

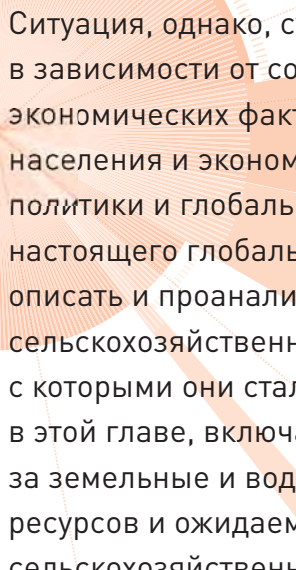




Глава 3

ЗЕМЕЛЬНЫЕ И ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ, НАХОДЯЩИЕСЯ ПОД УГРОЗОЙ

В предыдущих главах мы указали на текущие и будущие угрозы для сельскохозяйственных систем во всем мире. Ясно, что современные практики и модели сельскохозяйственного развития, которые использовались в течение последних 50 лет, далеки от удовлетворительного решения проблем снижения уровня бедности, обеспечения продовольственной безопасности и экологической устойчивости. Продовольственная безопасность 975 миллионов людей, большинство из которых живет в сельской местности, не обеспечивается на том уровне, которого они заслуживают. Под давлением сельского хозяйства наносится ущерб земельным и водным ресурсам, ускоряется эрозия, усиливаются засоление почв и интрузия морских вод и истощаются запасы грунтовых вод. Кроме того, применяемая в настоящее время модель интенсивного сельского хозяйства связана с большим углеродным следом и выбросами парниковых газов; в то же время многие сельскохозяйственные системы сильно уязвимы перед прогнозируемым воздействием изменения климата.



Ситуация, однако, существенно отличается от региона к региону в зависимости от сочетания биофизических и социально-экономических факторов: климата, почвы, водных ресурсов, населения и экономического развития, а также национальной политики и глобальных изменений. Таким образом, в рамках настоящего глобального исследования необходимо описать и проанализировать основные мировые системы сельскохозяйственного производства и конкретные вызовы, с которыми они сталкиваются. Проблемы, рассматриваемые в этой главе, включают в себя растущую конкуренцию за земельные и водные ресурсы, деградацию земельных и водных ресурсов и ожидаемое воздействие изменения климата. В разных сельскохозяйственных системах они проявляются с различной частотой и тяжестью; основные системы, находящиеся под угрозой, рассматриваются в конце главы.

На карте 1.3 в Главе 1 представлен глобальный обзор основных систем сельскохозяйственного производства. Как орошаемые районы, так и зоны богарного земледелия подвержены деградации и риску из-за ограниченности земельных и водных ресурсов, из-за используемых методов водо- и землепользования и управления земельными и водными ресурсами и из-за институциональных и социально-экономических факторов.

Растущая конкуренция за земельные и водные ресурсы

В условиях увеличивающегося давления на земельные и водные ресурсы существует проблема, заключающаяся в том, что некоторые из стран с наиболее быстро растущим населением одновременно больше всех испытывают недостаток земельных и водных ресурсов. В отдельных районах и без того ограниченные водные и земельные ресурсы для растениеводства станут объектом нарастающей конкуренции, в частности, со стороны быстрорастущих городских поселений. Возрастающее внимание к сохранению более широких экосистемных услуг будет еще сильнее ограничивать доступ к земельным и водным ресурсам. Конкуренция внутри сельскохозяйственной отрасли также возрастет.

Модели увеличения нагрузки на водные ресурсы в результате отбора воды

Во всем мире ожидаемое увеличение отбора воды для орошения с 6 до 7% (в развитых странах – с 8 до 9%) может показаться не очень тревожным знаком, но только если не брать в расчет тот факт, что орошение в основном используется в тех районах, где мало воды. Доступность воды сильно варьируется на региональном и государственном уровнях, а некоторые страны уже испытывают ее дефицит.

В странах с переходной экономикой и промышленных странах ожидаются стабилизация или даже уменьшение объема отбора воды для орошения. В общем и целом, ожидается, что объем отбора воды в странах с высоким уровнем доходов уменьшится на 17%. И, наоборот, в странах с низкими доходами, испытывающими недостаток продовольствия, прогнозируется увеличение объема отбора воды на 10%. Самое большое увеличение в абсолютных цифрах ожидается в Юго-Восточной Азии (где орошение уже играет очень большую роль, увеличиваясь ежегодно на 55 км³, ежегодно, или 19% от нынешнего объема отбора воды) и Южной Америке (увеличение на 50 км³ или 53% сверх нынешних объемов водозаборов). Ожидается относительно высокое увеличение отбора воды для орошения в Африке южнее Сахары (21%), хотя в настоящее время там орошается относительно небольшая площадь, поэтому в абсолютных цифрах рост отбора воды остается умеренным (22 км³). Во всех трех регионах доля водных ресурсов, отбираемых для орошения, будет оставаться небольшой (меньше 5%) и с доступностью воды не возникнет особых проблем.

Наибольшее беспокойство вызывают такие регионы, как Ближний Восток и северная Африка, где количество отбираемой воды уже приближается к уровню всех возобновляемых ресурсов, или даже превышает его, и где выпадает мало осадков. В северной Африке нагрузка на водные ресурсы очень высока из-за орошения, что приводит к увеличению использования сточных вод и чрезмерной откачке грунтовых вод.

Как за глобальными средними показателями не видно различий на уровне регионов, так и отклонения внутри страны могут быть скрытыми. По крайней мере в трех странах (Ливии, Саудовской Аравии и Йемене) интенсивность испарения из-за орошения в 2005–2007 гг. превышала годовой возобновляемый ресурс воды. Например, в Китае региональные водные стрессы сильнее на севере страны и демонстрируют тенденцию к усилению. Перед регионами,

зависящими от невозобновляемых ресурсов подземных вод, например, тех, что находятся на Аравийском полуострове, стоит особая проблема – вероятность полного истощения ресурсов (Nachtergaele *et al.*, 2010b).

Урбанизация

Растениеводство вынуждено конкурировать за водные и земельные ресурсы с другими пользователями. Урбанизация будет продолжаться, и ожидается, что темпы расширения площади городов и территорий, необходимых для инфраструктуры и других несельскохозяйственных целей, будут, по крайней мере соответствовать темпам роста населения. Растущие города, развитие промышленности и туризма тоже будут иметь приоритеты на использование водных ресурсов, и это с большой долей вероятности приведет к уменьшению объема воды, доступного для сельского хозяйства в конкретной местности, и таким образом, будет способствовать дальнейшему уменьшению площади обрабатываемых земель, особенно в засушливых регионах. Этот феномен уже проявляется в бассейне реки Саны в Йемене и на реке Умм-эр-Рбия в Марокко, где вода передается на муниципальные и промышленные нужды, и орошаемая площадь постепенно сокращается.

Конкуренция за земельные ресурсы с городами будет наиболее интенсивной в развивающихся странах, на долю которых придется 90% требуемого прироста площади городов и застроенных территорий. В то же самое время быстрая урбанизация создает рынки для высококачественной и дорогой сельскохозяйственной продукции, и интенсивное земледелие в пригородной зоне с большой долей вероятности будет расширяться. Одна из полезных форм взаимодействия – безопасное использование сточных вод в пригородном сельском хозяйстве. Очищенные сточные воды обеспечивают круглогодичную поставку дешевой воды, богатой питательными веществами и органической материей, и повторное использование снижает загрязняющую нагрузку с водных потоков ниже по течению. Однако существует необходимость разработки ясных руководств по безопасному повторному использованию воды и эффективной правовой базы (Mateo-Sagasta and Burke, 2010; Fischer *et al.*, 2010).

Усиление внимания к экологическим требованиям

Переход от других видов использования земельных и водных ресурсов к земледелию имеет важные последствия для экосистемных услуг, и плохое управление может ослабить способность экосистемы выполнять функции, необходимые для поддержания ее устойчивости (Molden, 2007). По мере того, как будет расти осведомленность о взаимозависимости частей экосистем, будет расти давление на сельское хозяйство с требованием уменьшить негативное воздействие на экосистемы (например, за счет уменьшения эрозии или максимизации секвестрации углерода). В крайнем проявлении планирование земле- и водопользования будет все больше и больше ограничивать отпуск ресурсов для сельскохозяйственных целей. Сельское хозяйство уже частично или полностью запрещено на 1,5 млрд га (11% всей суши), которые объявлены охраняемыми территориями (Fischer *et al.*, 2010).

Животноводство

Конкуренция за водные ресурсы, как ожидается, возрастет в результате изменений в технологии скотоводства и потребности в кормах. Предпочтение животного белка в рационе меняет структуру потребления во всем мире (FAO, 2006b,c), и, по прогнозам, это значительно увеличит спрос на корма для живот-

ных. Протеиновая конверсия невозможна без потерь – потребуется в пять раз больше корма для того, чтобы добиться эквивалентного количества калорий для человека (Fischer *et al.*, 2010). Увеличение территории для выпаса скота уже привело к обезлесению многих стран. Интенсивное скотоводство – это еще и крупный источник загрязнения окружающей среды. Скотоводство составляет чуть меньше 2% мирового ВВП, при этом производит до 18% парниковых газов (FAO, 2006b).

До 2030 года и дальше прогнозируется рост потребления продуктов скотоводства, однако его темпы будут меняться. В странах с высоким уровнем доходов, где население растет медленно, увеличение уровня потребления продуктов скотоводства (мяса и молочных продуктов) будет ограничено, поскольку этот уровень уже очень высок (ок. 305 кг в год на человека). При этом в странах с низким и средним уровнями доходов этот показатель составляет 60 кг в год на человека, а в среднем в мире – 115 кг. В 2050 г. эти цифры, по прогнозам, будут составлять 330, 110 и 150 кг соответственно. Однако при этом проблемы здоровья и безопасности пищевых продуктов, касающиеся животных жиров и появления новых болезней, могут сдержать рост потребления мяса (FAO, 2006c).

Рыболовство во внутренних водах и аквакультура

Разногласия по поводу использования воды для орошения и рыболовства часто оказываются трудноразрешимыми из-за различных пространственных и временных требований к использованию воды для рыбы и растениеводства. Расширение площади и объемов растениеводства через осушение заболоченных территорий, распространение оросительных систем за счет мер по защите от наводнений и благодаря увеличению использования удобрений и пестицидов негативно повлияет на рыболовство и рыбоводство. Поэтому любой проект по развитию водного хозяйства должен учитывать потребности рыбы и рыбоводческих хозяйств в том, что касается количества и качества воды. В большинстве развитых стран и в некоторых развивающихся странах уже существуют строгие правила для критериев оценки объема природных потоков и качества вод, что очень полезно для поддержания работы рыбоводческих хозяйств, конкурирующих за водные ресурсы с другими пользователями. Некоторые проблемы можно частично разрешить, и при правильном планировании и целостном подходе к развитию фермерство и рыбоводческое хозяйство могут быть вполне совместимыми. Разведение рыбы на рисовых полях в Азии может служить отличным примером сосуществования этих двух видов деятельности. Например, есть много случаев положительного влияния рыбы на урожай риса, а при наличии рыбы уменьшается необходимость в пестицидах..

Крупномасштабное приобретение пахотных земель

В последние годы появились две новые области вложений в коммерческом земледелии. Первая – это когда страны, зависимые от импорта продовольствия, стремятся обеспечить бесперебойность поставок при помощи вложений в сельское хозяйство других стран. Вторая – это инвестиции в производство сырья для жидкого биотоплива (см. ниже). Несколько факторов поддерживают внутреннее инвестирование – цены на товары, ценность земли, изменения в политике в странах донорах и реципиентах, а также обеспокоенность за стабильное производство продовольствия и энергии. Потрясение от глобального повышения цен на продовольствие в 2007 г. и сохранение высоких цен на энергию лишь увеличили этот интерес. Основные страны-инвесторы находятся в Европе и Африке, а также в Персидском заливе и на юге и вос-

токе Азии. Приобретения земель внутри страны также находятся на довольно высоком уровне. В основном приобретения осуществляются в Африке к югу от Сахары, на востоке Азии и в Латинской Америке (Cotula, 2010).

