

**Вклад Рабочей группы III
в Четвертый доклад Межправительственной группы
экспертов по изменению климата**

Техническое резюме

Авторы:

Терри Баркер (Великобритания), Игорь Башмаков (Россия), Ленни Бернштейн (США), Жан Е. Богнер (США), Петер Бош (Нидерланды), Руту Даве (Нидерланды), Огунладе Дэвидсон (Сьерра-Леоне), Брайен С. Фишер (Австралия), Суджата Гупта (Индия), Кирстен Халснес (Дания), Берт Ян Хей (Нидерланды), Сузана Кан Рибейро (Бразилия), Сигеки Кобаяси (Япония), Марк Д. Левайн (США), Даниэль Л. Мартино (Уругвай), Омар Масера (Мексика), Берт Метц (Нидерланды), Лео Мейер (Нидерланды), Герт-Ян Набуурс (Нидерланды), Адиль Наджам (Пакистан), Небойса Накиченович (Австрия/Черногория), Ханс-Хольгер Рогнер (Германия), Джояшри Рой (Индия), Джайант Сатайе (США), Роберт Шок (США), Приядарши Шукла (Индия), Ральф Э.Х. Симс (Новая Зеландия), Пит Смит (Великобритания), Деннис А. Тирпак (США), Диана Урге-Форзац (Венгрия), Дади Чжоу (КНР)

Редактор-рецензент

Мукири ва Гитхенду (Кения)

Цитируя данное «Техническое резюме», источник следует указывать так:

Barker T., I. Bashmakov, L. Bernstein, J. E. Bogner, P. R. Bosch, R. Dave, O. R. Davidson, B. S. Fisher, S. Gupta, K. Halsnæs, G.J. Heij, S. Kahn Ribeiro, S. Kobayashi, M. D. Levine, D. L. Martino, O. Masera, B. Metz, L. A. Meyer, G.-J. Nabuurs, A. Najam, N. Nakicenovic, H. -H. Rogner, J. Roy, J. Sathaye, R. Schock, P. Shukla, R. E. H. Sims, P. Smith, D. A. Tirpak, D. Urge-Vorsatz, D. Zhou, 2007: Technical Summary. In Climate change 2007: Mitigation. Contribution of Working group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave, L. A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
(Баркер Т., И. Башмаков, Л. Бернштейн, Ж.Е. Богнер, П.Р. Бош, Р. Даве, О.Р. Дэвидсон, Б.С. Фишер, С. Гупта, К. Халснес, Г.Я. Хей, С. Кани Рибейро, С. Кобаяси, М.Д. Левайн, Д.Л. Мартино, О. Масера, Б. Метц, Л.А. Мейер, Г.-Я. Набуурс, А. Наджам, Н. Накиченович, Х.-Х. Рогнер, Д. Рой, Д. Сатайе, Р. Шок, П. Шукла, Р.Э.Х. Симс, П. Смит, Д.А. Тирпак, Д. Урге-Форзац, Д. Чжоу, 2007: «Техническое резюме», в докладе «Изменение климата, 2007 г.: смягчение последствий. Материал Рабочей группы III к Четвертому докладу Межправительственной группы экспертов по изменению климата об оценках» [Б. Метц, О.Р. Дэвидсон, П.Р. Бош, Р. Даве, Л.А. Мейер (ред.)])

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	29
2 Рамочные вопросы	36
3 Вопросы, связанные со смягчением последствий в долгосрочном контексте	40
4 Энергоснабжение	45
5 Транспорт и транспортная инфраструктура	51
6 Жилые и коммерческие здания	56
7 Промышленность	63
8 Сельское хозяйство	68
9 Лесное хозяйство	73
10 Управление отходами	80
11 Смягчение последствий с межотраслевой точки зрения	86
12 Устойчивое развитие и смягчение оследствий	92
13 Политика, инструменты и соглашения о сотрудничестве	96
14 Пробелы в знаниях	104

1 Введение

Структура доклада, его обоснование, роль комплексных тем и рамочных вопросов

Главная цель данного доклада – оценить варианты смягчения последствий изменения климата. Несколько аспектов связывают изменение климата с вопросами развития. В данном докладе детально изучаются эти связи и иллюстрируется, где именно изменение климата и устойчивое развитие взаимно усиливают друг друга.

Потребности экономического развития, обеспечение ресурсами, способности к смягчению и адаптации у каждого региона разные. Единого подхода к проблеме изменения климата нет, и решения необходимо дифференцировать по регионам, чтобы отразить различные социально-экономические условия и, в меньшей степени, географические различия. Хотя этот доклад имеет глобальный акцент, в нем сделана попытка дифференцировать оценку научных и технических выводов для разных регионов.

Учитывая, что возможные варианты смягчения последствий значительно различаются по секторам экономики, было решено использовать сектора экономики для организации материала по коротко- и среднесрочным возможностям смягчения. В отличие от подхода, принятого в Третьем докладе об оценках, все существенные аспекты отраслевых вариантов смягчения, таких как технология, затраты, политика и др., рассматриваются вместе, чтобы читатель имел возможность видеть всестороннее обсуждение отраслевых возможностей смягчения.

Таким образом, доклад состоит из четырех частей. Часть А (главы 1 и 2) включает введение и устанавливает рамки для описания смягчения последствий изменения климата в контексте другой политики и принятия решений. В ней введены важные понятия (например, риск и неопределенность, взаимосвязи между смягчением и адаптацией, аспекты распределения и справедливости, региональная интеграция) и определены важные термины, которые используются во всем докладе. Часть В (глава 3) содержит оценку долгосрочных целей стабилизации, показывает, как их можно достичь и каковы связанные с этим затраты, для чего исследуются сценарии смягчения для наборов целей стабилизации. Обсуждается также связь между адаптацией, смягчением и ущербом от смягчения климата, в свете принятия решений относительно стабилизации (статья 2 РКИК ООН). В части С (главы 4-10) дается подробное описание различных секторов, являющихся источниками выбросов парниковых газов (ПГ), кратко- и среднесрочных вариантов смягчения и затрат в этих секторах, политика обеспечения смягчения, препятствия для ее реализации, взаимосвязь между адаптацией и другой политикой, которая влияет на выбросы ПГ. В части D (главы 11-13) оцениваются межотраслевые вопросы, устойчивое развитие,

национальные и международные аспекты. В главе 11 освещен суммарный потенциал смягчения, макроэкономические последствия, развитие и передача технологий, синергизм и компромиссы с другой политикой и приграничным влиянием (или эффекты перелива). Глава 12 связывает смягчение климата с устойчивым развитием. В главе 13 оценивается внутренняя политика в области климата и различные формы международного сотрудничества. В данном «Техническом резюме» есть дополнительная глава 14, которая касается пробелов в знаниях.

Прошлое, настоящее и будущее: тенденции выбросов

За период с 1970 по 2004 г. выбросы ПГ, охваченных Киотским протоколом, возросли приблизительно на 70% (24% за период с 1990 по 2004 гг.), с 28,7 до 49 гигатонн эквивалентов углекислого газа (Гт CO₂-экв) (см. рис. TS.1). При этом наибольшим источником был углекислый газ (CO₂), выбросы которого увеличились почти на 80% (см. рис. TS.1). Наибольший рост выбросов CO₂ был обусловлен производством электроэнергии и автомобильным транспортом. Выбросы метана (CH₄) с 1970 года возросли приблизительно на 40%, причем рост за счет сгорания и использования ископаемых видов топлива составил 85%. Главным источником выбросов метана, однако, остается сельское хозяйство. Выбросы закиси азота (N₂O) увеличились приблизительно на 50%, главным образом вследствие увеличения использования удобрений и роста сельскохозяйственного производства. Промышленные выбросы закиси азота за этот период снизились (*высокая степень согласия, много доказательств*) [1.3].

Выбросы озоноразрушающих веществ (ОРВ), контролируемых по Монреальскому протоколу (это, в частности, ПГ хлорфторуглероды (ХФУ), гидрохлорфторуглероды (ГХФУ)), увеличились с низкого уровня в 1970 году приблизительно до 7,5 Гт CO₂-экв в 1990 году (около 20% общего объема выбросов ПГ, на рис. TS.1 не показано), но затем упали приблизительно до 1,5 Гт CO₂-экв в 2004 году; по проекциям, объем их выбросов будет продолжать уменьшаться вследствие прекращения производства ХФУ в развивающихся странах. Выбросы фторированных газов (Ф-газов) (это гидрофторуглероды (ГФУ), перфторуглероды (ПФУ) и SF₆), контролируемых по Киотскому протоколу, в 1990-х годах быстро увеличивались (в основном ГФУ), потому что они в значительной степени заменили ОРВ; по оценкам, они составили в 2004 году около 0,5 Гт CO₂-экв (около 1,1% общего объема выбросов на основе 100-летнего потенциала глобального потепления (ППП)) (*высокая степень согласия, много доказательств*) [1.3].

