

6

Меры по смягчению последствий изменения климата и вода

6.1 Введение

Связь между мерами по смягчению последствий изменения климата и водными ресурсами является взаимной. Меры по смягчению могут оказать влияние на водные ресурсы и их управление, и это важно понимать при разработке и оценке вариантов смягчения. С другой стороны, политика управления водными ресурсами и меры могут оказать влияние на выбросы парниковых газов (ПГ) и, таким образом, на соответствующие меры по смягчению по секторам; вмешательства в систему водных ресурсов могут привести к обратным результатам, если оценивать их с точки зрения смягчения последствий изменения климата.

Вопрос смягчения последствий рассматривался в ДО4 РГП МГЭИК (Смягчение последствий), где обсуждались следующие семь секторов: энергоснабжение, транспорт и его инфраструктура, жилые и коммерческие здания, промышленность, сельское хозяйство, лесное хозяйство и утилизация отходов. Так как гидрологическим вопросам не было уделено внимание в таком же объеме, были упомянуты только общие взаимосвязи со смягчением последствий изменения климата, большинство из которых носили качественный характер. Однако другие доклады МГЭИК, такие как ТДО, также содержат информацию по этому вопросу.

Меры по смягчению в конкретных секторах могут оказывать различные воздействия на водные ресурсы, которые объясняются в разделах ниже (см. также табл. 6.1). Цифры в круглых скобках в заголовках подразделов соответствуют методам или вариантам смягчения по секторам, описанным в табл. 6.1.

6.2 Смягчение последствий по секторам

6.2.1 Улавливание и хранение двуокиси углерода (УХУ) (см. (1) в табл. 6.1)

Улавливание и хранение двуокиси углерода (CO₂) (УХУ) представляет процесс, состоящий из выбросов CO₂ из промышленных и энергетических источников, транспортировки к месту хранения и долговременной изоляции от атмосферы. Закачивание CO₂ в поровое пространство и разломы проницаемого пласта может привести к смещению флюида *в точке*, или CO₂ может раствориться во флюиде или смешаться с ним или вступить в реакцию с зернами минералов или может иметь место некоторая комбинация этих процессов. Так как CO₂ мигрирует через пласт, какая-то его часть растворится в пластовой воде. Как только CO₂ растворится в пластовом флюиде, он переносится региональным потоком грунтовых вод. Утечка CO₂ из негерметичных инъекционных скважин, ликвидированных скважин и утечка через сдвиги и неэффективные водоупорные слои может потенциально привести к ухудшению качества грунтовых вод; а высвобождение CO₂ обратно в атмосферу может также создать локальные проблемы для здоровья и безопасности. [РП, УХУ, 5.Р]

Важно отметить, что в данный момент нет полного понимания практической, последствий или непреднамеренных последствий этой концепции поглощения углерода. Для того, чтобы избежать или смягчить воздействия потребуется тщательный выбор места, действенный нормативный надзор, соответствующая программа мониторинга и осуществление методов восстановления для прекращения или контроля выбросов CO₂. [УХУ, 5.Р, 5.2]

6.2.2 Биоэнергетические культуры (2)

Биоэнергия выгодна в плане смягчения за счет замены использования ископаемого топлива. [ЗИЗЛХ, 4.5.1] Однако крупномасштабное производство биотоплива вызывает вопросы по ряду проблем, включая требования к удобрениям и пестицидам, биогенный цикл, энергетические балансы, воздействия на биоразнообразие, гидрологию и эрозию, конфликты с производством продовольствия и уровень необходимых финансовых дотаций. [ЗИЗЛХ, 4.5.1] Производство энергии и потенциальные возможности смягчения ПГ целевых энергетических культур зависит от наличия земель, которые также должны отвечать требованиям к продовольствию и также охране окружающей среды, устойчивому управлению почвами и водными запасами и другим критериям устойчивости. В различных исследованиях были получены разные цифры потенциального вклада биомассы в будущее глобальное энергоснабжение - от менее 100 ЭДж/г до более 400 ЭДж/г в 2050 г. (Hoogwijk, 2004; Hoogwijk et al., 2005; Sims et al., 2006). В работе Смита и др. (Smeets et al. (2007)) показано, что предельная техническая потенциальная возможность выращивания энергетических культур на имеющихся в настоящее время сельскохозяйственных землях при прогнозируемом технологическом прогрессе в сельском хозяйстве и животноводстве может дать более 800 ЭДж/г, не подвергая риску мировые запасы продовольствия. Различия между исследованиями в основном объясняются неопределенностью в наличии земель, урожайности энергетических культур и предположениями изменений в эффективности сельского хозяйства. В исследованиях с наибольшим прогнозируемым потенциалом предполагается, что будут использоваться не только деградированные земли/излишки земель, но также и земля, используемая в настоящее время для производства продовольствия, включая пастбищные земли (как указано в работе Смита и др., 2007 г.). [РГП, 8.4.4.2]

Сельскохозяйственные методы смягчения последствий ПГ могут в некоторых случаях интенсифицировать водопользование, сокращая при этом речной сток в русле или запасы грунтовых вод (Unkovich, 2003; Dias de Oliveira et al., 2005). Например, биоэнергетические посадки с высокой продуктивностью, вечнозеленые, с глубоким укоренением в целом имеют более высокое водопользование, чем почвенно-растительный покров, который они заменяют (Berndes and Borjesson, 2002; Jackson et al., 2005). Некоторые виды деятельности могут повлиять на качество воды за счет увеличения вымывания пестицидов и питательных веществ (Machado and Silva, 2001; Freibauer et al., 2004). [РГП, 8.8]

Сельскохозяйственные методы смягчения последствий, которые отвлекают продукцию для альтернативного использования (например, биоэнергетические культуры), могут вызвать преобразование лесов в пахотные земли

Таблица 6.1: Влияние вариантов смягчения по конкретным секторам (или их последствий) на качество, количество и уровень воды. Положительные воздействия на водные ресурсы обозначены [+]; отрицательные воздействия [-]; и неопределенные воздействия [?]. Цифры в круглых скобках относятся к примечаниям, а также к номерам подразделов в разделе 6.2.