Это явление имеет значительные масштабы и порождает высокую конкуренцию с уже существующим порядком сельскохозяйственного землепользования, потому что инвесторы ищут землю, более ценную с точки зрения плодородности, обладающую большим оросительным потенциалом, лучшей инфраструктурой и близостью к рынкам. Такие земли обычно очень востребованы местным населением, использующих их под небольшие фермы, и поэтому выделение таких земель на продажу под крупные хозяйства без должных консультаций и обеспечения мер безопасности может поставить под угрозу средства к существованию местного населения и его продовольственную безопасность (Cotula, 2010).

Международный банк реконструкции и развития (2011) подходит к изучению этого вопроса, рассматривая страны с точки зрения наличия земель, которые могут быть пригодными для расширения сельскохозяйственной деятельности, и различий в урожайности, подразумевая, что в зависимости от местных условий могут подойти разные пути развития, связанные с сопутствующими рисками и возможностями. На значительный интерес к странам со слабым управлением (особенно в том, что касается прав местного населения) указывается как на основной фактор, способствующий нескольким рискам (например, несоразмерное возмещение, отсрочка выполнения, создание малого количества рабочих мест и т. д.). Хотя при таких инвестициях могут иметь место возможности устранения существующих ограничений для ведения сельскохозяйственного производства (например, доступ к технологиям, капиталам, инфраструктуре), сам феномен требует, помимо всего прочего, стратегического подхода, в реализации которого заранее принимают участие инвесторы, производятся изменения в управлении и политике землепользования, создается большой потенциал на местном уровне.

Производство сырья для жидкого биотоплива

В настоящее время биоэнергетика составляет около 10% мирового потребления энергии, и в основном биотопливо используется для традиционного приготовления пищи и отопления в развивающихся странах. Приблизительно 2,5 млрд чел. в развивающихся странах традиционно зависят от биомассы как основного топлива для приготовления пищи. Но среди этих традиционных продуктов биоэнергетики увеличивается производство жидкого биотоплива (биоэтанол и биодизель), которые, по прогнозам, окажут огромное влияние на водопользование и сельское хозяйство. Между биоэнергетикой и производством уже началась конкуренция за земельные и водные ресурсы, и, по всей вероятности, она будет только усиливаться, поскольку для производства продовольственных культур и сырья для этанола и биодизеля нужны земли со сходными характеристиками. Недавний рост цен на продовольствие частично объясняется уклоном в сторону производства биотоплива.

По прогнозам, к 2030 г. 5% энергии для транспорта будет составлять биотопливо, и необходимость экономии углерода может увеличить этот показатель. Для производства такого объема потребуется увеличить площадь под культуры для жидкого биотоплива более чем в 2 раза между 2007 и 2030 гг., что составит до 3–4,5% обрабатываемой земли. Для осуществления по всему миру всех принятых в настоящее время государственных программ и планов по жидкому био-

топливу уже может потребоваться 30 Мга пахотной земли (2% от возделываемой в настоящее время площади), при этом будут вытесняться пищевые культуры и увеличиваться перевод лугов и лесов в нелесные земли (Fischer *et al.*, 2010).

Производство жидкого биотоплива добавляет нагрузку и на водные ресурсы – количество воды, требуемой для производства одного литра жидкого биотоплива примерно равно количеству, необходимому для приготовления дневной нормы пищи на одного человека. В настоящее время количество оросительной воды в мире, используемой для производства жидкого биотоплива, по оценкам, составляет 1–2% всей используемой оросительной воды. Если бы выполнялись все принятые в настоящее время государственные планы по жидкому биотопливу, то его производство могло бы потребовать 5–10% мирового объема оросительной воды (Hoogeveen *et al.*, 2009).

Однако эти честолюбивые планы могут быть умерены, поскольку возникает озабоченность по поводу конкуренции между биоэнергетикой и производством продуктов питания за ресурсы и ее влиянием на продовольственную безопасность, а также в отношении вопросов экологической устойчивости производства (Tilman *et al.*, 2009). К тому же есть вопросы о чистых сбережениях выбросов парникового газа, особенно там, где леса или пастбища стали использоваться для производства жидкого биотоплива.

Во многих странах эти соображения привели к переоценке ближайших целей производства (см. вставку 3.1) и оценке потенциала второго поколения жидкого биотоплива, которое получают из биологических отходов и которое не составляет прямой конкуренции пищевым культурам.

ВСТАВКА 3.1. ТЕНДЕНЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ И СПРОСЕ НА ЖИДКОЕ БИОТОПЛИВО

Мировые поставки жидкого биотоплива достигли в 2007 г. 0,7 млн баррелей (Мб) в день, что на 37% больше по сравнению с 2006 г и эквивалентно 1,5% топлива для автомобильного транспорта. Тенденции указывают на то, что по всему миру спрос на биотопливо значительно возрастет – до 1,6 Мб в день в 2015 г. и до 2,7 Мб в день в 2030 г., что составит 5% от всей энергии, требуемой для автомобильного транспорта. Одно из глобальных обязательств, призванное стабилизировать концентрации парниковых газов на уровне 450 частиц на миллион в эквивалентах CO₂, может удвоить спрос на биотопливо во всем мире к 2030 г., при этом жидкое биотопливо будет больше использоваться в транспортном секторе, что позволит сократить выброс диоксида углерода на 3%.

Однако проблемы конкуренции производителей продовольствия и жидкого биотоплива за скудные земельные и водные ресурсы, влияние на продовольственную безопасность, сокращения текущих выбросов парниковых газов и обеспечения экологической устойчивости производства заставили многие страны пересмотреть свои ближайшие планы производства жидкого биотоплива. Особенно это касается жидкого биотоплива «первого поколения» (то есть того, которое получается из культур, производящихся специально для удовлетворения энергетических потребностей, таких как кукуруза и сахарный тростник). Возможное отрицательное воздействие на пахотные земли и продовольственную безопасность можно уменьшить за счет внедрения жидкого биотоплива второго поколения (то есть топлива, получаемого из отходов биомассы). К 2030 г. четверть всего жидкого биотоплива будет именно такой.

Источники: Tubiello and van der Velde (2010); IEA (2009).

Деградация земельных и водных ресурсов: влияние и причины

Прошлые достижения в росте сельскохозяйственного производства сопровождались отрицательными побочными воздействиями или влиянием экстерналий на земельные и водные ресурсы как на обрабатываемых территориях, так и ниже по течению. Частично эта деградация была вызвана плохо адаптированными системами производства, частично явилась результатом умышленного выбора или компромисса в пользу увеличения объемов сельскохозяйственного производства за счет экосистемы.

Водо- и землепользование и экосистема: определение деградации земель

В последних исследованиях (Nachtergaele et al., 2011) используется расширенное определение понятия «деградация земель», которое обозначает не просто эрозию почвы или потерю ее плодородности, а ухудшение сбалансированности экосистемы и утрату услуг, предоставляемых экосистемой. Таким образом, деградацию земель надо рассматривать в целом, учитывая все экосистемные товары и услуги – как биофизические, так и социально-экономические.

Экосистемы, в которых основными видами деятельности являются земледелие, лесное хозяйство и выпас скота, часто страдают от действий человека и больше всего от землепользования и изменений в землепользовании (см. вставку 3.2), которые влияют на биофизические свойства земли (например, загрязнение, засоление почвы и ее истощение). Деградация может происходить там, где управление плохо согласовано с местными экологическими условиями. Даже те причины, которые на первый взгляд имеют естественную природу, могут быть частично или полностью вызваны человеком (зарастание кустарником, лесные пожары, наводнения, оползни и засухи).

ЛАДА: система ФАО для оценки деградации земель

Недавно ФАО в тесном сотрудничестве с ВОКАТ (Всемирный обзор подходов и технологий по сохранению) разработала новую, масштабируемую и «интегративную» систему для оценки деградации земель как составную часть ЛАДА («Оценка деградации земель в засушливых районах») (LADA, 2010a). Изначально это программа была разработана по требованию и в поддержку Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием. Она строится на понятии экосистемных услуг, разработанном в рамках Оценки экосистем на пороге тысячелетия (MEA, 2005), и отражает методологический сдвиг в оценке частоты, тяжести, движущих сил и последствий деградации земель, а также пределы и эффективность хорошего управления. Такой подход к оценке отличается от более ранних методов, таких как глобальная оценка деградации почвы (GLASOD; Oldeman et al., 1990), который в основном фокусировался на состоянии почвы (вставка 3.3). Таким образом, «деградация земель» – это понятие более широкое, чем только деградация почвы или загрязнение воды. Оно также допускает оценку взаимосвязанных компонентов экосистемы и компромиссов, которые могут существовать между ними: утрату биоразнообразия, например, по сравнению с улучшением экономических услуг при интенсивном ведении сельского хозяйства.



Стволы деревьев, поваленных для того, чтобы открыть новые территории для сельского хозяйства по традиционной подсечно-огневой технологии, используемой в департаменте Санта-Крус в Боливии

В период с 1990 по 2010 год площадь нетто лесных районов в странах Латинской Америки и Карибского бассейна уменьшилась примерно на 87 млн га, или почти на 9% (FAO, 2011с). В частности, самые высокие темпы вырубki лесов наблюдаются в бассейне реки Амазонки, где находится самый большой массив влажного тропического леса, характеризующийся уникальным биоразнообразием. Фермеры, занимающиеся товарным сельским хозяйством, расчистили значительные участки леса: в Бразилии, Боливии и Парагвае – для выращивания сои на экспорт, в Бразилии – под кофейные плантации, а в Центральной Америке, Колумбии, Эквадоре и странах Карибского бассейна – под плантации бананов. Способствуют уничтожению лесов и мелкие фермеры, использующие подсечно-огневые технологии земледелия, которые они переносят в зону лесов.

Источник: CDE (2010) Фото: Wocat.

Систему оценки деградации земель ФАО-ЛАДА недавно применили на национальном уровне в нескольких странах – участницах проекта ЛАДА (в Аргентине, Чили, на Кубе, в Сенегале, ЮАР, Танзании), в которых была подсчитана общая территория избранных видов биофизической деградации, практики управления земельными ресурсами и экосистемного воздействия. Результаты оценки в рамках проекта ЛАДА деградации земель на национальном и местном уровнях были использованы в качестве аргумента в пользу разработки стратегии вмешательств в рамках управления природными ресурсами, а также в странах, представляющих сведения для Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием (вставка 3.4).

Оперативная методология для применения системы ФАО-ЛАДА с целью интегративного анализа глобальных массивов данных (ГЛАДИС – Глобальная информационная система по деградации земель) находится на конечном

- Основная роль оценки участником состояния и тенденций многочисленных экосистемных выгод, характеризующих три измерения – социальное, экономическое и экологическое и представляющих собой три общепризнанных столпа «устойчивости».
- Подход, принятый в системе, определяет наличие деградации, когда давление на экосистему вызывает продолжительную тенденцию к снижению (за период в десять и более лет) показателей одной или более выгод ниже уровня, который признается как приемлемый теми участниками, которые прямо или косвенно ответственны за «управление» экосистемами. В основе этого подхода лежит представление о том, что участники будут постоянно искать компромиссное решение в отношении различных выгод с тем, чтобы «удерживать» экосистему в таком состоянии, когда выполняются на приемлемом уровне все три критерия «устойчивости».
- Деградация может считаться постоянной, если стоимость восстановления деградировавших земель с использованием доступных в настоящий момент технологий будет рассматриваться участниками как неприемлемая с экономической или социальной точек зрения.
- «Состояние деградации земель» (равное условию экосистемных выгод в какой-либо момент времени), а также «тенденции» в деградации земель могут быть измерены только по отношению к референтным показателям какого-либо года. Как «состояние», так и «тенденции» важны для определения срочности необходимых мер. Критическая ситуация возникает тогда, когда низкие показатели «состояния» сочетаются с «тенденцией» к быстрому снижению в экосистемных услугах. Зоны с умеренными показателями «состояния» и «тенденциями» к снижению должны быть четко обозначены для более эффективного использования средств.
- Методологии сбора данных для измерения различных параметров деградации непрерывно развиваются. Система ФАО-ЛАДА может быть использована независимо от конкретных методологий и с использованием различных шкал. Можно использовать измеряемые переменные или соответствующие индикаторы.
- Причины и последствия деградации земель могут оцениваться по разным шкалам. Это обеспечивает комплексное понимание поведения и стратегий различных землепользователей и облегчает совместные действия на разных уровнях принятия решений.

