между площадью с достигнутыми преимуществами (значительные положительные изменения в показателях НДЗ = улучшения) и площадью, где возникли потери (значительные отрицательные изменения показателей НДЗ = деградация), для каждой категории земель по всему ландшафту. Показатели НДЗ определяют что следует измерять, а их значения их показывают, как оценивать каждый из показателей. Показатели для НДЗ были отобраны так, чтобы отражать состояние наземных экосистемных услуг, на поддержку которых направлена НДЗ. На Рисунке 4 показана связь между экосистемными услугами, показателями и их значениями.

К глобальным показателями НДЗ (и соответствующим значениям) относятся: растительный покров (изменение растительного покрова), продуктивность земли (чистая первичная продуктивность) и стоки углерода (стоки органического углерода в почве). Эти показатели применяются по принципу «один решает»: если любой из показателей показывает значительные отрицательные изменения, это приравнивается к потере, и наоборот, если хотя бы один показатель показывает положительную тенденцию, а все остальные не показывают отрицательную тенденцию, это приравнивается к улучшению. Для экосистемных услуг, которые невозможно охватить лишь тремя глобальными показателями, странам рекомендуется дополнить их другими соответствующими по контексту показатели ЦУР и/или национальными показателями, такими как показатели загрязнения земель или влияния на биологическое разнообразие. Совместное рассмотрение результатов мониторинга поможет обеспечить их точность и актуальность на локальном уровне, позволяя вносить поправки при ошибочно-позитивных результатах, например при вторжении инвазивных кустарников.

Управление, взаимодействие с заинтересованными сторонами и обучение

Управление НДЗ — это крайне важная задача. Для поддержания применения НДЗ необходимо внедрение соответствующих политических инициатив. Следует обеспечить гарантии того, что уязвимые сообщества не будут вытесняться при проведении целевых восстановительных мероприятий на территории их проживания. Концептуальная основа рекомендует принятие Добровольных руководящих принципов ответственного регулирования вопросов владения и пользования земельными, рыбными и лесными ресурсами (ДРП РВ), в которых содержатся практические рекомендации по защите прав местных землепользователей, особенно лиц и общин, не имеющих возможности активно отстаивать свои интересы по вопросу принятия решений в области землепользования.

Заинтересованные стороны должны участвовать в планировании и реализации НДЗ, а также в проверке и интерпретации результатов мониторинга.

Существует множество групп заинтересованных сторон, к которым относятся землепользователи, регулирующие органы местного, регионального и национального уровней, занимающиеся планированием землепользования и управлением ресурсами, эксперты по оценке и восстановлению земель, а также специалисты по распространению сельскохозяйственных знаний. Там, где это возможно и эффективно, участие заинтересованных сторон в достижении НДЗ должно опираться на существующие локальные и региональные сети.

Обучение является ключевым элементом сквозной функциональности концептуальной основы НДЗ. Знания, полученные в ходе мониторинга, должны проверяться путем консультаций с заинтересованными сторонами, а извлеченные уроки следует использовать для адаптивного управления, то есть для корректировки планов реализации НДЗ и будущего контроля деградации земель.

Принципы управления НДЗ

Концептуальная основа предусматривает следующие принципы управления реализацией НДЗ.

1. Поддержание или улучшение наземного природного капитала.
2. Защита прав землепользователей.
3. Уважение национального суверенитета.
4. Цель НДЗ по уровню нейтральности эквивалентна базовому плану.
5. Нейтралитет — это минимальная цель: страны могут ставить более амбициозные цели.
6. Интеграция планирования и реализация НДЗ в существующих процессах планирования землепользования.
7. Уравновешивание ожидаемых потери наземного природного капитала путем принятия мер по устранению последствий деградации, с целью достижения нейтралитета.
8. Управление уравновешиванием и планирование землепользования в равных масштабах.
9. Уравновешивание «один к одному» (в рамках одной категории земель).
10. Уравновешивание уровней экономической, социальной и экологической устойчивости.
11. Поиск решений в области землепользования на основе многомерных оценок, учитывая потенциальную продуктивность земель, их состояние, устойчивость, а также социальные, культурные и экономические факторы.
12. При разработке мер реагирования на деградацию земель для достижения НДЗ применение иерархии: Защита > Устойчивость > Восстановление.
13. Применение процесса участия: привлечение заинтересованных сторон, особенно землепользователей, в разработку, реализацию и мониторинг мер реагирования для достижения НДЗ.
14. Поощрение ответственного управления: защита прав человека, включая права владения и пользования; разработка механизма оценки эффективности; а также обеспечение ответственности и прозрачности.
15. Осуществление мониторинга с использованием трех глобальных показателей КБООН: растительный покров, продуктивность земель и стоки углерода.
16. Использование принципа «один решает» при интерпретации результатов этих трех глобальных показателей.
17. Использование дополнительных национальных и субнациональных показателей, которые помогают в интерпретации и заполнении пробелов для экосистемных услуг, не охватываемых тремя глобальными показателями.
18. Применение местных знаний и информации для проверки и интерпретации данных мониторинга.
19. Применение непрерывного подхода к обучению: предвидеть, планировать, отслеживать, интерпретировать, анализировать, корректировать, создавать следующий план.

ВЫВОДЫ

Нейтрализация деградации земель — это новый подход к контролю деградации земель, призванный поощрять действия, направленные на предотвращение или сокращение деградации, а также на восстановление деградированных земель, с тем чтобы достичь цели нулевого баланса потерь здоровых, продуктивных земель на национальном уровне. Научная концептуальная основа для НДЗ обеспечивает научно обоснованные методы планирования, внедрения и мониторинга НДЗ.

Для достижения НДЗ странам необходимо произвести оценку всеобщего влияния решений по землепользованию, а затем принять меры по восстановлению деградированных земель для уравновешивания ожидаемых потерь. Привязка целей НДЗ к с существующими механизмами планирования землепользования будет способствовать реализации НДЗ. Странам следует учитывать социальные, экономические и экологические последствия альтернативных вариантов при планировании мер НДЗ, а также привлекать соответствующие заинтересованные стороны.

Уравновешивание ожидаемых потерь мерами, направленными на достижение преимуществ, следует осуществлять по принципу «один к одному», а управление этим процессом должно происходить в рамках каждой отдельной категории земель.

Для мониторинга НДЗ были определены три показателя, отражающие состояние наземных экосистемных услуг: изменение растительного покрова, первичная продуктивность и стоки углерода. Концептуальная основа обеспечивает практические методы и включает теоретические примеры оценки показателей. В результате использования практического подхода, представленного в концептуальной основе, удалось обеспечить участие значительного числа стран: в сентябре 2016 года в рамках программы Глобальный механизм (ГМ) КБООН было объявлено о том, что 100 стран — более половины всех подписавших Конвенцию КБООН — начали процесс определения государственных целей НДЗ.