Водный аспект	Энергия	Здания	Промышленность	Сельское хозяйство	Леса	Отходы
Качество						
Химический/биологический	УХУ(1) [?] Виды биотоплива ⁽²⁾ [+/-] Геотермальная энергия ⁽⁵⁾ [-] Нетрадиционные виды нефти ⁽¹³⁾ [-]		УХУ ⁽¹⁾ [?] Очистка сточных вод ⁽¹²⁾ [-] Электричество из биомассы ⁽³⁾ [-/?]	Изменение в землепользовании и управлении ⁽⁷⁾ [+/-] Управление пахотными землями (использование воды) ⁽⁹⁾ [+/-]	Облесение (поглотители) ⁽¹⁰⁾ [+]	Утилизация твердых отходов; Очистка сточных вод ⁽¹²⁾ [+/-]
Температура	Электричество из биомассы ⁽³⁾ [+]			Управление пахотными землями (ограниченная вспашка) ⁽⁹⁾ [+/-]		
Количество						
Обеспечение/спрос	Гидроэлектроэнергия ⁽⁴⁾ [+/-] Нетрадиционные виды нефти ⁽¹³⁾ [-] Геотермальная энергия ⁽⁵⁾ [-]	Использование энергии в зданиях ⁽⁶⁾ [+/-]		Изменение в землепользовании и управлении ⁽⁷⁾ [+/-] Управление пахотными землями (использование воды) ⁽⁹⁾ [-]	Облесение ⁽¹⁰⁾ [+/-] Предотвращение/уменьшение обезлесения ⁽¹¹⁾ [+]	Очистка сточных вод ⁽¹²⁾ [+]
Поток/сток/пополнение	Виды биотоплива ⁽²⁾ [+/-] Гидроэлектроэнергия ⁽⁴⁾ [+/-]			Управление пахотными землями (ограниченная вспашка) (9) [+]		
Уровень воды						
Поверхностные воды	Гидроэлектроэнергия ⁽⁴⁾ [+/-]			Изменение в землепользовании и управлении ⁽⁷⁾ [+/-]		
Грунтовые воды	Геотермальная энергия ⁽⁵⁾ [-]			Изменение в землепользовании и управлении ⁽⁷⁾ [+/-]	Облесение ⁽¹⁰⁾ [-]	

Примечания:

- (1) Улавливание и хранение двуокиси углерода (УХУ) под землей представляет потенциальный риск для качества грунтовых вод; хранение в глубоководных районах моря (ниже глубины воды в 3000 м и нескольких сотен метров осадков) представляется наиболее безопасным вариантом.
- (2) Расширение биоэнергетических культур и лесов может вызвать такие отрицательные воздействия, как увеличение потребности в воде, загрязнение подземных вод и способствование изменениям в землепользовании, ведущим к косвенным влияниям на водные ресурсы; и/или положительные воздействия путем уменьшения вымывания биогенных веществ, почвенной эрозии, стока и отложения наносов ниже по течению.
- (3) Электричество из биомассы: в общем, более высокий вклад возобновляемой энергии (по сравнению с электростанциями на ископаемом топливе) означает уменьшение сброса воды охлаждения в поверхностные воды.
- (4) Необходимо принять во внимание воздействие на окружающую среду и многочисленные выгоды гидроэлектроэнергии для любого данного развития; они могут быть или положительными или отрицательными.
- (5) Использование геотермальной энергии может привести к загрязнению, оседанию почвы и в некоторых случаях притязаниям на имеющиеся водные ресурсы.
- (6) Использование энергии в строительном секторе может быть уменьшено с помощью различных подходов и мер с положительными и отрицательными воздействиями.
- (7) Изменение в землепользовании и управлении землепользованием может оказать влияние на качество поверхностных и грунтовых вод (например, за счет увеличения или уменьшения вымывания биогенных веществ и пестицидов) и (локальный) гидрологический цикл (например, более высокое использование воды).
- (8) Сельскохозяйственная деятельность для смягчения последствий может иметь как положительные, так и отрицательные воздействия на сохранение воды и на ее качество.
- (9) Сокращение пашни содействует повышению эффективности водопользования.
- (10) Облесение, в общем, улучшает качество грунтовых вод и уменьшает почвенную эрозию. Оно влияет как на водосбор, так и на региональные гидрологические циклы (сглаженный гидрограф, уменьшение, следовательно, стока и паводков). Облесение, в общем, обеспечивает более хорошую защиту водораздела, но за счет водоотдачи поверхностных вод и пополнения водоносного слоя, что может быть важно для полувзасушливых и засушливых регионов.
- (11) Прекращение/замедление обезлесения и деградации лесов сохраняет водные ресурсы и предотвращает паводки, уменьшает сток, контролирует эрозию и уменьшает речные наносы.
- (12) Различные технологии утилизации отходов и контроля и очистки сточных вод могут как уменьшить выбросы ПГ, так и оказать положительные воздействия на окружающую среду, но они могут вызвать загрязнение воды в случае неправильно спроектированных или управляемых объектов.
- (13) Так как запасы обычной нефти истощаются, а затраты на ее добычу растут, нетрадиционные виды жидкого топлива станут экономически более привлекательными, однако это будет уравниваться более большими расходами на охрану окружающей среды (высокий спрос на воду, расходы на санитарные мероприятия).

в разных местах. Наоборот, рост продуктивности на существующих пахотных землях может «сберечь» некоторые леса или лугопастбищные угодья (West and Marland, 2003; Balmford et al., 2005; Mooney et al., 2005). Суммарный эффект такого компромисса для биоразнообразия и других экосистемных услуг пока еще полностью не определен в количественном плане (Huston and Marland, 2003; Green et al., 2005). [РГПШ, 8.8]

Если биоэнергетические плантации имеют соответствующее расположение, структуру и управление, они могут уменьшить вымывание питательных веществ и почвенную эрозию и оказать дополнительные экологические услуги, такие, как накопление углерода в почве, улучшение плодородности почвы и удаление кадмия и других тяжелых металлов из почв или отходов. Они также могут увеличить рециркуляцию биогенных веществ, помочь в очистке богатых биогенными веществами сточных вод и шлама и обеспечить места обитания для биоразнообразия в сельском ландшафте (Berndes and Borjesson, 2002; Berndes et al., 2004; Borjesson and Berndes, 2006). [РГПШ 8.8] В случае лесонасаждений для получения биотоплива, отрицательных воздействий на окружающую среду можно избежать за счет хорошего планирования проектов. Польза для окружающей среды включает среди прочего, уменьшение деградации почв, водного стока и заиливания вниз по течению и захвата загрязняющего сельскохозяйственного стока. [ЗИЗЛХ, Изложение фактов, 4.21]