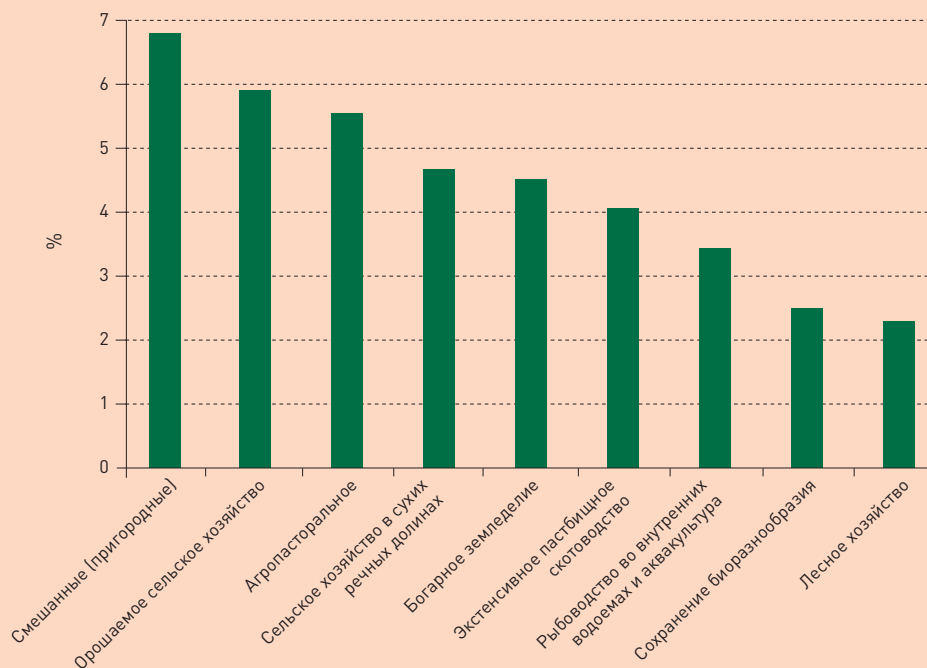
этапе разработке в ФАО (LADA, 2010a). ГЛАДИС оценивает состояние, тенденции и воздействие деградации земель на местные популяции, используя индикаторы, характеризующие социальные, экономические и экологические измерения экосистемных услуг. В ГЛАДИС состояние различных экосистемных выгод представлено в форме радарного графика, который позволяет быстро оценить состояние и тенденции шести показателей экосистемных услуг, относящихся к земле- и водопользованию: биомасса, почва, вода, биоразнообразие, экономические и социальные показатели (рис. 3.1).

Оценка ГЛАДИС показывает, что землепользование и управление являются наиболее важными причинами деградации. Например, расчистка лесов под сельскохозяйственное использование приводит к потере ряда экосистемных услуг, и полученные в результате возделываемые территории более подвержены деградации, часто из-за почвообработки. Леса имеют большие возможности по производству биомассы, повышению здоровья почвы и биоразнообразия. Когда леса вырубаются, многие из этих экосистемных услуг утрачиваются, вследствие чего обрабатываемые земли с большей вероятностью деградируют.

Тенденции являются важным элементом оценки экосистемных услуг. ГЛАДИС оценивает изменения в экосистемных услугах за период с 1990

С использованием методики ЛАДА для оценки на национальном уровне осуществляются экспертные расчеты степени и темпов изменений и пространственного охвата различных типов биофизической деградации, а также изучаются их причины и последствия для экосистемных услуг в основных системах землепользования. Типы деградации включают эрозию почвы (водную и ветровую) и ухудшение почвы (химическое, физическое, водное и биологическое). В числе причин этих явлений – управление почвами, управление растениеводством, вырубка лесов, чрезмерное использование растительности для домашних нужд и выпаса скота (LADA, 2010b).

Степень деградации (%территории системы землепользования)

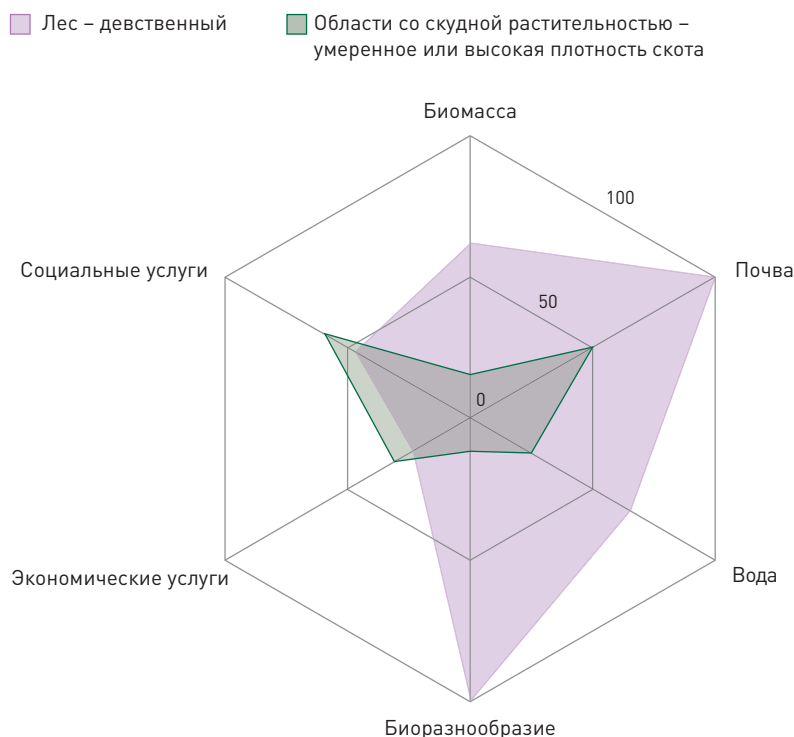


по 2005 г. с тем, чтобы определить, происходит ли улучшение или идет дальнейшая деградация. Значительные территории всех континентов подвержены деградации с особенно высокой инцидентностью деградации на западном побережье американских континентов, в Южной Европе и Северной Америке, по всему Сахелю и Африканскому Рогу и по всей Азии. Наибольшей угрозой является утрата почвенного слоя, за ней идут утрата биоразнообразия и обеднение водных ресурсов (Molden, 2007).

Деградация земель в глобальном масштабе – предварительные результаты работы ГЛАДИС

В системе ГЛАДИС (LADA, 2010b) глобальные массивы данных, охватывающих экологическое, экономическое и социальное измерения, были сведены в модели, на основании которых рассчитывались индексы, показывающие современное состояние (то есть базовый уровень отсчета) экосистемных выгод, а также тенденции (то есть общую долговременную тенденцию изменений потока таких экосистемных выгод с целью показать, есть улучшение или нет). Состояние и тенденции определяются для одиннадцати классов землепользования, имеющих глобальное значение по определению ГЛАДИС, что позволяет

РИСУНОК 3.1. СХЕМА ВЕРОЯТНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ СОСТОЯНИЯ ШЕСТИ ИЗБРАННЫХ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ, СВЯЗАННЫХ С ВАЖНЕЙШИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ В ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ (ПЕРЕХОДОМ ОТ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА К ЭКСТЕНСИВНОМУ СКОТОВОДСТВУ)



Источник: настоящее исследование.

выявить четыре типологии деградации (рис. 3.2). Эти типологии облегчают географическую привязку и приоритетность стратегий и вмешательств для улучшения ситуации.

Относительные масштабы различных типологий деградации различаются в зависимости от землепользования. Высшие показатели для типа 1 связаны с землями со скудной растительностью с умеренной или высокой плотностью животноводства (68% всего объема земель с подобным типом землепользования). Наибольшая доля улучшающихся земель (то есть тип 4) главным образом связана с растениеводством и с незначительным или отсутствующим животноводством (24%). По всему миру приблизительно 25% всех земель относятся к критической категории типа 1, в то время как около 46% являются стабильными (нет значимых тенденций к уменьшению или увеличению параметров) и слабо- и среднедеградировавшими (тип 3). Только 10% находятся в состоянии улучшения (рис 3.2).

Негативные воздействия на сельское хозяйство в пределах обрабатываемых территорий

Нынешние 1600 Мга обрабатываемых территорий представляют собой лучшую и более продуктивную часть мировых земельных ресурсов. Однако часть этих земель деградирует из-за применения технологий, которые ведут к водной и ветровой эрозии, поглощению питательных веществ, сокращению верхнего слоя почвы, засолению и загрязнению почвы. В результате

Типология деградации выгод от экосистем	Виды вмешательств
<p>■ Тип 1 – высокий деградационный тренд или сильно деградировавшие земли</p>	Реабилитация там, где она экономически оправдана; смягчение последствий там, где деградационный тренд высок
<p>■ Тип 2 – умеренный деградационный тренд на незначительно или умеренно деградировавших землях</p>	Применение мер по смягчению деградации
<p>■ Тип 3 – стабильные земли, незначительно или умеренно деградировавшие</p>	Превентивные интервенции
<p>■ Тип 4 – улучшенные земли</p>	Обеспечение создания условий для устойчивого земдепользования



Источник: настоящее исследование.

продуктивность базовых земельных ресурсов снизилась. Деградация земель приводит также к проблемам за пределами освоенных территорий, таким как заиливание водоемов, ограничение функционирования системы водосбора и выброс диоксида углерода в атмосферу.

Ухудшение продуктивности земель может происходить несколькими путями. Во-первых, может быть утрачена органическая часть почвы и ухудшиться ее физическая структура, например, когда вырубаются леса, структура почвы быстро ухудшается. Во-вторых, может произойти уменьшение содержания питательных веществ и ухудшение химического состава почвы. В целом возмещается только половина питательных веществ, поглощаемых сельскохозяйственными культурами, и, например, в странах Азии ежегодное уменьшение содержания питательных веществ в почве эквивалентно 50 кг/га.

В некоторых восточных и южных странах Африки ежегодное уменьшение содержания питательных веществ в почве оценивается в таких цифрах, как: азота в 47 кг/га, фосфора 6 кг/га и калия 37 кг/га. Когда система земледелия не предусматривает внесение удобрений и фиксацию азота, потери от уменьшения содержания питательных веществ и связанной с этим эрозии еще выше (Sheldrick *et al.*, 2002).

В-третьих, еще одним аспектом ухудшения почв является эрозия в пределах обрабатываемых территорий, вызванная плохим управлением земельными ресурсами. Многие исследования показали, что утрата питательных веществ в почве и органической части почвы, а также сопутствующее ухудшение способности почвы удерживать воду ведут к снижению урожая. Утрата качества почвы и ее защитного слоя тоже оказывает влияние на более широкие экосистемные услуги, вызывая гидрологические нарушения, утрату поверхностного и подповерхностного биоразнообразия, снижение содержания углерода в почве и связанный с этим выброс углекислого газа в атмосферу.

Здоровье почвы ухудшается во многих системах земледелия, как в развитых, так и в развивающихся странах. Самая плохая ситуация сложилась в нагорьях Гималаев, Анд, Скалистых гор и Альп, в системах с низкими вложениями и недостаточной обработкой почвы, таких как богарные системы в саваннах Африки к югу от Сахары (вставка 3.5) и используемые для сельского хозяйства и животноводства системы в Сахеле, на Африканском Роге и в Западной Индии, и в интенсивных системах, где питательные вещества и пестициды могут при неправильном использовании привести к загрязнению воды и почвы.