Дополнительная информация

КБООН/Механизм взаимодействия науки и политики (2016). Нейтральный баланс деградации земель: научная концептуальная основа для нейтрализации деградации земель. Краткий обзор взаимодействия науки и политики от 2 сентября 2016 г. http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/10_2016_spi_pb_multipage_eng.pda

КБООН/Глобальный механизм (2016). Достижение нейтрального баланса деградации земель на уровне страны, составные элементы при определении целей НДЗ. http://www2.unccd.int/sites/default/files/documents/18102016_LDN%20country%20level_ENG.pdf

БИБЛИОГРАФИЯ

1 UNCCD decision 3/COP12 http://www.unccd.int/en/about–the-convention/official-documents/Pages/SymbolDetail.aspx?k=ICCD/COP(12)/20/Add.1&ctx=COP(12)

2 Orr, B, A Cowie, V Castillo, P Chasek, N Crossman, A Erlewein, G Louwagie, M Maron, G Metternicht, S Minelli, A Tengberg, S Walter, S Welton. (2017). Scientific Conceptual Framework for Land Degradation Neutrality. A Report of the Science-Policy Interface. UNCCD/Science-Policy Interface. http://www2.unccd.int/publications/scientific-conceptual-framework-land-degradation-neutrality

© Джорджина Смит (Georgina Smith)

© NASA

Приложение 2

СОСТАВЛЕНИЕ КАРТЫ ДИНАМИКИ ПРОДУКТИВНОСТИ ЗЕМЕЛЬ:

определение важнейших направлений общемировых преобразований, касающихся земельных ресурсов

Стефан Соммер (Stefan Sommer), Майкл Черле (Michael Cherlet) и Ева Ивитс (Eva Ivits)

Приложение 2

СОСТАВЛЕНИЕ КАРТЫ ДИНАМИКИ ПРОДУКТИВНОСТИ ЗЕМЕЛЬ:

определение важнейших направлений общемировых преобразований, касающихся земельных ресурсов

Вся жизнь на планете зависит от преобразования и сохранения солнечной энергии в виде органических соединений углерода. Что касается почвы, этот процесс обусловлен фотосинтезом флоры, образующей растительный покров суши, а итоги этого процесса, как правило, связаны с продуктивностью земель, которую можно количественно определить в виде чистой первичной продуктивности (ЧПП). Все остальные организмы (например, человек, другие виды животных, бактерии, грибы) прямо и косвенно зависят от этой первичной продуктивности, необходимой для их здоровья и благо-получия.

Люди во всем мире присваивают все большую долю этой ЧПП, что влияет на структуру и функционирование экосистем и зачастую превышает их естественную изменчивость и динамику.[1] Таким образом, продуктивность земель является важнейшей переменной для обнаружения и мониторинга активных изменений земель, обычно связанных с процессами деградации. Она может быть выражена в виде эквивалента ЧПП суши на единицу площади и времени и отражает общую способность земель поддерживать биологическое разнообразие и обеспечивать предоставление экосистемных услуг. Изменения, касающиеся продуктивности земель, являются результатом условий окружающей среды и (или) использования и управления земельными ресурсами, которые влияют на количество и качество экосистемных услуг суши. Постоянное сокращение продуктивности земель указывает на долгосрочное изменение их функциональности и продуктивного потенциала, являющихся основой для экономического роста и стабильного жизнеобеспечения.

В связи с этим тенденции, касающиеся продуктивности земель, были признаны Конвенцией о борьбе с опустыниванием Организации Объединенных Наций (КБООН) одним из трех индикаторов биофизического прогресса,[2] требующим обязательной отчетности; также было предложено использовать их в качестве вспомогательного индикатора для глобального мониторинга прогресса в реализации ЦУР 15.3, касающейся нейтрализации деградации земель.[3]

Основные принципы мониторинга продуктивности земель на мировом уровне

Состояние растительного покрова планеты и его развитие с течением времени являются общепризнанным показателем продуктивности земель и ее динамики, отражающим интегрированные экологические условия и воздействие естественных и (главным образом) антропогенных экологических изменений.

Глобальный мониторинг продуктивности земель, как правило, основывается на динамической и тематической оценке долгосрочных временных рядов дистанционно регистрируемых индексов растительности, вычисляемых из непрерывных спектральных измерений фотосинтетической активности. Предоставляемые данные временных рядов соответствующих индексов растительности и (частично) выводимых из модели показателей общей первичной продукции (ОПП) и чистой первичной продукции (ЧПП) оперативно рассматриваются существующими национальными и международными системами наблюдения Земли, активно взаимодействующими в международных рамках, такими как межгосударственная Группа наблюдения Земли (ГНЗ) в составе Глобальной системы наблюдения Земли (Global Earth Observation System of Systems, GEOSS).

Существенный объем коллегиально рецензируемых исследований явно поддерживает использование этих индикаторов для изучения динамики растительности на мировом, континентальном и субконтинентальном уровнях. Имеются эмпирические свидетельства, показывающие, что эти данные существенно коррелируют с биофизически значимыми характеристиками растительности, такими как фотосинтетическая способность и первичная продукция, которые тесно связаны с типичными общемировыми изменениями на поверхности суши, касающимися процессов деградации и восстановления земель.[4]

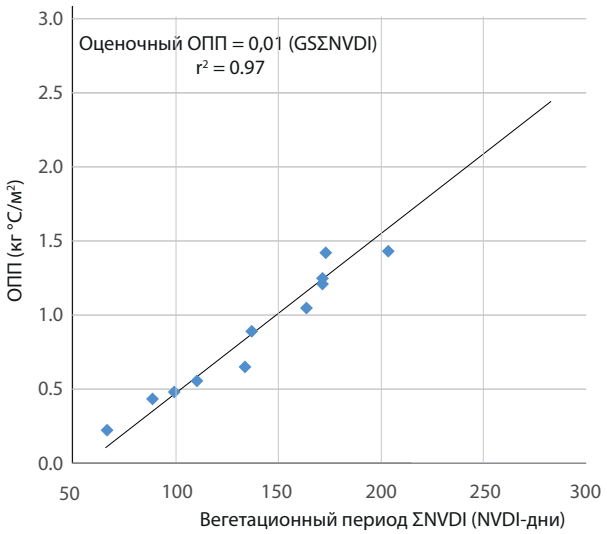


Рисунок 1. Сравнение между интегрированной общей первичной продукцией с 12 установок Flux Tower и интегрированными данными НОИР из MODIS Terra за соответствующие вегетационные периоды там, где были размещены установки Flux Tower. Это демонстрирует прочную связь между НОИР и первичной продукцией, которая имеет непосредственное отношение к относительному количеству хлорофилла и поглощению энергии.[10,11]

Методика использования непрерывных временных рядов глобальных данных о растительности, главным образом в форме Нормализованного относительного индекса растительности (НОИР), быстро развивалась в начале 1990-х годов. С тех пор методики обработки данных и техники для их анализа существенно усовершенствовались. Техники скрининга качества данных, геометрической коррекции, калибровки между датчиками, поправок на атмосферу и солнечный зенит, скрининга облаков и компоновки данных привели к созданию нескольких высококачественных баз данных общемировых показателей НОИР, к которым можно свободно получить доступ через Интернет. В настоящее время пространственное разрешение этих баз данных варьируется от низкого (от 8 до 1 км) до среднего (250 м).[5]

Хотя НОИР является наиболее часто используемым индексом растительности, для исследований международного и регионального масштаба были предложены и использовались другие индексы, например, два варианта Расширенного индекса растительности (РИР),[6] Индекс растительности с поправкой на почву (ИРПП)[7] и выводимая из модели Фракция поглощенной фотосинтетически активной радиации (ФПФАР).[8] Хотя сообщалось, что для определенных условий растительности некоторые из этих индексов оказываются более эффективными, чем НОИР, например, ИРПП для скудного растительного покрова или ФПФАР для скудного и очень плотного лесных пологов, для выведения таких индексов требуются дополнительные корректирующие факторы или исходные данные для построения модели, которые не всегда надежно измеряются и зависят от эмпирических оценок. Современный обзор и сопоставление различных индексов растительности можно найти в [Yengoh et. al., 2015].[9]

Несмотря на свои хорошо известные ограничения, НОИР в настоящее время считается самым независимым и надежным вариантом для общемирового анализа продуктивности земель, предлагающим наиболее длинные консолидированные временные ряды и наиболее широкий спектр наборов оперативных данных в разных пространственных масштабах. За последние несколько десятилетий обширные исследования продемонстрировали прочную взаимосвязь между НОИР и первичной продуктивностью, как показано на Рисунке 1.