6.2.3 Электричество из биомассы (3)

Негидравлические технологии снабжения возобновляемой энергией, особенно солнечной, ветровой, геотермальной и энергией биомассы в настоящее время, в целом, вносят небольшой вклад в глобальное тепло- и электроснабжение, однако он очень быстро растет, хотя и с низкого уровня. Рост электричества из биомассы ограничен вследствие стоимости, а также общественных и экологических барьеров. [РГПШ, 4.Р] Для конкретного случая получения электричества из биомассы любые объемы биомассы, требуемые сверх имеющихся сельскохозяйственных и лесных остатков [РГПШ, главы 8 и 9], необходимо выращивать со специальной целью, что может быть ограничено наличием земельных участков и водных ресурсов. Имеется значительная неопределенность, однако во всех регионах должна быть возможность достаточного производства для удовлетворения потребности в дополнительной выработке биоэнергии в размере 432 ТВт/г к 2030 г., как прогнозируется в этом анализе. [РГПШ, 4.4.4] В общем, замена ископаемых видов топлива биомассой в производстве электричества сократит количество охлажденной воды, сбрасываемой в поверхностные водотоки.

6.2.4 Гидроэлектроэнергия (4)

Системы возобновляемой энергии, такие, как гидроэлектроэнергия, могут внести вклад в безопасность энергоснабжения и охрану окружающей среды. Однако строительство гидроэлектростанций может также оказать воздействие на существующие речные экосистемы и рыбный промысел в результате изменений в характере

течения (гидрограф) и потерь воды на испарение (в случае гидроэлектростанций на основе плотины). Воздействие может быть также вызвано социальными нарушениями. И, наконец, проблемы могут возникнуть из-за обеспеченности воды для судоходства (глубина воды). Положительными эффектами являются регулирование стока, борьба с паводками и обеспечение водой для орошения во время сухих сезонов. Кроме того, гидроэлектроэнергия не требует воды для охлаждения (как в случае тепловых электростанций) или, как в случае био-топлива, для выращивания. Примерно 75% водохранилищ в мире были построены для систем орошения, борьбы с паводками и городского водоснабжения, и некоторые из них можно было несколько модернизировать для выработки электроэнергии без дополнительных воздействий на окружающую среду. [РГПШ, 4.3.3]

На долю крупных (>10 МВт) гидроэлектрических систем приходилось более 2 800 ТВт ч потребительской энергии, и они обеспечили в 2004 г. 16% глобального электричества (90% возобновляемого электричества). Осуществляемые проекты строительства гидроэлектростанций могут увеличить долю гидроэлектричества примерно на 4,5% по их окончании, и могут быть начаты новые проекты для экономичной выработки еще 6 000 ТВт/г и более электричества, главным образом в развивающихся странах. Реконструкция существующих станций с более мощными и эффективными конструкциями турбин может быть экономически выгодной независимо от масштаба станции. [РГПШ, 4.3.3.1].

Небольшие (<10 МВт) и микро (<1 МВт) гидроэнергетические системы, обычно с прямоточной системой водоснабжения, обеспечивали выработку электричества для многих сельских общин в развивающихся странах, таких, как Непал. Их производительная мощность в настоящее время неопределенна, при этом прогнозы меняются от 4 ТВт/г до 9% общей выработки электроэнергии на уровне 250 ТВт/г. Глобальный технический потенциал небольших и микрогидроэлектростанций составляет порядка 150-200 ГВт, при наличии многих неэксплуатируемых ресурсных участков. [РГПШ, 4.3.3.1]

Многие выгоды гидроэлектричества, включая создание ресурсов для орошения и водоснабжения, быстрое реагирование на колебания потребностей системы водоснабжения из-за пиков и нестационарные источники возобновляемой энергии, рекреационные озера и борьба с паводками, а также отрицательные аспекты – все это нуждается в оценке для любого данного типа развития. [РГПШ, 4.3.3.1]

6.2.5 Геотермальная энергия (5)

Геотермальные ресурсы использовались длительное время для прямого отбора тепла с целью теплоснабжения городских районов, промышленной обработки, бытового нагревания воды и отопления помещений, применений для отдыха и бальнеолечения. [РГПШ, 4.3.3.4]

Геотермальные поля природного пара встречаются редко и представляют собой в основном смесь пара и горячей

воды, требующей наличия системы однократного или двукратного испарения для отделения горячей воды, которая может затем использоваться в двухконтурных геотермальных электростанциях или для прямого нагрева. Обратная закачка жидкостей поддерживает постоянное давление в резервуаре, повышая продолжительность существования поля и уменьшая проблемы воздействия на окружающую среду. [РГПШ, 4.3.3.4]

Озабоченность в области устойчивости, касающаяся просадки почвы, темпов отбора тепла, превышающих природное восполнение (Bromley and Currie, 2003), химического загрязнения водотоков (например, мышьяком) и связанных с этим выбросов CO₂, привели к отказу в выдаче разрешений для ряда геотермальных электростанций. Частично, эту проблему можно преодолеть за счет методов закачки. Технология более глубокого бурения может помочь в разработке повсеместно изобилующих сухих нагретых пород, где вода закачивается в искусственно раздробленную породу, и тепло отбирается в виде пара. Однако в то же время это означает притязание на имеющиеся водные ресурсы. [РГПШ, 4.3.3.4]

6.2.6 Использование энергии в зданиях (6)

Испарительная система охлаждения в качестве меры по смягчению последствий означает значительную экономию ежегодно используемой энергии на охлаждение для зданий. Однако этот тип охлаждения создает дополнительную нагрузку на имеющиеся водные ресурсы. Использование энергии для охлаждения может быть уменьшено за счет различных мер, например уменьшения нагрузки для охлаждения через форму здания и ориентацию. Уменьшение этой энергии означает в случае использования воды для охлаждения более низкую потребность в воде. [РГПШ, 6.4.4]