Развитие орошения играло решающую роль в увеличении объемов сельскохозяйственного производства, но при этом были и негативные побочные явления интенсивного орошаемого сельского хозяйства. В пределах обрабатываемых территорий основными проблемами были засоление почв и заболачивание. Немногие растения могут переносить повышенное содержание соли, так как это препятствует движению влаги вверх по растению и снижает урожайность. Засоление почв может происходить, когда вода, используемая для орошения, растворяет соли, содержащиеся в почве, или когда соль поступает в почву с водой либо удобрениями. Заболачивание является связанной проблемой. Оно замедляет рост растения, удаляя воздух из почвы и буквально удушая растение. Заболачивание часто ведет к засолению почвы. Во всем мире, по подсчетам ФАО, 34 млн га (11% орошаемых территорий) в той или иной степени подвержены засолению (карта 3.1). Большая часть этих земель (21 млн га) находится в Пакистане, Китае, США и Индии. Еще 60–80 млн га подвержены в разной степени заболачиванию и связанному с этим засолению.

Воздействие за пределами обрабатываемых территорий и экстерналии

Кроме воздействия непосредственно на обрабатываемой территории управление земельными и водными ресурсами оказывает воздействия за пределами обрабатываемой территории и ниже по течению, включая изменения в гидрологии рек и темпах восполнения грунтовых вод, загрязнение водоемов ниже по течению и грунтовых вод, заиливание из-за поверхностного стока с ферм и общее влияние на экосистемы, связанные с водой.



Обрабатываемые традиционным способом, неудобряемые поля с высокой степенью различий в росте растений на разных участках, Сенегал

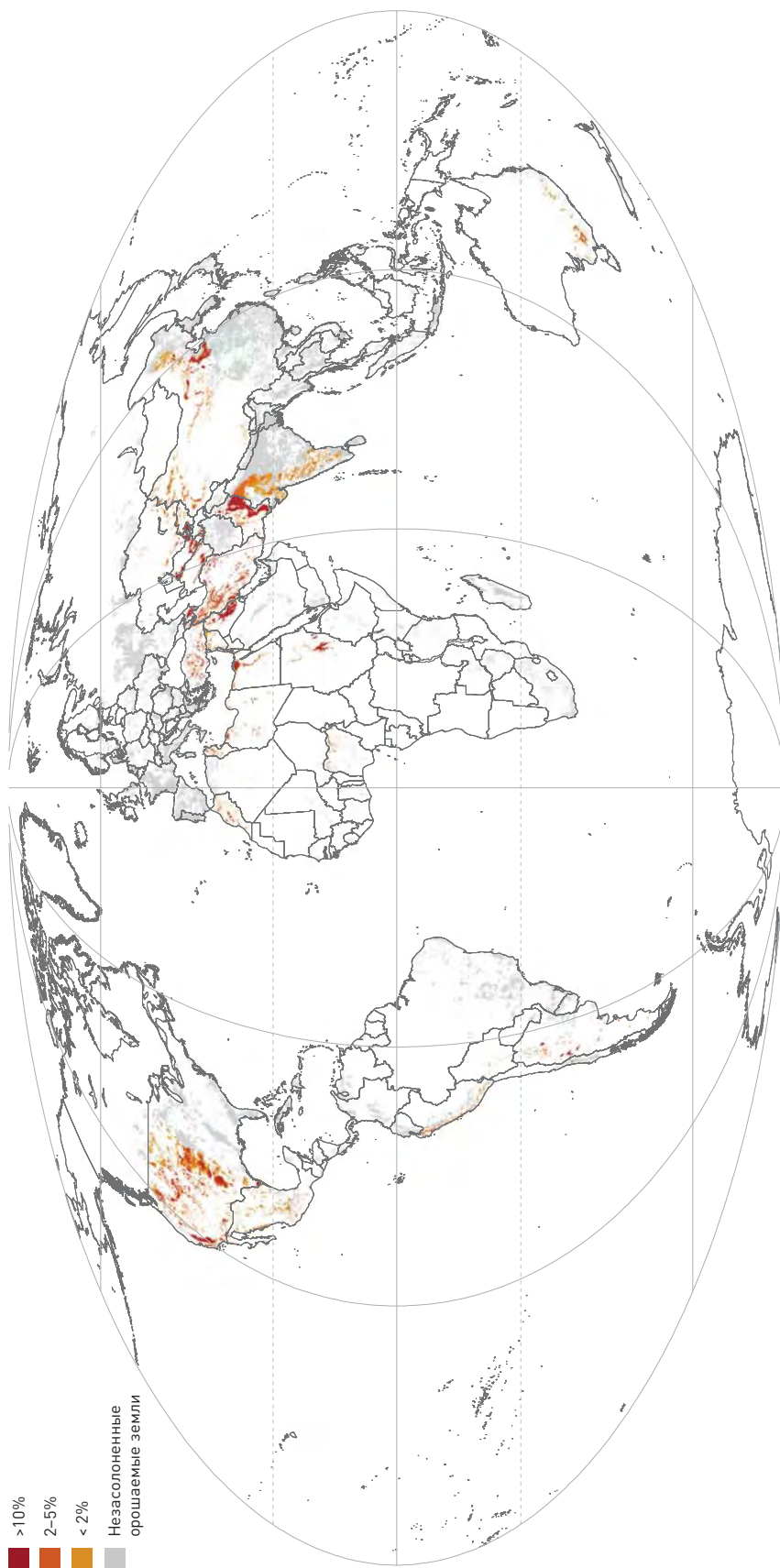
Только 7% территории Африки к югу от Сахары обрабатываются. Продуктивность растениеводства низкая. Обеднение плодородия почвы достигает критического уровня, особенно там, где в земледелии преобладают мелкие хозяйства. В результате баланс питательных веществ изменяется в отрицательную сторону, объем отбора питательных веществ в четыре раза превышает обратное внесение в форме навоза и минеральных удобрений.

Источник: CDE (2010). Фото: USGS.

Влияние отбора воды для орошения на гидрологический режим

Орошаемое земледелие оказало глубокое воздействие на экосистемы, связанные с водой. Режим тока рек изменился, иногда с существенным негативным воздействием на доступность воды ниже по течению и на водные экосистемы и со значительным уменьшением поступления воды в океан. Многие реки, активно используемые для орошения, не имеют достаточного объема воды для сохранения речной системы «открытой». В некоторых густонаселенных бассейнах в Китае и Индии реки больше не впадают в моря, в результате происходит движение соленой воды вверх по течению и утрачивается прибрежная среда для обитания и экономической деятельности. Но может оказываться и позитивное воздействие путем улучшения контроля над наводнениями и восполнением грунтовых вод (Charalambous and Garratt, 2009), хотя это может ограничить перемещение полезных взвесей (Molden, 2007). Отбор воды для орошения привел также к уменьшению объема крупных озер: озеро Чапала в Мексике в период между 1979 и 2001 гг. потеряло 80% объема, и Аральское море чуть не исчезло к концу XX века, когда отбор воды для орошения полей хлопчатника сократил приток воды.

КАРТА 3.1. ДОЛЯ ЗЕМЕЛЬ, ЗАСОЛОНЕННЫХ ВСЛЕДСТВИЕ ИРРИГАЦИИ



Источник: настоящее исследование.

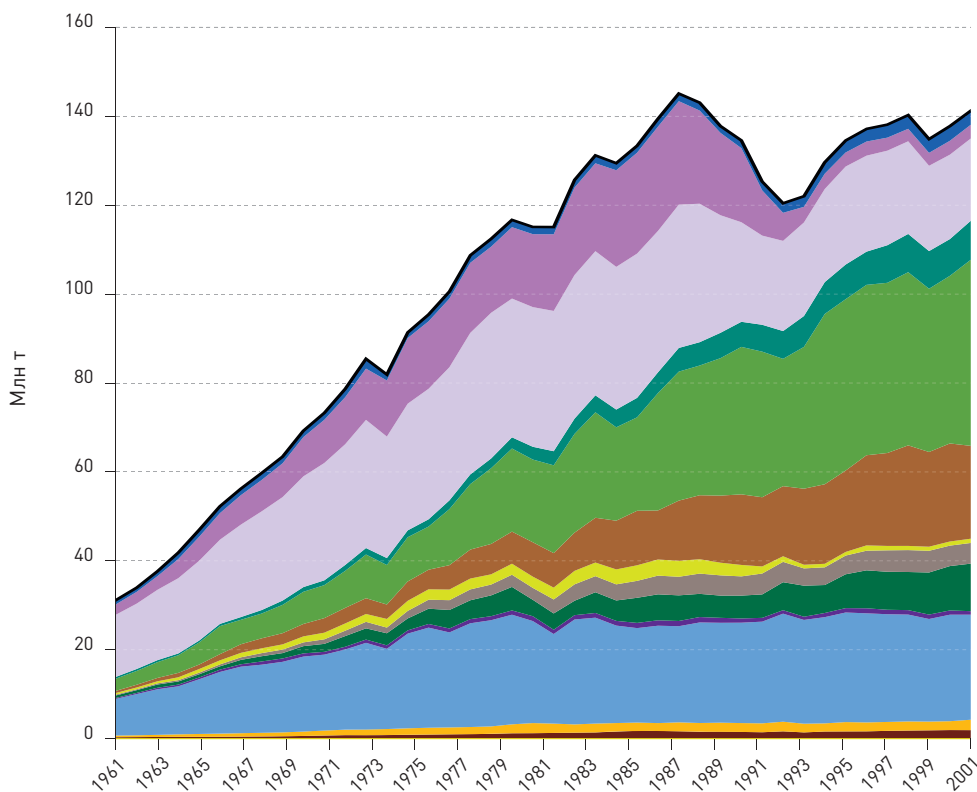
Болота тоже осушались. В Европе и Северной Америке более половины болот были осушены для сельскохозяйственных нужд, что привело к утрате биоразнообразия, риску наводнений и эвтрофикации ниже по течению (FAO, 2008c; Molden, 2007: 249).

Загрязнение воды в результате земледелия

Самые важные проблемы загрязнения воды, связанные с сельским хозяйством, – это избыточное накопление питательных веществ на поверхности и в прибрежных водах, накопление нитратов в грунтовых водах и накопление пестицидов в грунтовых водах и открытых водоемах.

Загрязнение воды вследствие избыточного внесения питательных веществ (в частности нитратов и фосфатов) возросло с интенсификацией сельского хозяйства вместе увеличившимся объемом городских стоков. Возросшее использование минеральных удобрений (рис. 3.3) и высокая концентрация

РИСУНОК 3.3. ТЕНДЕНЦИИ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ (НРК)



Источник: FAO (2010b).

животноводства являются главными причинами загрязнения. Увеличение нагрузки питательных веществ на обрабатываемые земли увеличило использование транспорта и накопление нитратов в водных системах из-за поверхностного стока и дренажа. Агрехимическое загрязнение является очень серьезной и широкораспространенной проблемой во многих местах, включая Восточную и Юго-Восточную Азию, Европу, некоторые районы США и стран Центральной Азии, а также некоторые плантации в Центральной и Латинской Америке.

Питательные вещества в открытых водоемах могут вызвать эвтрофикацию, гипоксию (снижение содержания кислорода, необходимого для водной флоры и фауны), цветение воды и другие инфестации, включая водяной гиацинт. Затронутыми оказались прибрежные районы Австралии, Европы и США, многие внутренние водоемы (Mateo-Sagasta and Burke, 2010). Жизнь в некоторых морях, включая части Балтики и Адриатического моря, часто страдает от недостатка кислорода. Болота и озера, получающие приток питательных веществ, могут пересечь порог эвтрификации. Было высказано предположение, что планетарная граница или верхний предел переносимости для изменения цикла азота (Rockström *et al.*, 2011) и эвтрификации пресных вод уже был превышен (Carpenter and Bennet, 2011). Подсчитано, что в мире имеется 12000 км³ загрязненной пресной воды, что эквивалентно шестикратной годовой потребности в воде для орошения.

Другая проблема связана с использованием некоторых пестицидов (Gurrall and Burke, 2010). Борьба с вредителями являлась и является серьезной проблемой земледелия со времен появления современного крупномасштабного выращивания риса и пшеницы. В монокультурах вредители и болезни могут быстро распространяться, что приводит к эпидемиям, когда условия оказываются благоприятными для конкретного патогена или вредителя. Некоторые высокоурожайные сорта риса характеризуются восприимчивостью к определенным вредителям (например, сорт IR64 к бурым дельфаидам). Использувавшиеся сначала пестициды, такие как органохлориды, оказались устойчивыми и могли накапливаться в пищевых цепочках. Хотя их использование было запрещено в 1970-х гг., они до сих пор применяются во многих частях мира. Они были заменены соединениями, по всей вероятности, менее вредными, такими как органофосфаты, которые тоже затем были запрещены или ограничены в использовании. Риск загрязнения связан с растворимостью и мобильностью различных химических соединений. Например, гербицид атразин, широко используемый в производстве кукурузы в США, вызвал значительное загрязнение грунтовых вод. Поверхностные стоки с полей и дренаж легко транспортируют эти загрязнители в водоемы.