Таким образом, использование временных рядов НОИР согласуется с необходимостью использовать систему показателей, которая позволяет получить эквиваленты первичной продуктивности. Тем не менее, в контексте борьбы с опустыниванием и реализации задачи нейтрализации деградации земель в рамках моделей КБОООН и ЦУР подходы к оценке деградации земель с использованием общемировых спутниковых данных требуют возможности детализировать информацию с национальных масштабов до субнациональных административных и ландшафтных единиц (например, водоразделов), что обеспечит соответствие стратегиям. Это необходимое условие, поскольку все меры по прекращению и нейтрализации последствий деградации земель должны осуществляться на национальном или субнациональном уровне, и полностью учитывать местный контекст и условия.

Вопрос заключается в том, как выразить изменения, касающиеся продуктивности земель, непосредственно в физических единицах ОПП или ЧПП на субнациональном и местном уровнях. Комплексные, пространственно распределенные, прямые наземные измерения ОПП/ЧПП нецелесообразны. Текущие продукты на базе спутниковых данных, такие как система MODIS NPP[12] или система измерения продуктивности сухого вещества (ПСВ) COPERNICUS,[13] хотя и обеспечивают выборку в 1 км, смоделированы с очень низкой разрешающей способностью по радиационным и климатическим переменным (как правило, от 5 до 10 км), что при детализации до субнационального уровня не отражает характеристики неоднородности растительности на ландшафтном уровне.[14] Более современные технологии с измерением флюоресценции хлорофилла используются с недавнего времени и обеспечивают пространственное разрешение в 10 км или больше.[15]

Следовательно, с точки зрения уровня развития и эксплуатационной готовности оценка состояния и изменений первичной продуктивности в национальном и местном масштабах (с разрешением от 250 м до 1 км) с дистанционно регистрируемыми данными в форме интегрированных по времени индексов растительности как индикаторов первичной продуктивности на данный момент является наиболее реалистичным вариантом для регулярного применения.[16]

Обработка временных рядов для оценки деградации земель: обоснование и стратегии

Использование параметра изменений продуктивности при мониторинге деградации земель во многом совпадает с принципами теории устойчивости экосистем. В данном контексте центральным понятием является доступность системы с точки зрения возможности борьбы и восстановления после потрясений и стрессов, которую можно описать и проанализировать по кривой гистерезиса, как показано на Рисунке 2.[17]
Это означает, что изменения продуктивности земель не могут оцениваться только на основе сопоставления значений продуктивности земель, выраженных в единицах первичной продукции (ОПП и ЧПП) за единичные контрольные годы или в виде средних значений за несколько лет вокруг таких контрольных временных отрезков. Чтобы обеспечить эффективность этих подходов, они должны основываться на анализе динамических изменений и тенденций, которые постоянно повторяются в определенные временные шаги, с использованием расширенных временных рядов.

Кроме того, следует понимать, что анализ тенденций и изменений продуктивности земель предназначен для выявления районов с постоянным и активным снижением первичной продуктивности, свидетельствующим о продолжающейся деградации земель, а не уже деградированных и достигших новой точки равновесия районов, по сравнению с которой их состояние не ухудшается в течение периода наблюдения в используемых временных рядах. Это подтверждается исследованиями, в рамках которых недеградированные и деградированные районы в Южной Африке разбивались на пары и отслеживались в течение 16 вегетационных периодов; хотя земли обоих типов подвергались воздействию идентичных режимов распределения осадков, деградированные районы были не менее стабильными или устойчивыми, чем недеградированные.[18]

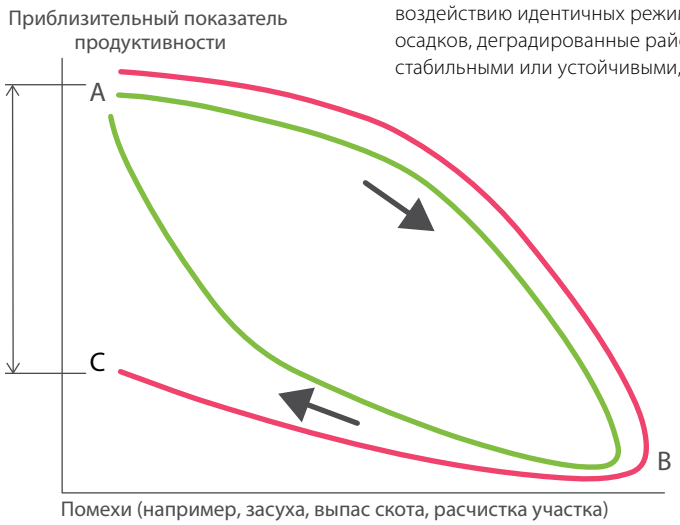


Рисунок 2. Схематическая траектория кривой гистерезиса. С увеличением давления продуктивность снижается, достигая точки B, и остается на этом уровне до тех пор, пока стрессовое воздействие не уменьшится. Когда стрессовое воздействие уменьшается, продуктивность снова увеличивается. Полностью устойчивая система (зеленая кривая) вернется обратно в свое исходное состояние (A) после колебаний между стадиями A и B. Система с пониженной устойчивостью (красная кривая) вернется только к более низкой продуктивности в точке C и, возможно, достигнет нового равновесия с более низким уровнем продуктивности. Устойчивость системы (R) зависит от расстояния между A и C.

© Ибрагим Айсундю (Ibrahim Aysündü)

Именно поэтому термин «динамика продуктивности земель» (ДПЗ), который используется в третьем издании Всемирного атласа опустынивания (ВАО),[19] выпущенном Центром совместных исследований Европейской комиссии, показывает, что первичная продуктивность систем земель даже в стабильном состоянии не является устойчивой и обычно существенно варьируется между разными годами/циклами роста растительности. Это функция естественной или антропогенной (например, в результате устойчивого управления земельными ресурсами) адаптации к значительной природной изменчивости условий окружающей среды. Следовательно, первичная продуктивность систем земель предполагает скорее динамическое равновесие, а не линейный континуум.

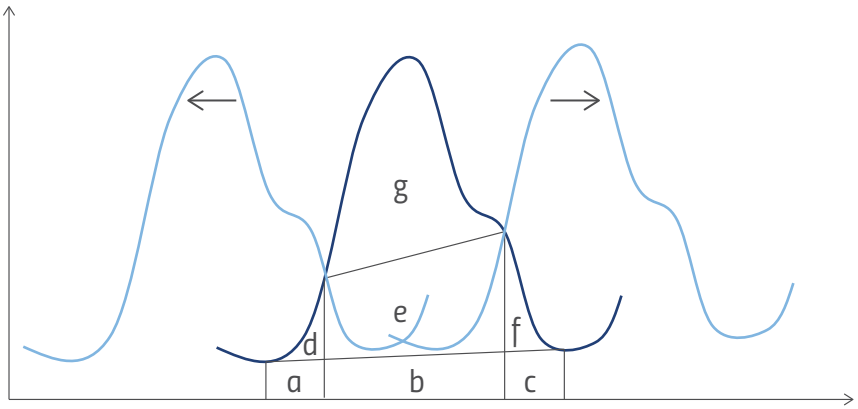
Карты ДПЗ, используемые в третьем издании ВАО,[19] не дают количественную оценку продуктивности земель в чистом виде, а показывают устойчивую траекторию динамики продуктивности земель в течение 15-летнего периода наблюдения доступных временных рядов с использованием дистанционно регистрируемых данных. Это позволяет выделить 5 качественных классов устойчивых траекторий динамики продуктивности земель за доступный временной промежуток с 1999 по 2013 год, при этом прямое соответствие классов количественному измерению (например, ЧПП или ОПП в тоннах на гектар) потерянной или приобретенной продуктивности биомассы отсутствует. Как показано в Таблицах 1 и 2, эти 5 классов являются скорее качественной комбинированной мерой интенсивности и устойчивости отрицательных или положительных тенденций, либо изменений фотосинтетически активного растительного покрова за наблюдаемый период. Основные элементы последовательности обработки данных ДПЗ, позволившие выделить 5 классов данных изображений, приведены ниже.