6.2.7 Изменения в землепользовании и управление землепользованием (7)

В соответствии с Руководством МГЭИК по эффективной практике для ЗИЗЛХ имеется шесть широких категорий землепользования: лесные угодья, пахотные земли, лугопастбищные угодья, водно-болотные угодья, населенные пункты и другие. Изменения в землепользовании (например, превращение пахотных земель в лугопастбищные угодья) могут привести к суммарным изменениям в запасах углерода и к различным воздействиям на водные ресурсы. В отношении изменений в землепользовании, кроме преобразования земель в лесные угодья (как описано в разделе 6.2.10), предыдущие документы МГЭИК содержат очень мало ссылок на их воздействия на водные ресурсы. Восстановление водно-болотных угодий, что является одним из основных видов деятельности по смягчению последствий в сельском хозяйстве [РГПШ, 8.4.1.3], приводит к улучшению качества воды и уменьшению паводков. [ЗИЗЛХ, табл. 4.10] Выведение из хозяйственного использования земель, являющееся другим видом деятельности по смягчению последствий, определенной РГПШ, может оказать положительные воздействия как на сохранение воды, так и на ее качество. [РГПШ, табл. 8.12]

Практическая деятельность по управлению земельными ресурсами, осуществляемая для смягчения последствий изменения климата, может также оказать различные воздействия на водные ресурсы. Многие практические методы, пропагандируемые для сохранения углерода в почве – ограниченная вспашка, увеличение растительного покрова, большее использование многолетних культур – также предотвращают эрозию, принося возможные выгоды для улучшения качества воды и воздуха (Cole et al., 1993). Эти виды деятельности могут также иметь другие потенциальные отрицательные эффекты, по меньшей мере, в некоторых регионах или условиях. Возможные эффекты включают повышенное загрязнение грунтовых вод биогенными веществами или пестицидами за счет вымывания при ограниченной вспашке (Cole et al., 1993; Isensee and Sadeghi, 1996). Эти возможные отрицательные эффекты, однако, не получили широкого подтверждения или количественной оценки, и неопределенной является степень, до которой они могут уравновесить выгоды от поглощения углерода для окружающей среды. [РГПШ, ТДО, 4.4.2]

Группа практических методов, известных как интенсификация сельского хозяйства (Lai et al., 1999; Bationo et al., 2000; Resck et al., 2000; Swamp et al., 2000), включая методы, увеличивающие продуктивность и поступление растительных остатков в почву (севообороты, сокращение чистого пара, запашные культуры, высокопродуктивные сорта, комплексные меры по борьбе с вредителями, соответствующее внесение удобрений, органических удобрений, орошение, регулирование уровня водного зеркала, управление в зависимости от местных условий и пр.), дает многочисленные побочные выгоды, наиболее важными из которых являются повышение и поддержание производства продовольствия. Польза для окружающей среды может включать борьбу с эрозией, сохранение водных ресурсов, улучшение качества воды и уменьшение отложения наносов в водохранилищах и водотоках. На качество почвы и воды вредное воздействие оказывает беспорядочное использование сельскохозяйственных ресурсов и воды для орошения. [ЗИЗЛХ, Изложение фактов, 4.1]

Контроль за внесением питательных веществ для эффективного использования удобрений оказывает положительное влияние на качество воды. [РГПШ, табл. 8.12] Кроме того, практическая деятельность по уменьшению выбросов N₂O часто улучшает эффективность использования азота из этих и других источников (например, органических удобрений), и, таким образом, также сокращает выбросы ПГ при производстве удобрений и предотвращает вредные воздействия азотных загрязняющих веществ на качество воды и воздуха (Dalai et al., 2003; Paustian et al., 2004; Oenema et al., 2005; Olesen et al., 2006). [РГПШ, 8.8]

Системы агролесоводства (посадка деревьев на пахотных землях) может обеспечить многочисленные выгоды, включая энергию для сельских общин при совместных усилиях в области устойчивого развития и смягчения последствий выбросов ПГ. [ЗИЗЛХ, 4.5.1] Тем не менее, агролесоводство может иметь отрицательные воздействия на сохранение водных ресурсов. [РГПШ, табл. 8.12]

6.2.8 Управление пахотными землями (использование воды) (8)

Практические методы, используемые в сельском хозяйстве, которые способствуют смягчению влияния парниковых газов, могут оказывать как отрицательное, так и положительное влияние на сохранение воды и на ее качество. Там, где принимаемые меры содействуют эффективности водопользования (например, ограниченная вспашка), они обеспечивают потенциальные выгоды. Но в некоторых случаях эти методы могут интенсифицировать водопользование, уменьшая таким образом русловой речной сток или запасы грунтовых вод (Unkovich, 2003; Dias de Oliveira et al., 2005). Управление посадками риса оказывает, в целом, положительное воздействие на качество воды за счет сокращения количества химических загрязняющих веществ в дренажной воде. [РГШ, табл. 8.12]

6.2.9 Управление пахотными землями (ограниченная вспашка) (9)

Противоэрозийная вспашка почвы является общим термином, который включает широкий круг приемов обработки почвы, а именно - рыхлительный культиватор, гребневую обработку почвы, полосную обработку почвы, обработку почвы с образованием мульчирующего слоя и нулевую обработку почвы (СТПС, 1998). Применение противоэрозийной вспашки почвы имеет многочисленные дополнительные выгоды. Важными среди этих выгод являются управление водными ресурсами и борьба с эрозией ветра, сохранение воды, увеличение водоудерживающей способности, уменьшение уплотнения грунтов, повышение устойчивости почвы к поступлениям химических веществ, улучшение качества почвы и воздуха, повышение биоразнообразия почв, сокращение использования энергии, улучшение качества воды, ограничение заиливания водохранилищ и водотоков, и, по возможности, одновременное возделывание двух культур. В некоторых районах (например, Австралия), увеличение вымывания в результате большей водоудерживающей способности при противоэрозийной вспашке почвы может вызвать склоновое засоление почв. [ЗИЗЛХ, Изложение фактов, 4.3] Важные вторичные выгоды применения противоэрозийной вспашки почвы включают сокращение почвенной эрозии, улучшение качества воды, повышение эффективности использования топлива и увеличение продуктивности культур. [ЗИЗЛХ, 4.4.2.4] Управление обработкой почвы/пожнивными остатками оказывает положительные воздействия на сохранение воды. [РГШ, табл. 8.12]