Парниковые газы

Сельское хозяйство вносит существенный вклад в выброс парниковых газов. Объем выброса составляет примерно 5–6 млрд т эквивалента CO₂ в год. С учетом сокращения площади лесов сельское хозяйство ответственно за одну треть общего объема антропогенных выбросов или за 13–15 млрд т эквивалента CO₂ в год (табл. 3.1). Сельское хозяйство выбрасывает в атмосферу 25% всего диоксида углерода (главным образом из-за сокращения площади лесов), 50% метана (рис, интестинциальная ферментация, отходы животноводства) и 75% N₂O (применение удобрений, отходы животноводства). Хотя значительная часть этих выбросов в интенсивном сельском хозяйстве неизбежна, компенсационные меры в сельском и лесном хозяйстве признаны действенными при

ТАБЛИЦА 3.1. ГОДОВОЙ ОБЪЕМ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ, ВЫЗВАННЫХ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ЧЕЛОВЕКА (2005)

	Млрд т CO ₂ -экв.	Доля %
Всего в мире	50	100 %
Сельское хозяйство	5–6	10–12%
Метан	(3.3)	
N ₂ O	(2.8)	
Лесное хозяйство	8–10	15–20%
Обезлесение	(5–6)	
Гниение органических веществ и торфа	(3–4)	
Суммарно сельское и лесное хозяйство	13–15	25–32%

Источник: FAO (2008a).

достижении стабилизации атмосферных концентраций. Эти меры подробно рассмотрены в Главе 5.

Истощение запасов грунтовых вод

На количество воды, доступной для сельского хозяйства, может повлиять уменьшение запасов грунтовых вод во многих районах. Как уже рассматривалось выше, резкий подъем в использовании грунтовых вод, к которому подтолкнули технологии бурения скважин на воду, дешевая энергия и благоприятные рыночные условия, привел к широко распространенному истощению запасов грунтовых вод, в том числе к необратимому снижению водоносного горизонта в некоторых местах (Shah, 2009; Llamas and Custodio, 2003; Morris *et al.*, 2003).

Но если истощение было основным воздействием, в некоторых случаях восполнение подземных вод может быть усилено откачкой (Shamsudduha *et al.*, 2011). Широко распространенные и почти не контролируемые водозаборы грунтовых вод на нужды сельского хозяйства привели к истощению и деградации некоторых из самых доступных и высококачественных водных горизонтов в мире. Хорошо известно об истощении в Центральной долине Калифорнии и водоносного горизонта Огаллала на Великих Равнинах в США. Но были зафиксированы и другие случаи в ключевых сельскохозяйственных районах, в том числе в Пенджабе, на Великой Китайской равнине и в бассейне Сусс в Марокко, где с 1980 г. ежегодное снижение достигает 2 метров (Garduno & Foster, 2011). Затраты частных фермеров и государственных программ в этой области на насосное оборудование растут, а уровень грунтовых вод падает. Но в некоторых случаях потребность в грунтовых водах для обслуживания областей, где выращиваются ценные зерновые культуры, выглядит неэластичным (Hellegers *et al.*, 2011): в Йемене забор воды иногда производится с глубины больше километра.

Истощение грунтовых вод также способствовало оседанию почвы из-за разрушения водоносных структур. Самый примечательный пример такого оседания на сегодняшний день наблюдается в Калифорнийской долине, где достаточно продолжительное время для орошения используются глубокие грунтовые воды. В Иране интенсивный водозабор грунтовых вод способствует пересыханию *кяриза* – традиционной подземной гидротехнической системы,

и уже привел к оседанию почвы в плодородных землях из-за уплотнения подземных водоносных горизонтов вследствие водозаборов.

Другая возможная опасность – засоление грунтовых вод. Это может происходить, когда солончаковые ирригационные дренажные воды проникают в водоносный слой. Во многих прибрежных зонах и на небольших островах интенсивная откачка грунтовых вод для сельскохозяйственных нужд вызвала интрузию соленых вод, из-за чего многие экономически важные водоносные горизонты стали непригодными для использования. Некоторые водоносные горизонты уже неисправимо засолены (например, водные горизонты в Газе, Гуджарате, провинции Западная Ява и Мексике).

Проведенный FAO (Siebert et al., 2010) анализ использования грунтовых вод в мировом сельском хозяйстве показывает, что почти 40 % мирового орошаемого сельского хозяйства используют грунтовые воды (табл. 3.2). Ключевые регионы, производящие продовольствие, зависят от грунтовых вод. Среди них некоторые крупные районы производства зерновых, такие, как Пенджаб и Великая Китайская равнина. Районы с орошаемым земледелием четырех крупнейших в мире производителей продовольствия на треть или больше зависят от грунтовых вод. У Индии и США от грунтовых вод зависят две трети и более территорий с ирригационным сельским хозяйством – на 64% и 59% соответственно. Следовательно, риск нанесения ущерба мировому производству продовольствия из-за истощения и ухудшения грунтовых вод очень велик.

Предполагаемое воздействие изменений климата

Помимо прочего, на сельском хозяйстве могут негативно сказаться климатические изменения (FAO, 2011d). Неустойчивость и изменения климата влияют на температурный и водный режимы, что, в свою очередь, влияет на структуру и работоспособность экосистем и на благополучие населения. Ожидаемые изменения средней температуры и неустойчивость температуры и осадков, повышенный уровень CO₂, а также сложная взаимосвязь между всем вышеупомянутым – все это повлияет на земельные и водные ресурсы в грядущих

ТАБЛИЦА 3.2. ЗАВИСИМОСТЬ КРУПНЫХ СТРАН – ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПРОДОВОЛЬСТВИЯ ОТ ГРУНТОВЫХ ВОД

Страна	Площадь, отведенная под ирригационное сельское хозяйство (га)	Грунтовые воды (га)	Поверхностные воды (га)	Зависимость от грунтовых вод (% от площади, отведенной под ирригацию)
Бразилия	3 149 217	591 439	2 557 778	19
Египет	3 422 178	331 927	3 909 251	10
Индия	61 907 846	39 425 869	22 481 977	64
Китай	62 392 392	18794951	43 597 440	30
Пакистан	16 725 843	5 172 552	11 553 291	31
США	27 913 872	16 576 243	11 337 629	59
Таиланд	5 279 860	481 063	4 798 797	9

Источник: Siebert et al. (2010).

десятилетиях, негативно сказываясь на урожае и сельском хозяйстве (Tibuello and van der Velde, 2010).

Характер воздействия будет различаться в зависимости от региона и времени. Ожидается, что к 2050 году умеренное потепление климата может улучшить урожайность и продуктивность пастбищ в зоне умеренного климата и понизить урожайность в полупустынных и тропических зонах. Таким образом, глобальное потепление предположительно повысит продуктивность производства продуктов питания в одних частях света (например, в Канаде и России) и понизит в других (например, в Южной Африке). Ожидаются также изменения в режиме осадков. Связанные с этим изменения в соотношении эвапотранспирации и интенсивности осадков модифицируют продуктивность и функционирование экосистем, особенно в маргинальных областях. Вполне возможно, что участвуют природные катаклизмы, такие как аномальная жара, грозы с градом, аномальные холода, интенсивные и продолжительные осадки и засухи, – все это окажет негативное воздействие на урожай. Климатические изменения необходимо принимать в расчет в любых стратегиях управления земельными и водными ресурсами.

Предполагаемое влияние изменения климата в глобальном масштабе

Ожидается, что изменения климата будут иметь сочтанное воздействие и приведут к снижению урожаев и повышению производственных рисков во многих областях, к увеличению засушливости, более непредсказуемому характеру погоды и более выраженным осадкам. Возрастание объема осадков и температуры может привести к росту численности вредителей и болезней растений и животных. Воздействие со временем будет все негативнее и станет более выраженным, особенно в развивающихся регионах. Для некоторых регионов это воздействие может быть благоприятным из-за более высоких температур и более длинного периода вегетации. Даже увеличение концентрации диоксида углерода может оказывать благоприятное воздействие, хотя в этом пока нет определенности.

В зависимости от используемого сценария изменения климата общемировое производство зерновых может увеличиться на 3 % или уменьшиться на 5% (вставка 3.6). Если это произойдет, то будут серьезные последствия для развивающихся стран из-за уязвимости и отсутствия продовольственной безопасности более бедных слоев населения, недостатка средств для проведения мер по адаптации, изначально более жаркого климата и большей подверженности природным катаклизмам. Подсчитано, что количество недоедающих в результате изменений климата увеличится на 10–150 млн чел.

Предполагаемое влияние изменения климата на различные зоны

Хотя все прогнозы изменений климата вынуждены учитывать широкий круг неопределенностей, прогнозы показывают, что увеличится доля земель, относящихся к засушливым и полузасушливым зонам в Африке, в частности в Северной и Южной Африке. К 2080 году засушливые и полузасушливые области в Африке могут увеличиться на 5–8% (60–90 Мга). Более сухие области могут стать менее продуктивными или вовсе выйти из сельскохозяйственного использования. В Азии, напротив, засушливость земель будет уменьшаться во всех субрегионах. В зонах умеренного климата влияние изменений климата может быть более благоприятным, хотя могут возрасти вероятность более неблагоприятных погодных событий. Ожидаемые изменения в режиме

температуры и влажности и связанное с этим содержание влаги в почве, может изменить набор пригодных для выращивания сортов и культур. Это потребует внесения изменений в структуру управления, таких как возросшая

ВСТАВКА 3.6. ОЖИДАЕМЫЕ НЕГАТИВНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОТЕНЦИАЛ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНОВЫХ

Если не принять меры для смягчения последствий изменения климата, то при таком сценарии произойдет общее снижение потенциала производства зерновых в богарных системах на 5% (см. табл. ниже). Если будут использованы адаптированные к изменениям типы культур или если повышение уровня диоксида углерода, связанное с изменением климата, окажет фертилизационный эффект, то снижение потенциала производства будет меньше. Если допустить, что одновременно будут использованы адаптированные культуры и проявится фертилизационный эффект CO₂, тогда изменение климата приведет к увеличению потенциала производства зерновых на 3%. Наибольшее увеличение ожидается в Восточной и Центральной Азии. В некоторых регионах производство будет тем не менее сокращаться, в частности в Западной Африке. Согласно этим прогнозам, бедные богарные районы и фермеры скорее всего будут иметь наименьшие возможности для адаптации и пострадают больше всех.

Влияние изменений климата на потенциал производства зерновых

Регион	Обрабатываемые земли	Изменения потенциала в процентах по отношению к существующему климату*			
		Без фертилизационного эффекта CO ₂ ; существующие типы культур	Без фертилизационного эффекта CO ₂ ; адаптированные типы культур	При фертилизационном эффекте CO ₂ ; существующие типы культур	При фертилизационном эффекте CO ₂ ; адаптированные типы культур
Северная Африка	19	-15	-13	-10	-8
Африка к югу от Сахары	225	-7	-3	-3	1
Северная Америка	258	-7	-6	-1	0
Центральная Америка и Карибский бассейн	16	-15	-11	-11	-7
Южная Америка	129	-8	-3	-4	1
Западная Америка	61	-6	-6	-1	-1
Центральная Азия	46	19	19	24	24
Южная Азия	201	-6	-2	-2	2
Восточная Азия	151	2	6	7	10
Юго-Восточная Азия	99	-5	-2	-1	4
Западная и Центральная Европа	132	-4	-4	2	3
Восточная Европа и Российская Федерация	173	1	1	7	7
Австралия и Новая Зеландия	51	2	4	7	9
Острова Тихого океана	0	-7	-3	-2	2

* С использованием сценария центра Хэдли A2 для 2050 г. в сопоставлении с базовым годом.