Таблица 1. Этапы обработки для составления карты динамики продуктивности земель

Датчик	SPOT-VGT21
Предварительная обработка	Исходные данные: ежедневное покрытие SPOT-VGT ▪ геометрическая коррекция ▪ спектральная и радиометрическая калибровки по отражающей способности верхних слоев атмосферы (ToA) ▪ маскировка пикселей (разметка суши, воды, снега; определение облаков и теней от облаков) ▪ атмосферная коррекция (включает коррекцию для эффектов абсорбции и рассеивания атмосферных газов, в частности, озона, кислорода и водяного пара; рассеивания молекул воздуха; абсорбции и рассеивания из-за аэрозольных частиц) и коррекция эффектов направленности ▪ выведение НОИР и извлечение составных изображений НОИР за 10 дней (3 р. в месяц), т. е. в общей сложности 540 наблюдений во временных рядах.
Классификация	Основные этапы: ▪ Совместное использование 36 годовых наблюдений НОИР за все 15 лет для получения приблизительного показателя годовой продуктивности, т. е. интегрального значения НОИР за основной цикл сезонного роста (в случае выраженной сезонности экосистемы) или интегрированного годового значения НОИР (в случае отсутствия выраженной сезонности) (см. Рисунок 3). ▪ Вычисление линейной тенденции нормализованных временных рядов z-показателя суммированных значений НОИР за 15 лет с параллельным расчетом чистого изменения за тот же период при помощи метода Динамического дифференцирования изображений (MTID).[20] Соединение двух переменных («тенденция» и «изменение») с 4 возможными вариантами (+тенденция/+изменение; +тенденция/-изменение; -тенденция/+изменение; -тенденция/-изменение).[21] (См. Рисунок 4, этап 1.) ▪ Выравнивание классов данных ISO и дифференцирование средней продуктивности на начальном и конечном этапах временных рядов за 3 года с получающимся в итоге слоем изменения класса продуктивности (см. Рисунок 4, этап 2 и этап 3). ▪ Комбинация логических матриц последних 2 слоев до интегрированного слоя классов и окончательное суммирование до 5 финальных классов (см. Рисунок 5. Глобальная карта ДПЗ), применение весовых функций, выведенных из локального масштаба (LNS)[22] (см. Рисунок 4, этап 4), к средним значениям показателя годовой продуктивности за последние 5 лет в пределах функциональных единиц экосистемы.[23,24]
Описание условных обозначений	Пять классов тенденций продуктивности описываются как комбинации перечисленных выше этапов: 1. **Снижающаяся тенденция**: отрицательная тенденция, отрицательное изменение MTID, производительность LNS ниже медианы 2. **Ранние/умеренные признаки снижения**: отрицательная тенденция, отрицательное изменение MTID, производительность LNS выше медианы 3. **Стабильное состояние при стрессовом воздействии**: комбинации противоречащих признаков отрицательной тенденции и положительного изменения MTID, производительность LNS ниже медианы 4. **Стабильное состояние без стрессового воздействия**: положительная тенденция, положительное изменение MTID + производительность LNS ниже медианы или положительная тенденция, отрицательное изменение MTID 5. **Повышающаяся тенденция**: положительная тенденция, положительное изменение MTID, производительность LNS выше медианы

Рисунок 3. Фенологические параметры, выведенные из временных рядов дистанционно регистрируемых данных SPOT VEGETATION за каждый год с 1999 по 2013 на 1 км (36 наблюдений в год)

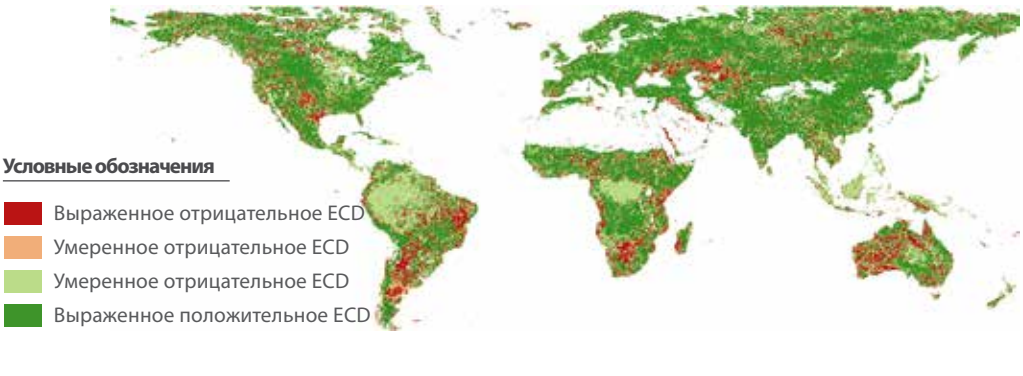
SI: сезонный интеграл (b+e+g)
CF: циклическая фракция (g)
PF: перманентная фракция (d+e+f)
SERI: сезонный превосходящий остаточный интеграл (d+f)
MMPI: перманентный интеграл минимум-минимум (a+b+c)
SPI: сезонный перманентный интеграл (b+e)
SRI: сезонный остаточный интеграл (e+g)



© AGFORWARD

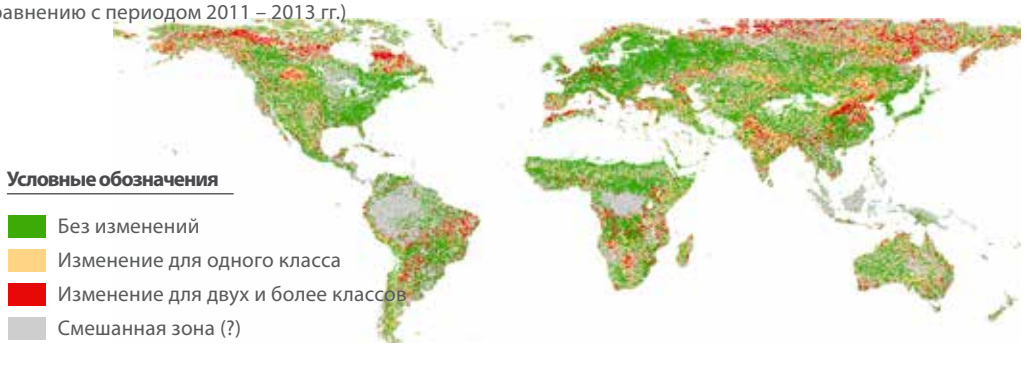
Рисунок 4. Иллюстрация последовательности 4 основных промежуточных этапов обработки (как показано в Таблице 1), примененной к полным временным рядам 15 годовых фенологических агрегированных показателей за период с 1999 по 2013 год (см. Рисунок 3), а также получившаяся в итоге окончательная карта динамики продуктивности земель (см. Рисунок 5).

