



## Глава 1

# СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ В СФЕРЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ И ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Мировые земельные и водные ресурсы конечны и испытывают давление, вызванное ростом численности народонаселения. Глобальные цифры свидетельствуют, что доля земель и вод, непосредственно используемых сельским хозяйством, относительно невелика, но за этими цифрами скрываются значительные региональные различия и ряд существенных дисбалансов между спросом и предложением на местном уровне. Спрос на земельные и водные ресурсы за пределами сельскохозяйственного сектора и растущее понимание необходимости соблюдать экологические требования еще больше усиливают конкуренцию. В настоящей главе рассматриваются состояние и актуальные тенденции в сфере земельных и водных ресурсов, их географического распределения и использования в сельском хозяйстве. Изложены прогнозы будущего спроса на продукцию сельского хозяйства на период до 2050 г. и анализируется влияние этого спроса как на дождевое неорошаемое (богарное), так и на орошаемое земледелие.



## Современное состояние земельных и водных ресурсов

За последние 50 лет площадь обрабатываемых земель нетто в мире увеличилась на 12%, в основном за счет сокращения лесных, водно-болотистых и луговых угодий. В то же время площадь орошаемых территорий в мире удвоилась. Распределение этих водных и земельных активов в разных странах неодинаково. Хотя лишь малая доля мировых земельных и водных ресурсов используется для растениеводства, большая часть легкодоступных (и потому экономичных) ресурсов отведена под посевы или охвачена другими видами пользования, приносящими экологический и экономический эффект. В силу этого дальнейшее расширение обрабатываемых земель ограничено. Только в отдельных районах Южной Америки и Африки к югу от Сахары все еще имеются некоторые возможности для расширения обрабатываемых земель. В то же время конкуренция за водные ресурсы возросла до такой степени, что более 40% мирового сельского населения сейчас живет в регионах, где имеется нехватка воды.

### Распределение, использование и пригодность земельных ресурсов

Общая площадь суши – 13,2 млрд га. Из них 12% (1,6 млрд га) в настоящее время используются для растениеводства, 28% (3,7 млрд га) заняты лесными массивами, а 35% (4,6 млрд га) составляют экосистемы луговых и лесистых территорий. Страны с низким доходом занимают около 22% суши (табл. 1.1).

Использование земельных ресурсов варьируется в зависимости от климатических условий, характера почв и воздействия человека (карта 1.1). Ниже, на рис. 1.1, показаны доминирующие виды землепользования по регионам. Большую часть низких северных широт в Африке и Азии занимают пустыни. Густые леса доминируют в глубине южноамериканского континента.

ТАБЛИЦА 1.1. РЕГИОНАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ КАТЕГОРИЙ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ (2000)

Группы стран	Доля территории в мировом масштабе, %	Доля населения в мировом масштабе, %	Обрабатываемые земли		Леса		Пастбища и лесистая местность		Земли со скудной растительностью и бесплодные земли		Земли, занятые поселениями, инфраструктурой		Внутренние водоемы	
			млн га	%	млн га	%	млн га	%	млн га	%	млн га	%	млн га	%
Страны с низким доходом	22	38	441	15	564	20	1 020	36	744	26	52	1.8	41	1,4
Страны со средним доходом	53	47	735	11	2 285	33	2 266	33	1 422	21	69	1	79	1
Страны с высоким доходом	25	15	380	12	880	27	1 299	39	592	18	31	1	123	4

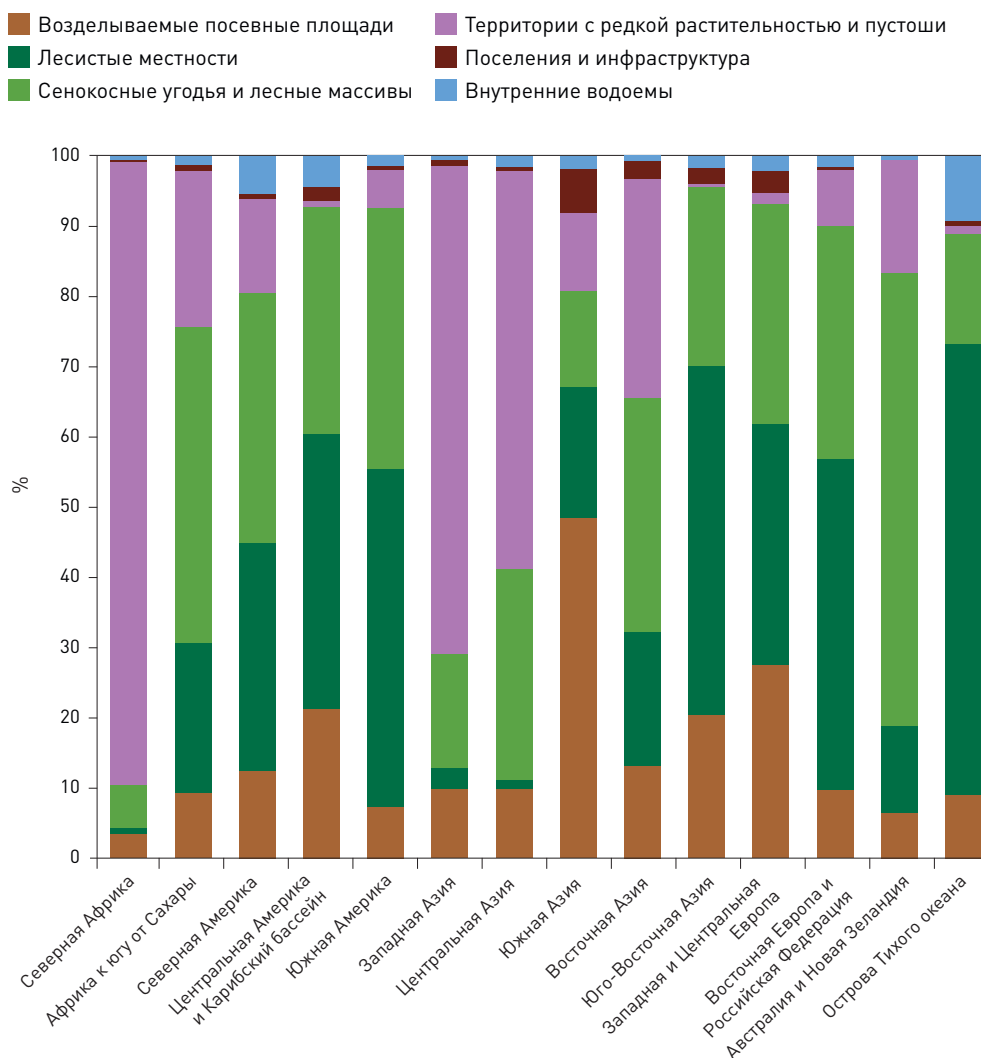
Источник: адаптировано из Fischer et al. (2010).

Примечание. Размеры площадей разных классов взяты из набора данных, использованных при агроэкологическом моделировании. В силу того, что разные данные были получены в разное время, с разным пространственным разрешением, с использованием различных дефиниций и технологий обработки, цифры, приведенные в данной таблице, могут отличаться от цифр, взятых из более новых источников. Например, общемировая площадь, занятая лесами, по подсчетам ФАО (2010d), составляет 4 млрд га, хотя в данной таблице указана приблизительная цифра 3,7 млрд га. Определение региональных и субрегиональных групп стран см. в Приложении А1.

нента, вдоль океанского побережья Северной Америки, в Канаде, Северной Европе и большей части России, а также в тропическом поясе Центральной Африки и Юго-Восточной Азии. Обрабатываемые земли составляют 12-15% всей суши в каждой категории. Луговые и лесистые территории (33-39%), а также лесные массивы (20-30%) доминируют в землепользовании и растительном покрове земной поверхности во всех трех категориях стран по уровню доходов.

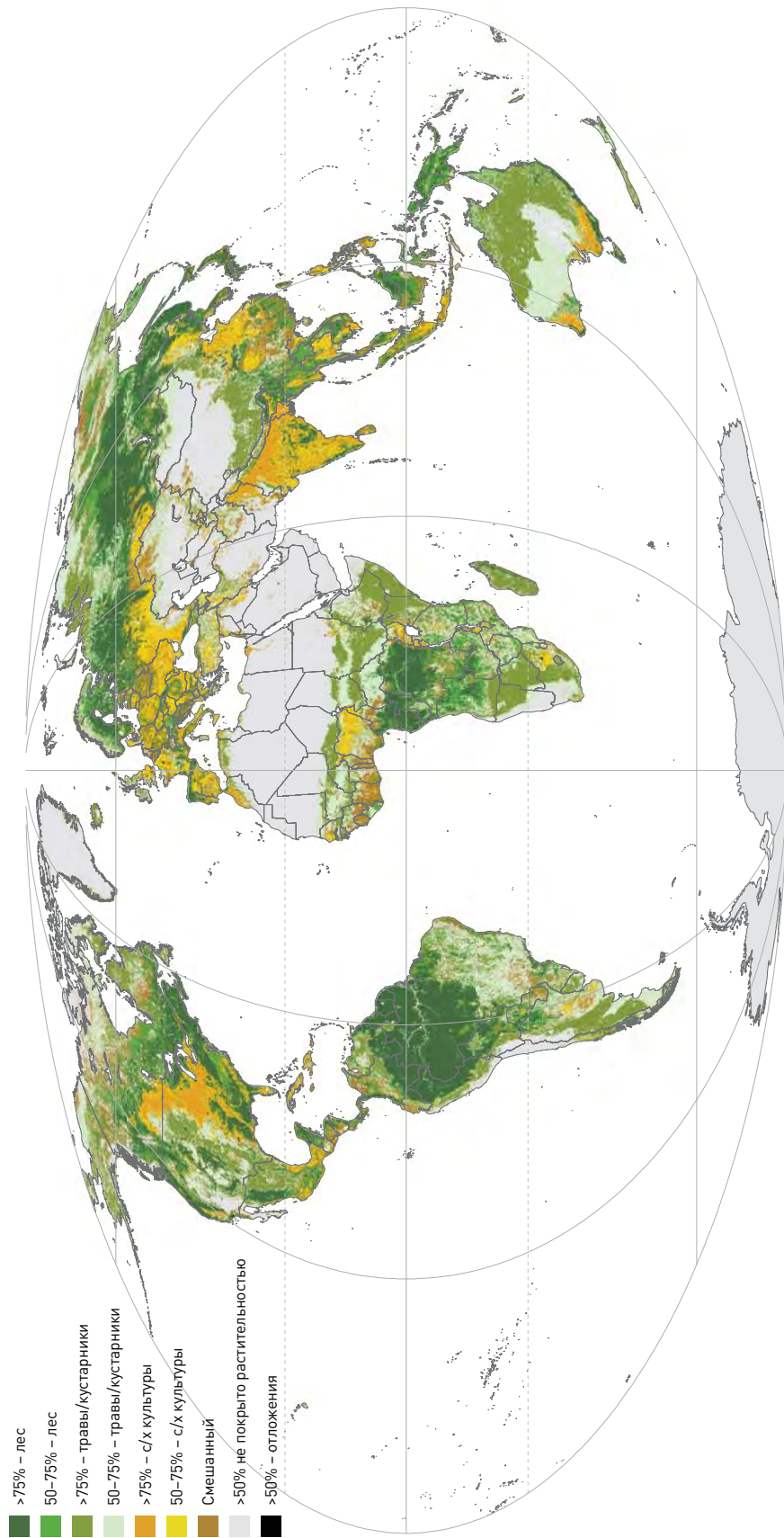
Обрабатываемые земли являются основным видом земельных угодий (составляя или превышая  $\frac{1}{5}$  площади суши) в Южной и Юго-Восточной Азии, Западной и Центральной Европе, а также в Центральной Америке и странах Карибского бассейна, но имеют меньшее значение в Африке к югу от Сахары и Северной Африке, где они занимают менее  $\frac{1}{10}$  территории.

**РИСУНОК 1.1. РЕГИОНАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДОВ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ И РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА**



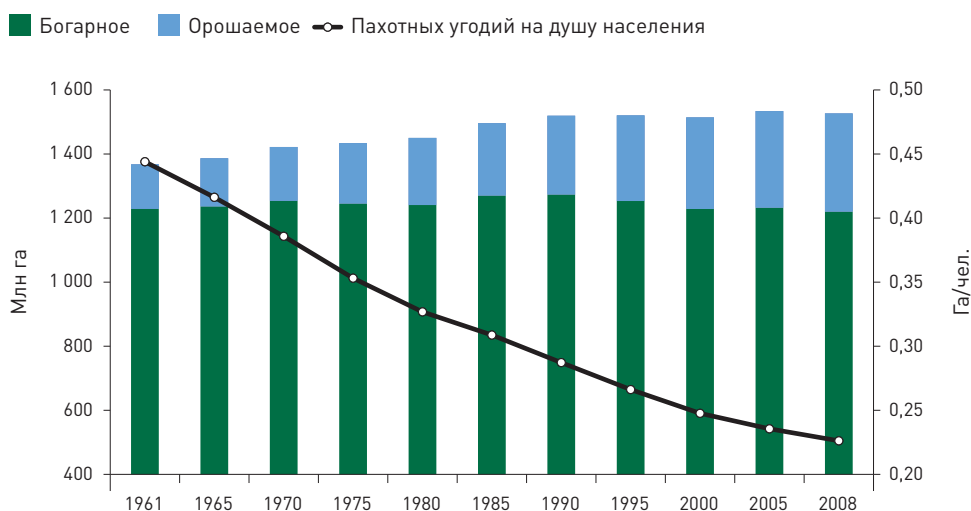
Источник: адаптировано из Fischer et al. (2010).

КАРТА 1.1. ДОМИНИРУЮЩИЕ ВИДЫ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА И ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ



Источник: IIASA/FAO (2010).

**РИСУНОК 1.2. ЭВОЛЮЦИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УГОДИЙ ПОД ОРОШАЕМЫМ И БОГАРНЫМ РАСТЕНИЕВОДСТВОМ (1961–2008)**



Источник: FAO (2010b).

**ТАБЛИЦА 1.2. ИЗМЕНЕНИЯ В ХАРАКТЕРЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ (млн га)**

	1961	2009	Чистое увеличение 1961–2009
Обрабатываемые земли	1 368	1 527	12%
• Богарные	1 229	1 226	–0,2%
• Орошаемые	139	301	117%

Источник: FAO (2010b, c).

С 1961 г. общая площадь обрабатываемых земель нетто в мире увеличилась на 159 млн га (табл. 1.2 и рис. 1.2). Однако этот прирост включает в себя большую часть земель, впервые введенных в сельскохозяйственное использование. Вместе с тем за тот же период ранее использовавшиеся обрабатываемые площади были выведены из сельскохозяйственного оборота. Весь абсолютный прирост обрабатываемых площадей за последние 50 лет происходил за счет увеличения территорий орошаемого земледелия, в то время как территории богарного земледелия немного сократились. Площадь орошаемого земледелия за это период более чем удвоилась, а площадь, необходимая, чтобы прокормить одного человека, резко сократилась – с 0,45 до 0,22 га на человека (FAO, 2010b).

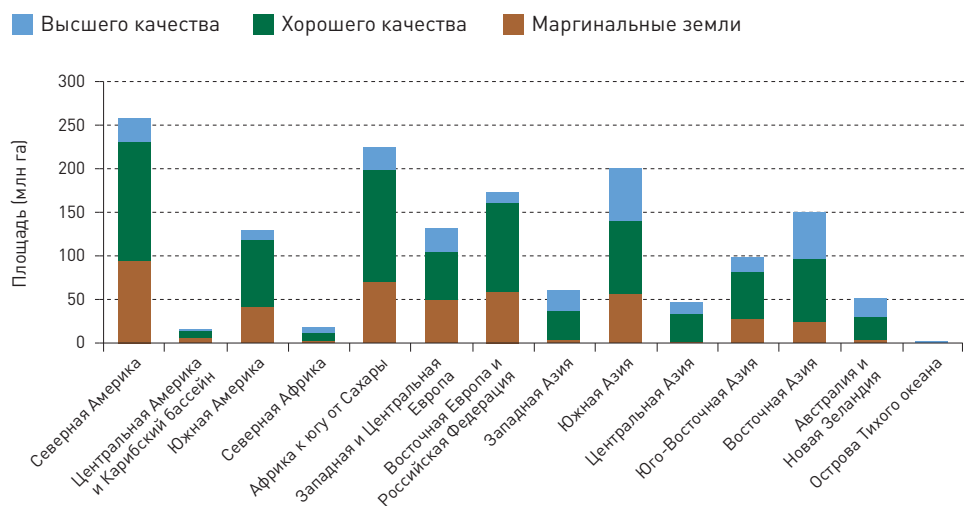
Со временем методы учета лесов, определения лесных угодий и географические масштабы оценки меняются, что делает сравнение затруднительным. Тем не менее уменьшение площади лесов на 135 млн га (3,3%) в период с 1990 по 2010 г. указывает на то, что расширение обрабатываемых площадей и замена деградированных пахотных земель новыми посевными площадями частично осуществлялись за счет освоения лесных территорий (FAO, 2010d).