6.2.10 Облесение или лесовозобновление (10)

В целом ожидается, что леса потребляют больше воды (сумма транспирации и испарения воды, перехваченной кронами деревьев), чем сельскохозяйственные культуры, луга или природная низкотравная растительность. Этот эффект, происходящий на землях, которые подвергаются облесению или лесовозобновлению, может быть связан с увеличением потери на перехват, особенно там, где полог влажный большую часть года (Calder, 1990), или в засушливых регионах с развитием более массивных корневых систем,

которые позволяют извлекать и использовать воду во время продолжительных сухих сезонов. [ЗИЗЛХ, 2.5.1.1.4]

Потери на перехват являются самыми большими в лесах с большими листовыми участками в течение всего года. Таким образом, такие потери имеют тенденцию быть больше для вечнозеленых лесов по сравнению с листовыми лесами (Hibbert, 1967; Schulze, 1982), и можно ожидать, что они будут больше для быстрорастущих лесов с высокими коэффициентами хранения углерода, чем для медленно растущих лесов. Поэтому облесение быстрорастущими хвойными деревьями на нелесистых землях обычно уменьшает сток воды с водосборов и может вызвать нехватку воды в период засух (Hibbert, 1967; Swank and Douglass, 1974). Винсент (Vincent (1995)), например, обнаружил, что посадка сосновых видов с высокой потребностью в воде для восстановления деградированных тайских водоразделов значительно сократила русловые стоки во время сухих сезонов по сравнению с первоначальными листовыми лесами. Несмотря на то, что леса понижают средние потоки, они могут уменьшить максимальные стоки и увеличить стоки во время сухих сезонов в связи с тем, что лесистые земли характеризуются лучшей инфильтрационной способностью и высокой способностью удерживать воду (Jones and Grant, 1996). Леса также играют важную роль в улучшении качества воды. [ЗИЗЛХ, 2.5.1.1.4]

Во многих регионах мира, где леса растут выше мелководных зеркал соленых вод, уменьшение водопользования после обезлесения может вызвать поднятие уровня водного зеркала и вынести соль на поверхность (Morris and Thomson, 1983). В таких ситуациях значительное потребление воды деревьями (например, в результате облесения или лесовозобновления) может оказаться полезным (Schofield, 1992). [ЗИЗЛХ, 2.5.1.1.4]

В сухих тропиках лесопосадки часто потребляют больше воды, чем низкорослая растительность, так как деревья могут иметь доступ к воде на большей глубине и испарять больше перехваченной воды. Вновь посаженные леса могут потреблять больше воды (за счет транспирации и перехвата), чем ежегодное количество дождевых осадков, извлекая подземные запасы воды (Greenwood et al., 1985). Поэтому обширное облесение или лесовозобновление в сухих тропиках может оказать серьезное воздействие на запасы грунтовых вод и речные потоки. Однако менее ясно, увеличит ли замена природных лесов посадками даже экзотических видов водопользование в тропиках при отсутствии изменения в корневой глубине или устьичного поведения древесных пород. В засушливой зоне Индии потребление воды посадками *эвкалиптов (Eucalyptus)* аналогично потреблению аборигенных сухих листовых лесов: оба вида лесов в основном потребляют всю годовую сумму осадков (Calder, 1992). [ЗИЗЛХ, 2.5.1.1.4]

Облесение и лесовозобновление, как и охрана лесов, могут также оказывать выгодные гидрологические воздействия. После облесения во влажных районах объем прямого стока первоначально быстро уменьшается, а затем постепенно становится постоянным, и грунтовый сток медленно увеличивается по мере увеличения возраста посадок до момента достижения зрелости (Fukushima, 1987; Kobayashi,

1987), что свидетельствует о том, что лесовозобновление и облесение помогают уменьшать масштабы наводнений и способствовать сохранению водных ресурсов. В районах с ограниченными водными ресурсами облесение, особенно, насаждение видов с высокой потребностью в воде, может вызвать значительное уменьшение руслового стока, затрагивая обитателей бассейна (Le Maitre and Versfeld, 1997) и уменьшая поток воды в другие экосистемы и реки, воздействуя таким образом на водоносные слои и их пополнение (Jackson et al., 2005). Кроме того, некоторые возможные изменения в свойствах почв в основном вызываются изменениями в гидрологии. Выгоды облесения с точки зрения гидрологии могут потребовать отдельной оценки для каждого участка. [РГП, ТДО, 4.4.1]

Положительные социально-экономические выгоды, такие, как достаток или создание рабочих мест, должны уравновешиваться потерей благосостояния в результате уменьшения имеющейся воды, пастбищ, природных ресурсов и сельскохозяйственных земель. Облесение земли, подвергшейся ранее эрозии или какой-либо деградации, может оказать суммарное положительное воздействие на окружающую среду; в водосборных бассейнах, где водоотдача большая или нет интенсивного использования, сокращение руслового стока может не иметь большого значения. [ЗИЗЛХ, 4.7.2.4]

6.2.11 Предотвращение/ограничение облесения (11)

Прекращение или замедление облесения и вырождения лесов (утрата плотности углерода) и устойчивое управление лесными хозяйствами могут внести значительный вклад в предотвращение выбросов, сохранение водных ресурсов и предотвращение затоплений, уменьшение стока, борьбу с эрозией, уменьшение заиления рек, охрану рыбных ресурсов и инвестиции в объекты гидроэнергетики; и, одновременно, в сохранение биоразнообразия (Parrotta, 2002). [РГП, 9.7.2]

Сохранение лесов берегает водные ресурсы и предотвращает затопление. Например, ущерб от наводнения в Центральной Америке, вызванного ураганом Митч, безусловно, был выше из-за сокращения лесного покрова. Леса, уменьшая сток, сдерживают эрозию и минерализацию воды. Соответственно, сохранение лесного покрова может уменьшить заиление рек, сохраняя при этом рыбные ресурсы и инвестиции в гидроэлектростанции (Chomitz and Kumari, 1996). [РГП, ТДО, 4.4.1]