Этап 1. Устойчивость (1999 – 2013 гг.)



Этап 2. Исходная стационарная биомасса (1999 – 2001 гг.)

Этап 3. Стационарная биомасса при изменении (1999 – 2001 гг. по сравнению с периодом 2011 – 2013 гг.)



Этап 4. Местный масштаб (производительность за последние 5 лет)

Таблица 2. Пять классов динамики продуктивности земель

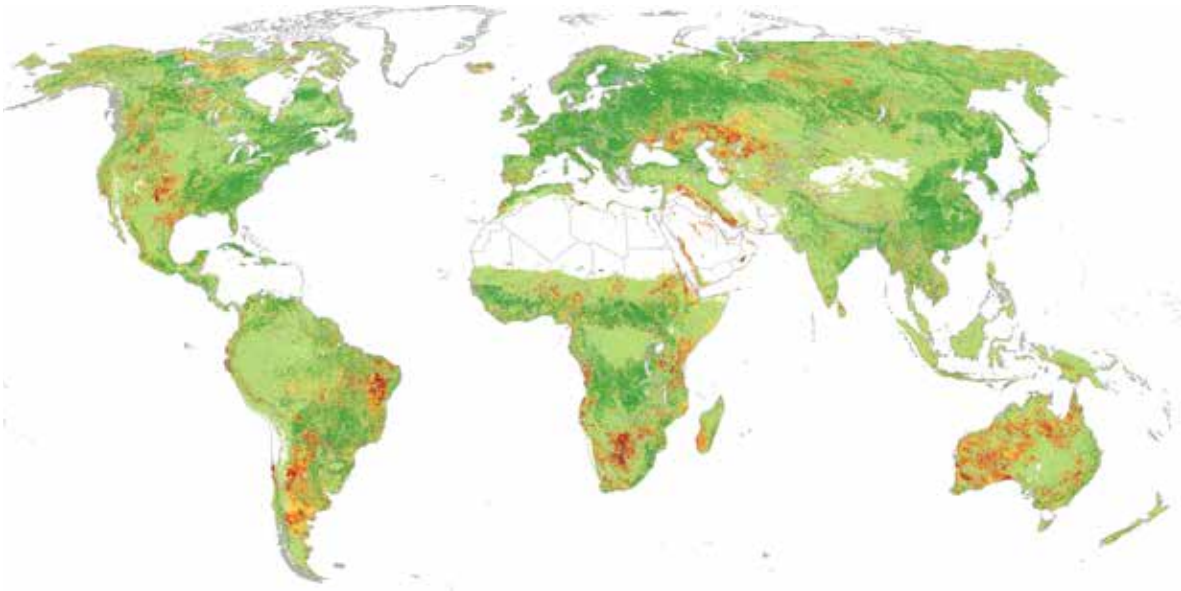
Значение класса	Описание
1	Устойчивое снижение продуктивности
2	Устойчивое умеренное снижение продуктивности
3	Стабильное состояние при стрессовом воздействии; устойчивые выраженные изменения межгодовой продуктивности
4	Стабильная продуктивность
5	Устойчивое увеличение продуктивности

Тематическая оценка получившейся в итоге карты ДПЗ (см. Рисунок 5) далее анализируется в контексте имеющейся информации о растительном покрове/землепользовании, а также в качестве второго этапа, согласованного с контекстом процессов изменений окружающей среды, совпадающих с потенциальными факторами деградации земель, в соответствии с концептуальной моделью «конвергенции доказательств» ВАО.

С целью учета сложных взаимодействий и динамик, вызывающих изменение растительного покрова/землепользования, ВАО опирается на концепцию конвергенции доказательств: согласованность нескольких источников доказательств позволяет сделать строгие выводы, даже если ни один из отдельных источников доказательств не является значимым сам по себе. Карты конвергенции составляются путем объединения глобальных наборов данных по ключевым процессам за учетный период 15 – 20 лет. При отсутствии точных данных о процессах изменения земель в разных местах комбинирование производится без предварительных допущений. Полученные шаблоны указывают на области ожидаемых существенных нагрузок на земельные ресурсы.[25]

Карта ДПЗ показывает, что сокращение продуктивности земель является общемировым явлением с существенными различиями между континентами и регионами. Еще более отчетливые различия в распределении классов ДПЗ проявляются на континентальном уровне, когда они детализируются по ключевым типам растительного покрова/землепользования. Если исключить земельные участки без значительной растительной первичной продуктивности, т. е. гипераридные, арктические и очень высокие горные регионы, то очевидно, что признаки снижения продуктивной способности систем земель можно наблюдать на всех континентах.

Рисунок 5. Глобальная карта динамики продуктивности земель за период с 1999 по 2013 год, отражающая 5 классов устойчивых траекторий продуктивности земель за период наблюдения. Классы с тенденцией к понижению продуктивности сами по себе не всегда связаны с деградацией земель, равно как и растущая тенденция сама по себе не является признаком их восстановления. Для дальнейшей оценки с целью выявления критических зон деградации земель необходима аналитическая структура конвергенции доказательств на основе дополнительных предметных данных, как указано в следующих разделах.



Согласно данным наблюдения за период с 1999 по 2013 год, приблизительно на 20,4% поверхности планеты с растительным покровом наблюдались устойчивые тенденции к сокращению продуктивности земель. Тем не менее, уровень стабильного сокращения продуктивности (классы 1 и 2) или сигнала о сокращении либо стрессовом воздействии на продуктивную способность (класс 3) в разных странах существенно отличается (см. Рисунок 6). Степень поражения земель в Африке, Австралии и Южной Америке превышает среднее общемировое значение, при этом территории с сокращением либо стрессовым воздействием на продуктивную способность составляют приблизительно 22% в Африке, 37% в Австралии и 27% в Южной Америке. Динамика сокращения или нестабильности продуктивности земель в Азии (14%), Европе (12%) и Северной Америке (18%) ниже среднего общемирового значения. Более детальная дифференциация масштабов и значительности изменений в продуктивности земель становится возможной благодаря дальнейшему стратифицированному анализу распределений классов ДПЗ, к примеру, в виде функции от информации о растительном покрове/землепользовании (это кратко показано в Главе 4 данного *обзора*).

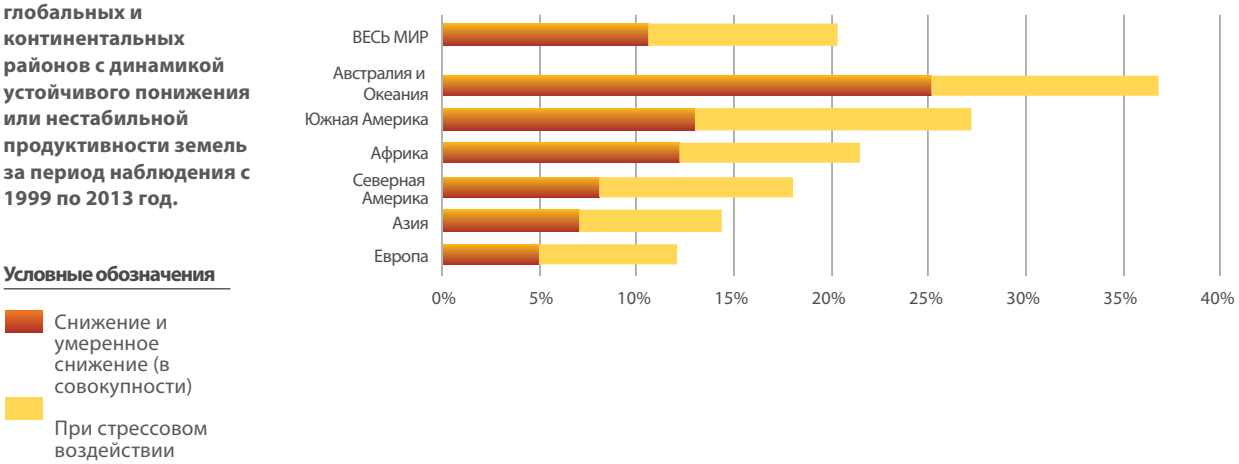
Проверка классов ДПЗ относительно других наборов данных