В среднем в мире на одного человека приходится около 0,23 га обрабатываемых земель. В странах с высоким доходом обрабатывается в пересчете на душу населения в два раза больше земли (0,37 га), чем в странах с низким

доходом (0,17 га), в то время как в странах со средним доходом обрабатывается 0,23 га земли на душу населения (табл. 1.3).

ФАО определяет сельскохозяйственную пригодность земель как способность обеспечить потенциально достижимую урожайность для корзины сельскохозяйственных культур (вставка 1.1). При условии использования адаптированных надлежащим образом систем земледелия большинство обрабатываемых в настоящее время земель имеют высшее (23% площадей) или хорошее качество (53%). Самая высокая региональная доля обрабатываемых земель высшего качества отмечается в Центральной Америке и странах Карибского бассейна (42%), за ними идут Западная и Центральная Европа (38%) и Северная Америка (37%). В среднем для стран с высоким доходом доля земель высшего качества составляет 32% (табл. 1.3). Почвы в странах с низким доходом часто менее плодородны, и только 28% всех обрабатываемых площадей классифицируются как земли высшего качества (рис. 1.3).

**РИСУНОК 1.3. ОБЩИЙ ОБЪЕМ ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ В КАЖДОМ ГЕОГРАФИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ ПО КАТЕГОРИЯМ ПРИГОДНОСТИ**



Источник: Fischer et al. (2010).

**ТАБЛИЦА 1.3. ДОЛЯ ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ЗЕМЛИ, ПРИГОДНОЙ ДЛЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА, В СООТВЕТСТВУЮЩИХ СИСТЕМАХ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

Регион	Обрабатываемые земли по регионам (млн га)	Население (млн чел.)	Обрабатываемые земли на душу населения (га)	Богарные земли (%)		
				Высшего качества	Хорошего качества	Маргинальные
Страны с низким доходом	441	2 651	0,17	28	50	22
Страны со средним доходом	735	3 223	0,23	27	55	18
Страны с высоким доходом	380	1 031	0,37	32	50	19
Всего	1 556	6 905	0,23	29	52	19

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



В настоящем исследовании рассматриваются три уровня пригодности земель для возделывания сельскохозяйственных культур: земли высшего качества, земли хорошего качества и маргинальные/непригодные земли. Земли высшего качества способны обеспечить потенциально достижимую урожайность для корзины сельскохозяйственных культур на 80%. Земли хорошего качества могут обеспечить урожайность на 40–80%. Маргинальные/непригодные земли обеспечивают менее 40% урожайности. Организация производства оказывает влияние на урожайность на любых землях. Цифры, представленные в табл. 1.3, подразумевают применение надлежащих систем сельскохозяйственного производства, в которых уровень управления и целевых вложений соответствует пригодности земель. Исходя из этого, доля земель высшего и хорошего качества, по оценкам, варьируется от 70 (при низком уровне вложений) до 80%.

*Источник: Fischer et al. (2010).*

### **Водопользование, водозабор, дефицит и качество водных ресурсов**

В процессе глобального гидрологического цикла объем возобновляемых водных ресурсов составляет 42 000 км<sup>3</sup> в год. Из этого объема около 3 900 км<sup>3</sup> отбирается для использования человеком из рек и подземных водоносных горизонтов: около 2 710 км<sup>3</sup> (70%) используется для орошения, 19% – для промышленных нужд и 11% используется муниципальным сектором (табл. 1.4). По расчетам, более 60% всего объема водозабора возвращается в местные гидрологические системы путем обратного стока воды в реки или подпочвенные воды. Считается, что оставшаяся часть воды потребляется растениями или испаряется.

Благодаря произошедшему за последние 50 лет удвоению площади орошаемых земель в мире отбор воды для сельскохозяйственных нужд увеличился. В мировом масштабе общий объем водозабора по-прежнему составляет лишь малую часть – около 9% всех внутренних возобновляемых водных ресурсов (ВВВР) (табл. 1.4), но за этим средним показателем скрываются значительные географические различия. Объем отбора воды сильно варьируется в зависимости от страны и региона. Европа потребляет лишь 6% своих внутренних ресурсов; из них лишь 29% идут на нужды сельского хозяйства. Экономики Азии, ведущие интенсивное сельское хозяйство, потребляют 20% своих внутренних возобновляемых ресурсов, из которых более 80% идут на орошение. Во многих районах Ближнего Востока, Северной Африки и Центральной Азии с низким уровнем осадков большая часть воды, пригодной для использования, уже потребляется, из них 80–90% идут на нужды сельского хозяйства, в результате чего истощение рек и подземных водоносных горизонтов превышает уровень устойчивости.

Около 40% населения Земли проживает в трансграничных бассейнах рек, а более 90% живет в странах с водными бассейнами, пересекающими государственные границы (Sadoff and Grey, 2005). На долю этих 263 международных водных бассейнов приходится более 50% площади мировой суши и 40% запасов пресной воды (Giordano and Wolf, 2002). Многие из таких трансграничных рек относятся к числу крупнейших водотоков мира. Рост отбора воды, прежде всего на нужды сельского хозяйства, обусловил необходимость сотрудничества стран в форме договоров и соглашений между прибрежными государствами, а также формулирования международных соглашений, таких как принятая ООН в 1997 г. «Конвенция о праве несудоходных видов использования международных водотоков», и осуществления региональных инициатив, таких как Протокол Сообщества по вопросам развития стран Юга Африки (САДК) о создании единых систем водотоков.

Таблица 1.4. ОТБОР ВОДЫ ОСНОВНЫМИ СЕКТОРАМИ ПОТРЕБЛЕНИЯ (2003)

Континент Регионы	Общий отбор воды по секторам						Общий отбор воды*	Общий отбор пресной воды	Отбор пресной воды в % от внутренних возобновляемых водных ресурсов
	Муниципальный		Сельскохозяйственный		Промышленный				
	км <sup>3</sup> /год	%	км <sup>3</sup> /год	%	км <sup>3</sup> /год	%			
<b>Африка</b>	<b>21</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>184</b>	<b>86</b>	<b>215</b>	<b>215</b>	<b>5</b>
Северная Африка	9	9	5	6	80	85	94	94	201
Африка к югу от Сахары	13	10	4	3	105	87	121	121	3
<b>Северная и Южная Америка</b>	<b>126</b>	<b>16</b>	<b>280</b>	<b>35</b>	<b>385</b>	<b>49</b>	<b>791</b>	<b>790</b>	<b>4</b>
Северная Америка	88	15	256	43	258	43	603	602	10
Центральная Америка и Карибский бассейн	6	26	2	11	15	64	24	24	3
Южная Америка	32	19	21	13	112	68	165	165	1
<b>Азия</b>	<b>217</b>	<b>9</b>	<b>227</b>	<b>9</b>	<b>2 012</b>	<b>82</b>	<b>2 456</b>	<b>2 451</b>	<b>20</b>
Западная Азия	25	9	20	7	227	83	271	268	55
Центральная Азия	5	3	8	5	150	92	163	162	61
Южная Азия	70	7	20	2	914	91	1 004	1 004	57
Восточная Азия	93	14	150	22	434	64	677	677	20
Юго-Восточная Азия	23	7	30	9	287	84	340	340	17
<b>Европа</b>	<b>61</b>	<b>16</b>	<b>204</b>	<b>55</b>	<b>109</b>	<b>29</b>	<b>374</b>	<b>374</b>	<b>6</b>
Западная и Центральная Европа	42	16	149	56	75	28	265	265	13
Восточная Европа и Российская Федерация	19	18	56	51	35	32	110	110	2
<b>Океания</b>	<b>5</b>	<b>17</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>19</b>	<b>73</b>	<b>26</b>	<b>26</b>	<b>3</b>
Австралия и Новая Зеландия	5	17	3	10	19	73	26	26	3
Острова Тихого океана	0,01	14	0,01	14	0,05	71	0,1	0,1	0,1
<b>Весь мир</b>	<b>429</b>	<b>11</b>	<b>723</b>	<b>19</b>	<b>2 710</b>	<b>70</b>	<b>3 862</b>	<b>3 856</b>	<b>9</b>
Страны с низким доходом	145	16	392	43	383	42	920	916	10
Страны со средним доходом	195	12	287	18	1 136	70	1 618	1 616	6
Страны с высоким доходом	90	7	44	3	1 191	90	1 324	1 324	18
<b>Страны с низким уровнем дохода и дефицитом продовольствия</b>	<b>182</b>	<b>8</b>	<b>184</b>	<b>8</b>	<b>1 813</b>	<b>83</b>	<b>2 180</b>	<b>2 179</b>	<b>16</b>
<b>Наименее развитые страны</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>190</b>	<b>94</b>	<b>203</b>	<b>203</b>	<b>5</b>

\* Включая использование опресненной воды.

Источник: FAO (2010c).

Примечание. Определение региональных и субрегиональных групп стран см. в Приложении A1.

Водные ресурсы распределены очень неравномерно: некоторые страны имеют избыток воды, в то время как многие другие управляют водными ресурсами в условиях их острейшего дефицита. Кроме того, даже там, где воды, казалось бы, достаточно, значительная ее часть недоступна или слишком дорога для разработки либо находится далеко от земель, которые могут быть использованы для сельского хозяйства. Дефицит воды имеет три измерения: физическое (когда имеющееся предложение не удовлетворяет спроса), инфраструктурное (когда существующая на местах инфраструктура не позволяет удовлетворить потребности в воде всех пользователей) и институциональное

(когда существующие институты и законодательство не обеспечивают надежного, бесперебойного и равного снабжения потребителей водой).

В отношении физического дефицита воды подсчитано, что уровень отбора в 20% возобновляемых водных ресурсов оказывает значительное давление на водные ресурсы, а отбор более 40% является «критическим». В некоторых регионах, особенно на Ближнем Востоке, в Северной Африке и Центральной Азии отбор воды странами уже превышает критический пороговый уровень. В результате явно возрастает нагрузка на функции экосистем. По оценкам, в настоящее время более 40% сельского населения мира живет в бассейнах рек, испытывающих физический дефицит воды. На карте 1.2 показано глобальное распределение зон дефицита воды в основных речных бассейнах, основанное на потреблении воды для орошения.

Кроме того, страны разрабатывают свои водные ресурсы экстенсивно, путем сочетания политических мер и инвестиций, направленных на повышение предложения и стимулирование спроса. В результате во многих странах спрос опережает предложение, и этот дисбаланс порождает новые стрессы в сельскохозяйственном секторе. Остается мало возможностей для создания несложной и низкочувствительной инфраструктуры, и в силу этого маргинальная стоимость разработки новых проектов водоснабжения высока.

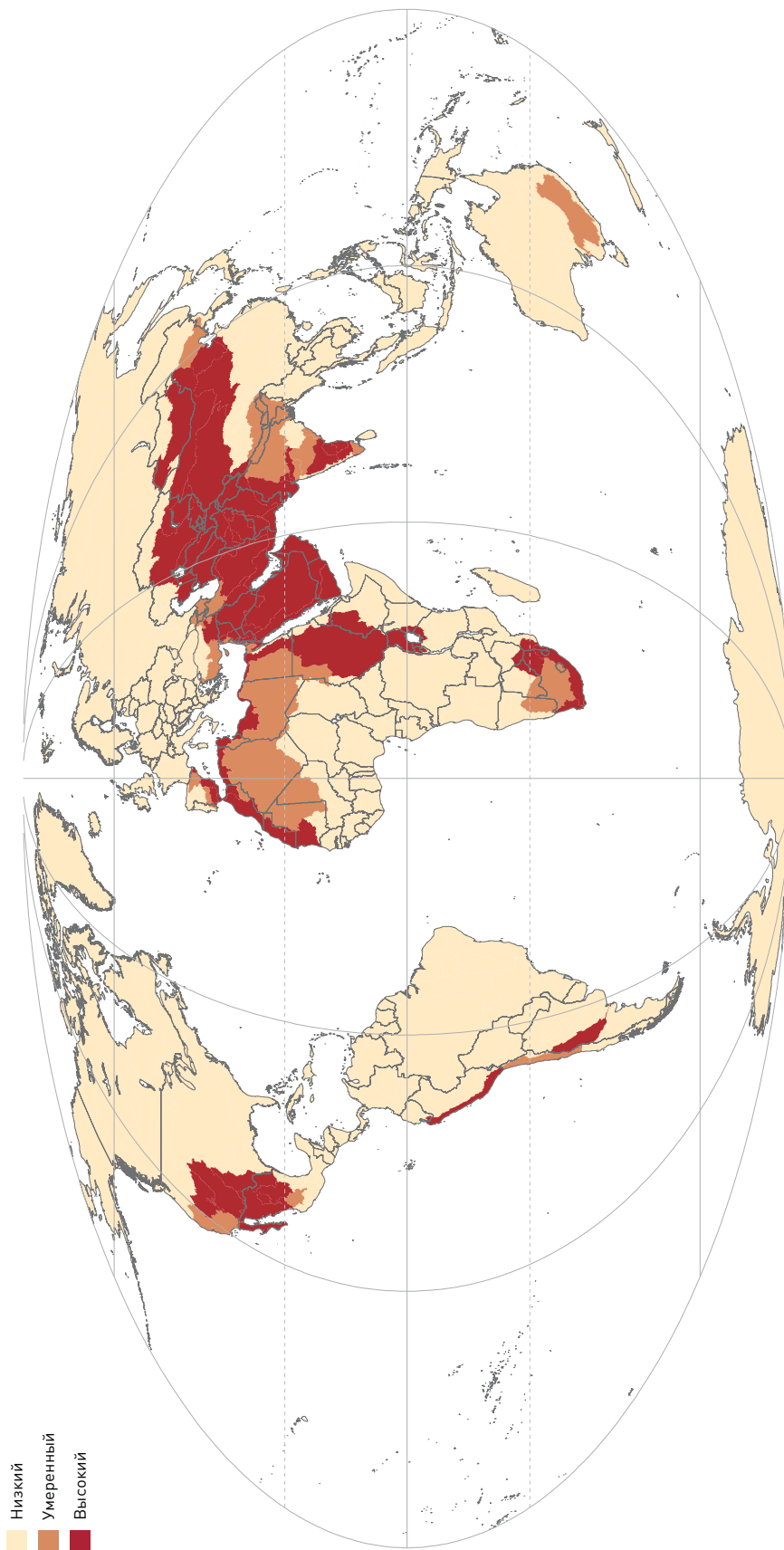
В то же время спрос в других секторах, особенно муниципальном и промышленном, растет быстрее, чем спрос в сельском хозяйстве. И хотя в менее развитых странах использование воды в сельском хозяйстве остается доминирующим, в Европе 55% воды потребляется промышленностью. В мире водный стресс носит локальный характер, но при этом высокий уровень стресса испытывают целые регионы, особенно Ближний Восток, Индийский субконтинент и северо-восточные районы Китая. Африка к югу от Сахары, а также Северная и Южная Америка в целом испытывают более низкий уровень водного стресса.

Когда вода после бытового и промышленного использования вновь поступает в окружающую среду, качество воды меняется. В целом увеличение численности населения и экономический рост в сочетании с низким уровнем или полным отсутствием водоочистки усугубляют негативное воздействие на качество воды. При этом наибольший вклад вносит сельское хозяйство, являющееся основным потребителем воды. К числу главных неточечных загрязнителей относятся питательные вещества и пестициды, вымываемые из растениеводческих и животноводческих хозяйств. Другая проблема связана с засолением почв: сообщается о многочисленных проблемах с засолением почвы и воды в крупных оросительных системах в Пакистане, Китае, Индии, Аргентине и во многих странах Центральной Азии, где в настоящее время более 16 млн га орошаемых земель засолены (FAO, 2010с).

## **Земельные и водные ресурсы богарного земледелия**

Богарное земледелие является основной системой растениеводства в мире. В связи с тем, что эта система используется в горных районах, а также в сухих и влажных тропиках, в ней преобладают бедные малоземельные фермерские хозяйства, а риск деградации ресурсов наиболее высок. Содержание питательных веществ в почве во многих районах богарного земледелия чаще всего низкое, а покатый рельеф местности и структура распределения осадков и дожде-

КАРТА 1.2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НЕХВАТКИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В МИРЕ ПО КРУПНЕЙШИМ РЕЧНЫМ БАССЕЙНАМ



Источник: данные настоящего исследования.

вого стока способствуют эрозии. Высокие температуры, а также низкий и изменчивый уровень осадков нередко приводят к недостаточности влаги в почве, а технологии повышения доступности воды (например, водозадержание и сбор поверхностного стока) дороги. Повысить продуктивность можно за счет повышения уровня целевых вложений и организации производства, но многие фермеры не могут позволить себе такие затраты или риски. Все эти факторы, которые влияют на водные и земельные ресурсы богарного земледелия, применяемого бедными слоями населения, повышают их уязвимость и усугубляют отсутствие продовольственной безопасности.