Облесение и деградация высокогорных водосборов могут нарушить гидрологические системы в результате замены круглогодичных потоков воды на участках в нижнем течении режимами паводков и засух (Muers, 1997). Несмотря на частую синергию между деятельностью по увеличению хранения углерода через облесение, лесовозобновление и облесение (ОЛО) и другими желательными соответствующими воздействиями, нельзя применить какие-либо общие правила; воздействия должны оцениваться индивидуально для каждого конкретного случая. Соответствующие воздействия могут часто быть значительными, и на общую желательность конкретного вида деятельности по ОЛО может оказываться большое влияние их соответствующими воздействиями. [ЗИЗЛХ, 3.6.2]

6.2.12 Утилизация твердых отходов; очистка сточных вод (12)

Контролируемые свалки мусора (с улавливанием газа или без улавливания и утилизацией) регулируют и уменьшают выбросы ПГ, но они могут оказывать отрицательные воздействия на качество воды в случае неправильного управления участками свалок. Это также касается аэробной биохимической очистки (компостирование) и анаэробной биохимической очистки (анаэробное дигерирование). Переработка, повторное использование и минимизация отходов могут иметь отрицательное влияние на удаление мусора с открытых свалок, при этом потенциальным последствием может быть загрязнение воды. [РГП, табл. 10.7]

При эффективном применении технологии отведения и очистки сточных вод сокращают или ликвидируют производство и выбросы ПГ. Кроме того, управление отведением и очисткой сточных вод обеспечивает сохранение воды за счет предотвращения загрязнения из неочищенных сбросов в поверхностные воды, грунтовые воды, почву и прибрежные зоны, уменьшая, таким образом, объем загрязняющих веществ, и при этом требует небольшой объем воды для очистки. [РГП, 10.4.6]

Очищенные сточные воды могут или повторно использоваться или сбрасываться, однако повторное использование является наиболее желательным вариантом для сельскохозяйственного или садового орошения, рыбоводного хозяйства, искусственного пополнения водных горизонтов или применений в промышленности. [РГП, 10.4.6]

6.2.13 Нетрадиционные виды нефти (13)

Так как обычные запасы нефти становятся скудными, а затраты на их добычу возрастают, нетрадиционные виды жидкого топлива будут становиться экономически более привлекательными, хотя это и уравновешивается ростом затрат на экологию (Williams et al., 2006). Добыча полезных ископаемых и повышение сортности нефтяного сланца и нефтяных песков требует обеспечения большим количеством воды. Технологии для извлечения нефтяного песка включают добычу открытым способом (на поверхности), там, где залежи находятся достаточно близко от поверхности, или закачивание пара в скважины в точке для уменьшения вязкости нефти перед ее извлечением. В процессе добычи используется примерно 4 литра воды для получения одного литра нефти, однако производится продукт, пригодный для переработки. Процесс в точке использует около двух литров воды для одного литра нефти, но очень тяжелый нефтепродукт нуждается в очистке и разбавлении (обычно с помощью лигроина) на нефтеперерабатывающем заводе или в отправке на установку для обогащения для получения синтетической нефти при эффективности использования энергии около 75% (NEB, 2006). Эффективность использования энергии при обогащении нефтяного песка составляет примерно 75%. Добыча нефтяных песков оставляет после себя большое количество загрязняющих веществ и площади с нарушенным покровом. [РГП, 4.3.1.4]

Табл. 6.2: Влияние управления водными ресурсами на выбросы ПГ по секторам. Увеличение выбросов ПГ обозначено [-] (так как это подразумевает отрицательное воздействие), а уменьшение выбросов ПГ - [+]. Цифры в круглых скобках относятся к примечаниям, а также к номерам подразделов в разделе 6.3.

Сектор	Качество		Количество		Уровень воды	
	Химическое/ биологическое	Температура	Средняя потребность	Почвенная влага	Поверхностные воды	Грунтовые воды
Энергия		Геотермальная энергия ⁽⁷⁾ [+]	Гидроплотины ⁽¹⁾ [+/-] Орошение ⁽²⁾ [-] Геотермальная энергия ⁽⁷⁾ [+] Опреснение ⁽⁶⁾ [-]		Гидроплотины ⁽¹⁾ [+/-]	
Сельское хозяйство			Гидроплотины ⁽¹⁾ [-]	Орошение ⁽²⁾ [+/-] запашка остатков растений ⁽³⁾ [+]		Дренаж пахотных земель ⁽⁴⁾ [+/-]
Отходы	Очистка сточных вод ⁽⁵⁾ [+/-]					

Примечания:

- (1) Гидроэнергия не требует использования ископаемого топлива и является важным источником возобновляемой энергии. Однако в последнее время факт выброса ПГ водохранилищами гидроэлектростанций поставлен под сомнение. В частности, проблемой является метан.
- (2) Применение более эффективных мер для орошения может увеличить хранение углерода в почвах за счет увеличения урожайности и запашки остатков растений, но некоторые из этих преимуществ могут быть нарушены выбросами CO₂ из энергетических источников, использованных для доставки воды. Орошение также может вызвать дополнительные выбросы CH₄ и N₂O, в зависимости от обстоятельств каждого случая.
- (3) Запашка остатков растений в поле для улучшения способности задерживать воду будет удалять углерод благодаря повышению урожайности культуры и понижению респирации почвы.
- (4) Дренаж сельскохозяйственных земель в гумидных регионах может содействовать продуктивности (и, таким образом, сохранению содержания углерода в почве) и, возможно, также блокированию выбросов N₂O, улучшая таким образом аэрацию. Однако любая потеря азота в результате дренажа может происходить в виде потери N₂O.
- (5) В зависимости от конструктивных особенностей и управления системами (технологии очистки сточных вод и очистных сооружений), увеличение или уменьшение содержания CH₄ и N₂O – основных выбросы ПГ от сточных вод – могут происходить на всех стадиях от источника до места сброса; однако на практике большая часть выбросов происходит вверх по течению от места очистки.
- (6) Опреснение требует использования энергии, и, таким образом, генерирует выбросы ПГ.
- (7) Использование геотермальной энергии для целей отопления не должно вызывать выбросов ПГ, как в случае с другими методами производства энергии.