Концентрация CO₂ в атмосфере увеличилась почти на 100 частей на миллион по сравнению с доиндустриальным уровнем, достигнув в 2005 году цифры 379 ppm, причем среднегодовые темпы роста за период 2000-2005 гг. были выше, чем в 1990-х годах. Общая CO₂-эквивалентная

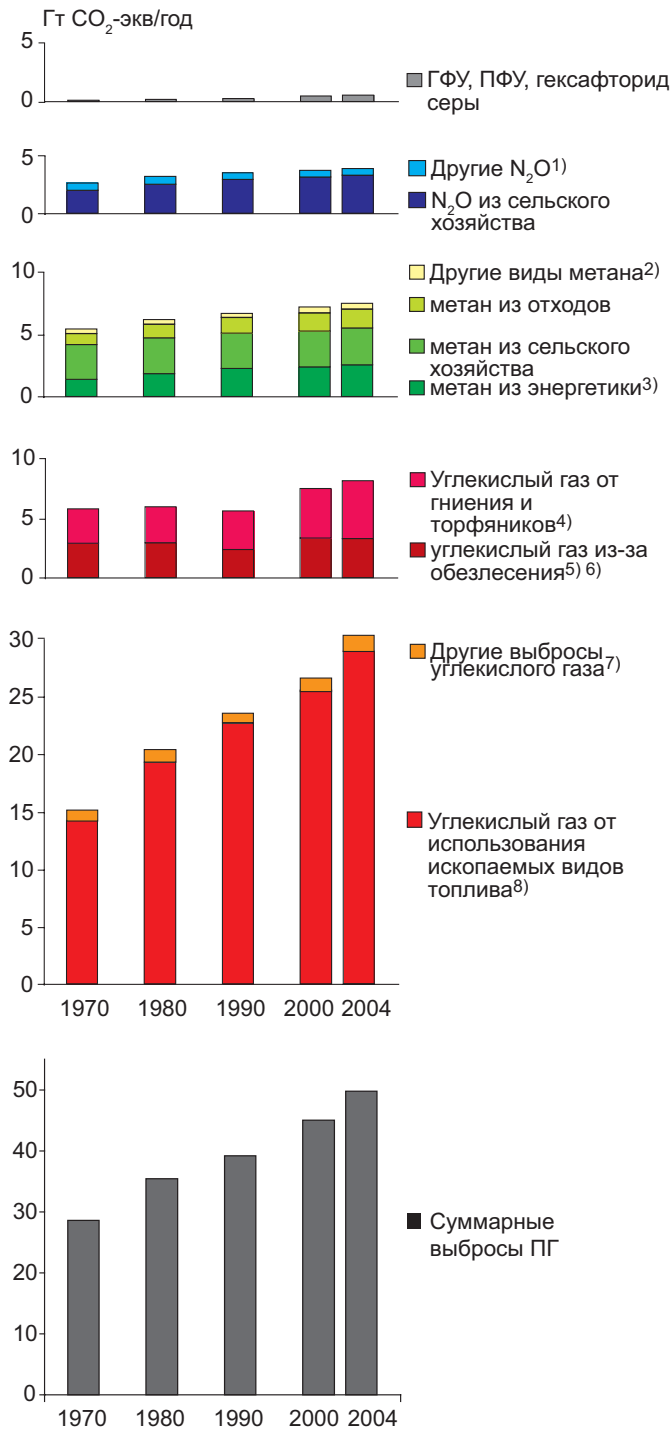


Рис. TS.1a. Глобальные антропогенные выбросы парниковых газов за 1970–2004 гг. [Figure 1.1a].

Для преобразования выбросов в эквивалент углекислого газа использовались 100-летние ПГП из доклада МГЭИК за 1996 год (ВДО) (см. руководящие принципы отчетности по РКИК ООН). Показаны газы, по которым производится отчетность по руководящим принципам РКИК ООН. Неопределенность на графике довольно велика для CH₄ и N₂O (порядка 30-50%), а для CO₂ из сельского хозяйства и лесного хозяйства еще выше.

Примечания :

1. Другие N₂O включают промышленные процессы, обезлесение/пожары в саванне, сточные воды и сжигание отходов.
2. Другие - это CH₄ из промышленных процессов и от горения саванн.
3. Включая выбросы из производства и использования биоэнергии
4. Выбросы CO₂ от гниения (разложения) надземной биомассы, которая остаётся после заготовки леса и обезлесения, и CO₂ от торфяных пожаров и гниения осушенных торфяных почв.
5. А также традиционное использование биомассы в объеме 10% от общего количества, предполагая, что 90% поступает из устойчивого производства биомассы. С поправкой на 10% углерода биомассы, который, как предполагается, остается после сжигания в виде древесного угля.
6. Для масштабного сгорания лесной и кустарниковой биомассы – усредненные данные за 1997-2002 годы, основанные на глобальных данных о выбросах при пожарах, полученных со спутников.
7. Производство цемента и сгорание природного газа.
8. Использование ископаемого топлива включает выбросы от сырья.

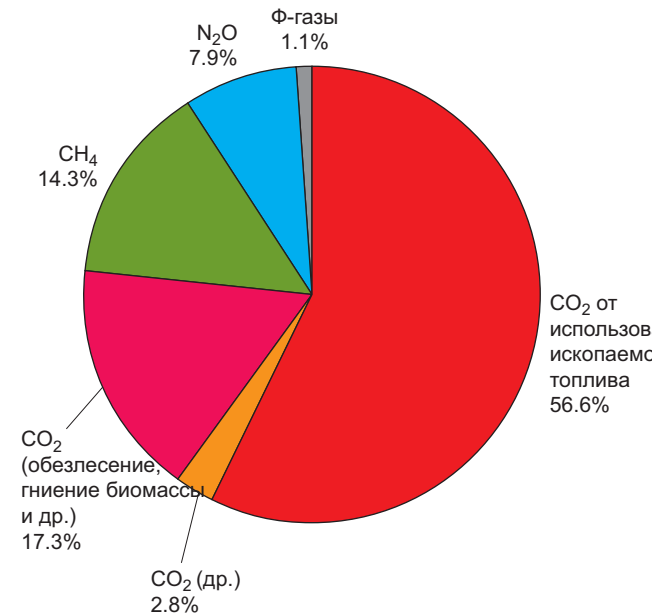


Рис. TS.1b. Глобальные антропогенные выбросы ПГ за 2004 год [Figure 1.1b].

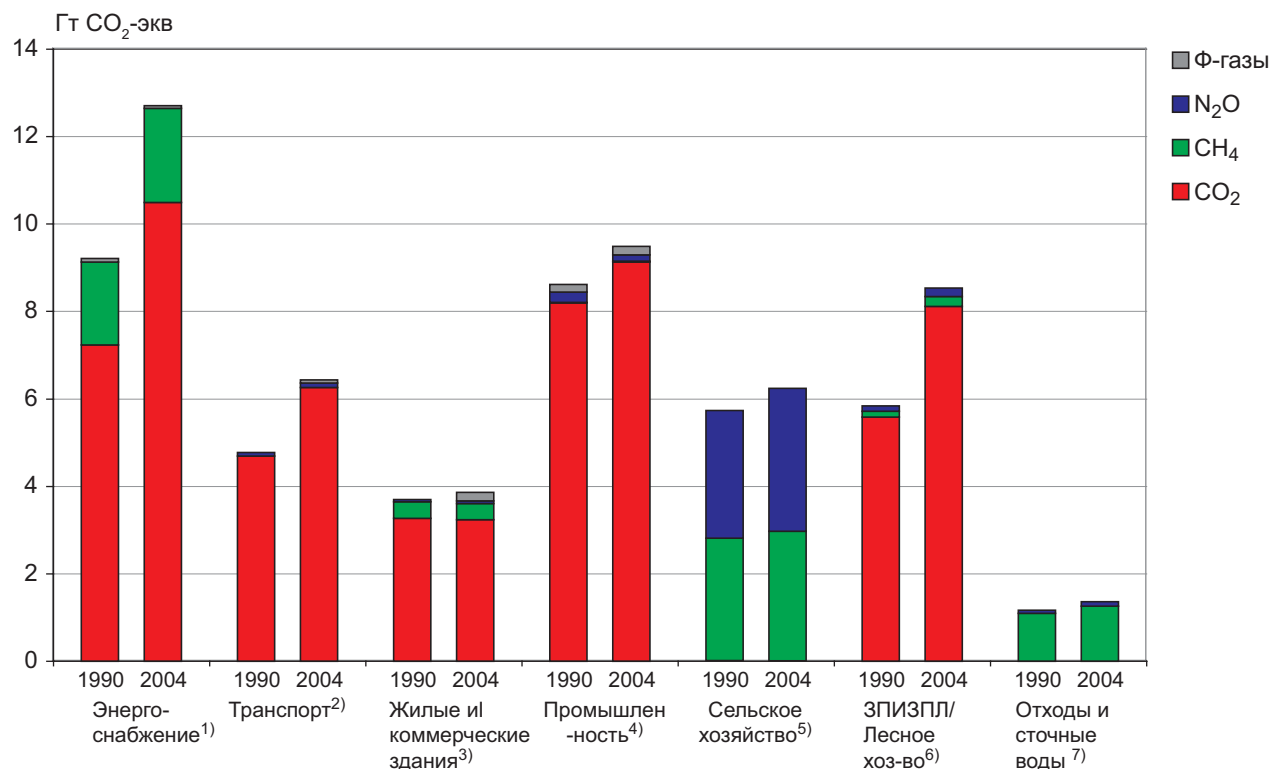
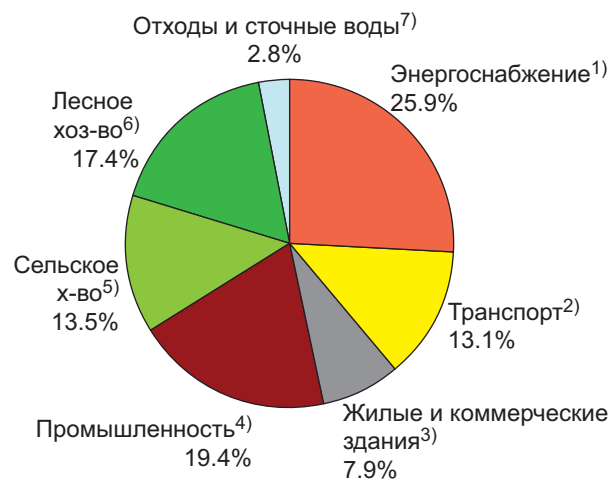


Рис. TS.2a. Выбросы ПГ по секторам в 1990 и 2004 годах [Figure 1.3a].

Рис. TS.2b. Выбросы ПГ по секторам в 2004 году [Figure 1.3b].



Примечания к рис. TS.2a и 2b:

Для преобразования выбросов в эквивалент углекислого газа использовались 100-летние ПГП из доклада МГЭИК за 1996 год (ВДО). Неопределенность на графике довольно велика для CH₄ и N₂O (порядка 30-50%), а для CO₂ из сельского хозяйства и лесного хозяйства еще выше. Для масштабного сжигания биомассы использовались усредненные данные за 1997-2002 годы, основанные на глобальных данных о выбросах при пожарах, полученных со спутников. Выбросы с торфяников (за счет пожаров и гниения) основаны на последних данных Группы по гидравлике Дельфтского университета.