## Распределение земельных и водных ресурсов

Богарное земледелие зависит от уровня осадков для растениеводства и не имеет постоянного источника воды для полива. Из общемирового объема обрабатываемых площадей, составляющего в настоящее время 1 600 млн га, на долю богарного земледелия приходится 1 300 млн га (80%). Богарное земледелие производит около 60% мирового объема растениеводческой продукции в условиях широкого разнообразия систем производства (табл. 1.5; карта 1.3). Самые продуктивные системы сконцентрированы в умеренных зонах Европы, за ними следуют Северная Америка и системы неорошаемого земледелия в субтропиках и влажных тропиках. Богарное земледелие в горной местности и районах с сухим тропическим климатом дает сравнительно более низкие урожаи и часто связано с системами натурального сельского хозяйства. Опыт фермеров всего мира показывает, что в процессе создания биомассы менее 30% осадков потребляется растениями. Остальная часть влаги испаряется в атмосферу, просачивается в грунтовые воды или поступает в виде поверхностного стока в реки (Molden, 2007).

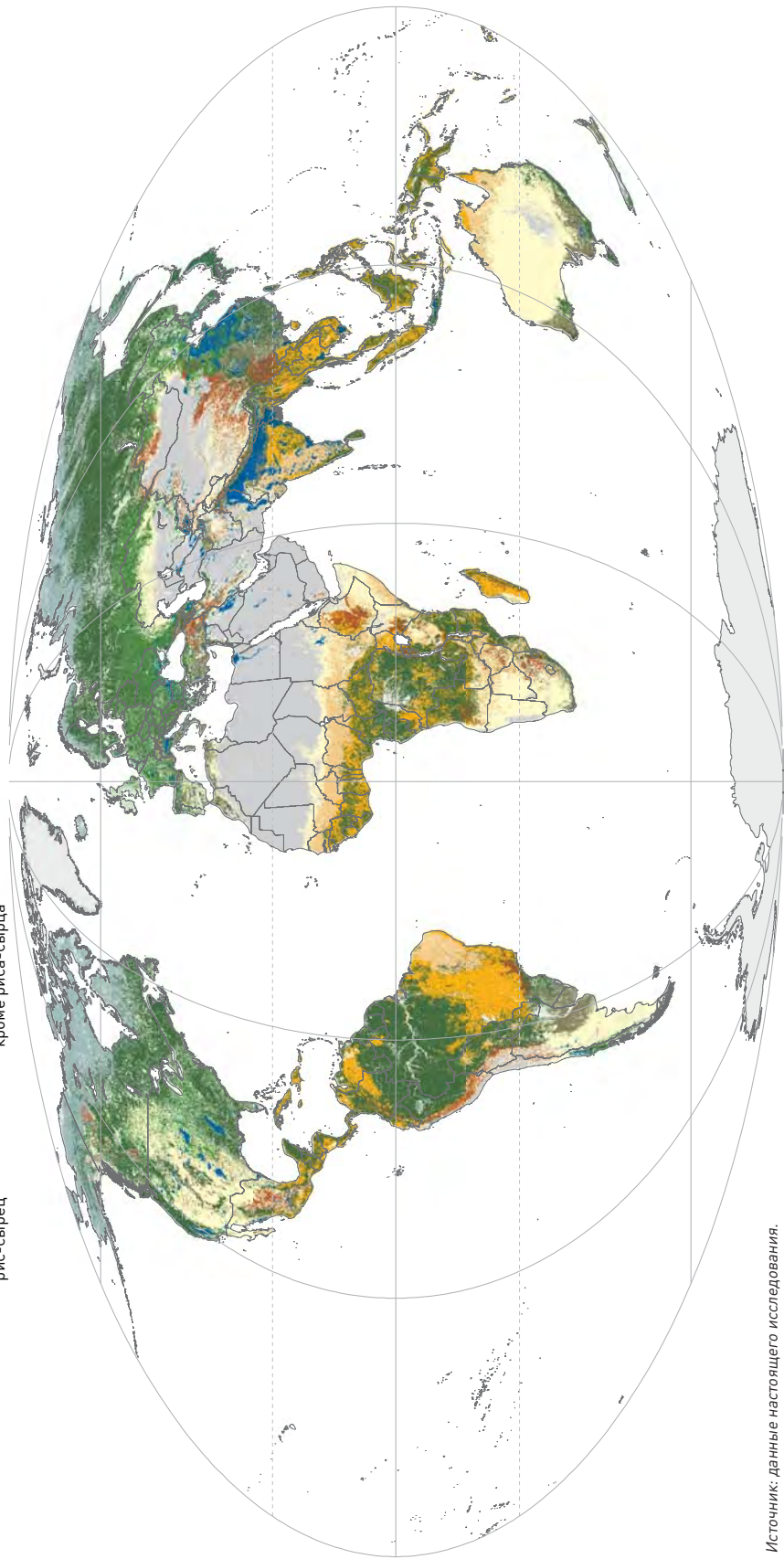
ТАБЛИЦА 1.5. ТИПЫ СИСТЕМ БОГАРНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Система	Характеристики и примеры
Богарное земледелие: <b>предгорья</b>	Низкая продуктивность, мелкие натуральные хозяйства (небольшие вложения), разнообразные культуры на небольших участках плюс немного животных.
Богарное земледелие: <b>засушливые тропики</b>	Устойчивые к засухе зерновые: кукуруза, сорго и просо. Из скота в основном козы и овцы в Судано-Сахелийской зоне Африки и в Индии. Животноводство более широко распространено в Африке и Латинской Америке.
Богарное земледелие: <b>влажные</b>	Главным образом корнеплоды, бананы, сахарный тростник и особенно соя в Латинской Америке и Азии. Кукуруза является важнейшей культурой. Овец и коз разводят бедные фермеры, а крупный рогатый скот держат более богатые фермеры.
Богарное земледелие: <b>субтропики</b>	Пшеница (самая важная зерновая культура), фрукты (например, виноград и цитрусовые) и масличные культуры (например, оливы). В животноводстве доминирует разведение крупного рогатого скота. Козы также имеют большое значение в Средиземноморье, в то время как в Китае большое значение имеет разведение свиней, а в Австралии – овец.
Богарное земледелие: <b>умеренный</b>	Основные культуры включают пшеницу, кукурузу, ячмень, рапс, сахарную свеклу и картофель. В индустриализованных странах Западной Европы, США и Канаде эта система земледелия высокопродуктивна и часто сочетается с высокопродуктивным стойловым животноводством (в основном свиньи и крупный рогатый скот) и промышленным птицеводством.

Источник: данные настоящего исследования.

### КАРТА 1.3. ОСНОВНЫЕ СИСТЕМЫ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

- Богарное земледелие: влажные тропики
- Пастбищные угодья: бореальные районы
- Богарное земледелие: засушливые тропики
- Орошаемые сельскохозяйственные культуры: рис-сырец
- Богарное земледелие: субтропики
- Орошаемые сельскохозяйственные культуры: кроме риса-сырца
- Богарное земледелие: предгорья
- Леса
- Богарное земледелие: умеренный климат
- Пустыни
- Пастбищные угодья: субтропики
- Другие виды земельных угодий
- Пастбищные угодья: умеренный пояс



Источник: данные настоящего исследования.

В зависимости от температурных и почвенных условий богарное земледелие в том или ином виде возможно там, где годовой объем осадков превышает 300 мм. Ключевым фактором также является распределение осадков в течение периода вегетации: за высокими среднегодовыми показателями может скрываться низкая площадь питания растений в течение вегетации, что в сочетании с такими факторами изменчивости, как вариабельность осадков по годам, увеличивает риски и снижает шансы богарного земледелия на высокую продуктивность.

За последние годы площадь территории богарного земледелия не увеличилась, но за этим скрывается замена некоторых земель, слишком истощенных для дальнейшего использования в растениеводстве и в силу этого заброшенных, на новые площади для посевного земледелия, полученные за счет распахивания лугов и вырубки лесов. Этот процесс истощения и забрасывания земель, а взамен их – освоения новых территорий особенно характерен для систем земледелия с низким уровнем целевых вложений и организации производства, таких как «подсечно-огневое» земледелие в районах с влажным тропическим климатом или на крутых склонах. Поскольку данных о таких системах земледелия мало, а также в силу того, что некоторые из этих земель могут быть истощены не до конца и снова возвращены в сельскохозяйственный оборот после долгого периода нахождения почвы под паром, трудно определить точные размеры таких зон.

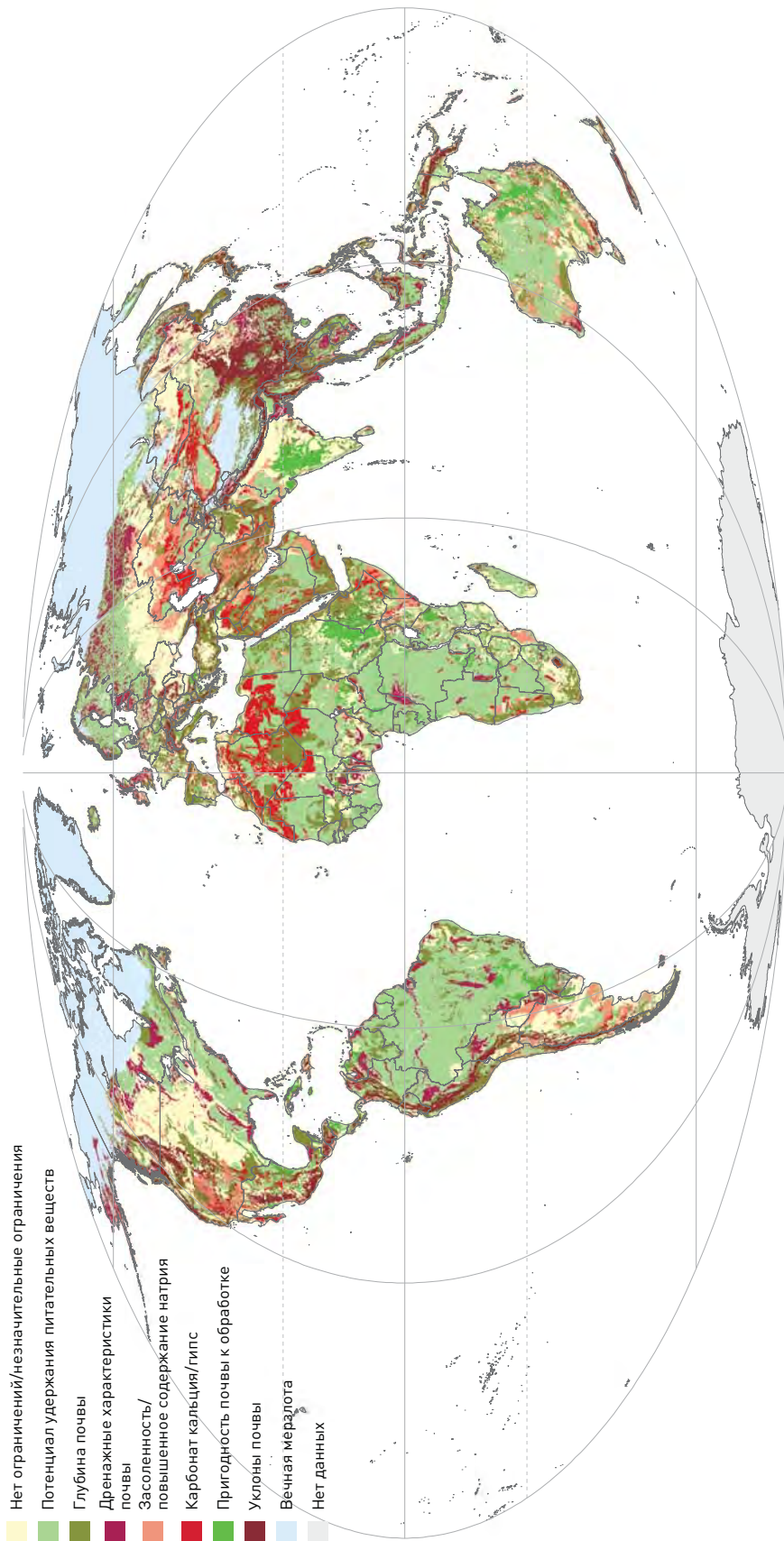
Тенденции в районах богарного земледелия различаются от региона к региону. В Африке к югу от Сахары, где 97% производства основных сельскохозяйственных культур сосредоточено в районах с богарным земледелием, площади под зерновые за период с 1960 г. удвоились. В странах Латинской Америки и Карибского бассейна за последние 40 лет площади богарного земледелия увеличились на 25% (FAO, 2010 b).

### **Ограничения, накладываемые почвой и рельефом**

При наличии в почве достаточного количества влаги широта потенциала богарных земель в значительной мере определяется качеством почвы (карта 1.4). Важнейшими факторами являются доступность питательных веществ и относительная способность почвы сохранять их. Кроме того, толщина слоя почвы влияет на рост корней растений, а дренажные характеристики определяют доступность кислорода по мере роста корней. Структура почвы важна для облегчения возделывания и связана с химическим составом почв и принятыми сельскохозяйственными практиками. Наконец, на качество почвы может повлиять уклон рельефа, так как на склонах происходит эрозия из-за стока воды и гравитационных перемещений.

Степень доступности питательных веществ, содержащихся в почве, является распространенным ограничением плодородия почв, которые возделываются в настоящее время в большинстве регионов, особенно в развивающихся странах, расположенных в тропической зоне. Частично это объясняется более низкой, чем в зонах с умеренным климатом, доступностью природных питательных веществ. Почвы в Африке к югу от Сахары, Южной Америке, Восточной и Юго-Восточной Азии, Австралии и Новой Зеландии имеют особенно низкий уровень доступности природных питательных веществ. Доля почв без ограничения или с незначительным ограничением доступности природных питательных веществ наиболее высока в странах с высоким доходом (76%); для сравнения: в странах с низким доходом она составляет 68% (табл. 1.6). Кроме того, естественное плодородие некоторых почв со временем снизилось из-за «износа почв».

**КАРТА 1.4. НАКЛАДЫВАЕМЫЕ ПОЧВОЙ И РЕЛЬЕФОМ НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА С НИЗКИМ УРОВНЕМ ВЛОЖЕНИЯ СРЕДСТВ ПРОИЗВОДСТВА**



Источник: IIASA/FAO (2010).



**ТАБЛИЦА 1.6. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ ПО КЛАССАМ КАЧЕСТВА ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОСТУПНОСТИ НАТУРАЛЬНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ**

Категории стран	Обрабатываемая территория (млн га)	Территории по классам доступности почвенных питательных веществ (%)			
			40–60	60–80	> 80
Страны с низким доходом	443	0	20	12	68
Страны со средним доходом	740	1	16	15	67
Страны с высоким доходом	382	1	9	13	76

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

В некоторых регионах ограничения, связанные с качеством почвы, оказывают влияние более чем на половину обрабатываемых земель, особенно в Африке к югу от Сахары, Южной Америке, Юго-Восточной Азии и Северной Европе. В странах с низким доходом только 44% обрабатываемых почв (около 196 млн га) не имеют ограничений или имеют лишь незначительные ограничения. Для остальных 247 млн га основным ограничением является низкая доступность питательных веществ, влияющая почти на 24% почв и проявляющаяся в различной степени – от незначительной до весьма существенной.

Но при рациональном использовании почв их качество может быть повышено. В условиях высоких целевых вложений в сельское хозяйство низкая доступность природных питательных веществ может быть устранена благодаря применению удобрений при условии, что почва обладает достаточной способностью к сохранению питательных веществ. Однако в южной части Африки, бассейне реки Амазонки, Центральной Азии и Северной Европе отмечается низкая способность почв к сохранению питательных веществ. В этих районах повышенное использование удобрений само по себе может оказаться неэффективным для повышения урожайности сельскохозяйственных культур, и поэтому необходимы дополнительные меры по повышению плодородия почв. Другими серьезными препятствиями на пути развития растениеводства являются неудовлетворительные структуры почв и их малая пригодность к обработке, которые характерны, например, для большинства территорий Эфиопии, Судана и центральной Индии. Такие ограничения могут быть частично устранены за счет значительных целевых вложений и рационального использования почв. Часто на таких территориях преобладают вертисоли, которые в идеале требуют применения систем нулевой обработки почвы.

### **Продуктивность богарного земледелия и разрыв в урожайности**

Продуктивность богарного земледелия измеряется урожайностью (объемом продукции на единицу площади). Продуктивность варьируется в широких пределах и весьма чувствительна не только к почве и воде, но и к другим факторам – таким как физическая и финансовая доступность технологий и средств производства, доступ к рынкам и доходность на местном уровне. С одной стороны, урожайность сорго или проса с использованием систем богарного земледелия составляет несколько сот килограмм с гектара. С другой стороны, фермеры в Европе добиваются урожайности 7–10 т пшеницы с гектара (FAO, 2010b, Molden, 2007).