Источник: адаптировано из Fischer et al. (2010).

потребность в орошении во многих регионах, новый сельскохозяйственный календарь, изменение сроков посадки и сбора урожая (Fischer *et al.*, 2010).

Влияние изменения климата на орошение

Хотя в отношении этих изменений есть много неопределенностей, ожидается, что влияние на земельные и водные ресурсы будет значительным с предполагаемым водным стрессом уже к 2050 г. (FAO, 2011a). Доступность воды в различных регионах может измениться из-за сдвигов в таянии снега и речных потоков. Сильные изменения в характере осадков могут изменить характер речных потоков в ключевых регионах орошения, особенно на индийском субконтиненте (FAO, 2011a; De Fraiture *et al.*, 2008). И хотя это воздействие трудно оценить количественно, ожидается, что сочетание снижения базового речного потока, повышение частоты и интенсивности наводнений и подъем уровня моря окажут влияние на высокопродуктивные орошаемые системы, которые помогают поддерживать стабильность производства зерновых. Производственные риски будут усиливаться на аллювиальных равнинах, которые зависят от таяния ледников (например, Колорадо, Пенджаб) и низкой дельты (например, Ганга и Нила) (Frenken, 2010).

На стороне спроса влияние изменений климата на потребности в орошении будет чувствоваться по изменению объема осадков и эвапотранспирации (Bates *et al.*, 2008). Суммарный объем потребности в орошении во всем мире может увеличиться на 5% – 20% к 2080 г., а в отдельных регионах потребность может вырасти еще больше; например, в Юго-Восточной Азии потребности могут вырасти на 15%. Более сильное воздействие ожидается в зонах умеренного климата в результате как возрастающего объема испарения, так и удлинения сезона вегетации из-за изменений климата (Fischer *et al.*, 2007). Соотношение объема отбираемой для орошения воды и возобновляемых водных ресурсов может возрасти в результате изменения климата, особенно на Среднем Востоке и в Юго-Восточной Азии. Потребность в орошении может возрасти в Северной Африке, но снизиться в Китае (Bates *et al.*, 2008). Ожидается, что возросшее число засух сильно повлияет на водные резервуары, так как больше воды будет необходимо для удовлетворения спроса со стороны растениеводства.

Системы под угрозой

СОЛАВ определил девять категорий систем, находящихся под угрозой, которым необходимо особое внимание (дальнейшая разбивка включает 14 подсистем, представляющих варианты конкретных моделей риска и развития). Ожидается, что все эти системы испытают некоторые негативные воздействия, равно как внесут негативные экстерналии в другие системы, если не будут приняты меры. Основные характеристики (состояние и тенденции) и варианты мер по решению проблем земельных и водных ресурсов в этих системах показаны в табл. 3.3. В ней описаны частота и степень ожидаемых негативных последствий, а также основные варианты мер для преодоления риска, восстановления устойчивости и улучшения вклада в удовлетворение мировых и местных потребностей в продовольствии.

Карта 3.2 выделяет районы внутри систем земледелия, где сельское население превышает возможности земельных ресурсов по производству продовольствия. Эта карта показывает, где плотность сельского населения представляет

ТАБЛИЦА 3.3. ОСНОВНЫЕ ЗЕМЕЛЬНЫЕ И ВОДНЫЕ СИСТЕМЫ, ПОДВЕРЖЕННЫЕ РИСКУ (ШИРОКАЯ ТИПОЛОГИЯ)

Глобальные производственные системы	Случаи или районы, где системы находятся под угрозой	Риски
БОГАРНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ: нагорья	Густонаселенные нагорья в бедных областях: Гималаи, Анды, высокогорные районы в Центральной Америке, Восточно-Африканская рифтовая долина, Эфиопская возвышенность, Юг Африки	Эрозия почвы, деградация земельных ресурсов, снижение продуктивности почвы и водных ресурсов, повышение частоты наводнений, повышение уровня эмиграции населения, преобладание бедности и отсутствие продовольственной безопасности
БОГАРНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ: полузасушливые тропики	Небольшие фермерские хозяйства в зоне саванн в западной, восточной и южной частях Африки и южной части Индии; агро-пастбищные системы в Сахеле, на Африканском Роге и в Западной Индии	Опустынивание, снижение производственного потенциала, увеличение случаев потери урожая вследствие непостоянства климата и температур, возникновение конфликтов, преобладание бедности и отсутствие продовольственной безопасности, эмиграция населения
БОГАРНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ: субтропики	Густонаселенные и интенсивно обрабатываемые районы, сосредоточенные в основном в бассейне Средиземного моря	Опустынивание, снижение производственного потенциала, увеличение случаев потери урожая, преобладание бедности и отсутствие продовольственной безопасности, дальнейшая фрагментация земельных ресурсов, ускоренная эмиграция населения. Ожидается, что в этих районах изменение климата проявится в уменьшении количества осадков и поверхностного стока воды и увеличении случаев засухи и наводнений
БОГАРНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ: умеренный климат	Высокоинтенсивное сельское хозяйство в Западной Европе Интенсивные фермерские хозяйства в США, восточной части Китая, Турции, Новой Зеландии, в некоторых частях Индии, на юге Африки, в Бразилии	Загрязнение почв и водоносных пластов, ведущее к росту затрат на борьбу с этим загрязнением, утрата биоразнообразия и деградация пресноводных экосистем Загрязнение почв и водоносных пластов, утрата биоразнообразия, деградация пресноводных экосистем воды, увеличение случаев потери урожая вследствие возросшей неустойчивости климата в некоторых местах
ОРОШАЕМЫЕ СИСТЕМЫ: рисовые системы	Юго-Восточная и Восточная Азия Страны Африки к югу от Сахары, Мадагаскар, Западная и Восточная Африка	Выведение земель из сельскохозяйственного оборота, утрата защитных функций рисовых чеков, увеличение затрат на охрану земель, угрозы для здоровья вследствие загрязнения окружающей среды, утрата природной ценности земли Необходимость в частом проведении восстановительных мер, неэффективность инвестиций, отсутствие роста производительности, крупномасштабное изъятие сельскохозяйственных земель, деградация земельных ресурсов
ОРОШАЕМЫЕ СИСТЕМЫ: другие культуры	БАССЕЙНЫ РЕК: крупные системы поверхностного орошения, использующие воду из рек, включая долины рек Колорадо, Мюррей-Дарлинг, Кришна, равнины в долинах Ганга и Инда, северную часть Китая, Центральную Азию, Северную Африку и Ближний Восток ВОДОНОСНЫЕ ГОРИЗОНТЫ: системы орошения, использующие грунтовые воды во внутренних засушливых равнинах: Индия, Китай, центральная часть США, Австралия, Северная Африка, Ближний Восток и другие регионы	Все большая нехватка воды, утрата биоразнообразия и экологических услуг, опустынивание, ожидаемое снижение доступности водных ресурсов и сдвиги в сезонности выпадения осадков вследствие изменения климата в некоторых регионах Утрата буферных функций водоносных пластов, утрата сельскохозяйственных земель, опустынивание, снижение восстановления водных ресурсов вследствие изменения климата в некоторых местах

Глобальные производственные системы	Случаи или районы, где системы находятся под угрозой	Риски
ПАСТБИЩНЫЕ УГОДЬЯ	Пастбищные земли, включая те, которые находятся на хрупких почвах в Западной Африке (район Сахеля), северной части Африки, некоторых частях Азии	Опустынивание, эмиграция населения, выведение земель из сельскохозяйственного оборота, отсутствие продовольственной безопасности, крайняя нищета населения, усиление конфликтов
ЛЕСА	Системы, возникающие на границе лесных и сельскохозяйственных территорий, в тропических районах (Юго-Восточная Азия, бассейн реки Амазонки, Центральная Африка) и в Гималаях	Ползучее проникновение сельского хозяйства в тропические леса, подсечно-огневое земледелие, ведущее к утрате экосистемных услуг лесов, деградация земельных ресурсов
Прочие системы, имеющие местное значение	ДЕЛЬТЫ РЕК И ПРИБРЕЖНЫЕ РАЙОНЫ: дельты Нила, Красной реки, Ганга/Брахмапутры, Меконга и др. и прибрежные аллювиальные равнины: Аравийский полуостров, Восточный Китай, залив Бенин, Мексиканский залив;	Утрата сельскохозяйственных земель и грунтовых вод, проблемы со здоровьем, повышение уровня моря, увеличение числа циклонов (Восточная и Юго-Восточная Азия), увеличение числа случаев наводнений и обмелений
	МАЛЫЕ ОСТРОВА, включая Карибские острова и острова Тихого океана	Утрата сельскохозяйственных земель и подземных вод, проблемы со здоровьем, повышение уровня моря, увеличение числа циклонов (Восточная и Юго-Восточная Азия), увеличение числа случаев наводнений и обмелений; полная потеря подземных источников пресной воды, повышение стоимости производства пресной воды, увеличение ущерба, связанного с изменением климата (ураганы, повышение уровня моря, наводнения)
	ПРИГОРОДНОЕ СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО	Загрязнение окружающей среды, проблемы со здоровьем у потребителей и производителей, конкуренция за земельные ресурсы

Источник: настоящее исследование.

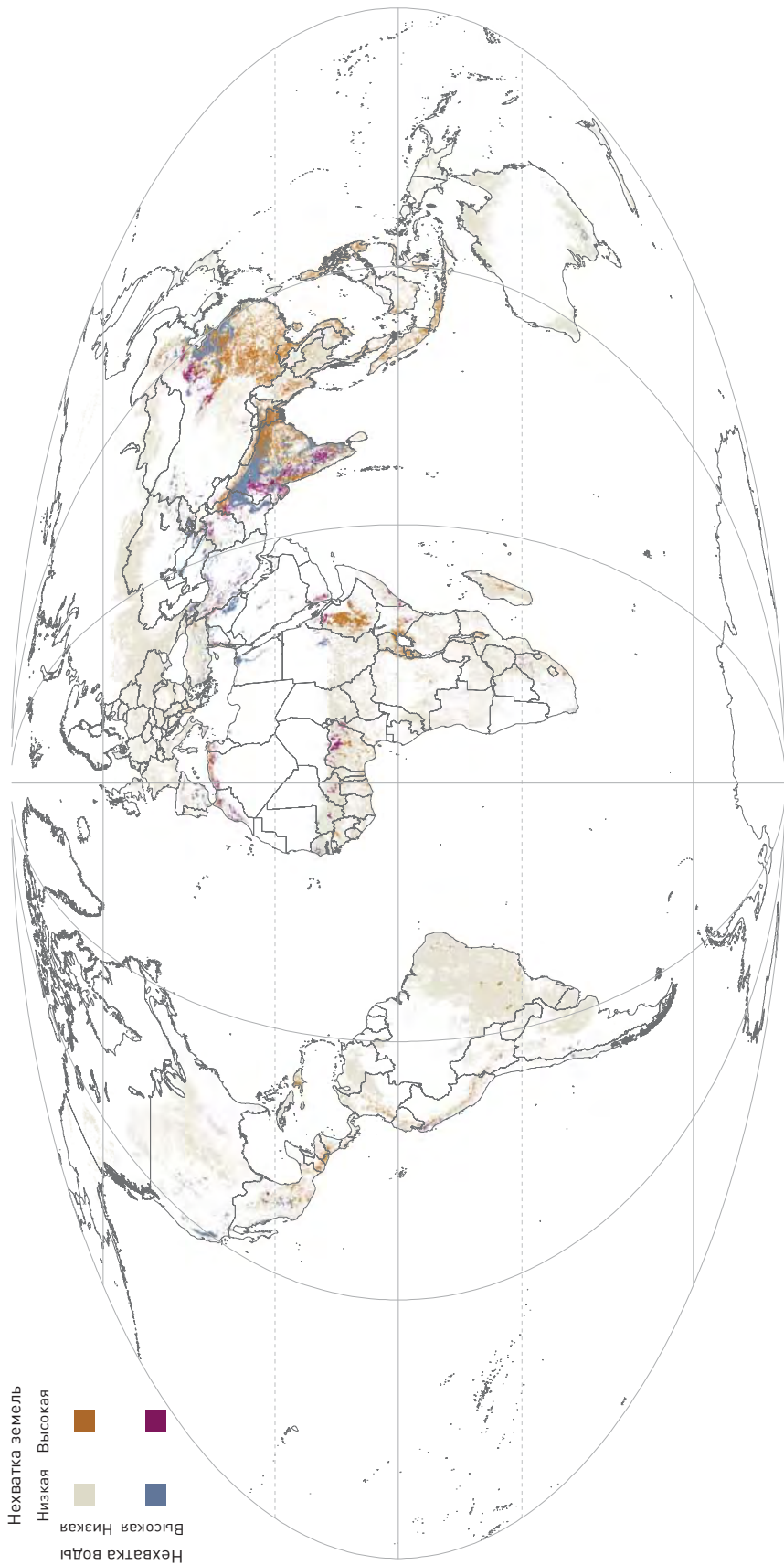
угрозу для систем земледелия и где необходимы меры, объединяющие устойчивую интенсификацию сельского хозяйства и снижение демографического давления на окружающую среду.