1. Без учета нефтеперерабатывающих заводов, коксовых печей и т.д., которые включены в промышленность.
2. Включая международный транспорт (бункеры), без учета рыбных промыслов. Без учета внедорожных сельскохозяйственных и лесных транспортных средств и машин.
3. Включая традиционное использование биомассы. Выбросы в главе 6 также указываются на основе конечного распределения (включая долю сектора в объеме выбросов, вызванных централизованным производством электроэнергии), чтобы любые достижения по смягчению последствий в данном секторе, обусловленные сокращением потребления электроэнергии, относились к этому сектору.
4. Включая НПЗ, коксовые печи и т.д. Выбросы в главе 7 также указываются на основе конечного распределения (включая долю сектора в объеме выбросов, вызванных централизованным производством электроэнергии), чтобы любые достижения по смягчению последствий в данном секторе, обусловленные сокращением потребления электроэнергии, относились к этому сектору.
5. Включая сжигание сельскохозяйственных отходов и горение саванн (не углекислый газ). Выбросы CO₂ и (или) удаление из сельскохозяйственных почв в этой базе данных не оцениваются.
6. Данные включают выбросы CO₂ за счет обезлесения, гниения (разложения) надземной биомассы, которая остаётся после заготовки леса и обезлесения, и CO₂ от торфяных пожаров и гниения осушенных торфяных почв. В главе 9 указаны выбросы только за счет обезлесения.
7. Включает метан из органических отходов, CH₄ и N₂O сточных вод, CO₂ из сжигания отходов (только ископаемый углерод).

концентрация всех долгоживущих ПГ сейчас составляет около 455 ppm CO₂-экв. Если учесть в эквивалентной концентрации охлаждающий эффект аэрозолей, других загрязнителей воздуха и газов, выделяющихся из-за изменений в землепользовании, то фактическая цифра концентрации составит 311–435 ppm CO₂-экв (*высокая степень согласия, много доказательств*).

Оценки антропогенных выбросов аэрозолей все еще окружены значительными неопределенностями. Что касается глобальных выбросов серы, то они, как представляется, сократились с 75 ± 10 мт S в 1990 г. до 55–62 мт S в 2000 г. Данные об аэрозолях, не содержащих серы, разрозненные и в значительной степени гипотетические (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*).

В 2004 году на долю энергоснабжения пришлось около 26% выбросов ПГ, на долю промышленности – 19%, газов, выделяющихся за счет изменений в землепользовании и за счет лесного хозяйства, – 17%, сельского хозяйства – 14%, транспорта – 13%, жилищного, коммерческого и обслуживающего секторов – 8%, отходов – 3% (см. рис. TS.2). Эти цифры следует считать индикативными, поскольку остается некоторая неопределенность, особенно в отношении выбросов CH₄ и N₂O (допустимая погрешность, по оценкам, составляет порядка 30-50%); для выбросов углекислого газа в сельском и лесном хозяйстве допустимая погрешность еще выше (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [1.3].

На рис. TS.3 показаны отдельные вклады в связанные

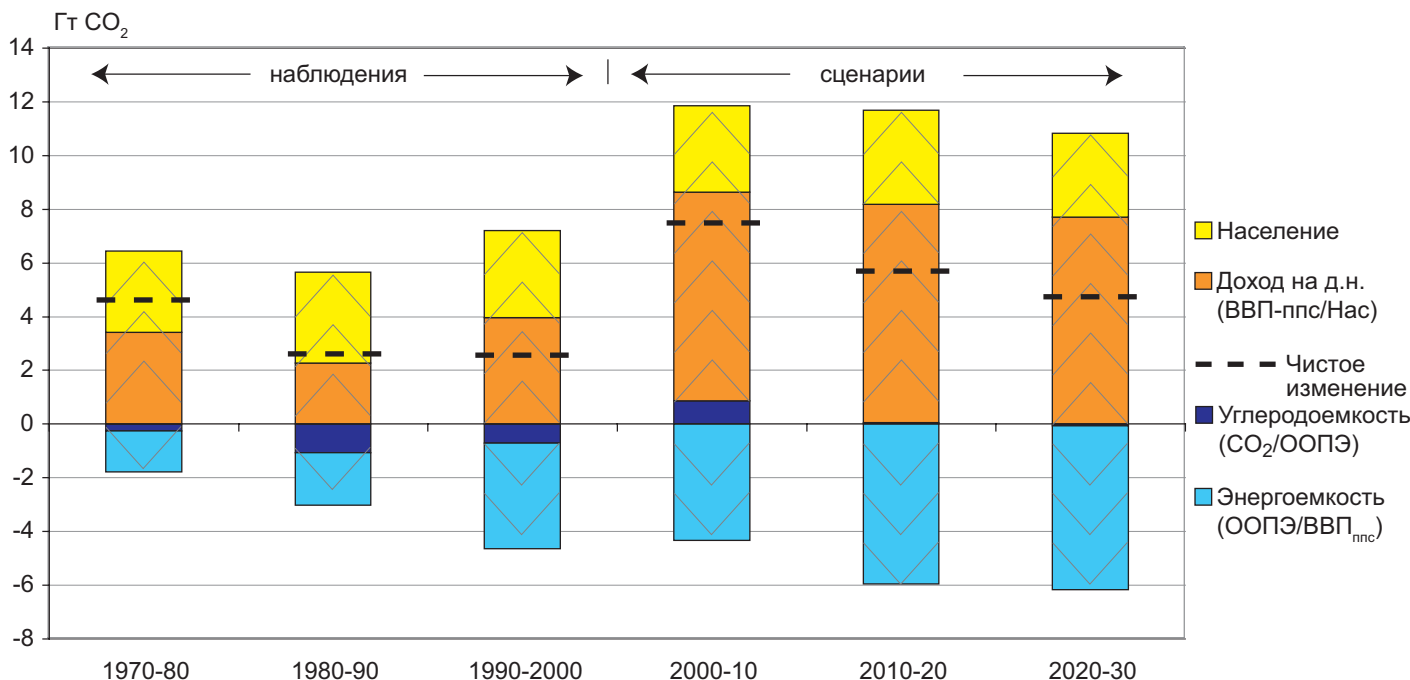


Рис. TS.3. Разложение изменений в глобальных выбросах углекислого газа, связанных с энергией, в глобальном масштабе за три предыдущих и три последующих десятилетия [Figure 1.6].

¹ Показатель ВВП_{ппс} используется в иллюстративных целях только для данного доклада.

с энергией выбросы CO₂ за счет изменений численности населения, дохода на душу населения (валового внутреннего продукта (ВВП), выраженного через паритет покупательной способности на душу населения – ВВП_{ппс}/нас.), энергоёмкости (общий объем первичной энергии (ООПЭ)/ВВП_{ппс})¹ и углеродоемкости (CO₂/ООПЭ).

Некоторые из этих факторов увеличивают выбросы углекислого газа (столбики над нулевой линией), а некоторые уменьшают их (столбики ниже нулевой линии). Фактическое изменение выбросов за десятилетие показано черным пунктиром. Согласно рис. TS.3, рост численности населения и показателя ВВП_{ппс}/нас. (и, следовательно, потребления энергии на душу населения) перевесили и, по прогнозам, продолжают перевешивать снижение энергоёмкости (ООПЭ)/ВВП_{ппс}), скрывая тот факт, что выбросы CO₂ на единицу ВВП_{ппс} сегодня на 40% меньше, чем в начале 1970-х годов, и снизились быстрее, чем объем первичной энергии на единицу ВВП_{ппс} или CO₂ на единицу первичной энергии. Углеродоемкость энергоснабжения (CO₂/ООПЭ) оказывала компенсирующее действие на выбросы CO₂ emissions в период с середины 1980-х годов до 2000 года, но с тех пор повышается и, по прогнозам, после 2010 года такого эффекта иметь не будет (*высокая степень согласия, много доказательств*). [1.3].

В 2004 году на долю стран Приложения I приходилось 20% населения мира, но 46% глобального объема выбросов ПГ, тогда как для стран Приложения II эти цифры составляли соответственно 80% и всего 54%. Контраст между регионом с наивысшим объемом выбросов ПГ на душу населения

(Северная Америка) и самым низким (страны Южной Азии, не входящие в Приложение I) еще более выражен (см. рис. TS.4a): 5% населения мира (Северная Америка) выделяет 19,4%, тогда как 30,3% (страны Южной Азии, не входящие в Приложение I) – 13,1%. Другая картина возникает, если использовать показатель выбросов ПГ на единицу ВВП_{ппс} (см. рис. TS.4b). С этой точки зрения страны Приложения I создали 57% валового мирового продукта с удельным объемом выбросов ПГ в размере 0,68 кг CO₂-экв/доллар ВВП_{ппс} (страны, не входящие в Приложение I, - 1,06 кг CO₂-экв/доллар ВВП_{ппс}) (*высокая степень согласия, много доказательств*). [1.3].

Глобальное потребление энергии и энергоснабжение – главные факторы выбросов ПГ, по прогнозам, продолжат расти, особенно по мере индустриализации развивающихся стран. Если изменений в энергетической политике не будет, то структура энергетики для функционирования глобальной экономики в 2025-30 годах по сути останется неизменной, причем более чем 80% энергоснабжения будет

основано на ископаемых видах топлива, что будет иметь соответствующие последствия для выбросов ПГ. Исходя из этого, проекции выбросов связанного с энергией CO₂ в 2030 году на 40-110% выше, чем в 2000 году, причем от двух третьих до трех четвертых этого роста будет обусловлено странами, не входящими в Приложение I, хотя выбросы на душу населения в развитых странах останутся значительно более высокими, т.е. 9,6-15,1 т CO₂/нас. в регионах Приложения I против 2,8-5,1 т CO₂/нас. в остальных регионах (*высокая степень согласия, много доказательств*) [1.3].

На 2030 год проекции общего объема выбросов ПГ (газов Киотского протокола) неизменно показывают повышение на 25-90% по сравнению с 2000 годом, причем в последних проекциях цифры больше, чем в более ранних (*высокая степень согласия, много доказательств*).

На 2100 год продолжает действовать диапазон СДСВ² (от снижения на 40% до повышения на 250% по сравнению

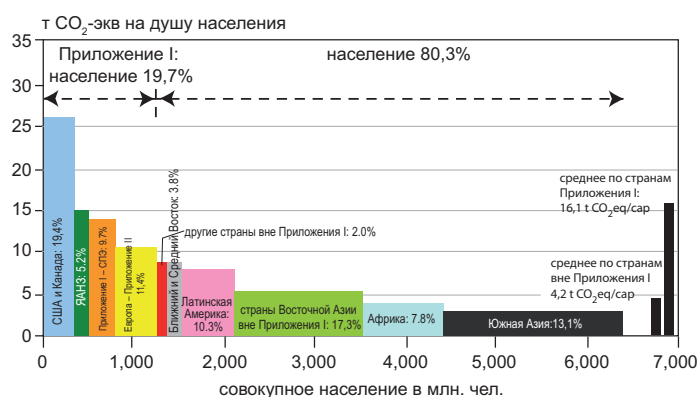


Рис. TS.4a. Распределение региональных выбросов ПГ на душу населения в 2004 году (все газы Киотского протокола, включая и те, которые обусловлены землепользованием) по населению различных групп стран. Проценты в столбиках означают долю регионов в глобальном объеме выбросов ПГ [Figure 1.4a].