В Африке к югу от Сахары урожайность с 1960-х гг. увеличилась незначительно, и рост объемов производства связан почти исключительно с увеличением обрабатываемых площадей. Например, урожайность кукурузы в системе богарного земледелия остается неизменной и составляет порядка 1 т/га. Напротив, в странах Латинской Америки и Карибского бассейна за этот же период

урожайность кукурузы в системе богарного земледелия, которая составляла немногим более 1 т/га, утроилась, т.е. превысила 3 т/га. Средняя урожайность пшеницы в Европе увеличилась с 2 т/га более чем в два раза и составила свыше 5 т/га. ФАО подсчитала разрыв в урожайности путем сравнения фактической и потенциально достижимой продуктивности, исходя из того, что целевые вложения и организация производства будут оптимизированы в соответствии с местными условиями почвы и воды (карта 1.5; табл. 1.7).

Эти результаты показывают, что разрыв в урожайности наиболее значителен в Африке к югу от Сахары (где урожайность составляет лишь 24% того объема, который можно было бы получить при более высоком уровне организации производства). Из этого следует, что если бы управление всеми имеющимися в настоящее время земельными и водными ресурсами осуществлялось оптимально, то в тех регионах, где разрыв в урожайности составляет менее 50% – Северной Африке, Африке к югу от Сахары, Центральной Америке и странах Карибского бассейна, Южной Америке, Южной Азии, Восточной Европе и Российской Федерации, и на островах Тихого океана, – производство сельскохозяйственной продукции можно было бы удвоить. В отличие от этих регионов значительная часть сельскохозяйственной отрасли в Азии уже использует передовые технологии организации производства; в частности, Восточная Азия конкурирует с наиболее продуктивными системами промышленно развитых стран, демонстрируя урожайность на уровне 89% потенциально возможной.

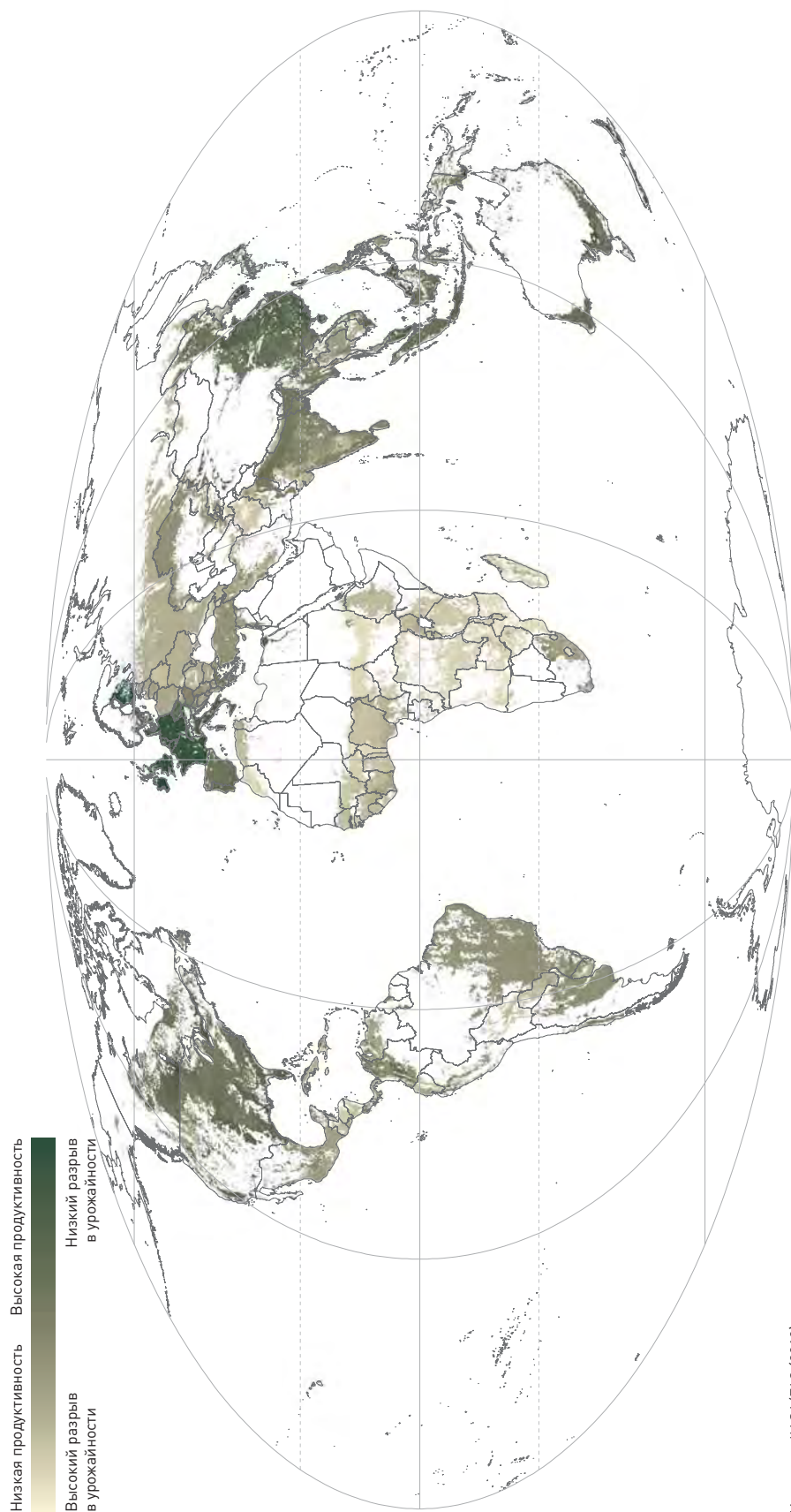
## **Земельные и водные ресурсы орошаемого земледелия**

За последние годы системы орошаемого земледелия продвинулись вперед в управлении водными ресурсами, что наряду с резким повышением производительности воды способствовало росту объемов сельскохозяйственного производства и увеличению доходов. Однако большинство систем орошаемого земледелия функционируют значительно ниже своего потенциала, и существуют значительные резервы для повышения продуктивности земли и воды. Водозабор из подземных горизонтов стал бесценным источником поливной воды, но выяснилось, что его почти невозможно регулировать. В результате забор воды из подземных горизонтов для сельскохозяйственных нужд интенсифицируется, а некоторые ключевые водоносные слои истощаются. Ухудшается качество воды; при этом орошение оказывает воздействие как на поверхностные, так и на подземные воды, и все более острой становится проблема засоления орошаемых земель. Быстро растет конкуренция за водные ресурсы для бытового и промышленного использования, а многие страны и речные бассейны испытывают нехватку воды; при этом уменьшается доступный объем воды для орошения. Строительство новых водохранилищ и оросительных каналов связано со значительными маргинальными затратами и во всевозрастающей степени создает экологические проблемы. Очищенные сточные воды позволяют увеличить доступный объем воды, однако являются ограниченным и дорогим ресурсом, требующим экономного использования.

### **Возможности контроля за использованием земельных и водных ресурсов**

В 2006 г. в мире общая площадь земель, оснащенных оросительными системами, составляла 301 млн га (табл. 1.8). В последние десятилетия площадь орошаемых земель стремительно увеличивалась, особенно в развивающихся странах, в ответ на необходимость иметь контролируемые источники водоснабжения для обеспечения оптимальной продуктивности растениеводства (рис. 1.4). По мере

**КАРТА 1.5. РАЗРЫВ В УРОЖАЙНОСТИ ДЛЯ ГРУППЫ ОСНОВНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**



Источник: IASA/FAO (2010).

**ТАБЛИЦА 1.7. РАСЧЕТНЫЕ ОБЩИЕ РАЗРЫВЫ В УРОЖАЙНОСТИ (ПРОЦЕНТ ВОЗМОЖНОГО) ПО ЗЕРНЫМ, КОРНЕПЛОДАМ, БОБОВЫМ, САХАРНОМУ ТРОСТНИКУ И САХАРНОЙ СВЕКЛЕ, МАСЛИЧНЫМ И ОВОЩНЫМ КУЛЬТУРАМ**

Регион	Реальный объем урожая, собранного в 2005 г. по сравнению с возможным	Разрыв в урожайности (%)
	2005 год	
Северная Африка	40	60
Африка к югу от Сахары	24	76
Северная Америка	67	33
Центральная Америка и Карибский бассейн	35	65
Южная Америка	48	52
Западная Азия	51	49
Центральная Азия	36	64
Южная Азия	45	55
Восточная Азия	89	11
Юго-Восточная Азия	68	32
Западная и Центральная Европа	64	36
Восточная Европа и Российская Федерация	37	63
Австралия и Новая Зеландия	60	40
Острова Тихого океана	43	57

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

**РИСУНОК 1.4. ПЛОЩАДИ, ОБОРУДОВАННЫЕ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ**



Источник: FAO (2010b).

**ТАБЛИЦА 1.8. ПЛОЩАДЬ, ОБОРУДОВАННАЯ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ (ПРОЦЕНТ ОБЩЕЙ ПЛОЩАДИ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ И ЧАСТЬ ПЛОЩАДИ, ОРОШАЕМАЯ ГРУНТОВЫМИ ВОДАМИ)**

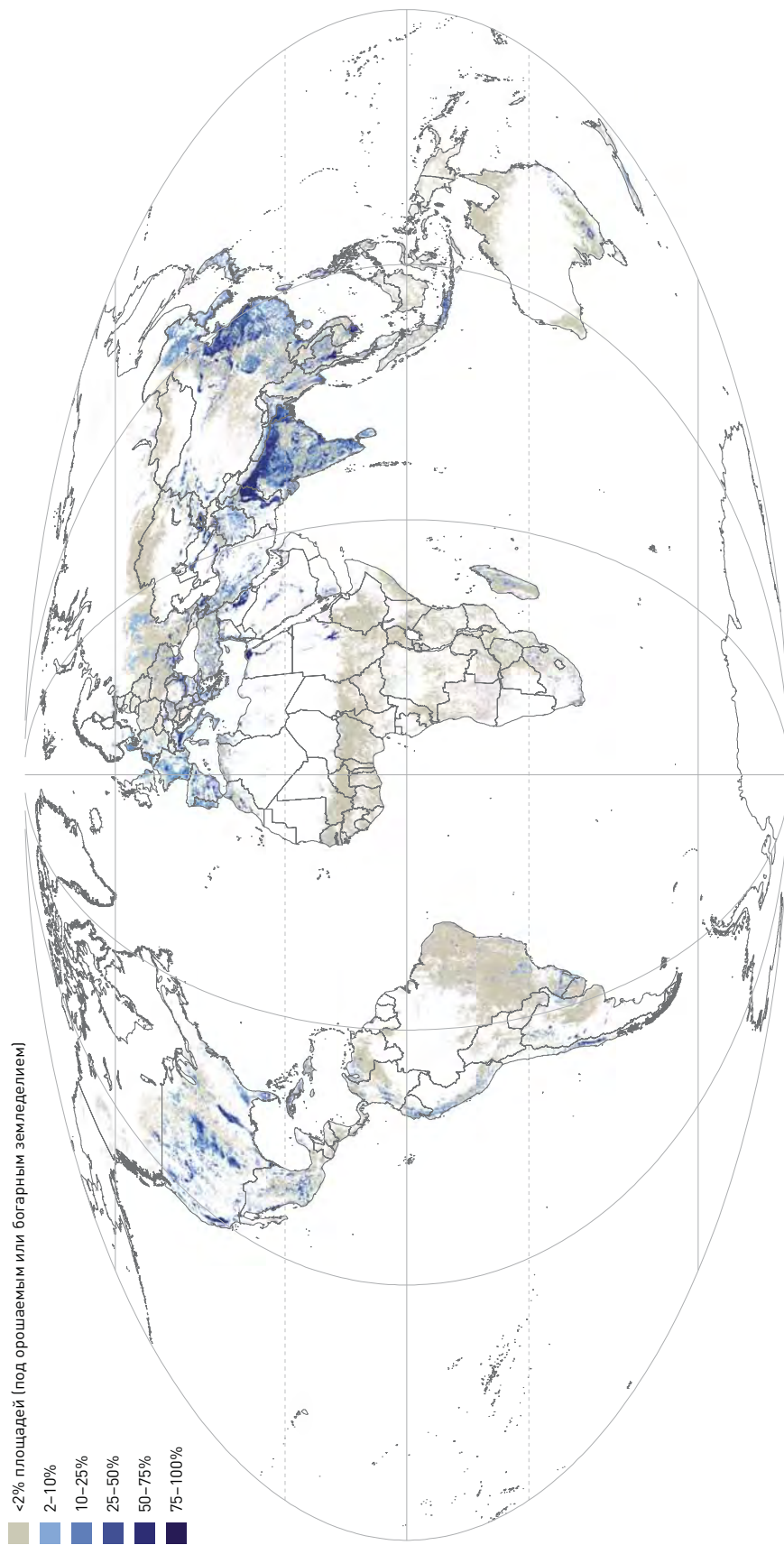
Континент Регионы	Зона, оборудованная для орошения (млн га)		В % от общей обрабатываемой площади		Из них использует грунтовые воды для орошения (2006 г.)	
	1961	2006	1961	2006	Зона, оборудованная для орошения (млн га)	В % от общей орошаемой площади
Годы	1961	2006	1961	2006	Зона, оборудованная для орошения (млн га)	В % от общей орошаемой площади
<b>Африка</b>	<b>7,4</b>	<b>13,6</b>	<b>4,4</b>	<b>5,4</b>	<b>2,5</b>	<b>18,5</b>
Северная Африка	3,9	6,4	17,1	22,7	2,1	32,8
Африка к югу от Сахары	3,5	7,2	2,4	3,2	0,4	5,8
<b>Северная и Южная Америка</b>	<b>22,6</b>	<b>48,9</b>	<b>6,7</b>	<b>12,4</b>	<b>21,6</b>	<b>44,1</b>
Северная Америка	17,4	35,5	6,7	14,0	19,1	54,0
Центральная Америка и Карибский бассейн	0,6	1,9	5,5	12,5	0,7	36,3
Южная Америка	4,7	11,6	6,8	9,1	1,7	14,9
<b>Азия</b>	<b>95,6</b>	<b>211,8</b>	<b>19,6</b>	<b>39,1</b>	<b>80,6</b>	<b>38,0</b>
Западная Азия	9,6	23,6	16,2	36,6	10,8	46,0
Центральная Азия	7,2	14,7	13,4	37,2	1,1	7,8
Южная Азия	36,3	85,1	19,1	41,7	48,3	56,7
Восточная Азия	34,5	67,6	29,7	51,0	19,3	28,6
Юго-Восточная Азия	8,0	20,8	11,7	22,5	1,0	4,7
<b>Европа</b>	<b>12,3</b>	<b>22,7</b>	<b>3,6</b>	<b>7,7</b>	<b>7,3</b>	<b>32,4</b>
Западная и Центральная Европа	8,7	17,8	5,8	14,2	6,9	38,6
Восточная Европа и Российская Федерация	3,6	4,9	1,9	2,9	0,5	10,1
<b>Океания</b>	<b>1,1</b>	<b>4,0</b>	<b>3,2</b>	<b>8,7</b>	<b>0,9</b>	<b>23,9</b>
Австралия и Новая Зеландия	1,1	4,0	3,2	8,8	0,9	24,0
Острова Тихого океана	0,001	0,004	0,2	0,6	0,0	18,7
<b>Весь мир</b>	<b>139,0</b>	<b>300,9</b>	<b>10,2</b>	<b>19,7</b>	<b>112,9</b>	<b>37,5</b>
Страны с высоким доходом	26,7	54,0	6,9	14,7	26,5	49,1
Страны со средним доходом	66,6	137,9	10,5	19,3	36,1	26,1
Страны с низким доходом	45,8	108,9	13,1	24,5	50,3	46,2
<b>Страны с низким уровнем дохода и дефицитом продовольствия</b>	<b>82,5</b>	<b>187,6</b>	<b>16,6</b>	<b>29,2</b>	<b>71,9</b>	<b>38,3</b>
<b>Наименее развитые страны</b>	<b>6,1</b>	<b>17,5</b>	<b>5,2</b>	<b>10,1</b>	<b>5,0</b>	<b>28,8</b>

Источник: FAO (2010b, c).

роста народонаселения площадь земель, оборудованных для полива, более чем удвоилась – со 139 млн га до 301 млн га, а объем водозабора для орошения почти удвоился – приблизительно с 1540 до 2710 км<sup>3</sup>. За тот же период доля орошаемых площадей в общем объеме обрабатываемых земель выросла с 10 до 20%.

Около 70% всех земель, оснащенных оросительными системами, находится в Азии, где на их долю приходится 39% площади всей обрабатываемой земли (карта 1.6). На Южную и Восточную Азию приходится более половины всех оснащенных оросительными системами земель в мире; при этом только на долю Индии и Китая (в каждой из этих стран имеется около 62 млн га земель, оснащенных оросительными системами) – 40%. Большинство таких орошаемых площадей – это масштабные объекты при крупных водохранилищах,

КАРТА 1.6. ДОЛЯ ПЛОЩАДЕЙ, ОБОРУДОВАННЫХ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ, В ОБЩЕМ ОБЪЕМЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ УГОДИЙ



Источник: Siebert et al. (2007).