Густонаселенные нагорья в бедных районах

Эти системы, которые включают такие районы, как Гималаи, Анды и нагорные области Африки к югу от Сахары (включая Восточно-Африканскую рифтовую долину, Эфиопскую возвышенность и район Великих озер), характеризуются огромным демографическим давлением на хрупкие экосистемы. Распространение систем земледелия на маргинальные земли ведет к высоким темпам эрозии, повышению риска оползней и изменению характера поверхностного стока с последующей деградацией водных ресурсов ниже по течению. Негативное воздействие эрозии и опустынивания ведет к снижению продуктивности, и ожидается, что эта негативная тенденция усилится в результате изменений климата.

В этих системах почти отсутствует возможность расширения площади обрабатываемых земель. Возможности интенсификации ограничены немаргинальными землями и требуют значительных вложений в осуществление мер, по сохране-

КАРТА 3.2. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ РИСКА: ДАВЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА НА ЗЕМЕЛЬНЫЕ И ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ



Источник: настоящее исследование.

нию земельных и водных ресурсов. Для исправления ситуации необходимы улучшение обработки земли и снижение давления на хрупкие земли, в противном случае высока вероятность обнищания населения и увеличения эмиграции. Ответные меры для таких хрупких экосистем включают сохранение воды и почвы, улучшение управления водными бассейнами, террасирование, защита от наводнений и засаживание лесами наиболее хрупких районов. Среди несельскохозяйственных мер необходимо разработать механизм взимания платы за экосистемные услуги в речных бассейнах, заниматься пропагандой агротуризма, планомерной эмиграцией и обеспечением основных услуг и инфраструктуры.

Богарные системы полусухливых тропиков

Данные системы включают мелкие фермерские хозяйства в зоне саванн в Африке к югу Сахары и некоторые сельскохозяйственные пастушеские системы в Азии (западная Индия) и Африке. Во многих местах для таких систем характерны чрезмерная эксплуатация природных ресурсов и древесины для топлива и расширение в сторону более маргинальных земель. С учетом низкой урожайности и несовершенства сельскохозяйственных технологий продуктивность низкая (и иногда снижается) из-за снижения содержания органических веществ в почве и плодородия, закисания почв, плохой способности почвы удерживать влагу, а также ветровой и водной эрозии. Экосистемы деградируют, объемы биомассы и биоразнообразия снижаются, часто имеют место пожары и нехватка воды. Институциональная недостаточность вносит свой вклад в проблемы землевладения и доступа к земле и появление конфликтов между растениеводством и животноводством. Для многих из этих районов характерны бедность и уязвимость к климатическим потрясениям, в силу чего объем производства может сильно различаться в зависимости от изменчивости климата. Широко распространенными являются проблемы доступа к земле и конфликты между животноводством и растениеводством.

Потенциал для расширения варьируется от низкого до среднего с некоторыми возможностями там, где земли не слишком хрупкие и где имеется вода для орошения. Возможности для интенсификации разнятся и зависят от скудных водных ресурсов, наличия хрупких земель и плотности населения. Варианты мер по улучшению ситуации включают обеспечение прав землепользования, земельную реформу и консолидацию, там где это возможно, лучшее взаимодействие между растениеводством и животноводством, инвестиции в орошение и сбор воды, там где это возможно, страхование урожая, интегральную подкормку растений, выведение сортов, приспособленных к полусухливым условиям, улучшение регулирования и инвестиции в инфраструктуру (рынки, дороги). В этих регионах также имеется возможность более систематического использования солнечной энергии для сельскохозяйственных и бытовых нужд. В системах, испытывающих особо сильное давление, возможно, потребуется планомерная эмиграция населения.

Субтропические системы

Субтропические системы включают системы, расположенные в густонаселенных и интенсивно обрабатываемых районах Средиземноморского бассейна и Азии. Они страдают от чрезмерной эксплуатации земельных и водных ресурсов, что ведет к эрозии, низкому плодородию почвы, исчезновению растительности и биоразнообразия, дефициту воды и пожарам. Социально-экономические проблемы вызывают дробление земельных участков и высокую эмиграцию из этих районов, в частности мужчин.

Эти системы имеют очень мало возможностей для расширения в силу того, что большая часть земли, подходящей для нужд сельского хозяйства, уже используется. Вместо этого вероятно уменьшение обрабатываемых площадей из-за комбинированного давления на земельные и водные ресурсы со стороны других секторов. Возможности для интенсификации относительно невысоки и, скорее всего, будут еще более ограниченными из-за дробления земельных участков. Миграция населения и постепенная маргинализация сельского хозяйства, по всей видимости, будут продолжаться. Темпы деградации и ее воздействие на жизнь сельского населения будут зависеть от политики в этой сфере и эффективной реализации лучших программ сохранения.

Принимаемые меры должны включать выведение растений, приспособленных к полувлажным условиям, улучшение сохранения земельных и водных ресурсов и интегрированное питание растений. С институциональной стороны потребуются сочетание земельных реформ и консолидации земельных участков, планирование мер адаптации к изменениям климата, развитие системы страхования урожаев, инвестиции в сельскую инфраструктуру и услуги, а также планирование миграции населения из сельских районов. Эти системы должны быть вписаны в общий контекст социального развития, где следует предвидеть и учитывать необходимое движение в сторону более урбанизированного общества с тем, чтобы обеспечить баланс и интеграцию городского и сельского развития.

Интенсивные системы земледелия умеренного климата

Большинство систем умеренного климата находятся в странах с высоким доходом. Сельскохозяйственные системы Западной Европы характеризуются наивысшей продуктивностью, связанной с высокой степенью интенсификации. Интенсивное сельское хозяйство ведется также в США, Восточном Китае, Турции, Новой Зеландии, в некоторых частях Индии, Южной Африки и Бразилии. Эти системы хорошо интегрированы в мировые рынки и включают в себя некоторые области с наибольшим объемом экспорта продовольствия, Отдельные из них получают самые высокие сельскохозяйственные субсидии.

Некоторые системы имеют возможность для дальнейшего расширения в Европе: выведенные из оборота земли могут быть снова использованы для сельского хозяйства. Расширение также возможно в Северной и Южной Америке. Возможности для интенсификации очень ограничены в Европе, но еще имеются в других местах. Однако разрывы в урожайности быстро сокращаются в некоторых регионах, включая и Восточный Китай. Изменения климата могут способствовать потеплению в Европе, в результате перемещения агроэкологических зон дальше на север и расширения территорий, пригодных для сельского хозяйства. Однако, менее устойчивый характер осадков и более экстремальные события могут сделать расширение невыгодным.

Эти системы продуктивны, но часто связаны с экологическими проблемами. В числе проблем, с которыми они сталкиваются, – деградация здоровья почвы (уплотнение, снижение содержания органического субстрата, герметизация), загрязнение почв и подземных водоносных горизонтов (что ведет к угрозам здоровью и необходимости затрат на очистку), утрата биоразнообразия и деградация пресноводных экосистем. Негативное экологическое воздействие, связанное с таким уровнем интенсификации, вероятно, будет возрастать, если не наладится эффективное управление интенсификацией.

Ответные меры включают контроль над загрязнениями и очистку, сохраняющее земледелие, интегрированное управление питанием растений и контроль над вредителями. Расширение и интенсификация, возможно, будут вызваны требованиями рынка, но они должны тщательно планироваться и отслеживаться, чтобы избежать дальнейшего негативного воздействия на окружающую среду.

Рисовые системы

Рисовые системы концентрируются в основном в Юго-Восточной и Восточной Азии и в меньшей степени в Африке к югу от Сахары (Мадагаскар, Западная Африка, Восточная Африка). Эти регионы обладают выраженными характеристиками и сталкиваются с разными типами проблем. В Азии рисовые системы имеют высокую продуктивность, но страдают от хрупких экосистем, растущего числа засух и наводнений и от загрязнения почвы и воды. Конкуренция за водные, земельные и трудовые ресурсы и динамичная переходная экономика в большинстве стран накладывают новое бремя на эти системы.

Орошаемые системы в Азии подвержены риску по многим причинам. В уже интенсивных рисовых системах мало возможностей для дальнейшей интенсификации и расширения, стрессы будут нарастать из-за сильной конкуренции за земельные, водные и трудовые ресурсы со стороны городских поселений и промышленности. Возрастающий спрос на диверсифицированную продукцию для обеспечения нужд городского населения, возрастающая изменчивость характера осадков, случаи засух и наводнений дополняют список проблем этих систем, включающий прекращение обработки земель, утрату буферной роли рисовых чеков, возрастающую стоимость сохранения земель, угрозу здоровью из-за загрязнения и утраты природной ценности земель. Улучшение хранения воды, контроль над загрязнениями и плата за экосистемные услуги – вот некоторые возможные варианты действий, которые помогут этим системам реагировать на быстро меняющуюся экономическую ситуацию и изменения климата.

Рисовые системы в Африке к югу от Сахары, напротив, отличаются низкой продуктивностью, главным образом из-за институциональных проблем, связанных с плохим управлением и регулированием (в частности в отношении орошения и ассоциаций водопользователей, быстрой деградации инфраструктуры орошения и плохого развития рынка). Эти системы демонстрируют значительные возможности, как для расширения, так и для интенсификации, что потребует решения институциональных и экономических проблем, которые практически парализовали операции на данный момент. Эти решения должны учитывать рынок и технологии, стимулы для фермеров, доступ к вложениям и лучшим сортам, а также улучшение регулирования, управления и инфраструктуры. Некоторые системы получают выгоду от адаптированных агрономических пакетов, таких как система интенсификации рисоводства там, где имеются местные системы управления водой и позволяют топографические условия. (Uphoff *et al.*, 2011).

Крупные системы поверхностного орошения в засушливых областях

Крупные системы поверхностного орошения в засушливых областях существуют в речных бассейнах Азии, Северной Америки, Северного Китая, Центральной Азии, Северной Африки и Среднего Востока. Эти системы сталкиваются с проблемами дефицита, чрезмерного использования и конку-

ренции и имеют основные негативные экстерналии, включая перемещение взвесей и солей и воздействие на экосистемы, связанные с водой. Крупномасштабные системы поверхностного орошения, главным образом в Азии, демографическое давление и урбанизация увеличат нагрузку на земельные и водные ресурсы. Ожидается очень незначительное расширение. Дальнейшая интенсификация и диверсификация возможны только за счет модернизации системы предоставления оросительных услуг и лучшего управления почвенными и водными ресурсами, но негативное воздействия на экосистемы с большой долей вероятности усилится с нарастанием интенсификации, если не будут приняты меры по исправлению ситуации. Изменения климата, по всей вероятности, изменят объем и характер речных потоков, что приведет к росту потребности в воде для орошения и возможному дисбалансу спроса и наличия воды.

Условия для расширения являются недостаточными во многих областях, достигших пределов наличия земельных и водных ресурсов. Там, где расширение еще возможно, схемы орошения должны тщательно планироваться с учетом экологических и социальных опасений. Модернизация схем орошения (как инфраструктуры, так и управления) необходима для улучшения качества водных услуг, гибкости и надежности водоснабжения для поддержания диверсификации. Так, необходимо создавать стимулы для эффективного использования воды и подготовить и внедрить планы по адаптации к изменениям климата.