Примечание. Страны сгруппированы согласно классификации РККИК и Киотского протокола к ней; это значит, что страны, ставшие с тех пор членами ЕС, остались в Приложении I (СПЗ). Полный набор данных по всем странам за 2004 год отсутствует. Ниже приведен перечень стран по региональным группам:

- Приложение I - СПЗ: Беларусь, Болгария, Хорватия, Чехия, Эстония, Венгрия, Латвия, Литва, Польша, Румыния, Российская Федерация, Словакия, Словения, Украина
- Европа, Приложение II плюс М и Т: Австрия, Бельгия, Дания, Финляндия, Франция, Германия, Греция, Исландия, Ирландия, Италия, Лихтенштейн, Люксембург, Нидерланды, Норвегия, Португалия, Испания, Швеция, Швейцария, Соединенное Королевство; Монако и Турция
- ЯАНЗ: Япония, Австралия, Новая Зеландия
- Ближний и Средний Восток: Бахрейн, Исламская Республика Иран, Израиль, Иордания, Кувейт, Ливан, Оман, Катар, Саудовская Аравия, Сирия, ОАЭ, Йемен
- Латинская Америка и Карибский бассейн: Антигуа и Барбуда, Аргентина, Багамы, Барбадос, Белиз, Боливия, Бразилия, Чили, Колумбия, Коста-Рика, Куба, Доминика, Доминиканская Республика, Эквадор, Сальвадор, Гренада, Гватемала, Гайана, Гаити, Гондурас, Ямайка, Мексика, Никарагуа, Панама, Парагвай, Перу, Сент-Люсия, Сент-Киттс и Невис-Ангилья, Сент-Винсент и Гренадины, Суринам, Тринидад и Тобаго, Уругвай, Венесуэла
- Страны Восточной Азии, не входящие в Приложение I: Камбоджа, Китай, КНДР, Лаос, Монголия, Южная Корея, Вьетнам
- Южная Азия: Афганистан, Бангладеш, Бутан, Коморские острова, острова Кука, Фиджи, Индия, Индонезия, Кирибати, Малайзия, Мальдивские острова, Маршалловы острова, Микронезия, Мьянма, Науру, Ниуэ, Непал, Пакистан, Палау, Папуа-Новая Гвинея, Филиппины, Самоа, Сингапур, Соломоновы острова, Шри Ланка, Таиланд, Тимор-Лесте, Тонга, Тувалу, Вануату
- Северная Америка: Канада, США
- Другие страны, не входящие в Приложение I: Албания, Армения, Азербайджан, Босния и Герцеговина, Кипр, Грузия, Казахстан, Киргизстан, Мальта, Молдова, Сан-Марино, Сербия, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан, Македония
- Африка: Алжир, Ангола, Бенин, Ботсвана, Буркина-Фасо, Бурунди, Камерун, Кабо-Верде, Центральнаяафриканская Республика, Чад, Конго, ДР Конго, Кот-д'Ивуар, Джибути, Египет, Экваториальная Гвинея, Эритрея, Эфиопия, Габон, Гамбия, Гана, Гвинея, Гвинея-Бисау, Кения, Лесото, Либерия, Ливия, Мадагаскар, Малави, Мали, Мавритания, Маврикий, Марокко, Мозамбик, Намибия, Нигер, Нигерия, Руанда, Сан-Томе и Принсипи, Сенегал, Сейшельские острова, Сьерра-Леоне, ЮАР, Судан, Свазиленд, Того, Тунис, Уганда, Танзания, Замбия, Зимбабве.

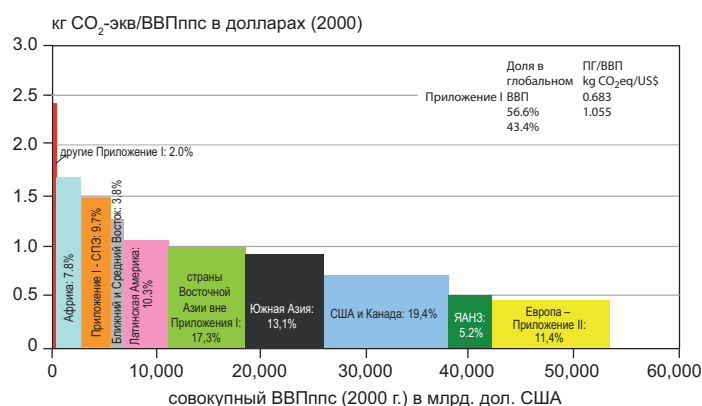


Рис. TS.4b. Распределение региональных выбросов ПГ (все газы Киотского протокола, включая и те, которые обусловлены землепользованием) в 2004 г. на доллар США ВВП к ВВП для различных групп стран. Проценты в столбиках означают долю регионов в глобальном объеме выбросов ПГ [Figure 1.4b].

² СДСВ означает сценарии, описанные в Специальном докладе МГЭИК о сценариях выбросов (IPCC, 2000b). Сценарная семья А1 описывает будущее с очень быстрым экономическим ростом, низким ростом населения, быстрым внедрением новых и более эффективных технологий. В1 описывает движущийся в одном направлении мир, с тем же самым глобальным населением, численность которого достигает максимума в середине столетия, а потом снижается, и с быстрыми изменениями в экономических структурах. В1 описывает мир, «в котором главное внимание уделяется местным решениям экономической, социальной и экологической устойчивости». Он характеризуется умеренным ростом численности населения, промежуточными уровнями экономического развития, менее быстрыми и более разнообразными технологическими изменениями, чем в сценарии А1В.

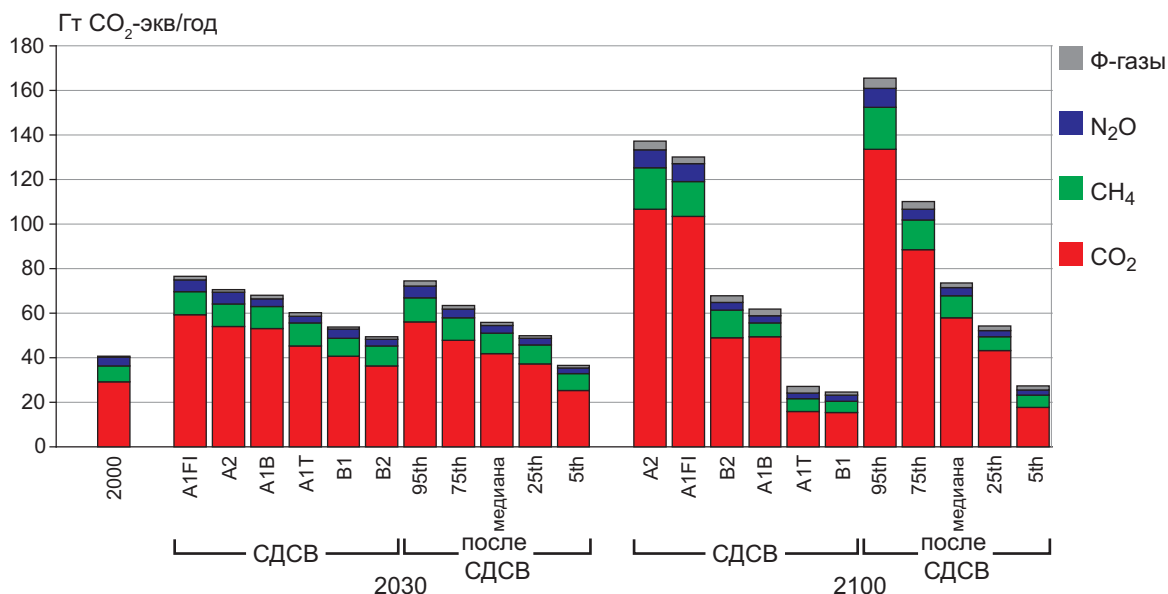


Рис. TS.5. Глобальные выбросы ПГ за 2000 г. и проекции базовых выбросов на 2030 и 2100 годы по СДСВ и по литературе, вышедшей после СДСВ. На рисунке показаны выбросы по шести иллюстративным сценариям СДСВ. Он также даёт представление о плотности распределения выбросов по сценариям после СДСВ (5-й, 25-й, срединный, 75-й, 95-й процентиль), как показано в главе 3. Ф-газы включают ХФУ, ГФУ и SF₆ [Figure 1.7].

с 2000 годом). Более новые проекции, как правило, более высокие: повышение на 90-250% по сравнению с 2000 годом (см. рис. TS.5). Сценарии, которые учитывают политику в области климата, осуществление которой в данный момент обсуждается, также демонстрируют рост глобальных выбросов на многие десятилетия.

Развивающиеся страны (например, Бразилия, Китай, Индия и Мексика), которые предприняли усилия по другим причинам, нежели изменение климата, снизили у себя объем выбросов за последние три десятилетия приблизительно на 500 млн. тонн углекислого газа в год, т.е. больше, чем требуется от стран Приложения I по Киотскому протоколу. Многие из этих усилий мотивированы экономическим развитием и снижением уровня бедности, энергетической безопасностью и охраной окружающей среды на местном уровне. Таким образом, самые многообещающие политические подходы, как представляется, - это подходы, которые основываются на естественном синергизме между защитой климата и приоритетами развития, стараясь развивать одновременно оба эти направления (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [1.3].

Международная реакция

Рамочная конвенция ООН об изменении климата (РКИК ООН) – главная движущая сила международных мер, принимаемых в ответ на изменение климата. Она вступила в силу в марте 1994 года и достигла почти всеобщей ратификации – ее ратифицировали 189 из 194 государств-

членов ООН (по состоянию на декабрь 2006 года). На CC1³ в 2005 году был инициирован Диалог по долгосрочному сотрудничеству в области противодействия изменению климата путем улучшения выполнения Конвенции, который принял форму открытого и необязательного обмена мнениями и информацией в поддержку более эффективного выполнения Конвенции.