прежде всего для выращивания риса-сырца. Кроме того, орошаемые площади имеют очень большое значение для Западной Азии, где они составляют 37% обрабатываемых земель, и для Северной Африки (27% обрабатываемых земель). Регионом, где орошаемых земель меньше всего, является Африка к югу от Сахары. Здесь орошается лишь 3% земель.

### **Темпы расширения**

Темпы расширения площади орошаемых земель, составлявшие в 1960–1970-х гг. свыше 2% в год, значительно снизились. Тому есть много причин, включая длительный период стабильного предложения на рынке продовольствия и снижения цен на продукты питания (до 2007 г.), замедление темпов прироста населения и повышение важности инвестирования в другие секторы (*Faures et al.*, 2007). Кроме того, увеличение стоимости инвестиций и технического обслуживания (и связанная с этим низкая доходность систем орошения), а также боязнь негативного социального и экологического воздействия привели к снижению интереса со стороны государства и доноров.

В большинстве случаев увеличение площади орошаемых земель происходит за счет перехода от богарного земледелия к орошаемому. Тем не менее часть орошаемых площадей находится на засушливых и сверхзасушливых (пустынных) землях, которые непригодны для богарного земледелия. Подсчитано, что в настоящее время в развивающихся странах из 219 млн га орошаемых земель около 40 млн га приходится на засушливые и сверхзасушливые земли, доля которых в 2050 г. может увеличиться до 43 млн га. В некоторых регионах и странах орошаемые засушливые и сверхзасушливые земли составляют значительную часть используемых орошаемых площадей: 19 млн га из 28 млн га на Ближнем Востоке и в Северной Африке и 15 млн га из 85 млн га в Южной Азии.

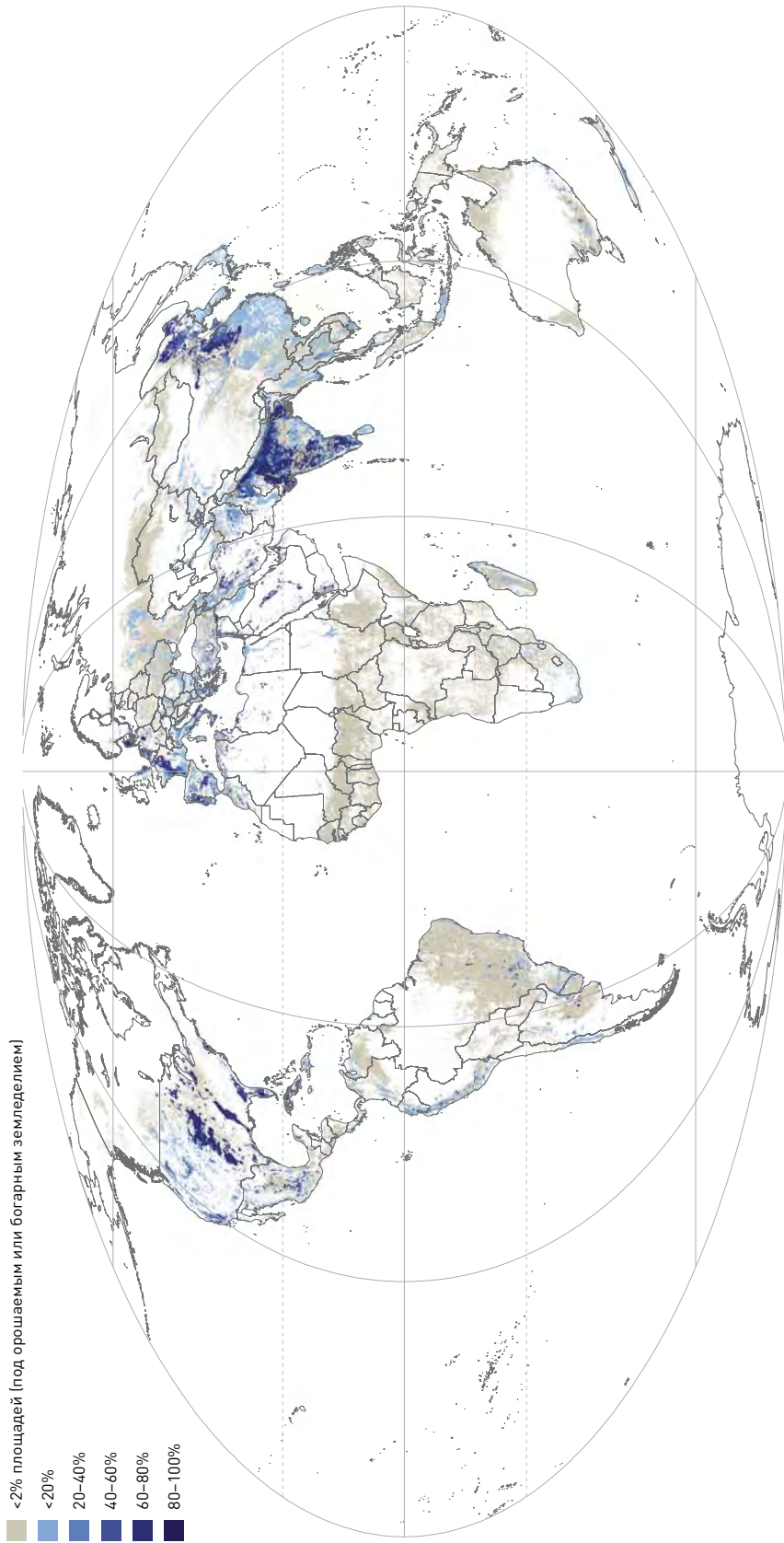
Сыграли свою роль также некоторые факторы, характерные для конкретных регионов. В Азии освоены практически все пригодные земли. Восточная Европа и страны Центральной Азии, где орошаемое земледелие стремительно развивалось в 1960–1970 гг., после распада Советского Союза вошли в полосу экономического кризиса и реорганизации. В некоторых районах Восточной Европы и Российской Федерации большие территории, оснащенные оросительными системами, были заброшены в течение последних двух десятилетий.

### **Источники воды для орошения**

Для орошения используется вода из рек, озер и подземных горизонтов. Около 188 млн га площадей (62% всех орошаемых земель) получают воду из открытых водоемов, а 113 млн га (38%) – из подземных горизонтов (карта 1.7). Внедрение технологий бурения скважин на воду и снижение цен на электроэнергию способствовали быстрому росту использования подземных вод, особенно в Азии, Северной Африке и на Ближнем Востоке. По данным проведенной в Индии сельскохозяйственной переписи, площадь земель, оборудованных системами водозабора из подземных источников, выросло приблизительно с 10 млн га в 1960 г. (*Mukherji and Shah*, 2005) до почти 40 млн га к 2010 г. (*Seibert et al.* 2010). В Южной Азии грунтовые воды используются для орошения 57% всех орошаемых земель, а на Аравийском полуострове – 88%.

Нетрадиционные источники воды, такие как очищенные сточные воды и опресненная вода, составляют незначительную долю в объеме воды, используемой для орошения (около 1%). Применение очищенных сточных вод возрастает по мере увеличения инвестиций в городские системы очистки сточных вод,

КАРТА 1.7. ДОЛЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ, ГДЕ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ



Источник: Siebert et al. (2010).



и использование такой воды приобрело популярность в пригородном сельском хозяйстве. Опресненная вода идет на орошение земель, отведенных для выращивания ценных культур, а также туда, где отсутствуют альтернативные источники воды, но эти случаи являются, скорее, исключением, чем правилом.

### Ограничения, накладываемые водными ресурсами

В некоторых регионах конкуренция за воду и растущий дефицит воды ограничивают нынешнюю доступность воды для орошения, а также одерживают дальнейшее расширение орошаемых земель. Уже сейчас острая нехватка воды ощущается, в частности, в Западной, Центральной и Южной Азии, где более половины имеющихся водных ресурсов используется для орошения (табл. 1.9), и в Северной Африке, где забор воды для орошения превышает

**ТАБЛИЦА 1.9. ЕЖЕГОДНЫЙ СРЕДНИЙ ДОЛГОВРЕМЕННЫЙ ОТБОР ВОДЫ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ**

Континент Регионы	Осадки (мм)	Возобновляемые водные ресурсы* (км³)	Соотношение использования воды и эффективности (%)	Отбор воды для орошения (км³)	Давление на водные ресурсы из-за орошения (%)
<b>Африка</b>	<b>678</b>	<b>3 931</b>	<b>48</b>	<b>184</b>	<b>5</b>
Северная Африка	96	47	69	80	170
Африка к югу от Сахары	815	3 884	30	105	3
<b>Северная и Южная Америка</b>	<b>1 091</b>	<b>19 238</b>	<b>41</b>	<b>385</b>	<b>2</b>
Северная Америка	636	6 077	46	258	4
Центральная Америка и Карибские острова	2 011	781	30	15	2
Южная Америка	1 604	12 380	28	112	1
<b>Азия</b>	<b>827</b>	<b>12 413</b>	<b>45</b>	<b>2 012</b>	<b>16</b>
Западная Азия	217	484	47	227	47
Центральная Азия	273	263	48	150	57
Южная Азия	1 602	1 766	55	914	52
Восточная Азия	634	3 410	37	434	13
Юго-Восточная Азия	2 400	6 490	19	287	4
<b>Европа</b>	<b>540</b>	<b>6 548</b>	<b>48</b>	<b>109</b>	<b>2</b>
Западная и Центральная Европа	811	2 098	43	75	4
Восточная Европа и Российская Федерация	467	4 449	67	35	1
<b>Океания</b>	<b>586</b>	<b>892</b>	<b>41</b>	<b>19</b>	<b>2</b>
Австралия и Новая Зеландия	574	819	41	19	2,3
Острова Тихого Океана	2 062	73	-	0,05	0,1
<b>Весь мир</b>	<b>809</b>	<b>43 022</b>	<b>44</b>	<b>2 710</b>	<b>6</b>
Страны с высоким доходом	622	9 009	45	383	4
Страны со средним доходом	872	26 680	39	1 136	4
Страны с низким доходом	876	7 332	50	1 191	16
<b>Страны с низким уровнем дохода и дефицитом продовольствия</b>	<b>881</b>	<b>13 985</b>	<b>48</b>	<b>1 813</b>	<b>13</b>
<b>Наименее развитые страны</b>	<b>856</b>	<b>4 493</b>	<b>28</b>	<b>190</b>	<b>4</b>

\* Относится к внутренним возобновляемым водным ресурсам, входящие водные потоки на региональном уровне не включаются.

Источник: FAO (2010с).

объем возобновляемых ресурсов из-за интенсивной эксплуатации подземных источников и повторного использования воды. Южная Америка, напротив, использует менее 1% своих ресурсов. Во многих районах Ближнего Востока, Северной Африки, Китая и некоторых других стран уровень подземных вод снижается, так как фермеры откачивают больше воды, чем ее поступает в подземные водоносные горизонты.

На уровне отдельных стран различия проявляются еще сильнее. В 2005–2007 гг. в четырех странах (Ливийская Арабская Джамахирия, Саудовская Аравия, Йемен и Египет) количество воды, использованной для орошения, превышало их годовые объемы возобновляемых водных ресурсов. В общей сложности 11 стран использовали более 40% своих водных ресурсов для орошения, что считается критическим пороговым уровнем. Еще восемь стран изымали более 20% своих водных ресурсов, что свидетельствовало о значительном давлении и об угрозе нехватки воды в будущем.

Для некоторых стран относительно низкие общие показатели могут создавать чересчур оптимистичное впечатление об уровне водного стресса: Китай, например, сталкивается с серьезной нехваткой воды на севере, в то время как на юге водные ресурсы все еще имеются в избытке. Бурение скважин на воду осуществляется также в отдельных районах некоторых других стран Ближнего Востока, Южной и Восточной Азии, Центральной Америки и Карибского бассейна, даже если на национальном уровне водный баланс все еще является положительным.

### **Орошение и продуктивность земель**

За последние десятилетия использование орошения значительно способствовало повышению продуктивности сельского хозяйства и увеличению объемов сельскохозяйственной продукции в мире. Индия и Китай утроили объемы производства в течение 25 лет, с 1964–1966 до 1997–1999 гг., главным образом за счет инвестиций в орошение и широкого внедрения мер по повышению продуктивности земли и воды. В настоящее время в развивающихся странах орошаемое земледелие охватывает  $\frac{1}{5}$  всех сельскохозяйственных угодий, но обеспечивает почти половину (47%) всей продукции растениеводства и почти 60% урожая зерновых. В наименее развитых странах на долю орошаемых земель приходится менее  $\frac{1}{5}$  (17%) территории, отведенной под зерновые, но почти  $\frac{2}{5}$  (38%) урожая зерновых (табл. 1.10).

Орошаемое земледелие очень разнообразно. Хозяйства, использующие орошаемое земледелие, могут варьироваться от отдельной фермы до огромных оросительных комплексов, таких как система каналов Рохри в Пакистане, которая охватывает 1,04 млн га.

Основными моделями являются: крупномасштабные государственные системы (заливные поля для возделывания риса во влажных районах или поля для выращивания основных и товарных культур в засушливых районах); малые и средние системы, управляемые общиной; коммерческие частные системы для выращивания товарных культур; системы на уровне отдельных ферм, производящие продукцию для местного рынка (Molden, 2007: 359). Подача и распределение воды могут производиться самотеком или под давлением, а управление и институциональная принадлежность могут быть государственными, потребительскими, частными, общинными или комбинированными.

**ТАБЛИЦА 1.10. ДОЛЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ И ДОЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНОВЫХ  
В ОБЩЕМ ОБЪЕМЕ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНОВЫХ (2006)**

Континент Регионы	Все орошаемые культуры		Орошаемые зерновые		
	Орошаемые земли в % от всех обра- батываемых площадей	Орошаемые земли, заня- тые растени- еводством, в % от всех земель, заня- тых растени- еводством	Орошаемые земли, заня- тые зерно- выми, в% от всех земель, занятых растениевод- ством	Орошаемые земли, заня- тые зерно- выми, в % от всех земель, занятых зер- новыми	Объем про- изводства зерновых на орошаемых землях, в % от всего объема производства зерновых
<b>Африка</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>48</b>	<b>7</b>	<b>24</b>
Северная Африка	21	43	48	33	75
Африка к югу от Сахары	2	3	48	3	9
<b>Северная и Южная Америка</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>44</b>	<b>14</b>	<b>22</b>
Северная Америка	11	20	43	15	22
Центральная Америка и Карибский бассейн	7	18	32	17	32
Южная Америка	8	8	47	13	22
<b>Азия</b>	<b>34</b>	<b>43</b>	<b>68</b>	<b>51</b>	<b>67</b>
Западная Азия	28	49	52	32	48
Центральная Азия	30	43	45	27	45
Южная Азия	38	41	70	52	70
Восточная Азия	44	58	69	68	78
Юго-Восточная Азия	19	21	84	35	49
<b>Европа</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>28</b>	<b>4</b>	<b>8</b>
Западная и Центральная Европа	9	12	30	5	10
Восточная Европа и Российская Федерация	1	5	23	2	4
<b>Океания</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>7</b>
Австралия и Новая Зеландия	7	12	14	2	7
Острова Тихого Океана	1				
<b>Весь мир</b>	<b>17</b>	<b>25</b>	<b>62</b>	<b>29</b>	<b>42</b>
Страны с высоким доходом	11	19	39	13	20
Страны со средним доходом	26	28	63	32	49
Страны с низким доходом	14	26	69	33	55
<b>Страны с низким уровнем дохода и дефицитом продовольствия</b>	<b>26</b>	<b>34</b>	<b>68</b>	<b>42</b>	<b>64</b>
<b>Наименее развитые страны</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>83</b>	<b>17</b>	<b>38</b>

Источник: FAO (2010b,c).

### **Продуктивность воды и разрыв в продуктивности**

В странах, испытывающих нехватку воды, таких как Мексика, серьезной проблемой является оптимизация продуктивности воды в условиях конкуренции между муниципальным и промышленным спросом. На большей части территории Индии и Китая очень высокая доля использования воды для сельского хозяйства способствует повышению продуктивности воды, однако экологические проблемы, связанные с загрязнением окружающей среды и чрезмерной эксплуатацией грунтовых вод, угрожают ресурсной базе. В Пакистане проблемы осушения сельскохозяйственных земель и последующего засоления почв преобладают в повестке дня, связанной с орошением, в то время как в прибрежных дельтах Бангладеш и Вьетнама основной задачей является борьба с наводнениями.