6.3 Воздействие политики и мер по управлению водными ресурсами на выбросы ПГ и смягчение последствий

Как показано в предыдущем разделе, практическая деятельность по смягчению последствий изменения климата может оказать воздействие на водные ресурсы. И наоборот, политика и меры по управлению водными ресурсами могут оказать влияние на выбросы ПГ, связанные с различными секторами, и таким образом на соответствующие меры по смягчению их последствий (табл. 6.2).

6.3.1 Гидроплотины (1)

Примерно 75% водохранилищ в мире были построены для систем орошения, регулирования паводков и городского водоснабжения. Выбросы парниковых газов меняются в зависимости от места водохранилища, удельной мощности (мощность на затопленную площадь), скорость стока и типа станции – на основе плотины или руслового водохранилища. В последнее время факт выброса парниковых газов водохранилищами гидроэлектростанций поставлен под

сомнение. Показано, что некоторые водохранилища поглощают двуокись углерода на своей поверхности, но большая их часть выделяет небольшие количества ПГ, так как вода передает углерод в естественном углеродном цикле. Значительные выбросы метана были зарегистрированы в мелких платообразных тропических водохранилищах, где естественный углеродный цикл наиболее продуктивен, в то время как глубоководные водохранилища характеризуются меньшими выбросами. Метан естественных пойм и водно-болотных угодий может блокироваться, если они затопляются новым водохранилищем, так как метан окисляется по мере поднятия в водном столбе. Образование метана в пресной воде включает побочный продукт – соединения углерода (фенольную и гумусовую кислоты), которые эффективно связывают участвующий углерод. Для мелких тропических водохранилищ необходимо провести дальнейшие исследования для определения той степени, до которой они могут повысить выбросы метана. [РГШ, 4.3.3.1]

Выбросы парниковых газов из водохранилищ из-за гниющей растительности и поступления углерода из водосборного бассейна являются недавно установленным воздействием плотин на экосистемы. Это не соответствует общепринятому мнению о том, что гидроэнергия оказывает только положительные

воздействия на атмосферу (например, сокращение выбросов CO_2 и окислов азота) при сравнении с обычными источниками выработки энергии (Всемирная комиссия по плотинам, 2000 г.).

Оценки жизненного цикла гидроэнергетических проектов, имеющиеся во время ДО4, показали низкие общие суммарные выбросы парниковых газов. Учитывая, что измерение постепенно возрастающих выбросов, связанных с антропогенной деятельностью, из пресноводных водохранилищ остается неопределенным, Исполнительный совет РКИК ООН исключил крупные гидроэнергетические проекты с крупными водохранилищами из своего Механизма чистого развития (МЧР). [РГП, 4.3.3.1]

6.3.2 Орошение (2)

Примерно 18% мировых пахотных земель получают в настоящее время дополнительную воду через орошение (Оценка экосистем на рубеже тысячелетия, 2005а, б). Расширение этой площади (там, где позволяют запасы воды) или использование более эффективных мер орошения могут повысить объем хранения углерода в почве за счет увеличения урожайности и запашки пожнивных остатков (Follett, 2001; Lai, 2004). Однако частично эти выгоды могут быть уравновешены двуокисью углерода, образующейся в результате использования энергии для доставки этой воды (Schlesinger, 1999; Mosier et al., 2005), или выбросами N_2O вследствие более высокой влажности и образования азота из удобрений (Liebig et al., 2005), хотя воздействие последнего не оценивалось количественно в широком плане [РГП, 8.4.1.1.d]. Расширение площади сильно увлажненных земель для выращивания риса может также вызвать увеличение выбросов метана из почвы (Yan et al., 2003). [РГП, 8.4.1.1.e]

6.3.3 Запашка остатков растений (3)

Соперничество сорняков за воду является важной причиной неурожая культуры или уменьшения урожайности культур по всему миру. Передовые достижения в методах борьбы с сорняками и сельскохозяйственной технике в настоящее время позволяют выращивать многие культуры с минимальной вспашкой (ограниченная обработка почвы) или без вспашки (нулевая обработка почвы). Эти методы, которые приводят к сохранению остатков культур на поверхности почвы, что позволяет, таким образом, избежать расхода воды на испарение, в настоящее время все больше используются по всему миру (например, Cerri et al., 2004). Поскольку нарушение структуры почвы имеет тенденцию стимулировать потери почвенного углерода через повышение разложения и эрозии (Madari et al., 2005), земледелие с ограниченной или нулевой вспашкой часто приводит к увеличению содержания углерода в почве, хотя и не всегда (West and Post, 2002; Alvarez, 2005; Gregorich et al., 2005; Ogle et al., 2005). Применение ограниченной или нулевой обработки почвы может также оказать влияние на выбросы N_2O , но совокупные эффекты непостоянны и не всегда хорошо определяются количественно в глобальном плане (Cassman et al., 2003; Smith and Conen, 2004; Helgason et al., 2005; Li et al., 2005). Воздействие ограниченной

вспашки на выбросы N_2O может зависеть от условий почвы и климата: в некоторых районах ограниченная вспашка способствует выбросам N_2O ; в других районах она может сократить выбросы или не оказывать каких-либо измеримых влияний (Marland et al., 2001). Кроме того, системы с нулевой вспашкой могут уменьшить выбросы углекислого газа в результате использования энергии. (Marland et al., 2003; Koga et al., 2006). Системы, сохраняющие остатки культур, также имеют тенденцию повышать содержание углерода в почве, так как эти остатки являются исходным продуктом для органических веществ - основного запаса углерода в почве. Отказ от сжигания остатков (например, механизация сбора сахарного тростника, исключая необходимость сжигания перед сбором урожая; Cerri et al., 2004), также позволяет избежать выбросов аэрозолей и ПГ, образующихся от огня, хотя выбросы двуокиси углерода от использования топлива могут вырасти. [РГП, 8.4.1.1.c]

6.3.4 Дренаж пахотных земель (4)

Дренаж пахотных земель во влажных регионах может способствовать продуктивности (и отсюда сохранению углерода в почве) и, возможно, также блокирует выбросы N_2O , улучшая таким образом аэрацию (Monteny et al., 2006). Любая потеря азота через дренаж, может, однако, происходить также в виде потери N_2O (Reay et al., 2003). [РГП, 8.4.1.1.d]