Первый дополнительный документ к Конвенции, Киотский протокол, был принят в 1997 году и вступил в силу в феврале 2005 года. По состоянию на февраль 2007 года протокол ратифицировали 168 государств и Европейское Экономическое Сообщество. Согласно статье 3.1 Киотского протокола, государства Приложения I в целом согласились сократить свои общие объемы выбросов ПГ минимум на 5% по сравнению с уровнями 1990 года. Вступление в силу Киотского протокола ознаменовало собой первый, хотя и скромный, шаг к достижению конечной цели РКИК ООН – избежать опасного антропогенного вмешательства в климатическую систему. Полного выполнения Протокола всеми подписавшими его сторонами, однако, будет далеко не достаточно для того, чтобы остановить общие глобальные тенденции выбросов ПГ. Сильные стороны Киотского протокола – это предусмотренные в нем рыночные механизмы, такие как торговля выбросами, и его институциональная архитектура. Есть, однако, у Протокола и слабое место: его не ратифицировали некоторые значительные источники выбросов ПГ. На CC1 была создана новая Специальная рабочая группа (СРГ) по обязательствам стран Приложения I по Киотскому

³ Конференция Сторон (КС) – высший орган Конвенции, который служит также Советанием Сторон (СС) Протокола. CC1 – это первое совещание Конференции Сторон в форме Совещания Сторон Киотского протокола.

протоколу на период после 2012 года, а на СС2 была достигнута договоренность о том, что в 2008 году пройдет второй пересмотр статьи 9 Протокола.

Существуют также добровольные международные инициативы по разработке и внедрению новых технологий сокращения выбросов ПГ. Это, в частности, Форум по лидерству в секвестрации углерода (содействует улавливанию и хранению CO₂); Водородное партнерство; партнерство «Метан на рынки»; Азиатско-Тихоокеанское партнерство за чистое развитие и климат (2005), которое включает Австралию, США, Японию, Китай, Индию и Южную Корею. Изменение климата также стало все больше волновать «Большую восьмерку», особенно после ее встречи в Гленниглсе (Шотландия) в 2005 году. На этой встрече был разработан план действий, по которому на Международное энергетическое агентство (МЭА), Всемирный банк и Партнерство по возобновляемой энергии и энергоэффективности была возложена задача поддержать соответствующие усилия «Большой восьмерки» в этой сфере. Кроме того, в Гленниглсе был инициирован процесс Диалога по чистой энергии, изменению климата и устойчивому развитию. МЭА и Всемирному банку было поручено консультировать участников этого процесса [1.4].

Статья 2 Конвенции и смягчение последствий

Статья 2 РКИК ООН требует не допускать опасного антропогенного воздействия на климатическую систему и, следовательно, добиться стабилизации концентраций ПГ в атмосфере на таком уровне и в такие сроки, которые обеспечили бы достижение этой цели. Критерии, которые в статье 2 определяют риски опасного антропогенного изменения климата, включают продовольственную безопасность, охрану экосистем и экономическое развитие на устойчивой основе. Реализация статьи 2 предполагает решение ряда сложных вопросов:

Какой уровень изменения климата опасен?

Решения, принимаемые в связи со статьей 2, определили бы уровень изменения климата, установленный как политическая цель, и имели бы фундаментальные последствия для путей сокращения выбросов, а также для масштабов необходимой адаптации. Выбор уровня стабилизации предполагает уравнивание рисков изменения климата (от постепенного изменения и экстремальных явлений и необратимого изменения климата, в том числе для продовольственной безопасности, экосистем и устойчивого развития) с рисками ответных мер, которые могут угрожать экономической устойчивости. Хотя любое суждение об «опасном воздействии» обязательно будет социально-политическим, в зависимости от уровня риска, который считается приемлемым, значительного сокращения выбросов не избежать, если речь идет о достижении стабилизации. Чем ниже уровень стабилизации, тем раньше нужно обеспечить это значительное сокращение (*высокий*

уровень согласованности, много доказательств) [1.2].

Устойчивое развитие.

Процецируемое антропогенное изменение климата, вероятно, отрицательно скажется на устойчивом развитии, причем его эффекты будут возрастать с повышением концентраций ПГ (WGII AR4, Chapter 19). Надлежащим образом разработанные меры в ответ на изменение климата могут быть неотъемлемой частью устойчивого развития, и эти два компонента могут взаимно усиливать друг друга. Смягчение изменения климата может сохранять или увеличивать естественный капитал (экосистемы, окружающая среда как источники и стоки экономической деятельности), а также предотвращать или позволять избежать ущерба системам жизнедеятельности человека, содействуя таким образом повышению общей продуктивности капитала, необходимого для социально-экономического развития, включая способности к смягчению и адаптации. Траектории устойчивого развития, в свою очередь, могут снизить уязвимость к изменению климата и сократить выбросы ПГ (*средняя степень согласия, много доказательств*) [1.2].

Вопросы распределения

Изменение климата подвержено очень асимметричному распределению нынешних выбросов и будущих последствий и уязвимостей. Можно обеспечить справедливость с точки зрения распределения издержек смягчения или адаптации, распределения будущих прав на выбросы, обеспечения институциональной и процедурной честности. Поскольку промышленно развитые страны – источник большинства выбросов ПГ как в прошлом, так и сейчас, и обладают техническими и финансовыми возможностями для действий, Конвенция возлагает на них самое тяжелое бремя первых шагов в смягчении последствий изменения климата. Этот подход закреплен в принципе «общей, но дифференцированной ответственности» (*высокая степень согласия, много доказательств*) [1.2].

Сроки.

Из-за инерции как климатической, так и социально-экономической систем выгоды от инициированных сейчас действий по смягчению могут привести к значительному предотвращению изменения климата лишь спустя несколько десятилетий. Это значит, что действия по смягчению нужно начинать в краткосрочной перспективе, чтобы они принесли выгоду в средне- и долгосрочной перспективе и чтобы можно было избежать блокирования углеродоемких технологий (*высокая степень согласия, много доказательств*) [1.2].

Смягчение последствий и адаптация.

Адаптация и смягчение последствий – это два типа политической реакции на изменение климата, которые могут дополнять друг друга, заменять друг друга или зависеть друг от друга. Независимо от масштаба мер по смягчению, меры по адаптации будут нужны в любом случае,

учитывая инерцию климатической системы. За следующие приблизительно 20 лет даже самая активная климатическая политика мало что может дать для предотвращения потепления, уже «загруженного» в климатическую систему. Выгоды от предотвращения изменения климата возникнут только по истечению этого срока. На более длительных временных шкалах, в период после нескольких следующих десятилетий, инвестиции в смягчение последствий имеют больший потенциал для предотвращения ущерба от изменения климата, и этот потенциал больше, чем возможности адаптации, которые можно предусмотреть в настоящее время (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*) [1.2].

Риск и неопределенность.

Важный аспект в реализации статьи 2 заключается в неопределенности, имеющей место при оценке риска и степени последствий изменения климата, а также при оценке уровня мер по смягчению (и соответствующих издержек), необходимых для снижения этого риска. Учитывая эту неопределенность, принятие решений о реализации статьи 2 выиграло бы от включения принципов управления рисками. Превентивный и упреждающий метод управления рисками включал бы меры по адаптации и превентивному смягчению, основанные на издержках и выгодах предотвращения ущерба от изменения климата, учитывая шанс (*незначительный*) наихудшего исхода (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*) [1.2].

2 Рамочные вопросы

Смягчение последствий изменения климата и устойчивое развитие

Между изменением климата и развитием существует двусторонняя связь. С одной стороны, уязвимость к изменению климата определяется моделями развития и уровнем доходов и подвержена сильному влиянию этих факторов. Решения относительно технологий, инвестиций, торговли, бедности, прав общин, социальной политики или управления, которые, как может показаться, не связаны с политикой в области климата, могут иметь глубокие последствия для выбросов, необходимой степени смягчения, возникающих в результате издержек и выгод [2.2.3].

С другой стороны, само изменение климата и политика адаптации и смягчения могли бы иметь значительные положительные последствия для развития в том смысле, что развитие можно сделать более устойчивым. Это приводит к мнению о том, что политика в отношении изменения климата может рассматриваться: 1) сама по себе («климат прежде всего»); или 2) как неотъемлемый элемент политики устойчивого развития («развитие прежде всего»). Организуя дебаты как проблему устойчивого

развития, а не просто как экологическую проблему, можно лучше удовлетворить потребности стран, подтверждая при этом, что движущие факторы выбросов связаны с основополагающей траекторией развития [2.2.3].

Траектории развития возникают в результате экономических и социальных действий, на которые влияет политика правительства, инициативы частного сектора, предпочтения и выбор потребителей. Эта политика включает широкий круг составляющих, связанных с охраной природы, правовой базой, правами собственности, верховенством права, налогами и регулированием, производством, надежностью поставок продовольствия и его безопасностью, моделями потребления, мерами по наращиванию человеческого и институционального потенциала, научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами, финансовыми схемами, передачей технологий, энергоэффективностью и энергетикой. Эти политические составляющие обычно не возникают и не реализуются в составе общего пакета политики развития, а, как правило, ориентированы на более конкретные политические цели, например, допустимые нормы загрязнения воздуха, продовольственную безопасность, вопросы здравоохранения, сокращение выбросов ПГ, создание доходов конкретными группами, развитие промышленности для экологически чистых технологий. Вместе с тем, такая политика может иметь значительные последствия для устойчивости, смягчения последствий выбросов ПГ и результатов адаптации. Сильная взаимосвязь между смягчением изменения климата и развитием существует и в развитых, и в развивающихся странах. Более подробно эти вопросы рассматриваются в главе 12 и до некоторой степени в главах 4-11 [2.2.5; 2.2.7].

В новой литературе определены методологические подходы к выявлению, описанию и анализу взаимодействия между устойчивым развитием и мерами по реагированию на изменение климата. Некоторые авторы предполагают, что устойчивое развитие можно рассматривать как основу для совместной оценки социального, человеческого, экологического и экономического измерений. Единственный путь учета этих измерений – использовать ряд экономических, экологических, человеческих и социальных показателей для оценки влияния политики на устойчивое развитие, включая как количественные, так и качественные измерительные эталоны (*высокая степень согласия, ограниченный объем доказательств*) [2.2.4].