Обычно в системах орошаемого земледелия урожайность по меньшей мере в два раза выше, чем на расположенных рядом землях, где применяется богарное земледелие. В целом урожайность зерновых на богарных землях в развивающихся странах составляет в среднем 1,5 т/га, а на орошаемых землях – 3,3 т/га. Интенсивность использования орошаемых земель обычно тоже выше; так, например, в большинстве стран Азии орошаемые земли дают два урожая в год (Faures *et al.*, 2007). Продуктивность воды тоже увеличилась: за последние 40 лет урожайность пшеницы и риса на единицу воды более чем удвоилась. Но по мере роста спроса потребуются получать более высокие урожаи на тех же оборудованных площадях.

За последние 50 лет темпы роста производства важнейших мировых сельскохозяйственных культур превышают темпы увеличения площади пахотных земель и многолетних культур. Зерновые безусловно являются важнейшей группой сельскохозяйственных культур (на основе общей уборочной площади) и показывают относительно высокий средний прирост урожайности (рис. 1.5). Более  $\frac{2}{3}$  прироста объема производства получено за счет повышения урожайности, особенно в условиях орошаемого земледелия. По оценке Брейнсмы (Bruinsma, 2003), 77% прироста объемов производства в развивающихся странах является результатом «интенсификации», достигаемой за счет увеличения как урожайности, так и интенсивности возделывания сельскохозяйственных культур. Южная и Восточная Азия, где доля орошаемых земель наибольшая, показали самый быстрый рост продуктивности, при этом 94% прироста было обеспечено за счет интенсификации.

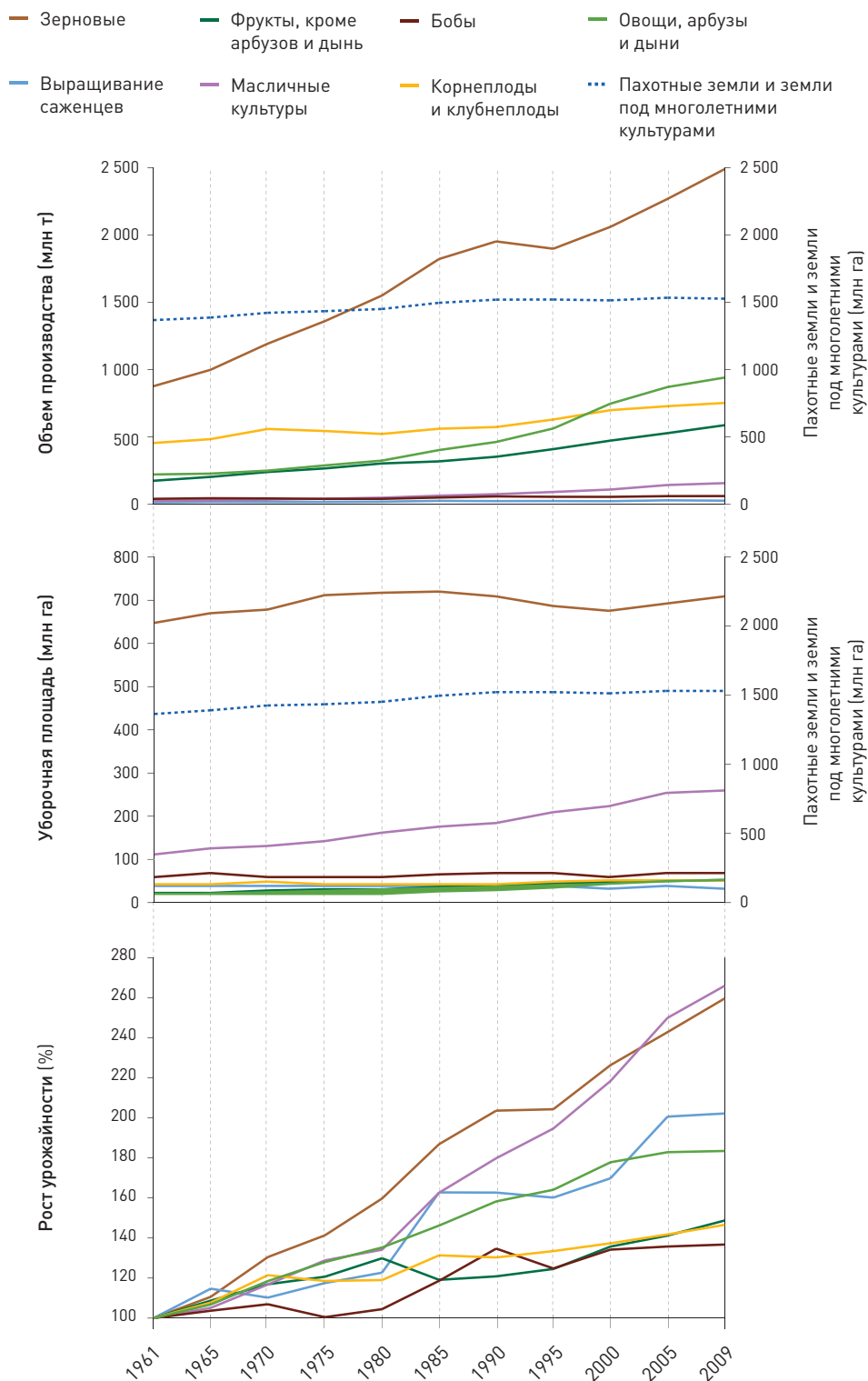
Увеличение урожайности на орошаемых землях было достигнуто благодаря двум основным факторам: широкому внедрению новых сортов, средств производства и методов земледелия; а также прорывам в технологиях орошения, таких как орошение из трубчатых колодцев и системы принудительного орошения.

## Леса, пастбищные угодья, рыбный промысел во внутренних водах и аквакультура

### Леса

В докладе ФАО «Состояние лесов мира» содержатся данные регулярной оценки состояния лесов в мире, их площади и здоровья, а также состояния их социально-экономических и экологических функций (FAO, 2010d). В 2010 г. леса занимали примерно 4 млрд га. Обезлесение, происходящее главным образом в результате расчистки тропических лесов под сельскохозяйственные земли, в последнее время демонстрирует признаки уменьшения, однако по-прежнему продолжается быстрыми темпами. В последнее десятилетие ежегодно осваивалось для различных целей или погибало по естественным причинам около 13 млн га леса (в 1990-х гг. – 16 млн га). Однако чистое сокращение площади лесов было в значительной степени ограничено благодаря широкомасштабной посадке лесов, составившей в первое десятилетие XXI в., по оценкам, 5,2 млн га в год. Основной объем чистых потерь облесенных земель был сконцентрирован в Южной Америке, Африке к югу от Сахары, Юго-Восточной Азии и Океании, в то время как в США, Индии, Китае, России и некоторых европейских странах наблюдалось увеличение площади лесов. 36% всей облесенной территории составляет коренной лес, но его площадь с 2000 г. уменьшилась более чем на 40 млн га. Сокращение площади коренных лесов может оказывать серьезное воздействие на их биоразнообразие.

**РИСУНОК 1.5. РОСТ ОБЪЕМОВ МИРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА, УБОРОЧНЫЕ ПЛОЩАДИ И ПЛОЩАДИ ПОД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ КУЛЬТУРАМИ**



Источник: FAO (2010a).

Леса играют решающую роль в круговороте воды, в силу чего необходимо уделять им пристальное внимание при анализе возникающих водных проблем на уровне природной системы. Леса поглощают и удерживают влагу, предотвращают эрозию почвы и являются системой естественной водочистки. Они влияют на объем доступной воды, регулируют поверхностные и подземные водотоки и обеспечивают высокое качество воды. Более того, леса и деревья вносят вклад в уменьшение риска стихийных бедствий, связанных с водой, таких как оползни, локальные наводнения и засухи, и помогают предотвратить опустынивание и засоление почв. Заросшие лесами речные бассейны и болота обеспечивают  $\frac{3}{4}$  доступных мировых запасов пресной воды для удовлетворения бытовых, сельскохозяйственных, промышленных и экологических нужд (FAO, 2008с).

### Пастбищные угодья

Пастбищные угодья широко представлены во всех широтах и обычно характеризуются низким объемом производства биомассы из-за ограничений, связанных с почвой, температурными условиями и доступностью воды. В мире они занимают около 25% суши и включают в себя засушливые районы Африки (66% всей земельной площади континента) и Аравийского полуострова, степи Центральной Азии и нагорья Латинской Америки (Nori and Neely, 2009). Растительность состоит главным образом из естественных растительных сообществ многолетних и однолетних растений, включая травы, кустарники и деревья. По своей природе пастбищные угодья являются хрупкими экосистемами, и неправильное обращение с ними быстро приводит к деградации, утрате биологического разнообразия, потере способности удерживать воду, углеродным выбросам и снижению продуктивности.

Размеры и тенденции развития пастбищных угодий трудно оценить. Глобальная статистика указывает, что в 2000 г. общая площадь пастбищных угодий составляла 3,43 млрд га, а к 2008 г. несколько сократилась – до 3,36 млрд га. Причины этих незначительных изменений невозможно точно определить, хотя они могут включать в себя неточность данных, опустынивание почв и расширение сельскохозяйственных площадей. Широкомасштабное освоение более сухих луговых угодий для целей растениеводства и нерациональное использование земельных ресурсов привели к неблагоприятным последствиям, таким как «пыльный котел» на Великих равнинах в США в 1920–1930-х гг. В середине XX в. в СССР засушливые земли широко использовались в качестве посевных площадей, но растениеводство в этом регионе было неустойчивым (Boonman and Mikhalev, 2005), и сейчас такие земли снова превращаются в пастбищные угодья.

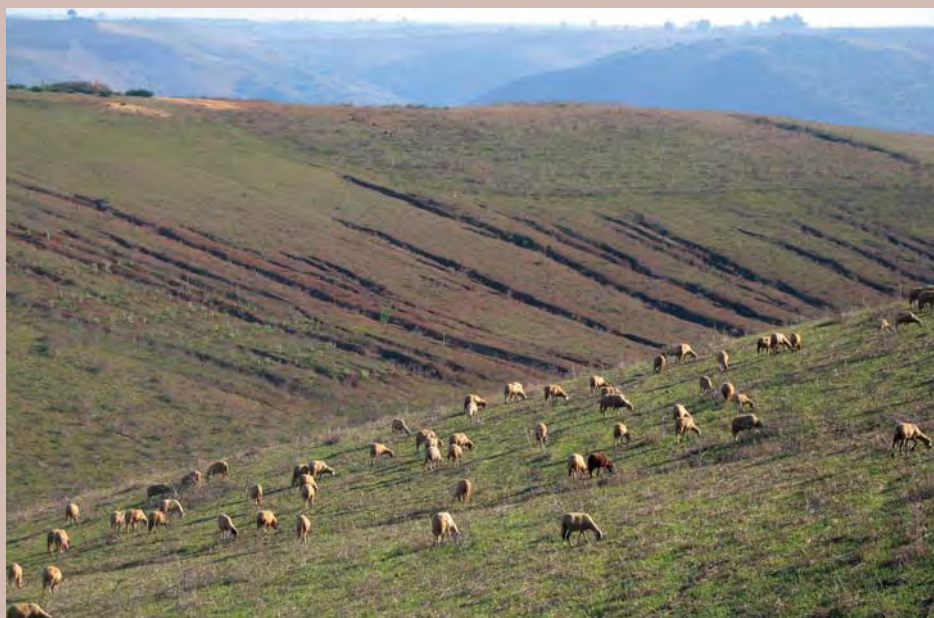
Вклад пастбищных угодий в поддержание функционирования экосистем и сохранение биологического разнообразия значителен. Кроме использования их для обеспечения скота кормами, они играют важную роль как среда обитания диких животных, удержания воды и сохранения генофонда растений. Флора пастбищных угодий богата: 750 родов и 12 тыс. видов трав. Эти экосистемы также и для сохранения фауны – например, в мире на долю луговых угодий приходится 11% эндемичных ареалов птиц (White *et al.*, 2000: 40), и для сохранения насекомых-опылителей, а также других насекомых, выполняющих важные регулирующие функции. Экосистемные блага, особенно регулирующие услуги, такие как инфильтрация и очистка воды, регулирование климата (например, секвестрация углерода) и опыление, стали рассматриваться как имеющие экономическую ценность. В связи с этим систематический сбор

данных о состоянии пастбищных угодий как в развитых, так и в развивающихся странах должен стать в мире приоритетной задачей.

Более 600 млн чел. зависят от пастбищных угодий как от источника средств существования. Пастушеские сообщества разработали стратегии, которые непрерывно адаптируются к ограниченному, часто меняющемуся и непредсказуемому объему ресурсов (например, в кочевом скотоводстве). Однако пастбищные угодья и их пользователи также уязвимы перед изменениями, вызванными демографическим давлением, превращением пастбищ в пахотные земли (вставка 1.2) и изменением климата. Колебания объема осадков и засуха являются хроническими проблемами пастбищных угодий: например, 70 млн чел. на Африканском Роге, многие из которых являются скотоводами, страдают от долгосрочного хронического отсутствия продовольственной безопасности (FAO, 2000). В табл. 1.11 перечислены основные системы пастбищного скотоводства и показана их эволюция.

Значительные объемы углерода теряются в засушливых районах по причине нерационального использования природных ресурсов, которое в значи-

#### ВСТАВКА 1.2. ПРЕВРАЩЕНИЕ ПАСТБИЩНЫХ УГОДИЙ В ПОСЕВНЫЕ ПЛОЩАДИ В СЕВЕРНОЙ АФРИКЕ, СРЕДИЗЕМНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ И НА БЛИЖНЕМ ВОСТОКЕ



*Деградированные пастбища в Марокко*

Бурный рост народонаселения и поголовья скота в сочетании с потерей традиционных прав выпаса привел к значительной перегрузке и деградации пастбищ вокруг литоральной зоны бассейна Средиземного моря. Многие полузасушливые земли распаханы для ежегодного посева сельскохозяйственных культур, что при нынешней практике не является устойчивым. Системы животноводства изменяются путем интенсификации, поэтапной борьбы с болезнями животных и коммерческого сбыта животноводческой продукции, особенно в пригородных районах. Засухи и процессы опустынивания усиливаются в результате изменения климата.

*Фото: G. Schwilch.*

ТАБЛИЦА 1.11. РЕГИОНАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМ КОЧЕВОГО ПАСТБИЩНОГО ЖИВОТНОВОДСТВА

Зона	Основные виды	Современное состояние
Африка к югу от Сахары	Крупный рогатый скот, верблюды, овцы, козы	Уменьшается из-за развития сельского хозяйства
Средиземноморье	Мелкие жвачные животные	Уменьшается из-за развития сельского хозяйства и огораживания
Ближний Восток и Южно-Центральная Азия	Мелкие жвачные животные	Уменьшается в некоторых районах из-за развития сельского хозяйства и огораживания
Индия	Крупный рогатый скот, верблюды, овцы, козы	Уменьшается из-за развития сельского хозяйства, но расширяется пригородное животноводство
Центральная Азия	Яки, лошади, верблюды, овцы, козы	Расширяется из-за роспуска колхозов
Заполярье	Северный олень	Расширяется из-за роспуска колхозов в Сибири, но находится под давлением в Скандинавии
Северная Америка	Крупный рогатый скот, овцы	Уменьшается из-за возрастающего огораживания и появления альтернативных экономических возможностей
Анды	Лама, альпака	Разведение лам уменьшается из-за развития дорожной сети и животноводства по европейской модели, а разведение альпак расширяется для производства шерсти.

Источник: Bleach (1999).

тельной степени вызвано усилением давления, связанного с ростом народонаселения и поголовья скота. В настоящее время почвы в засушливых районах из-за деградации далеки от насыщения углеродом, и их потенциал в области секвестрации углерода может быть очень высоким. По оценкам, улучшение использования пастбищных угодий обладает биофизическим потенциалом для секвестрации во всем мире 1300–2000 Мт CO<sub>2</sub>-эквивалента к 2030 г. (Tennigkeit and Wilkes, 2008). Стратегии увеличения запаса углерода в пастбищных угодьях включают в себя восстановление органического вещества почвы и корневой биомассы и, следовательно, улучшение почвенной флоры и фауны (например, рекультивацию почвы улучшенными видами бобовых и трав; круговорот навоза и агролесоводство; контроль эрозии; облесение и восстановление лесов; обеспечение оптимальной плотности поголовья скота; сохранение и сбор поверхностного стока; изменение характера землепользования, например, переход от растениеводства к выращиванию трав или деревьев, вывод земель из оборота). Однако все еще существуют значительные пробелы в знаниях о потенциале секвестрации углерода, приемлемых методологиях и анализе затрат и результатов применения практик секвестрации углерода для нужд мелких сельских фермеров и скотоводов.