Проверка классов ДПЗ является нетривиальной задачей в связи с характерным отсутствием прямо сопоставимых данных полевых наблюдений относительно изменения продуктивности земель. Тем не менее, была проведена проверка классов ДПЗ с точки зрения достоверности в отношении изменения растительного покрова, зарегистрированного в наборе данных «Инициатива по вопросам изменения климата — Растительный покров» (CCI LC) Европейского космического агентства,[26] и локально в отношении динамических данных с высоким разрешением в Google Earth. Предварительная статистическая проверка классов ДПЗ была проведена относительно зарегистрированных на карте изменений растительного покрова между периодами CCI LC за 2000 год и за 2010 год с учетом всего диапазона зарегистрированных на карте классов CCI LC, а не только 6 классов растительного покрова/землепользования Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC). Охват зарегистрированных на карте изменений растительного покрова CCI LC во всем мире составляет приблизительно 246 067 км^2.

Для ряда наиболее серьезных трансформаций растительного покрова исследовалась перекрестная корреляция между ожидаемым распределением классов ДПЗ в отношении наблюдаемых изменений; дальнейшая проверка еще продолжается. К примеру, ожидается, что переход от классов полуестественного растительного покрова с древесной растительностью к голым зонам или зонам с редким растительным покровом будет преобладать преимущественно в классах ДПЗ с 1 по 3 и окажется менее выраженным в классах ДПЗ 4 и 5. Это указывает на несколько иную картину, отличающуюся от общего мирового распределения классов ДПЗ, где классы 4 и 5 представляют преобладающее большинство и составляют приблизительно 80% от всех пикселей.

Этот пример проиллюстрирован на Рисунке 8 (а и б), где наблюдается высокий уровень соответствия между сокращением продуктивности земель и независимо зарегистрированной на карте потерей растительного покрова, выражающейся в изменении класса растительного покрова, что свидетельствует о достоверности и относительной точности распределения классов ДПЗ. На Рисунке 8 (в) показан обратный случай: переход от полуестественного растительного покрова с древесной растительностью к орошаемым культурам; это один из редких случаев, когда большие вложения и интенсивные практики сельскохозяйственной деятельности могут превысить естественный потенциал первичной продуктивности. Что касается других трансформаций растительного покрова, то корреляция оказывается менее выраженной на международном уровне (например, в случае перехода от вечнозеленых

Рисунок 6. Процент глобальных и континентальных районов с динамикой устойчивого понижения или нестабильной продуктивности земель за период наблюдения с 1999 по 2013 год.



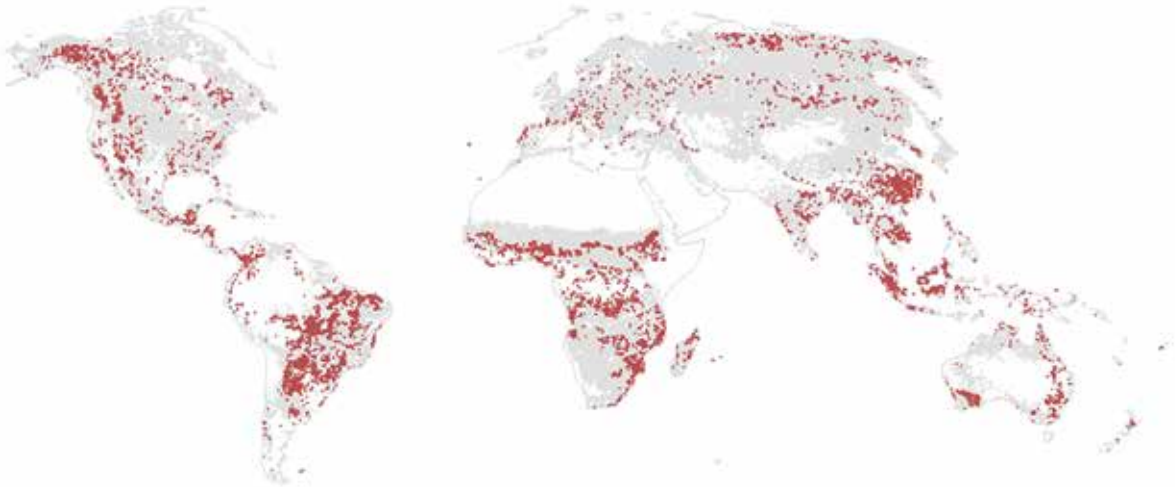


Рисунок 7. Глобальное распределение районов с зарегистрированными на карте изменениями растительного покрова CCI LC за период с 2000 по 2010 год. Границы районов преувеличены для достижения видимости в представленном масштабе.

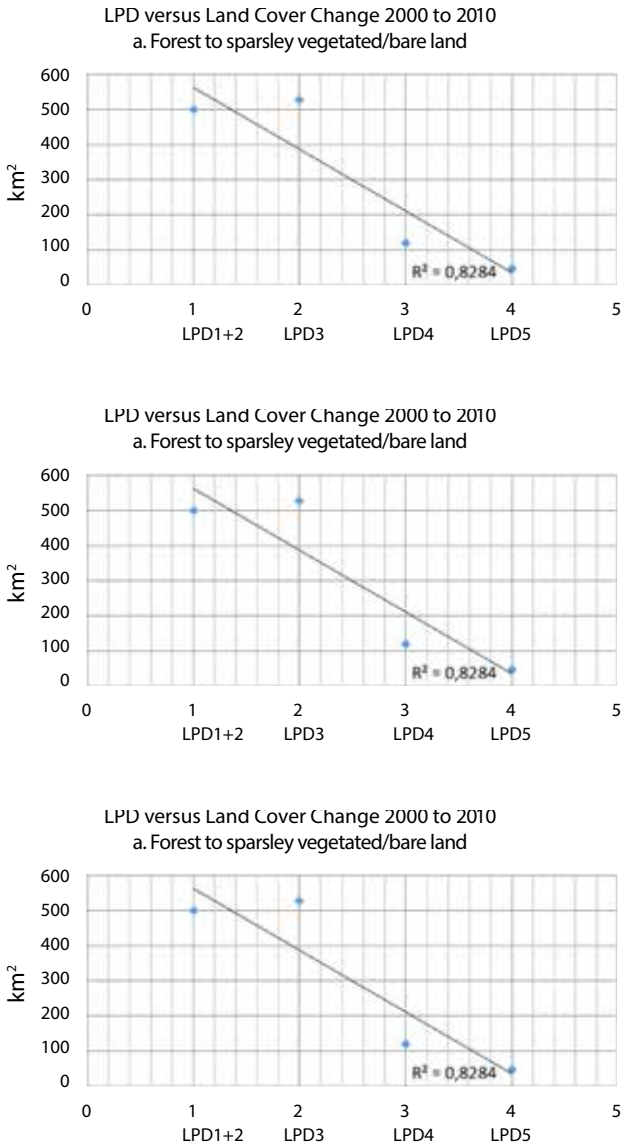


Рисунок 8. Распределение классов динамики продуктивности земель в районах, переходящих (а) от лесов к голым зонам или зонам с редким растительным покровом; (б) от лесов к кустарниковому покрытию; и (в) от лесов к орошаемым культурам.