Принятие решений, риск и неопределенность

Политика смягчения последствий разрабатывается в ответ на обеспокоенность риском последствий изменения климата. При этом, однако, принятие решения о надлежащей реакции на эту обеспокоенность предполагает учет неопределенностей. Риск касается случаев, для которых вероятность исхода и его последствий может быть установлена на основе устоявшихся теорий с помощью

достоверных и полных данных, тогда как неопределенность касается ситуаций, в которых необходимые данные могут быть фрагментарными или вообще отсутствовать. Причины неопределенности включают недостаточные или противоречивые свидетельства, а также поведение людей. Человеческие измерения неопределенности, особенно вопросы координации и стратегического поведения, образуют значительную часть неопределенностей, связанных со смягчением изменения климата (*высокая степень согласия, много доказательств*) [2.3.3; 2.3.4].

Анализ для поддержки принятия решений может помочь тем, кто эти решения принимает, особенно если нет оптимальной политики, с которой могут согласиться все без исключения. Для этого существует ряд аналитических подходов, у каждого из которых есть преимущества и недостатки; эти подходы помогают удерживать информационное содержание проблемы изменения климата в познавательных пределах большого числа лиц, принимающих решения, и поддержать более информированный и эффективный диалог среди многих задействованных сторон. Есть, однако, значительные проблемы с выявлением, измерением и количественным описанием многих переменных, которые являются важными входными параметрами для любой системы анализа для поддержки принятия решений – это, в частности, последствия для естественных систем и здоровья человека, которые не имеют рыночной стоимости и для которых все подходы являются упрощением реальности (*высокая степень согласия, много доказательств*) [2.3.7].

Если в принятии решения участвует много ответственных лиц с разными системами ценностей, то полезно с максимальной четкостью изложить субъективные оценки, подкрепляющие любые аналитические результаты, на которых они будут основываться. Это может оказаться

особенно сложным и тонким моментом, если анализ направлен на освещение выбора, связанного с высокими уровнями неопределенности и риска (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*) [2.3.2; 2.3.7].

Комплексные оценки могут давать лицам, принимающим решения, информацию о взаимосвязях между геофизическим изменением климата, предсказаниями последствий климата, потенциалом адаптации, о стоимости сокращения выбросов и о выгодах предотвращения ущерба от изменения климата. В этих оценках предусмотрены возможности работы с неполными или неточными данными.

Чтобы сообщить об имеющихся место неопределенностях, в данном докладе используются приведенные в табл. TS.1 термины, которые описывают относительные уровни согласия экспертов с соответствующими заявлениями в свете основополагающей литературы (в строках), количество и качество независимых источников, соответствующих правилам МГЭИК⁴, на которых строится вывод (в столбцах). Другие подходы, такие как «вероятность» и «уверенность» в данном докладе не применяются, когда речь идет о человеческом выборе, и ни один из других используемых подходов не обеспечивает достаточное описание неопределенностей, имеющих место при смягчении (*высокая степень согласия, много доказательств*). [2.4].

Затраты, выгоды, концепции, в том числе понятия частных и общественных затрат и взаимосвязи с другими рамками принятия решений

Существуют разные способы определения потенциала смягчения последствий, поэтому важно указать, какой именно потенциал имеется в виду. Термин «потенциал» используется для обозначения степени сокращения

Табл. TS.1. Качественное определение неопределенности [Table 2.2]

↑ Степень согласия с конкретным выводом	Высокая степень согласия, ограниченный объем доказательств	Высокая степень согласия, средний объем доказательств	Высокая степень согласия, много доказательств
	Средняя степень согласия, ограниченный объем доказательств	Средняя степень согласия, средний объем доказательств	Средняя степень согласия, много доказательств
	Низкая степень согласия, ограниченный объем доказательств	Низкая степень согласия, средний объем доказательств	Низкая степень согласия, много доказательств
	→ Объем доказательств (количество и качество независимых источников)		

Примечание. Эта таблица построена на двух измерениях неопределенности: объеме доказательств⁵ и степени согласия. Объем имеющихся доказательств данной технологии оценивается путем изучения количества и качества независимых источников информации. Уровень согласия выражает субъективную вероятность того, что результаты находятся в определенной области.

⁴ Правила МГЭИК позволяют использовать как рецензированную экспертами литературу, так и другую литературу, которая, на взгляд авторов, имеет эквивалентное качество.

⁵ «Доказательство» в данном докладе определяется следующим образом: информация или признаки, показывающие, является ли убеждение или предложение истинным или достоверным. См. Глоссарий.

ПГ, которая может быть достигнута данным вариантом смягчения при данных затратах на тонну углерода, выброса которой удалось избежать за данный период, по сравнению с базовым или эталонным случаем. Этот показатель обычно выражается в млн. тонн выбросов в эквиваленте углерода или CO₂, которых удалось избежать по сравнению с базовым уровнем выбросов [2.4.3].

Рыночный потенциал - это потенциал смягчения последствий, основанный на частных затратах и частных дисконтных ставках⁶, которых можно ожидать при прогнозируемой конъюнктуре рынка, включая действующую политику и меры, отмечая при этом, что барьеры ограничивают фактическое поглощение.

Экономический потенциал – это объем смягчения последствий выбросов ПГ, который учитывает общественные затраты и выгоды и общественные дисконтные ставки⁷ при том предположении, что эффективность рынка повышается с помощью политики и мер, а барьеры устраняются. Вместе с тем, текущие восходящие и нисходящие исследования экономического потенциала имеют ограничения в учете выбора образа жизни и охвате всех внешних воздействий, таких как местное загрязнение воздуха.

Технический потенциал – это объем, на который можно сократить выбросы ПГ путем внедрения технологии или практики, которая уже продемонстрирована. Конкретного указания на затраты здесь нет; упоминаются только «практические ограничения», хотя в некоторых случаях и учитываются неявные экономические факторы (*высокая степень согласия, много доказательств*) [2.4.3].

Исследования рыночного потенциала можно использовать для информирования политиков о потенциале смягчения последствий с существующей политикой и барьерами, а исследования экономического потенциала показывают, чего можно достичь, если внедрить новые и дополнительные политические меры для устранения барьеров и включения общественных затрат и выгод. Поэтому экономический потенциал, как правило, больше рыночного потенциала. Потенциал смягчения последствий оценивается разными методами. Есть два обширных класса – «восходящие» и «нисходящие» подходы, которые главным образом используются для оценки экономического потенциала:

- **Восходящие исследования** основываются на оценке вариантов смягчения последствий, подчеркивая конкретные технологии и нормы. Это, как правило, секторальные исследования, где макроэкономика принимается без изменений. Оценки по секторам агрегируются, как в ТДО, в результате чего получается расчет глобального потенциала смягчения последствий для данной оценки.

- **В нисходящих исследованиях** оценивается общеэкономический потенциал вариантов смягчения последствий. В них используются глобально согласованные рамки и сводная информация о вариантах смягчения, а также учитываются макроэкономические и рыночные обратные связи.

Восходящие исследования, в частности, полезны для оценки конкретных политических вариантов на секторальном уровне, например, вариантов повышения энергоэффективности, тогда как нисходящие исследования полезны для оценки межсекторальных и общеэкономических политических мер по смягчению последствий изменения климата, таких как налоги на углерод и политика стабилизации. Со времени ТДО восходящие и нисходящие модели стали более похожими, потому что в нисходящие модели стали включать больше вариантов технологического смягчения последствий (см. главу 11), а в восходящие модели – больше макроэкономических и рыночных обратных связей и, кроме того, в структуру этих моделей стал включаться анализ барьеров.

Взаимосвязи между смягчением последствий и адаптацией; возможности и политика

Смягчение последствий изменения климата и адаптация к изменению климата имеют ряд общих элементов, они могут быть дополняющими, заменяемыми, независимыми или конкурирующими в вопросе изменения климата; кроме того, у них очень разные характеристики и сроки [2.5].

И адаптация, и смягчение последствий предъявляют требования к возможностям обществ, которые тесно связаны с социально-экономическим развитием. Реакция на изменение климата зависит от подверженности климатическому риску, естественных и созданных человеком основных фондов, человеческого капитала и институтов, а также от дохода. Вместе взятые, эти факторы будут определять способность общества к адаптации и смягчению климата. Политика, которая поддерживает развитие, и политика, которая расширяет способность к адаптации и смягчению последствий, могут, но не обязательно должны иметь много общего. Политика может выбираться так, чтобы обеспечивался синергетический эффект для естественной системы и для социально-экономической системы, однако иногда приходится идти на трудные компромиссы. Ключевые факторы, которые определяют способность отдельных заинтересованных лиц и обществ осуществлять смягчение последствий изменения климата и адаптацию к нему, включают: доступ к ресурсам; рынки; финансы; информацию; ряд вопросов управления (*средняя степень согласия, ограниченный объем доказательств*) [2.5.2].

⁶ Частные затраты и дисконтные ставки отражают точку зрения частных потребителей и компаний; более полное описание см. в Глоссарии.

⁷ Общественные затраты и дисконтные ставки отражают точку зрения общества. Общественные дисконтные ставки ниже, чем используемые частными инвесторами; более полное описание см. в Глоссарии.

Аспекты распределения и справедливости

Решения по изменению климата имеют существенные последствия для справедливости на местном, национальном, межрегиональном уровнях и на уровне взаимосвязи между поколениями, и применение подходов, связанных с разным уровнем справедливости, имеет значительные последствия для политических рекомендаций, а также для распределения затрат и выгод политики в отношении климата [2.6].

Разные подходы к социальной справедливости могут применяться в оценке последствий политики в отношении изменения климата. Как отмечалось в Третьем докладе об оценках (ТДО), учитывая сильные субъективные предпочтения определенных принципов справедливости среди разных заинтересованных лиц, более эффективным будет искать практические подходы, в которых принципы справедливости сочетаются. Подходы, ориентированные на справедливость, варьируются от традиционных экономических до правозащитных подходов. Экономический подход состоял бы в оценке степени снижения и повышения благосостояния для различных групп и общества в целом, тогда как правозащитный подход основывался бы на правах, например, с точки зрения учета выбросов на душу населения или ВВП по всем странам, независимо от затрат на смягчение последствий или способности к смягчению. В литературе также излагается подход, основанный на потенциале, в котором во главу угла ставятся возможности и свобода, что, с точки зрения политики в отношении климата, может быть истолковано как способность к смягчению последствий, способность к адаптации к изменению климата или способность избежать уязвимости к изменению климата (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*) [2.6.3].