Системы орошения, использующие грунтовые воды

Системы орошения, использующие грунтовые воды на внутренних засушливых равнинах имеются в Индии, Китае, центральных штатах США, Австралии, Северной Африки, Среднего Востока и в других местах. Они характеризуются продолжающимся обеднением высококачественных грунтовых вод, загрязнением и засолением водоносных слоев, что приводит к утрате буферной роли водоносных горизонтов, сельскохозяйственных земель и опустыниванию. Они испытывают конкуренцию со стороны городов и промышленности, тоже нуждающихся в источнике высококачественной воды. Ожидается, что климатические изменения окажут влияние на характер восполнения этих водоносных горизонтов.

В тех местах, где уже происходит обеднение водоносных горизонтов, возможности для расширения ограничены, и с большой долей вероятности можно ожидать, что площадь орошения из интенсивных водоносных горизонтов будет постепенно уменьшаться по мере снижения уровня вод, в то время как использование грунтовых вод для дополнительного орошения может возрасти в других местах. Для того, чтобы избежать снижения продуктивности, необходимы меры регулирования отбора грунтовых, более эффективное распределение и использование воды.

Пастбищные угодья

Земли, пригодные для выпаса скота, имеются на всех континентах. В местах, находящихся под угрозой, включая Западную Африку (Сахель), Северную Африку и некоторые территории Азии, эти системы характеризуются уменьшением площадей для традиционного выпаса и снижением производства продовольствия, давлением животноводства на территории, появлением инвазивных видов, пожарами, фрагментацией, седентаризацией, вооружен-

ными конфликтами, крайней бедностью, отсутствием продовольственной безопасности и эмиграцией. Такие системы очень уязвимы перед изменчивостью климата, которая влияет на продуктивность земель. Изменение климата, вероятнее всего, усилит негативную тенденцию из-за повышения температуры и изменчивости характера осадков.

Возможности для расширения очень ограничены потому, что земли уже находятся на пределе использования. Особенно этого характерно для хрупких земель бедных стран. Имеется возможность улучшения земледелия, хотя и ограниченная. Она зависит от экономических и климатических условий и внедрения более совершенных технологий, которые могут включать снижение или контроль над численностью скота, улучшение управления пастбищными угодьями, управление технологиями выпаса скота и лучшую интеграцию с растениеводством.

Взаимодействие лесных и сельскохозяйственных территорий

Системы, возникающие на границе лесных и сельскохозяйственных территорий, расположены главным образом в тропических районах (Юго-Восточная Азия, бассейн реки Амазонки, Центральная Африка) и в Гималаях. Основные риски, связанные с ползучим проникновением сельского хозяйства в тропические леса, включают утрату биоразнообразия и лесных экосистемных услуг, появление инвазивных видов, насекомых и болезней, эрозии, лесных пожаров, заиливание и деградацию почв. Также установлено, что вырубка лесов для освобождения территории под сельское хозяйство способствует увеличению выброса парниковых газов.

Расширение ползучего внедрения сельского хозяйства в леса нежелательно в большинстве случаев. Существуют возможности для интенсификации путем улучшения управления лесными ресурсами, агролесоводства и стимулирования, например введением оплаты экологических услуг.

Дельты, прибрежные аллювиальные равнины и малые острова

Дельты, прибрежные аллювиальные равнины и малые острова также характеризуются высокой плотностью населения и уязвимыми прибрежными экосистемами. Они очень важны для регионального производства продовольствия. Густонаселенные дельты включают дельты Нила, Красной реки (Хуанхэ), Ганга/Брахмапутры и Меконга. Прибрежные аллювиальные равнины включают равнины на Аравийском полуострове в Восточном Китае, заливе Бенин и Мексиканском заливе. Эти системы находятся под сильным демографическим давлением и в значительной мере утратили биоразнообразие, особенно в мангровых зарослях. Растет конкуренция за земельные и водные ресурсы со стороны промышленности и городских поселений. Эти регионы во все возрастающей мере загрязняются (особенно мышьяком) и сталкиваются с проблемами осолонцевания и уплотнения почвы, а также с загрязнением мелких аллювиальных водоносных слоев и низлежащих водоносных систем промышленными стоками. Возрастает интрузия соленой воды в грунтовые воды и реки в силу двойного воздействия сокращающегося притока пресной воды из рек и подъема уровня моря. Снижение объема грунтовых вод является типичной проблемой малых островов и прибрежных районов.

Ожидаемое воздействие изменений климата будет заключаться в подъеме уровня моря, возрастании частоты образования циклонов (Восточная

и Юго-Восточная Азия) и увеличении случаев наводнения и обмеления. Риски также включают утрату сельскохозяйственных земель и грунтовых вод (с возможной утратой источников пресной воды на малых островах) и проблемы здравоохранения. Здесь нет возможностей для расширения в силу острой конкуренции за земельные ресурсы, расширение ограничивается также физико-географическими соображениями и подъемом уровня моря.

Возможности интенсификации зависят от существующего уровня производительности, которые во многих местах уже очень высоки. Варианты решения проблем включают планирование землепользования, контроль над обеднением грунтовых вод, принятием планов по адаптации к изменениям климата, контроль над наводнениями и загрязнениями, ликвидацию загрязнения мышьяком за счет использования более совершенных технологий орошения и внедрение интегрированных стратегий управления водными ресурсами на уровне речного бассейна.

Пригородное сельское хозяйство

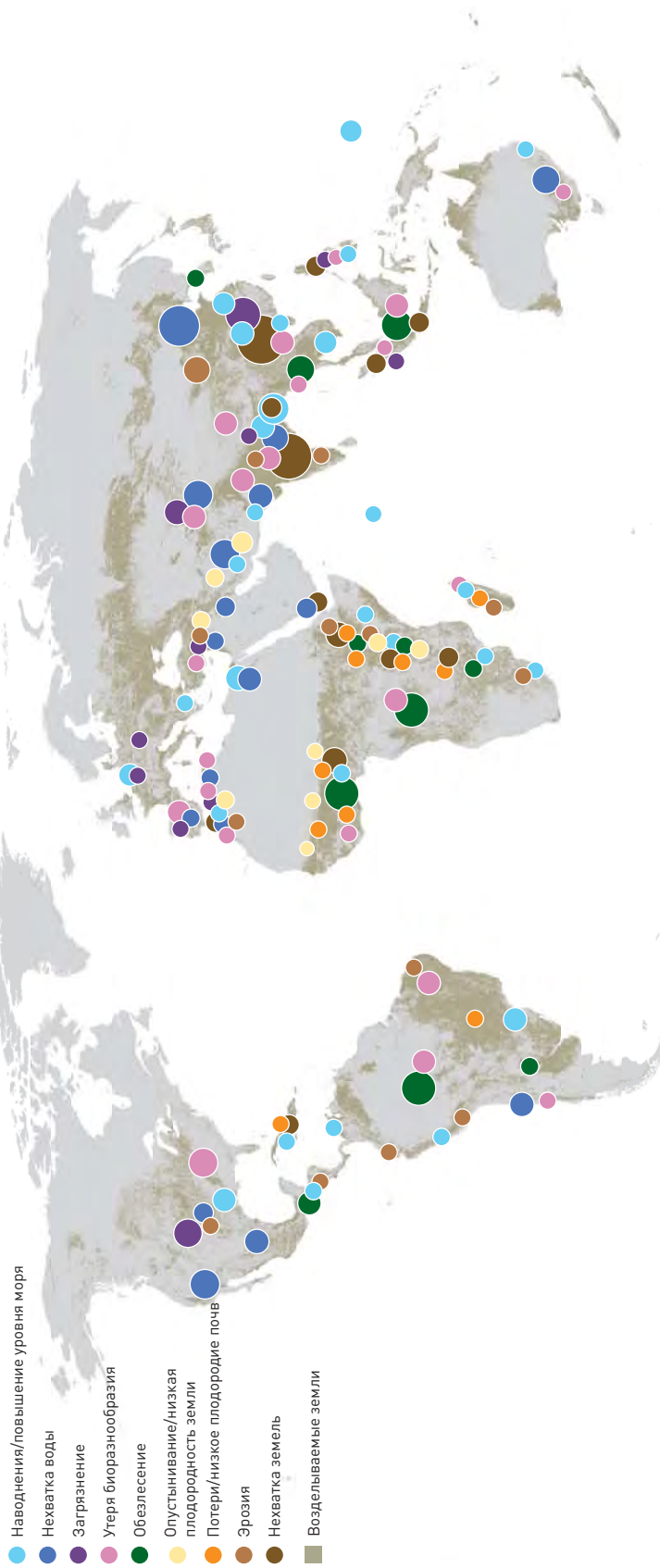
Пригородное сельское хозяйство развивается по всему миру в ответ на спрос на сельскохозяйственную продукцию в городских центрах. Оно сталкивается с проблемами недостатка подходящих земель, слабым обеспечением прав собственности на землю, ограниченным доступом к чистой воде и загрязнением. Пригородное сельское хозяйство будет продолжать расширяться там, где имеются земельные и водные ресурсы, за счет использования преимущества динамичных и быстрорастущих рынков, связанных с урбанизацией. Необходимо более систематическое, чем сегодня, управление рисками для здоровья как для производителей, так и для потребителей, особенно там, где используются неочищенные сточные воды. Улучшение интеграции городского и пригородного сельского хозяйства в городское планирование позволит этому сектору эффективно обслуживать растущие города.

Выводы

Мировые системы сельского хозяйства, земельные и водные ресурсы, на основе которых они существуют, должны отвечать увеличивающемуся спросу на продовольствие и другие продукты питания со стороны растущего и богатееющего населения. Рост производства, по всей вероятности, будет происходить за счет устойчивой интенсификации в зонах умеренного климата и в орошаемых системах в крупных речных бассейнах; за счет расширения обрабатываемых территорий в некоторых частях Латинской Америки и Африки; за счет устойчивой интенсификации в районах богарного земледелия; за счет постепенного орошения некоторых территорий богарного земледелия там, где это оправдано с технической и экономической точек зрения. По возможности, дополнительное орошение с использованием грунтовых вод будет продолжать обслуживать сельское хозяйство с возрастающей продуктивностью.

В целом ситуация в мире характеризуется растущим дисбалансом доступности и спроса на земельные и водные ресурсы на местном уровне: число регионов, достигших пределов производительных возможностей, быстро возрастет. Торговля продовольствием будет частично компенсировать дефицит, но это повлечет за собой важные последствия для самообеспечения продовольствием на местном и национальном уровнях, а также для благополучия сельских сообществ. С другой стороны, интенсивные сельскохозяйственные техноло-

РИСУНОК 3.4. ГЛОБАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РИСКОВ, СВЯЗАННЫХ С ОСНОВНЫМИ СИСТЕМАМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА



Источник: Настоящее исследование.

гии, связанные с ростом продуктивности в прошлом, привели к серьезной деградации экосистемных услуг. Как на месте производства, как и ниже по течению риски, связанные с демографическим давлением и интенсификацией, будут сохраняться и усиливаться в некоторых системах земледелия до тех пор, пока не будут приняты меры по преодолению такой тенденции. Это явится основной проблемой на пути к устойчивому управлению земельными и водными ресурсами.

Изменения климата окажут негативное воздействие на системы земледелия, особенно в полузасушливых и субтропических районах, влияя различным образом на водные ресурсы и системы орошения и требуя в большинстве случаев значительных усилий по адаптации. Дельты и прибрежные зоны будут подвергаться двойному риску затопления из-за подъема уровня моря и более изменчивого характера осадков во время сезона дождей. На рис. 3.4 дана схема глобального распределения рисков, связанных с основными системами сельскохозяйственного производства.

В заключение добавим, что значительная доля мировых земельных и водных ресурсов и их экологическая чистота находятся под стрессом возрастающего спроса и неустойчивых сельскохозяйственных технологий. Дальнейший спрос со стороны сельского хозяйства и других секторов с учетом предполагаемых климатических изменений увеличит этот стресс и будет угрожать будущей продуктивности.