широколиственных лесов к сельскохозяйственным землям), но первые шаги по направлению к более совершенной и пространственно разукрупненной верификации на национальном и региональном уровнях указывают на более четкие и правдоподобные отношения между классами ДПЗ и переходом от полуестественного растительного покрова к орошаемым культурам. Результаты такого более совершенного процесса проверки будут представлены в третьем издании ВАО.

Подавляющее большинство классов ДПЗ указывает на выраженные и устойчивые изменения продуктивности, относящиеся к районам, где зарегистрированные на карте данные об изменении растительного покрова отсутствуют. Поэтому рекомендуется применять локальную верификацию с использованием динамических снимков Google Earth с высоким разрешением в качестве быстрого варианта верификации изменений продуктивности земель. Изображения GeoTIFF для классов ДПЗ можно с легкостью загрузить из Google Earth и провести интерактивное исследование, сопоставив их с изменениями, видимыми в основной базе данных изображений с высоким разрешением. В ходе первой пилотной фазы КБОООН с применением классов ДПЗ за 2014 и 2015 годы[27] было продемонстрировано, что во многих случаях понижение класса продуктивности происходило в результате расширения городов и инфраструктур (например, строительства плотин или начала горнодобывающих работ), что служило стимулирующим фактором для сокращения продуктивности земель на местном уровне и влияло на функционирование экосистем на более широких окружающих территориях.

ВЫВОДЫ

Интегрированная информация о 5 классах наборов данных ДПЗ за более чем 15-летний период наблюдения с 1999 по 2013 год, касающаяся направления, интенсивности и устойчивости тенденций и изменений в биомассе над земной поверхностью, генерируемой фотосинтетически активным растительным покровом, в целом эквивалентна данным о ОПП в отношении общемировой поверхности суши.

Изображения с низким разрешением, где 1 пиксель соответствует 1 км^2, часто могут выдавать данные о значительном уровне однородности растительного покрова; кроме того, продуктивность биомассы над земной поверхностью не следует приравнивать к продукции растениеводства. Следовательно, необходимо четко понимать и транслировать, что «продуктивность земель» в контексте набора данных ДПЗ относится исключительно к общей продуктивности растительной биомассы над земной поверхностью. Это понятие концептуально отличается и не всегда напрямую связано с сельскохозяйственным доходом на единицу площади или со значением «продуктивности земель» в традиционной сельскохозяйственной терминологии.

Более того, следует понимать, что 5 представленных классов ДПЗ не связаны с конкретными уровнями биомассы над земной поверхностью или количественными показателями биомассы, потерянной или приобретенной за период наблюдения. Каждый класс характеризует главным образом общее направление, интенсивность относительных изменений и стабильность ОПП независимо от фактического уровня насыщенности растительности или типа растительного покрова. Это означает, что каждый класс ДПЗ может присваиваться при любом виде растительного покрова и любом уровне плотности растительности. Тем не менее, количественная информация об уровнях продуктивности биомассы содержится в исходных данных временных рядов НОИР и используется в последовательности обработки, как показано в Таблице 1.

Учитывая, что глобальные временные ряды ежедневных наблюдений за индексами растительности, такие как НОИР (или другие), постоянно обновляются для каждой последующей фазы мониторинга, расширенные временные ряды НОИР будут использоваться для формирования классов ДПЗ, но с более длинными временными рядами в качестве исходных данных. Таким образом, изменение класса ДПЗ от исходного этапа до этапа последующего мониторинга будет указывать на изменение траекторий продуктивности земель. Следующий выпуск ДПЗ будет предполагать продление существующего продукта до периода с 1999 по 2016 год. Параллельно предлагается рассмотреть вариант мониторинга продуктивности земель с числовыми значениями измерений вместо «качественных классов» ДПЗ за счет предоставления информации о процентном изменении продуктивности земель от исходного этапа до этапа каждого последующего года мониторинга. Приблизительный показатель ОПП можно выразить как среднее значение интегрированного по времени НОИР за период от 3 до 5 лет, ориентированного на исходный год и контрольные годы мониторинга.

С точки зрения уровня развития и эксплуатационной готовности оценка ОПП в национальном и местном масштабах (с пространственным разрешением от 1000 до 250 м) с дистанционно регистрируемыми данными в форме индексов растительности как индикаторов динамики растительного покрова и пространственной неоднородности в заданных масштабах на данный момент является наиболее реалистичным вариантом для рутинного использования. Совершенствование подхода ДПЗ до разрешения 30 м для конкретных районов с использованием доступных архивов Landsat и новых источников данных (например, Copernicus Sentinel) — это вопрос всего 5 – 10 лет.

© Пол Энглфилд (Paul Engelfield)

БИБЛИОГРАФИЯ

1 Krausmann, F., Erb, K. H., Gingrich, S., Haberl, H., Bondeau, A., Gaube, V., ... & Searchinger, T. D. (2013). Global human appropriation of net primary production doubled in the 20th century. Proceedings of the National Academy of Sciences, 110(25), 10324-10329.

2 UNCCD. (2013). Report of the Conference of the Parties on its eleventhth session, held in Windhoek from 16 to 27 September 2013. ICCD/COP(11)/23/Add.1. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn. See Decision22/COP.11, pp 79-83. http://www.unccd.int/Lists/OfficialDocuments/cop11/23add1eng.pdf

3 UNCCD. (2015). Report of the Conference of the Parties on its twelfth session, held in Ankara from 12 to 23 October 2015. ICCD/COP(12)/20/Add.1. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn. See Decision3/COP.12, page 8. http://www.unccd.int/Lists/OfficialDocuments/cop12/20add1eng.pdf

4 Yengoh, G. T., Dent, D., Olsson, L., Tengberg, A. E., & Tucker, C. J. (2015). Use of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to assess land degradation at multiple scales: current status, future trends, and practical considerations. SpringerBriefs in Environmental Science (pp. 110). Springer. http://www.springer.com/us/book/9783319241104

5 Yengoh, G. T., Dent, D., Olsson, L., Tengberg, A. E., & Tucker, C. J. (2015). Use of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to assess land degradation at multiple scales: current status, future trends, and practical considerations. SpringerBriefs in Environmental Science (pp. 110). Springer. http://www.springer.com/us/book/9783319241104

6 Jiang, Z., Huete, A. R., Didan, K., & Miura, T. (2008). Development of a two-band enhanced vegetation index without a blue band. Remote Sensing of Environment, 112(10), 3833-3845.

7 Huete, A. R. (1988). A soil-adjusted vegetation index (SAVI). Remote Sensing of Environment, 25(3), 295-309.

8 Zhu, Z., Bi, J., Pan, Y., Ganguly, S., Anav, A., Xu, L., ... & Myneni, R. B. (2013). Global data sets of vegetation leaf area index (LAI) 3g and Fraction of Photosynthetically Active Radiation (FPAR) 3g derived from Global Inventory Modeling and Mapping Studies (GIMMS) Normalized Difference Vegetation Index (NDVI3g) for the period 1981 to 2011. Remote Sensing, 5(2), 927-948.