Исследования, разработка, внедрение, распространение и передача технологий

Скорость и стоимость любой реакции на проблемы изменения климата также существенно будет зависеть от стоимости, производительности и доступности технологий, которые могут сократить выбросы в будущем, хотя крайне важны и другие факторы, такие как рост благосостояния и численности населения [2.7].

Технология одновременно влияет на величину проблемы изменения климата и стоимость ее решения. Технология – это обширный набор способностей и средств, охватывающий ноу-хау, опыт и оборудование, с помощью которого люди производят услуги и преобразовывают ресурсы. Главная роль технологии в смягчении последствий выбросов ПГ заключается в контроле общественных затрат на ограничение выбросов. Во многих исследованиях показана значительная экономическая ценность усовершенствования технологий, смягчающих последствия выбросов, которые сейчас используются, а также разработки и внедрения передовых технологий смягчения этих последствий

(высокая степень согласия, много доказательств) [2.7.1].

Можно ожидать, что обширный портфель технологий сыграет определенную роль в достижении цели РКК ООН и управлении риском изменения климата, учитывая необходимость значительного сокращения выбросов, существенные различия в обстоятельствах отдельных стран и неопределенность в отношении результатов отдельных вариантов смягчения. Политика в отношении климата – не единственный определяющий фактор технического прогресса, однако обзор сценариев будущего (см. главу 3) показывает, что общая степень изменений в технологиях в отсутствие политики в отношении климата могла бы быть такой же, как влияние самой этой политики, если не большей (*высокая степень согласия, много доказательств*) [2.7.1].

Технический прогресс особенно важен на долгосрочных временных шкалах, характерных для изменения климата. Десятилетние или столетние временные шкалы типичны для задержек, имеющих место между технологическими инновациями и их широким распространением, а также для коэффициентов оборачиваемости капитала, характерных для долгосрочных капиталовложений и инфраструктур в энергетике.

Для разбивки процесса технического прогресса на отдельные фазы применяется много методов. По одному из них технический прогресс приблизительно делится на две части: 1) появление замысла, создание и разработка новых или модернизация существующих технологий – продвижение «технологической границы»; 2) распространение или внедрение этих технологий. Наше понимание технологии и ее роли в решении проблемы изменения климата непрерывно улучшается. Вместе с тем, процессы, посредством которых технологии создаются, развиваются, внедряются и в конце концов заменяются, сложны (см. рис. TS.6), и простых описаний этих процессов нет. Разработка и внедрение технологий характеризуются двумя проблемами, касающимися общественных благ. Во-первых, уровень НИОКР ниже оптимального, потому что субъекты частного сектора, принимающие решения, не могут охватить весь объем частных инвестиций. Во-вторых, существует классическая проблема экологического внешнего воздействия: частные рынки не отражают полной стоимости изменения климата (*высокая степень согласия, много доказательств*) [2.7.2].

Тремя важными источниками технического прогресса являются НИОКР, обучение и переливы.

- НИОКР (научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы) охватывают широкий набор видов деятельности, в которых фирмы, правительства и другие субъекты тратят ресурсы специально на получение новых знаний, которые могут быть воплощены в новой или более совершенной технологии.
- Обучение – это совокупный результат сложных

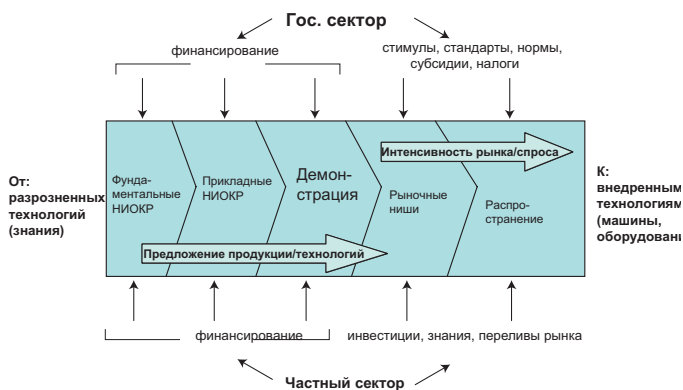


Рис. TS.6. Цикл разработки технологии и его главные движущие силы [Figure 2.3].

Примечание: между изображенными здесь условно фазами жизненного цикла технологии существуют важные совпадения и обратные связи. Поэтому данный рисунок не предполагает наличия «линейной» модели инновации. Важно признать необходимость более точного терминологического разграничения «технологии», особенно при обсуждении разных вариантов смягчения последствий и адаптации.

основополагающих источников технического прогресса, которые часто включают важные вклады НИОКР, перетока и эффекта масштаба.

- Переливы означают передачу знаний или экономических выгод от инноваций от одного индивидуума, фирмы, отрасли или иного субъекта другому субъекту либо от одной технологии другой.

В целом эмпирические и теоретические доказательства убедительно показывают, что все три эти источника играют важную роль в техническом прогрессе, и нет никаких неопровержимых доводов в пользу большей важности одного из них по сравнению с другими. Поскольку переливы из других секторов оказали колоссальное воздействие на инновации в секторе энергетики, то устойчивая и обширная техническая база может быть так же важна для развития технологий, касающихся изменения климата, как и прямые исследования в сфере изменения климата и энергетики. Необходим обширный портфель научно-исследовательских проектов, потому что определить победителей и проигравших заранее невозможно. Источники технического процесса часто относят к общим факторам «подталкивания предложения» (например, посредством НИОКР) или «подтягивания спроса» (например, посредством обучения). Это, однако, не просто заменители, а факторы, которые могут характеризоваться в высшей степени дополняющим взаимодействием (*высокая степень согласия, много доказательств*) [2.7.2].

Что касается передачи технологий, то основные выводы Специального доклада МГЭИК о методологических и технических вопросах передачи технологий (2000) остаются в силе: в передающих и принимающих странах необходимо создать подходящую благоприятную среду (*высокая степень согласия, много доказательств*) [2.7.3].

Региональные измерения

В исследованиях в области изменения климата используются различные региональные определения, зависящие от характера рассматриваемой проблемы и различий в методологических подходах. Множество возможных региональных представлений мешает сопоставимости и передачи информации между разными типами исследований, проводимых по конкретным регионам и шкалам. В данном докладе в значительной степени выбраны прагматические пути анализа региональной информации и представления выводов [2.8].

3 Вопросы, связанные со смягчением последствий в долгосрочном контексте

Факторы базовых сценариев

Прогнозы численности населения сейчас в общем ниже, чем в Специальном докладе МГЭИК о сценариях выбросов (СДСВ); они основаны на новых данных, показывающих, что уровень рождаемости во многих частях света резко падает. Пока эти новые прогнозы не учтены во многих новых сценариях выбросов, приведенных в литературе. Исследования, в которых они использованы, дают более или менее одинаковые уровни выбросов вследствие изменений в других движущих факторах, таких как экономический рост (*высокая степень согласия, много доказательств*) [3.2.1].

Перспективы экономического роста сильно не изменились. В опубликованных цифрах ВВП наблюдается значительное совпадение, при этом имеет место незначительный нисходящий сдвиг медианы новых сценариев приблизительно на 7% по сравнению с литературой о сценариях, опубликованной до СДСВ. Эти данные показывают отсутствие ощутимых изменений в распределении прогнозов ВВП. Прогнозы экономического роста для Африки, Латинской Америки и Ближнего Востока ниже, чем в сценариях СДСВ (*высокая степень согласия, много доказательств*) [3.2.1].

Выбросы по базовым сценариям (все газы и сектора)

Полученный в результате размах связанных с энергетикой и промышленностью выбросов CO₂ в 2100 году по базовым сценариям в литературе, вышедшей после СДСВ, очень велик, от 17 до приблизительно 135 Гт CO₂-экв. (4,6–36,8 Гт C)⁸, т.е. почти такой же, как в СДСВ (рис. TS.7). То, что выбросы не уменьшились, может быть вызвано разными причинами, хотя цифры прогнозов численности населения и ВВП несколько ниже. При равности всех прочих факторов более низкие прогнозы численности населения привели бы

⁸ С 5-го по 95-й процентиль полного распределения.

к более низким выбросам. В сценариях, где используются более низкие прогнозы, однако, изменения других факторов выбросов частично компенсировали последствия уменьшения численности населения. Лишь в нескольких исследованиях взяты более низкие прогнозы численности населения, но там, где это сделано, исследования показали, что меньшая численность населения компенсируется более высокими темпами экономического роста и (или) сдвигом к более углеродоемкой энергетической системе, например, сдвигом к углю из-за повышения цен на нефть и газ. Большинство сценариев демонстрируют рост выбросов на протяжении большей части столетия. Есть, однако, несколько базовых (исходных) сценариев как в новой, так и в старой литературе, где сценарии демонстрируют пик, а потом спад (*высокая степень согласия, много доказательств*) [3.2.2].

Базовые выбросы ПГ, связанные с землепользованием, по проекциям, будут увеличиваться с ростом потребности в пахотных угодьях, но меньшими темпами, чем выбросы, связанные с энергетикой. Что касается выбросов CO₂ вследствие изменений в землепользовании (главным образом из-за обезлесения), то сценарии, опубликованные после СДСВ, демонстрируют тенденцию, похожую на представленную в СДСВ: медленный спад, возможно до нулевых чистых выбросов, к концу столетия.

Выбросы других ПГ, кроме CO₂, как группы (главным образом в сельском хозяйстве), по проекциям, будут расти, но несколько менее быстро, чем выбросы CO₂, потому что самыми важными источниками CH₄ и N₂O являются сельскохозяйственные виды деятельности, а рост производства в сельском хозяйстве меньше, чем рост энергопотребления. В последних литературных источниках проекции выбросов похожи на проекции, приведенные в СДСВ. Последние базовые сценарии выбросов ПГ, кроме CO₂, показывают, что выбросы CH₄ и N₂O в сельском хозяйстве до конца текущего столетия увеличатся, причем по некоторым сценариям, возможно, удвоятся. В то время, как выбросы некоторых фторированных соединений, по проекциям, уменьшатся, выбросы многих других веществ, как ожидается, существенно возрастут из-за высоких темпов роста в некоторых отраслях, где имеют место выбросы, и вследствие замены ОРВ на ГФУ (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [3.2.2].

Заметные изменения произошли в проекциях выбросов прекурсоров аэрозолей SO₂ и NO_x после СДСВ. В последней литературе показан более медленный краткосрочный рост этих выбросов, чем в СДСВ. Как следствие, в этой литературе долгосрочные диапазоны обоих источников выбросов также меньше. В последних сценариях проецируется, что выбросы серы достигнут максимума раньше, и уровень этого максимума будет ниже, чем в СДСВ. В незначительном количестве новых сценариев начато изучение траекторий выбросов технического и органического углерода (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [3.2.2].