### Кормовые и луговые угодья

Луговые угодья (включая земли, пригодные для выпаса скота, но непригодные для обработки, площади, покрытые кустарниками, пастбища, а также сельскохозяйственные земли, засеянные кормовыми или фуражными культурами) занимают почти 30% земельной площади, свободной ото льда. В мире на долю кормовых угодий и пастбищ приходится 60% сельскохозяйственных площадей (FAO, 2010b). Кормовые и травяные угодья многофункциональны:



они обеспечивают предоставление основных экосистемных услуг и являются для человека источником средств к существованию (например, в качестве генетического ресурса для производства продуктов питания и устойчивой интенсификации производства, ресурса для производства энергии, сырья для промышленного производства и для секвестрации углерода). Многие постоянные кормовые и луговые угодья используются для защиты речных бассейнов, рекультивации загрязненных земель и для производства биоэнергии. Таким образом, устойчивая интенсификация систем растениеводства и животноводства, основанная на улучшении использования кормовых и луговых угодий, могла бы внести значительный вклад в усиление устойчивого развития в широких масштабах (вставка 1.3). В мире луговые почвы обладают потенциалом для секвестрации к 2030 г. 0,2–0,8 Гт CO<sub>2</sub> в год в зависимости от объема выпаса и других применяемых методов сельскохозяйственной деятельности. Луговой покров может удерживать на 50–80% больше воды, снижая риск засух и наводнений. В совокупности эти свойства лугового покрова жизненно важны для адаптации к изменению климата и смягчения его последствий.

Во всем мире сектор растениеводства и животноводства обеспечивает средства к существованию для большинства мелких хозяйств. Быстрорастущий спрос на продукцию животноводства диктует необходимость поиска средств для уменьшения производственного следа животноводческих систем. В связи с этим возникает настоятельная потребность в создании интегрированных животноводческо-растениеводческих систем, где отходы растениеводства идут на корм скоту, а производимый скотом навоз используется в качестве удобрения для сельскохозяйственных культур в рамках круговорота питательных веществ непосредственно на месте или в рамках сельскохозяйственного ландшафта. И хотя интегрированные животноводческо-растениеводческие системы являлись элементом традиционного сельского хозяйства на протяжении веков, сейчас они получают выгоды от компонентов синергии, предоставляемых современными секторами растениеводства, животноводства и агролесоводства.

Луговые угодья играют важную роль как источник средств к существованию почти для 1 млрд чел., включая около 200 млн скотоводческих домохозяйств. Совершенствование практики интенсификации и диверсификации растениеводства путем внедрения фуражных культур, кормовых бобов и кормовых трав, эффективное управление внесением навоза и питательных веществ, а также диверсификация растениеводства и животноводства на уровне отдельных ферм помогут этим людям повысить стабильность их доходов

### ВСТАВКА 1.3. КОРМОВЫЕ ТРАВЫ: КОРМ ДЛЯ СКОТА И ТОПЛИВО ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ

Сегодня мы отправляем большое количество продукции растениеводства на корм скоту. Нам необходимо переосмыслить этот факт и улучшить использование гибких кормовых растений, способных обеспечивать корм, топливо, секвестрацию углерода, расширение биоразнообразия экосистем и повышение плодородия почв в соответствии с приоритетами фермера в области экономики и устойчивости. К числу таких кормовых растений относятся слоновая трава (*Pennisetum purpureum*), мискантус гигантский (*Miscanthus giganteus*) и щетинники (*Setaria spp.*). Они дают высокий урожай биомассы, могут быть переработаны в биотопливо на био заводах, а кроме того использоваться в качестве корма в животноводстве. В них также содержится материал, который может быть использован как промышленное сырье.

и обеспечить эффективное использование их земельных и водных ресурсов, повысят потенциал их сельскохозяйственной практики в области смягчения последствий изменения климата, а также в области адаптации к нему.

### **Рыбное хозяйство во внутренних водоемах и аквакультура**

В мировом масштабе озера, водохранилища и заболоченные земли, важные для ведения рыбного хозяйства во внутренних водоемах, занимают площадь около 7,8 млн км<sup>2</sup>. Поверхностными водами занята довольно значительная доля территории в Юго-Восточной Азии, Северной Америке, восточной и центральной части Западной Африки, северной части Азии, Европе и Южной Америке (FAO 2010b). Ведение рыбного хозяйства во внутренних водоемах – это чрезвычайно разнообразная деятельность, которая включает в себя крупномасштабное промышленное рыболовство, а также мелкомасштабный вылов рыбы и натуральное рыбное хозяйство, участие в этих видах деятельности не требует или почти не требует финансовых вложений. Как таковое рыбное хозяйство во внутренних водоемах обеспечивает бедным слоям населения качественное питание, возможность заработка и социальную защиту в условиях, когда другие отрасли производства продуктов питания могут перестать функционировать.

Около 90% рыбы из внутренних водоемов вылавливается в развивающихся странах, а 65% – в странах с низким доходом, испытывающих нехватку продуктов питания. На долю Африки и Азии регулярно приходится около 90% зарегистрированного улова. По данным статистики, общемировой объем продукции рыбного хозяйства во внутренних водоемах вырос с 2 млн т в 1950 г. до более 10 млн т в 2008 г. Однако считается, что объем производства гораздо выше, так как мелкомасштабный вылов рыбы и объем продукции натурального рыбного хозяйства не регистрируются. Объем продукции крупномасштабного и промыслового рыболовства во внутренних водоемах – например, на Великих озерах в Африке – может составить в стоимостном выражении сотни миллионов долларов США; зачастую эта рыба идет на экспорт (FAO, 2010a).

Общемировой объем продукции аквакультуры, который в 1950 г. составлял менее 1 млн т в год, вырос в 2008 г. до 52,5 млн т и достигает 45,7% всего объема мирового производства рыбопродуктов для потребления человеком (FAO, 2010a). Во многих странах мира успешно применяется интегрированный подход к использованию земельных и водных ресурсов (FAO/ICLARM/IRR, 2001; Halwart and Van Dam, 2006). В последние десятилетия среди рисопроизводителей в Китае широко распространилась практика совместного выращивания риса и рыбы на обновленных заливных полях, а общая площадь рисовых полей, используемых для аквакультуры, составляла в 2008 г. 1,47 млн га. Во многих странах как в пресных озерах, так и в реках процветает садковое рыбоводство в качестве эффективной непотребляющей формы использования пресной воды.

Азия (особенно Китай) имеет самые высокие объемы производства пресноводной аквакультуры по отношению к площади суши и открытых водоемов, хотя некоторые европейские и африканские страны тоже достигли в этом отношении высоких показателей, в то время как страны Северной и Южной Америки производят сравнительно небольшой объем продукции пресноводной аквакультуры на единицу площади суши или водоемов, хотя и здесь имеется значительный потенциал (Bostock *et al.*, 2010; Aguilar-Manjarrez *et al.*, 2010). В Африке и Латинской Америке все еще имеются значительные возможности

для роста пресноводной аквакультуры, однако использование пресноводных водоемов для этих целей станет более ограниченным из-за развития городов и высокой конкуренции за землю и особенно за ресурсы пресной воды в регионах с высокой плотностью населения, например, в Азии. Рыбоводство в прибрежных или офшорных морских водах создает новые, альтернативные возможности для развития аквакультуры и увеличения общемирового объема пищевых рыбопродуктов в условиях, когда возможности пресноводных водоемов становятся все более ограниченными (FAO, 2010b).

## Спрос на продукцию сельского хозяйства к 2050 г.

### Спрос на продукты питания и пищевые волокна к 2050 г.

Ожидается, что к 2050 г. население нашей планеты возрастет с нынешних 6,9 млрд до 9 млрд чел. Спрос на продукты питания и пищевые волокна будет повышаться ускоренными темпами по мере роста доходов и изменения стандартов питания, а также перехода населения на более земле- и водоинтенсивный рацион питания и, в частности, на увеличенное потребление мясных и молочных продуктов. Современные тенденции и анализ имитационных моделей показывают, что мировой спрос на зерновые вырастет в 2050 г. с сегодняшних 2,1 млрд до 3 млрд т (FAO, 2006b). Таким образом, к 2050 г. населению планеты дополнительно потребуются ежегодно почти 1 млрд т зерновых и 200 млн т продуктов животноводства.

### Ответ производства

Оценки роста объемов продукции растениеводства (Bruinsma, 2009) показывают, что общемировой объем сельскохозяйственного производства может в период до 2030 г. увеличиваться ежегодно на 1,3%, а с 2030 по 2050 г. – на 0,8%. Чтобы не отставать от темпов увеличения численности населения, производство продуктов питания в развивающихся странах должно расти несколько быстрее, чем в развитых: с 2005 по 2030 г. – на 1,5% в год, а с 2030 по 2050 г. – на 0,9% в год. Эти расчеты основаны на оценке возможностей производства по удовлетворению эффективного спроса. В результате мировой объем сельскохозяйственного производства к 2030 г. возрастет на 43%, а к 2050 г. – на 70% по сравнению с уровнем 2005–2007 гг. В региональном разрезе наиболее высокие темпы роста производства зерновых ожидаются в Африке к югу от Сахары, где демографическое давление остается высоким, и в Латинской Америке и Австралии, где существуют возможности для расширения промышленного производства продуктов питания (табл. 1.12).

Эти темпы ниже, чем были темпы в последние полвека (табл. 1.12). Оценки будущего роста основываются на предположении, что в развивающихся странах он будет на  $\frac{4}{5}$  обеспечен за счет интенсификации в форме повышения урожайности (71%) и интенсивности земледелия (8%). Доля интенсификации будет еще выше в бедных земельными ресурсами регионах, таких как Южная Азия (95%), а также Ближний Восток и Северная Африка (100%). Напротив, расширение пахотных площадей, как ожидается, останется фактором роста растениеводства в некоторых районах Африки к югу от Сахары и Латинской Америки, хотя и не в такой степени, как в прошлом (Bruinsma, 2009). Однако весьма вероятно, что это приведет к ущербу для важных экосистемных и культурных услуг. Более того, даже при удвоении производства в развивающихся странах к 2050 г. 5% их населения будет страдать от недоедания (табл. 1.13).

**ТАБЛИЦА 1.12. ИСТОРИЧЕСКИЙ И ПРОГНОЗИРУЕМЫЙ РОСТ ОБЪЕМА ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНОВЫХ**

Континент Регионы	Ежегодный рост объема производства зерновых (%)	
	1961–2006	2006–2050
<b>Африка</b>	<b>2,4</b>	<b>1,9</b>
Северная Африка	3,0	1,6
Африка к югу от Сахары	2,3	2,0
<b>Северная и Южная Америка</b>	<b>2,0</b>	<b>1,2</b>
Северная Америка	1,8	1,0
Центральная Америка и Карибский бассейн	1,7	1,8
Южная Америка	2,6	1,7
<b>Азия</b>	<b>2,5</b>	<b>0,7</b>
Западная Азия	2,4	1,0
Центральная Азия	1,1	0,8
Южная Азия	2,3	1,1
Восточная Азия	2,5	0,3
Юго-Восточная Азия	2,9	0,8
<b>Европа</b>	<b>1,1</b>	<b>0,3</b>
Западная и Центральная Европа	1,5	0,2
Восточная Европа и Российская Федерация	0,3	0,5
<b>Океания</b>	<b>2,3</b>	<b>2,0</b>
Австралия и Новая Зеландия	2,3	2,0
Острова Тихого океана	-	-
<b>Весь мир</b>	<b>2,0</b>	<b>0,9</b>
Страны с высоким доходом	1,6	0,8
Страны со средним доходом	2,1	0,8
Страны с низким доходом	2,4	1,2
<b>Страны с низким уровнем дохода и дефицитом продовольствия</b>	<b>2,7</b>	<b>0,9</b>
<b>Наименее развитые страны</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>

Источник: FAO (2010a).

**ТАБЛИЦА 1.13. ПРОГНОЗИРУЕМЫЙ РОСТ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА: НАИБОЛЕЕ ВЕРОЯТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

	Индекс сельскохозяйственного производства			Количество людей, не получающих достаточного питания	
	2005–2007	2030	2050	%	млн чел.
Весь мир	100	143	170	нет данных	нет данных
Развивающиеся страны	100	158	197	4,8	370

Источник: Alexandratos (2009).

## Последствия для орошаемого земледелия

### Потенциал интенсификации орошения

По прогнозам, площадь земель, оснащенных оросительными системами, к 2050 г. увеличится на 6%. Объем водозабора для орошения, как ожидается, вырастет к 2050 г. примерно на 10%. Прогнозируется увеличение производства продуктов питания на орошаемых землях на 38% в связи с ожидаемыми повышением интенсивности земледелия и ростом продуктивности (Tubiello and van der Velde, 2010). В целом имеются широкие возможности для повышения продуктивности земельных и водных ресурсов в рамках моделей орошения, что иллюстрируется значительным разбросом результатов между различными моделями и для одной и той же модели.

По прогнозам, в мире интенсивность земледелия на эксплуатируемых в настоящее время орошаемых землях возрастет к 2050 г. с нынешних 127 до 129%. В развивающихся странах ожидается более высокий рост интенсивности – с нынешних 143% в 2005–2007 гг. до 147% к 2050 г. (Bruinsma, 2009; Frenken, 2010). Этот рост технически возможен, и уже сейчас в системах, использующих наилучшие методы ведения хозяйства, интенсивность земледелия составляет или превышает 200%. Ключевыми факторами достижения более высокой интенсивности будут модернизация инфраструктуры и институциональные перемены, направленные на повышение качества водоснабжения, в сочетании с развитием прибыльных сельскохозяйственных рынков (Nachtergaele *et al.*, 2010b).

### Возможности расширения площади орошаемых земель

Трудно определить потенциал расширения площади орошаемых земель. В прошлом усилия стран по оценке потенциала орошения обычно приводили к разработке показателей, объединявших земельные и водные ресурсы, экономические и экологические соображения. Однако расчет потенциала орошения следует проводить на основе бассейнов рек – разумной географической единицы измерения водных ресурсов. Когда страны совместно пользуются реками, существует риск, что одни и те же водные ресурсы будут подсчитаны дважды при оценке потенциала орошения в нескольких странах. Более того, многие расчеты потенциала орошения относятся к тому времени, когда экологические проблемы были менее острыми, а спрос на водные ресурсы со стороны других секторов экономики был меньше, чем сейчас.

И хотя в ряде регионов, богатых водными ресурсами, по-прежнему имеется значительный потенциал для развития орошения, в регионах с бедными водными ресурсами пределы расширения уже достигнуты. Двумя регионами, где используется лишь небольшая часть оцениваемого потенциала орошения, являются Африка к югу от Сахары и Латинская Америка. Гористые районы, такие как Фуга-Джаллон и Эфиопское нагорье, имеют значительный объем поверхностного стока, но не обладают развитой инфраструктурой водопользования. При наличии подходящих территорий и благоприятной экономической ситуации в этих районах может происходить развитие орошаемого земледелия в разнообразных формах. С другой стороны, страны Северной Африки, Западной Азии, Центральной Азии, а также обширные территории Южной и Восточной Азии уже достигли пределов своего потенциала или близки к этому. Среди этих государств, по оценке ФАО, восемь стран пре-

высили имеющийся у них потенциал орошения, а 20 стран (включая Китай) используют свыше 75% своего потенциала.

Темпы расширения площади орошаемых земель существенно замедлились. На основании сравнения между предложением (потенциалом орошения) и спросом (на продукцию сельского хозяйства) ФАО разработало прогноз, согласно которому общемировая площадь земель, оснащенных оросительными системами, может увеличиваться в относительно медленном темпе и в 2050 г. достигнет 318 млн га (для сравнения: в 2006 г. она составляла 301 млн га) (табл. 1.14). Таким образом, прирост составит около 6% (0,12% в год). Наибольшее увеличение ожидается в развивающихся странах. Эти темпы увеличения гораздо ниже тех, что отмечались в предыдущие годы. В период с 1991 по 2009 г. площадь орошаемого земледелия во всем мире увеличивалась на 1,6% в год, а в наименее развитых странах – более чем на 2%.