6.3.5 Очистка сточных вод (5)

Для CH_4 , образующегося на свалках - самых больших источниках выбросов ПГ в секторе отходов, - выбросы продолжают в течение нескольких десятилетий после сброса отходов, и, таким образом, оценка трендов выбросов требует применения моделей, которые включают временные тренды. CH_4 также выделяется во время транспортировки сточных вод, процессов очистки стоков и утечек анаэробного сбраживания отходов или осадка сточных вод. Основным источником N_2O является очистка канализационных и сточных вод. [РГП, 10.3.1]

Ожидается, что выбросы метана только из сточных вод возрастут почти на 50% в период между 1990 и 2020 гг., особенно в быстроразвивающихся странах восточной и южной частей Азии. Оценки глобальных выбросов N_2O из сточных вод являются неполными и основаны только на очистке отходов жизнедеятельности человека, но они указывают на увеличение на 25% в период между 1990 и 2020 гг. Важно, тем не менее, подчеркнуть, что это сценарии обычного хода деятельности, и фактические выбросы могут быть значительно меньше, если будут приняты дополнительные меры. Будущее сокращение выбросов в секторе отходов будет частично зависеть от наличия механизмов Киотского протокола после 2012 г., таких как МЧР. [РГП, 10.3.1]

В развивающихся странах из-за быстрого роста населения и урбанизации без параллельного развития инфраструктуры по очистке сточных вод выбросы CH_4 и N_2O из сточных вод в общем выше, чем в развитых странах. Это можно видеть, изучая оценку 1990 г. в отношении выбросов метана и N_2O и прогнозируемые к 2020 г. тренды выбросов из сточных вод и отходов жизнедеятельности человека. [РГП, 10.3.3]

Несмотря на то, что текущие выбросы ПГ из сточных вод ниже, чем из отходов, признается, что имеются значительные выбросы, которые количественно не определяются современными оценками, особенно из отстойников, туалетов, и неконтролируемые сбросы в развивающихся странах. Процессы децентрализованной «естественной» очистки и отстойники в развивающихся странах могут привести к относительно большим выбросам метана и N_2O , особенно, в Китае, Индии и Индонезии. Открытые сточные трубы или неофициальные отстойники сточных вод в развивающихся странах часто приводят к неконтролируемым сбросам в реки и озера, вызывая быстрый рост объемов сточных вод, происходящий одновременно с экономическим развитием. С другой стороны, туалеты с малым расходом воды (3-5 литров) и методы экологической санитарной очистки (включая экологические туалеты), где биогенные вещества безопасно возвращаются в оборот для продуктивного сельского хозяйства и окружающей среды, используются в Мексике, Зимбабве, Китае и Швеции. Они могли бы также применяться во многих развивающихся и развитых странах, особенно там, где имеется нехватка воды, нерегулярное водоснабжение, или там, где требуются дополнительные меры по сохранению водных ресурсов. Все эти меры также поощряют использование небольших систем по очистке сточных вод с уменьшенными нагрузками по биогенным веществам и пропорционально более низкими выбросами ПГ. [РГП, 10.6.2] В целом, количественный показатель собранных и очищенных сточных вод растет во многих странах для поддержания и улучшения качества питьевой воды, а также для других выгод в области здравоохранения и охраны окружающей среды. Одновременно выбросы ПГ из сточных вод уменьшатся по сравнению с будущим увеличением сбора и очистки сточных вод. [РГП, 10.6.2]

6.3.6 Опреснение (6)

В регионах с дефицитом воды, водоснабжение может осуществляться (частично) путем опреснения соленой воды. Такой процесс требует энергии, а это подразумевает образование выбросов ПГ в случае использования ископаемого топлива. [РГП 3.3.2]

6.3.7 Геотермальная энергия (7)

Использование геотермальной энергии для целей отопления не связано с образованием выбросов ПГ, как в случае с другими методами выработки энергии (см. также раздел 6.2.5).

6.4 Потенциальные конфликты в связи с водными ресурсами между адаптацией и смягчением последствий

Возможные конфликты между адаптацией и смягчением последствий могут возникнуть, вероятно, из-за водных ресурсов. Небольшое количество существующих исследований (например, Dang et al., 2003) указывает, что отдача от смягчения последствий для адаптации и *наоборот* является в основном незначительной на глобальном уровне, хотя она может быть важной в региональном масштабе. В регионах, где изменение климата вызовет значительные сдвиги в гидрологическом режиме, но где еще имеются потенциальные возможности для гидроэнергии, это увеличит конкуренцию за водные ресурсы, особенно, если будут реализованы усилия по адаптации к изменению климата в различных секторах (соперничество за ресурсы поверхностных вод между орошением, с тем, чтобы справиться с воздействиями изменения климата в сельском хозяйстве, увеличением спроса на питьевую воду и воду для охлаждения в энергетическом секторе). Это подтверждает значение стратегий комплексного управления земельными и водными ресурсами для речных бассейнов, для обеспечения оптимального выделения скудных природных ресурсов (земля, вода). Кроме того, и смягчение последствий и адаптацию необходимо оценивать в одно и то же время, с явными компромиссными решениями для оптимизации экономических инвестиций, способствуя при этом устойчивому развитию. [РГП, 18.8,18.4.3]

Ряд исследований подтверждают потенциальные противоречия интересов между водоснабжением, регулированием паводков, гидроэнергией и минимальным русловым стоком (необходимых для целей экологии и качества воды) в изменяющихся климатических и гидрологических условиях (Christensen et al., 2004; Van Rheenen et al., 2004). [РГП, 18.4.3]

Адаптация к изменяющимся гидрологическим режимам и обеспеченности водой также потребует постоянного поступления дополнительной энергии. В регионах с дефицитом воды возрастающее повторное использование сточных вод и соответствующей очистки, выкачивание воды из глубоких скважин и особенно крупномасштабное опреснение повысят использование энергии в водном секторе (Boutkan and Stikker, 2004), способствуя таким образом выбросам ПГ, если только не будут использоваться варианты «экологически чистых видов энергии» для выработки необходимых энергетических ресурсов. [РГП, 18.4.3]