9 Yengoh, G.t., et al. (2015) Op. Cit.

10 Myneni, R. B., Hall, F. G., Sellers, P. J., & Marshak, A. L. (1995). The interpretation of spectral vegetation indexes. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 33(2), 481-486.

11 Myneni, R. B. (2014). Attribution of global vegetation photosynthetic capacity from 1982 to 2014. Global Change Biology (in review).

12 Running, S. W., Nemani, R. R., Heinsch, F. A., Zhao, M., Reeves, M., & Hashimoto, H. (2004). A continuous satellite-derived measure of global terrestrial primary production. Bioscience, 54(6), 547-560.

13 COPERNICUS 2016. Product User Manual, Dry Matter Productivity (DMP), Version 1. http://land.copernicus.eu/global/sites/default/files/products/GIOGL1_PUM_DMP_I2.10.pdf

14 Yengoh, G.t., et al. (2015) Op. Cit.

15 Yengoh, G.t., et al. (2015) Op. Cit.

16 Yengoh, G.t., et al. (2015) Op. Cit.

17 Kinzig, A., Ryan, P., Etienne, M., Allison, H., Elmqvist, T., & Walker, B. (2006). Resilience and regime shifts: assessing cascading effects. Ecology and society, 11(1).

18 Wessels, K. J., Prince, S. D., Frost, P. E., & Van Zyl, D. (2004). Assessing the effects of human-induced land degradation in the former homelands of northern South Africa with a 1 km AVHRR NDVI time-series. Remote Sensing of Environment, 91(1), 47-67.

19 Joint Research Centre of the European Commission. 2017. World Atlas of Desertification, 3rd edition. Ispra

20 http://wad.jrc.ec.europa.eu/

21 Ivits, E., Cherlet, M., Sommer, S., & Mehl, W. (2013) Addressing the complexity in non-linear evolution of vegetation phenological change with time-series of remote sensing images. Ecological Indicators. 26, 49-60.

22 Prince, S. D., Becker-Reshef, I., & Rishmawi, K. (2009). Detection and mapping of long-term land degradation using local net production scaling: Application to Zimbabwe. Remote Sensing of Environment, 113(5), 1046-1057.

23 Ivits, E., Cherlet, M., Mehl, W., & Sommer, S. (2013). Ecosystem functional units characterized by satellite observed phenology and productivity gradients: A case study for Europe. Ecological indicators, 27, 17-28.

24 Ivits, E., Cherlet, M., Horion, S., & Fensholt, R. (2013) Global Biogeographical Pattern of Ecosystem Functional Types Derived From Earth Observation Data. Remote Sensing, 5(7), 3305-3330.

25 Craglia, M. and Shanley, L. (2015). Data democracy - increased supply of geospatial information and expanded participatory processes in the production of data. International Journal of Digital Earth 8-9: 1-15.

26 https://www.esa-landcover-cci.org/

27 http://www2.unccd.int/sites/default/files/documents/18102016_LDN%20setting_final_ENG_0.pdf

© Джорджина Смит (Georgina Smith) (CIAT)

СЕРИИ РАБОЧИХ ДОКУМЕНТОВ «ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ: ВСЕМИРНЫЙ ОБЗОР»

Серии рабочих документов «Земельные ресурсы: всемирный обзор» — это дополнительный набор публикаций, охватывающих широкий ряд стратегических вопросов, связанных с управлением и планированием земельных ресурсов. Ряд рабочих документов Был подготовлен для ознакомления с ключевыми идеями и анализа основных тем, рассматриваемых в этом первом издании «Земельные ресурсы: всемирный обзор». Предполагается, что такие серии будут выпускаться регулярно и поспособствуют успеху этого и следующих *обзоров*.
Посетите страницу **www.unccd.int/glo,** чтобы загрузить копию документа.

СОВМЕСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫМИ И ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
Альфред М. Дуда (Alfred M. Duda)

ЭНЕРГИЯ И ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ
Уве Р. Фриче (Uwe R. Fritsche) и др.

ГЕНДЕР-ВОСПРИИМЧИВАЯ НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ
Атиено Мбойя Самандари (Atieno Mboya Samandari)

ИНТЕГРИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЛАНДШАФТАМИ: ПОДХОД, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ СПРАВЕДЛИВОЕ И КОЛЛЕГИАЛЬНОЕ УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ
Мелисса Тэкстон (Melissa Thaxton), Сет Шеймс (Seth Shames) и Сара Дж. Шерр (Sara J. Scherr)

ЗЕМЛЕВЛАДЕНИЕ И ПРАВА ДЛЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
Эммануэль Касимбази (Emmanuel Kasimbazi)

ПЛАНИРОВАНИЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ
Грасиела Меттернихт (Graciela Metternicht)

ЦЕПОЧКИ СОЗДАНИЯ СТОИМОСТИ, СВЯЗАННЫЕ С ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ
Джанкарло Рашио (Giancarlo Raschio)

МИГРАЦИЯ И ДЕГРАДАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ: ОПЫТ НАСТОЯЩЕГО И ТЕНДЕНЦИИ БУДУЩЕГО
Роберт МакЛеман (Robert McLeman)

МИР, БЕЗОПАСНОСТЬ, ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ
Грамменос Мастроджени (Grammenos Mastrojeni)

СВЯЗИ МЕЖДУ ГОРОДСКИМИ И СЕЛЬСКИМИ РАЙОНАМИ В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ И ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
Крейг Хэтчер (Craig Hatcher)

«ВЫ ЗНАЕТЕ, ЧТО НА САМОМ ДЕЛЕ ЗЕМЛЯ ПОХОЖА НА БОЛЬШУЮ КНИГУ?» — ГЕОМИФОЛОГИЯ И ЦЕННОСТЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ТРАДИЦИОННОЙ И АБОРИГЕННОЙ НАУКОЙ.
Майкл Уэлланд (Michael Welland)

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛИТИК, ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРАКТИК ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ
Никола Фавретто (Nicola Favretto) и др.

ЗЕМЛИ В ЗАСУШЛИВЫХ РАЙОНАХ: ПРОЦВЕТАНИЕ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ БЛАГОДАРЯ МНОГООБРАЗИЮ
Джонатан Дэвис (Jonathan Davies)

РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ И РЕАБИЛИТАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ: УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ ПОДХОД К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ
Невилл Д. Кроссман (Neville D. Crossman)

УГРОЗЫ ДЛЯ ПОЧВ: ОБЩЕМИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Гари Пьержински (Gary Pierzynski) и Брайендра (Brajendra) (редакторы)

© Нам Нгуен Чен (Nam Nguyen Than)

Сегодняшние смелые решения и инвестиции определяют качество жизни населения планеты в будущем. Этот обзор служит своевременным напоминанием о мерах, которые мы можем предпринять, чтобы обеспечить успешное и более безопасное будущее. Будущее, основанное на правах, вознаграждении и (самое главное) уважении к нашим драгоценным земельным ресурсам.

Земельные ресурсы являются важнейшим структурным элементом цивилизации, но их влияние на качество нашей жизни понимается и оценивается совершенно различными и часто противоречащими друг другу способами. Конфликты, касающиеся землепользования, усиливаются во многих странах. Мир достиг этапа, на котором мы обязаны устранить эти противоречия и пересмотреть способы использования и управления земельными ресурсами.

В первом издании «Земельные ресурсы: всемирный обзор» представлены свидетельства, показывающие, что информированное и ответственное принятие решений, а также простые изменения в нашей повседневной жизни при широком внедрении могут поспособствовать обращению вспять существующих тревожных тенденций, касающихся состояния земельных ресурсов.

United Nations
Convention to Combat Desertification