**ТАБЛИЦА 1.14. ПРОГНОЗИРУЕМОЕ К 2050 Г. ИЗМЕНЕНИЕ ОБЪЕМА ПЛОЩАДЕЙ, ОБОРУДОВАННЫХ ДЛЯ ИРРИГАЦИИ**

Континент Регионы	Территория оборудованная для орошения					
	Год	Площадь (млн га)			Ежегодный рост (%)	
		1961	2006	2050	1961–2006	2006–2050
<b>Африка</b>		<b>7,4</b>	<b>13,6</b>	<b>17,0</b>	<b>1,3</b>	<b>0,5</b>
Северная Африка		3,9	6,4	7,6	1,0	0,4
Африка к югу от Сахары		3,5	7,2	9,4	1,5	0,6
<b>Северная и Южная Америка</b>		<b>22,6</b>	<b>48,9</b>	<b>46,5</b>	<b>1,6</b>	<b>-0,1</b>
Северная Америка		17,4	35,5	30,0	1,5	-0,4
Центральная Америка и Карибский бассейн		0,6	1,9	2,4	2,5	0,5
Южная Америка		4,7	11,6	14,1	1,9	0,5
<b>Азия</b>		<b>95,6</b>	<b>211,8</b>	<b>227,6</b>	<b>1,7</b>	<b>0,2</b>
Западная Азия		9,6	23,6	26,9	1,9	0,3
Центральная Азия		7,2	14,7	15,0	1,5	0,0
Южная Азия		36,3	85,1	85,6	1,8	0,0
Восточная Азия		34,5	67,6	76,2	1,4	0,3
Юго-Восточная Азия		8,0	20,8	23,9	2,0	0,3
<b>Европа</b>		<b>12,3</b>	<b>22,7</b>	<b>24,6</b>	<b>1,3</b>	<b>0,2</b>
Западная и Центральная Европа		8,7	17,8	17,4	1,5	0,0
Восточная Европа и Российская Федерация		3,6	4,9	7,2	0,6	0,9
<b>Океания</b>		<b>1,1</b>	<b>4,0</b>	<b>2,8</b>	<b>2,7</b>	<b>-0,8</b>
Австралия и Новая Зеландия		1,1	4,0	2,8	2,7	-0,8
Острова Тихого океана		0,001	0,004	-	2,9	-
<b>Весь мир</b>		<b>139,0</b>	<b>300,9</b>	<b>318,4</b>	<b>1,6</b>	<b>0,1</b>
Страны с высоким доходом		26,7	54,0	45,1	1,5	-0,4
Страны со средним доходом		66,6	137,9	159,4	1,5	0,4
Страны с низким доходом		45,8	108,9	113,8	1,8	0,1
<b>Страны с низким уровнем дохода и дефицитом продовольствия</b>		<b>82,5</b>	<b>187,6</b>	<b>201,9</b>	<b>1,7</b>	<b>0,2</b>
<b>Наименее развитые страны</b>		<b>6,1</b>	<b>17,5</b>	<b>18,4</b>	<b>2,2</b>	<b>0,1</b>

Источник: FAO (2006b, 2010b,c).

Наиболее сильное расширение площадей, оснащенных оросительными системами (в абсолютных показателях) ожидается в более бедных земельных ресурсами регионах, которые испытывают сильное давление в направлении повышения объемов растениеводства за счет интенсификации технологий земледелия. Согласно прогнозу, страны со средним доходом увеличат орошаемые площади на 21 млн га, а страны с низким доходом и дефицитом продуктов питания – на 14 млн га. В странах с высоким доходом в Северной Америке, Западной Европе и Австралии, напротив, ожидается снижение площади орошаемых земель. Согласно прогнозам, в Восточной Европе, Российской Федерации и Центральной Азии площадь орошаемых земель вернется к уровню, существовавшему до распада СССР. Хотя ожидается, что в Китае общая площадь пахотных земель по-прежнему будет сокращаться, площадь орошаемых земель будет продолжать увеличиваться за счет освоения богарных территорий. Большая часть прироста орошаемых площадей будет достигнута благодаря превращению земель богарного земледелия в орошаемые. Нагрузка на водные ресурсы будет повсеместно увеличиваться, даже там, где уже ощущается дефицит воды, например, в Северной Африке и значительной части Азии (табл. 1.15).

### **Нетрадиционные источники воды**

Использование нетрадиционных источников воды, роль которых в настоящее время незначительна, в качестве альтернативы пресной воде будет расширяться в некоторых регионах и странах. Во всем мире только 1% воды, используемой в сельском хозяйстве, получен путем очистки сточных вод или опреснения соленой воды. Однако в таких регионах, как Аравийский полуостров, уровень использования этой воды достигает 10%, а в таких странах, как Кувейт, Мальта или Катар, нетрадиционные источники воды обеспечивают более 50% используемых водных ресурсов, из которых на долю опресненной воды приходится 40%, а на очищенные сточные воды – 10%. В пятерку стран, которые, по их собственным данным, используют для орошения больше всего сточных вод на душу населения в год ( $\text{м}^3$  в год на душу населения), входят Кувейт (82,3), Объединенные Арабские Эмираты (71,1), Катар (51,7), Израиль (46,4) и Кипр (31,9) (Mateo-Sagasta and Burke, 2010). Хотя опресненная вода все еще редко используется для орошения – главным образом, из-за высокой стоимости опреснения, – сельское хозяйство в пригородных районах часто активно использует городские сточные воды для удовлетворения своих потребностей в воде.

### **Последствия для богарного земледелия**

Хотя ожидается, что в предстоящие годы большая часть необходимого прироста производства будет получена от орошаемого земледелия, богарное земледелие, на долю которого в настоящее время приходится 60% всей сельскохозяйственной продукции в развивающихся странах, будет продолжать вносить важный вклад в мировое производство продуктов питания. Согласно прогнозу Брейнсмы (Bruinsma, 2003), 42% прироста производства в период 1997–2030 гг. будет получено за счет богарного земледелия. Если избежать значительного расширения богарных необрабатываемых земель, то потребуются повысить продуктивность богарного земледелия.

### **Возможности расширения площади богарного земледелия**

В некоторых районах площадь обрабатываемых земель уже весьма ограничена по сравнению с численностью населения. В целом прогресс в развиваю-

**ТАБЛИЦА 1.15. ЕЖЕГОДНЫЙ СРЕДНИЙ ДОЛГОВРЕМЕННЫЙ ОТБОР ВОДЫ  
ДЛЯ ОРОШЕНИЯ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ (2006, 2050)**

Континент Регионы	Осадки (мм)	Возобнов- ляемые водные ресурсы* (км <sup>3</sup> )	Соотноше- ние исполь- зования воды** (%)		Отбор воды для ороше- ния (км <sup>3</sup> )		Давление на водные ресур- сы из-за оро- шения (%)	
			2050	2006	2050	2009	2050	
<b>Африка</b>	<b>678</b>	<b>3 931</b>	<b>48</b>	<b>53</b>	<b>184</b>	<b>222</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Северная Африка	96	47	69	81	80	95	170	204
Африка к югу от Сахары	815	3 884	30	32	105	127	3	3
<b>Северная и Южная Америка</b>	<b>1 091</b>	<b>19 238</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>385</b>	<b>438</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
Северная Америка	636	6 077	46	46	258	244	4	4
Центральная Америка и Карибский бассейн	2 011	781	30	33	15	23	2	3
Южная Америка	1 604	12 380	28	29	112	171	1	1
<b>Азия</b>	<b>827</b>	<b>12 413</b>	<b>45</b>	<b>48</b>	<b>2 012</b>	<b>2 073</b>	<b>16</b>	<b>17</b>
Западная Азия	217	484	47	56	227	251	47	52
Центральная Азия	273	263	48	50	150	133	57	50
Южная Азия	1 602	1 766	55	58	914	889	52	50
Восточная Азия	634	3 410	37	42	434	458	13	13
Юго-Восточная Азия	2 400	6 490	19	21	287	342	4	5
<b>Европа</b>	<b>540</b>	<b>6 548</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>109</b>	<b>100</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
Западная и Центральная Европа	811	2 098	43	43	75	81	4	4
Восточная Европа и Российская Федерация	467	4 449	67	67	35	19	1	0
<b>Океания</b>	<b>586</b>	<b>892</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>19</b>	<b>25</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Австралия и Новая Зеландия	574	819	41	41	19	25	2	3
Острова Тихого океана	2 062	73	-	-	0,05	-	-	-
<b>Весь мир</b>	<b>809</b>	<b>43 022</b>	<b>44</b>	<b>47</b>	<b>2 710</b>	<b>2 858</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
Страны с высоким доходом	622	9 009	45	45	383	317	4	4
Страны со средним доходом	872	26 680	39	42	1 136	1 330	4	5
Страны с низким доходом	876	7 332	50	52	1 191	1 212	16	17
<b>Страны с низким уровнем дохода и дефицитом продовольствия</b>	<b>881</b>	<b>13 985</b>	<b>48</b>	<b>51</b>	<b>1 813</b>	<b>1 992</b>	<b>13</b>	<b>14</b>
<b>Наименее развитые страны</b>	<b>856</b>	<b>4 493</b>	<b>28</b>	<b>31</b>	<b>190</b>	<b>263</b>	<b>4</b>	<b>6</b>

\* Относится к внутренним возобновляемым водным ресурсам, входящие водные потоки на региональном уровне не включаются.

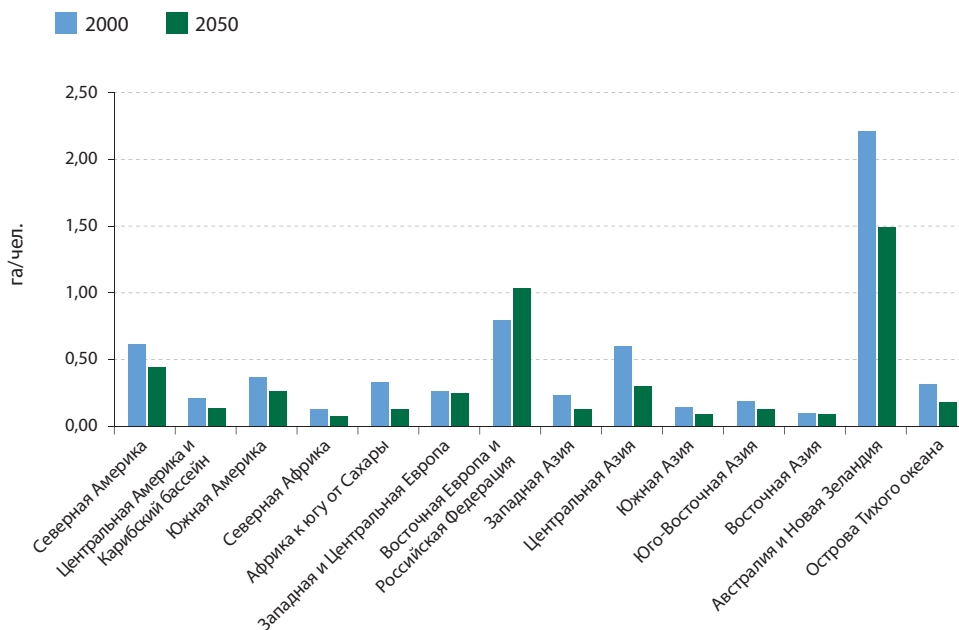
\*\* Соотношение использования воды – это соотношение потребности в воде для орошения к объему воды, отбираемой для орошения.

Источник: FAO (2010с).

щихся странах в большей степени, чем в развитых, сдерживается дефицитом земель. В развитых странах площадь обрабатываемых земель на душу населения (0,5 га) в два раза больше, чем в развивающихся странах (0,2 га). В Восточной Азии она составляет менее 0,1 га, в то время как в Австралии – более 2 га. Кроме Центральной Азии, ни один регион развивающегося мира не достигает средних показателей развитого мира по размеру площади обрабатываемых земель на душу населения (рис. 1.6), и эта ситуация продолжает ухудшаться.



РИСУНОК 1.6. ПОСЕВНЫЕ ПЛОЩАДИ НА ДУШУ НАСЕЛЕНИЯ, 2000 И 2050 ГГ.



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

Ожидается, что в предстоящие десятилетия в условиях сильного демографического давления площадь земель на душу населения в развивающихся странах к 2050 г. сократится вдвое (до 0,12 га), что вызовет необходимость увеличения обрабатываемых площадей (Fischer et al., 2010).

### Пригодность новых земель для обработки

В мире общая площадь земли, пригодной для выращивания сельскохозяйственных культур (земель высшего и хорошего качества), составляет около 4,4 млрд га (4,0 млрд га, если исключить территории, имеющие статус охраняемых). Это значительно больше, чем 1,6 млрд га, которые обрабатываются сейчас (табл. 1.16). Таким образом, имеется значительный объем необрабатываемых в настоящее время земель, которые теоретически можно использовать для сельскохозяйственного производства. Однако значительная доля этой земли фактически недоступна для растениеводства. Кроме того, эти земли обычно обладают более низким потенциалом производства продуктов питания, чем существующие обрабатываемые земли: большая часть земель, в настоящее время не используемых для сельского хозяйства, страдает от таких ограничений, как экологическая уязвимость, низкое плодородие, токсичность, высокая распространенность болезней или отсутствие инфраструктуры. Эти ограничения снижают продуктивность, требуют значительных вложений средств производства и более квалифицированного ведения хозяйства для устойчивого использования земель или требуют недопустимо высоких финансовых затрат для обеспечения их доступности либо снижения болезнетворности. В работе Fischer et al. (2002) показано, что более 70% земель в Африке к югу от Сахары, которые теоретически можно было бы использовать для богарного земледелия, страдают от одного или нескольких подобных ограничений.

**ТАБЛИЦА 1.16. ОБЩАЯ ПЛОЩАДЬ И КАЧЕСТВО ЗЕМЕЛЬ, ПРИГОДНЫХ ДЛЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА (В СКОБКАХ ДАНА ПЛОЩАДЬ БЕЗ ВКЛЮЧЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ, ИМЕЮЩИХ СТАТУС ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ)**

Качество земель	Обрабатываемая площадь (млрд га)	Луговые и лесистые экосистемы (млрд га)	Леса (млрд га)	Прочие земли (млрд га)	Всего (млрд га)
Высшего уровня	0,4	0,4 (0,3)	0,5 (0,4)	0,0	1,3 (1,2)
Хорошего уровня	0,8	1,1 (1,0)	1,1 (1,0)	0,0	3,1 (2,8)
Маргинальные	0,3	0,5 (0,5)	0,3 (0,3)	0,0	1,1 (0,9)
Непригодные	0,0	2,6 (2,3)	1,8 (1,5)	3,4 (3,0)	7,8 (6,9)
Всего	1,6 (1,5)	4,6 (4,1)	3,7 (3,2)	3,4 (3,0)	13,3 (11,8)

Источник: Fischer et al. (2010).

Таким образом, значительная часть земель в среднем будет способна давать лишь низкие или средние урожаи. Типичная средняя урожайность озимой пшеницы составляет 3–5 т/га, а риса, возделываемого на болотистых угодьях, – 3–6 т/га. Только очень интенсивное ведение хозяйства и высокий уровень вложений средств производства могут повысить максимально достижимую урожайность большинства этих земель – до 10 т/га для озимой пшеницы и до 9 т/га для риса, возделываемого на болотистых угодьях. Кроме того, возникнут значительные альтернативные затраты на адаптацию этих земель для сельскохозяйственного производства. Все эти земли в настоящее время являются частью существующих экосистем, имеющих значительную экономическую, социальную и экологическую ценность, которая может быть утрачена в результате изменения землепользования. Значительная доля земель может оказаться недоступной для растениеводства из-за статуса охраняемой территории, ценности этих земель (включая леса) в аспекте секвестрации углерода и биоразнообразия, а также в силу того, что они в настоящее время используются для откорма жвачного скота, численность которого в мире составляет 3,5 млрд голов (Fischer et al. 2010).

И наконец, земли, обладающие потенциалом в области растениеводства, но не находящиеся в настоящее время в сельскохозяйственном пользовании, неравномерно распределены по регионам и странам и не всегда расположены там, где имеются экономические и рыночные возможности для расширения производства. В развивающемся мире регионы с наибольшим потенциалом расширения сельскохозяйственных площадей находятся в Африке к югу от Сахары и Южной Америке. В развитых странах значительное количество подходящих земель находится в Европе, России, Северной Америке и Австралии. Половина этих земель сконцентрирована в семи странах: Бразилии, Демократической Республике Конго, Анголе, Судане, Аргентине, Колумбии и Боливии. С другой стороны, в сельскохозяйственных районах Южной Азии, Восточной Азии, Ближнего Востока и Северной Африки практически отсутствуют свободные земли, доступные для расширения сельскохозяйственных площадей.

## Выводы

В настоящей главе показано, как эксплуатируются мировые земельные и водные ресурсы в условиях значительного повышения спроса. Большая часть дополнительного объема сельскохозяйственного производства достигается за счет интенсификации, особенно на землях высшего качества с использованием орошения. В противоположность этому системы богарного земледелия в тропических и горных регионах продемонстрировали медленное увеличение продуктивности и оказались более уязвимыми перед угрозой нищеты и утраты продовольственной безопасности. Многие направления использования земельных и водных систем продолжают оказывать негативное воздействие – как точечное, так и рассеянное – на экосистемные услуги.

Тем не менее в ближайшие 40 лет мировое производство продуктов питания могло бы возрасти на 70% (а в развивающихся странах – удвоиться). Хотя производство, по-видимому, будет удовлетворять растущий спрос, важно то, каким образом это будет достигнуто. Поэтому успех будет измеряться не только стабильностью и надежностью предложения качественных продуктов питания для населения планеты. Не менее важными критериями будут являться экологическая устойчивость основных земельных и водных систем и их способность к обеспечению источников средств существования для городского и сельского населения.

Разработчикам политики потребуется принимать решения о компромиссах между производством и окружающей средой. Эти решения могут быть приняты только при условии полной информированности об их долгосрочных социально-экономических результатах и экологических последствиях. Они должны сопровождаться мерами по уменьшению негативного воздействия последствия принятия политических решений, а риски потребуют действий в сфере управления, если мы хотим, чтобы производство удовлетворяло растущий спрос и не приводило к дальнейшей деградации земельных и водных ресурсов, а также не ставило под угрозу достижение поставленных целей в области продовольственной безопасности и снижения уровня бедности.