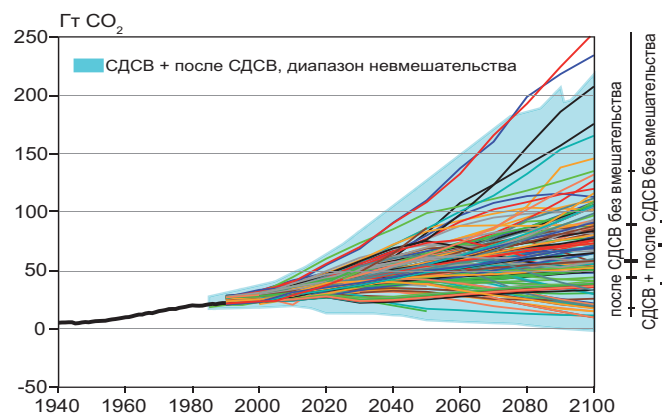


Рис. TS.7. Сравнение сценариев связанных с энергетикой и промышленностью выбросов по СДСВ и по литературе до СДСВ со сценариями, приведенными после СДСВ [Figure 3.8].

Примечание: две вертикальные полосы справа проходят от минимума до максимума распределения сценариев и показывают 5-й, 25-й, 50-й, 75-й и 95-й процентиля распределений к 2100 году.

В общем и целом, сравнение СДСВ и новых сценариев в литературе показывает, что диапазоны основных движущих сил и выбросов сильно не изменились.

Показатели ВВП

В долгосрочных сценариях экономический рост обычно указывается в виде роста ВВП или валового национального продукта (ВНП). Чтобы получить показательное сравнение реального объема экономической деятельности во времени и между странами, ВВП указывают в постоянных ценах за базисный год.

Выбор коэффициента преобразования, рыночного валютного курса (РВК) или паритета покупательной способности (ППС), зависит от типа проводимого анализа. Однако когда речь идет о расчете объемов выбросов (или их физических измерителей, таких как энергия), выбор между представлениями ВВП на основе РВК или ППС не должен иметь значения, так как интенсивность выбросов изменится (компенсирующим образом) при изменении величины ВВП. Таким образом, если использовать согласованный набор показателей, то выбор показателя не должен ощутимо влиять на конечный уровень выбросов. В ряде новых исследований в литературе выражено общее мнение о том, что сам по себе фактический выбор обменных курсов не оказывает ощутимого влияния на долгосрочные проекции выбросов. В случае СДСВ траектории выбросов одинаковые, независимо от того, в чем измеряется экономическая деятельность в четырех сценарных семьях, - в РВК или в ППС.

В ряде исследований установлены некоторые различия в уровнях выбросов между оценками, построенными на ППС и на РВК. Эти результаты сильно зависят, в частности, от допущений о сходимости. В некоторых из краткосрочных сценариев (с горизонтом до 2030 года) принят восходящий

Табл. TS.2. Классификация последних (после Третьего доклада об оценках) сценариев стабилизации в соответствии с различными целями по стабилизации и альтернативными измерителями стабилизации [Table 3.5].

Категория	Дополнительное радиационное воздействие	Концентрация CO ₂	CO ₂ -экв. концентрация	Повышение глобальной средней температуры по сравнению с доиндустриальным уровнем при равновесии с использованием «наилучшей оценки» чувствительности климата ^{a, b}	Год максимума выбросов CO ₂ ^c	Изменение глобальных выбросов CO ₂ в 2050 году (в % к выбросам в 2000 году) ^c	Кол-во оцененных сценариев
I	2,5-3,0	350-400	445-490	2,0-2,4	2000 - 2015	-85 to -50	6
II	3,0-3,5	400-440	490-535	2,4-2,8	2000 - 2020	-60 to -30	18
III	3,5-4,0	440-485	535-590	2,8-3,2	2010 - 2030	-30 to +5	21
IV	4,0-5,0	485-570	590-710	3,2-4,0	2020 - 2060	+10 to +60	118
V	5,0-6,0	570-660	710-855	4,0-4,9	2050 - 2080	+25 to +85	9
VI	6,0-7,5	660-790	855-1130	4,9-6,1	2060 - 2090	+90 to +140	5
Всего							177

^{a)} Глобальная средняя температура при равновесии отличается от ожидаемых глобальных средних температур в 2100 году из-за инерции климатической системы.

^{b)} Используются простые зависимости $T_{eq} = T_{2xCO_2} \times \ln([CO_2]/278)/\ln(2)$ and $\Delta Q = 5.35 \times \ln([CO_2]/278)$. Нелинейности в обратных связях (включая, например, ледяной покров и углеродный цикл) могут вызвать временную зависимость фактической чувствительности климата, а также привести к более существенным неопределенностям при более высоких уровнях потепления. Наилучшая оценка чувствительности климата (3°C) соответствует наиболее вероятному значению, т.е. форме ФРВ чувствительности климата, согласующейся с оценкой чувствительности климата РГ и полученной путем дополнительного рассмотрения вставки 10.2, рис.2 в ДО4 РГ.

^{c)} Диапазоны соответствуют 15-му и 85-му процентилю распределения сценариев в Третьем докладе об оценках (ТДО). Показаны выбросы CO₂, чтобы сценарии по Отметим, что данной классификацией необходимо пользоваться с осторожностью. Каждая категория включает ряд исследований, идущий от верхней до нижней границы. Классификация исследований была проведена на основе опубликованных целей (включая, таким образом, неопределенности моделирования). Кроме того, зависимость, использованная для изучения связи между разными измерителями стабилизации, также подвержена неопределенности (см. рис. 3.16).

подход, где допущения о росте производительности и решения об инвестировании и экономии – основные движущие факторы роста в моделях. В долгосрочных сценариях чаще используется нисходящий подход, где фактические темпы роста предписаны более непосредственно на основе сходимости или других допущений о долгосрочном потенциале роста. Различные результаты также могут быть обусловлены несогласованностью в корректировке показателей улучшения энергоэффективности при переходе от расчетов на основе РВК к расчетам на основе ППС и обратно.

Доказательства, полученные из ограниченного количества новых исследований на основе ППС, показывают, что выбор меры ВВП (РВК или ППС) не оказывает ощутимого влияния на прогнозируемые выбросы, если эти меры используются согласованно. Различия, если таковые есть, незначительны по сравнению с неопределенностями, вызванными допущениями о других параметрах, например, о техническом прогрессе. Дебаты четко показывают, однако, что специалистам по моделированию нужно действовать более прозрачно в разъяснении коэффициентов преобразования, а также осторожно подходить к формулированию допущений об экзогенных факторах (высокая степень согласия, много доказательств) [3.2.1].

Сценарии стабилизации

Целью, широко используемой в литературе, является стабилизация концентраций CO₂ в атмосфере. Если исследуется больше одного ПГ, то полезная альтернатива – формулирование цели по концентрации ПГ в форме CO₂-эквивалентной концентрации или радиационного воздействия, при этом концентрации разных газов взвешиваются по их радиационным свойствам. Еще

один вариант – стабилизировать глобальную среднюю температуру или ориентироваться на нее. Преимущество целей по радиационному воздействию над температурными целями состоит в том, что расчет радиационного воздействия не зависит от чувствительности климата. Недостаток – в том, что для каждого уровня радиационного воздействия возможен широкий диапазон температурных воздействий. Температурные цели, с другой стороны, имеют важное преимущество – они более непосредственно связаны с последствиями изменения климата. Еще один подход – расчет рисков или вероятности превышения конкретных значений повышения глобальной среднегодовой температуры с доиндустриального времени для конкретных целей по стабилизации или радиационному воздействию.

В опубликованных исследованиях к 2100 году предполагается четкая и сильная корреляция между CO₂-эквивалентными концентрациями (или радиационным воздействием) и концентрациями одного только CO₂, потому что CO₂ – самый важный фактор радиационного воздействия. На основе этой взаимосвязи, с целью сравнения и оценки сценариев сценарии стабилизации (как исследования по множеству газов, так и исследования только CO₂) сгруппированы в разные категории, которые изменяются по обоснованности целей (табл. TS.2).

По сути дела, любая конкретная цель по концентрации или радиационному воздействию требует сокращения объема выбросов до очень низких уровней по мере насыщения процессов удаления в океанических и наземных системах. Более высокие цели по стабилизации все-таки отодвигают сроки этого окончательного результата за 2100 год. Вместе с тем, для достижения заданного уровня стабилизации выбросы в конечном итоге должны быть сокращены гораздо ниже нынешних уровней. Для достижения категорий стабилизации I и II во многих

рассмотренных сценариях к концу столетия необходимы отрицательные чистые значения выбросов (рис. TS. 8) (высокая степень согласия, много доказательств) [3.3.5].

Сроки сокращения выбросов зависят от жесткости цели по стабилизации. Жесткие цели требуют более раннего достижения пика выбросов CO₂ (см. рис. TS.8). В большинстве сценариев в наиболее жесткой категории стабилизации (I) выбросы должны сократиться до 2015 года, а к 2050 году уменьшиться до уровня ниже 50% сегодняшнего. По категории III глобальные выбросы в сценариях, как правило, достигают пика приблизительно в 2010-2030 гг., после чего где-то около 2040 года они возвращаются на уровень 2000 года. Для категории IV средние объемы выбросов достигают пика около 2040 года (рис. TS.9) (высокая степень согласия, много доказательств)

Затраты на стабилизацию зависят от цели и уровня стабилизации, базового сценария и рассматриваемого портфеля технологий, а также от темпов технического прогресса. Глобальные затраты на смягчение последствий⁹ повышаются при снижении уровня стабилизации и при повышении базовых объемов выбросов. В 2050 году затраты на стабилизацию по множеству газов на уровне 650 ppm CO₂-экв (категория IV) составят от 2% снижения до 1% роста¹⁰ ВВП. Для уровня 550 ppm CO₂-экв (категория III) эти затраты находятся в диапазоне от очень небольшого роста до 4% снижения ВВП¹¹. Для уровней стабилизации от 445 до 535 ppm CO₂-экв затраты составляют менее 5,5% снижения ВВП, однако количество исследований ограничено, и в них, как правило, используются низкие базовые уровни.

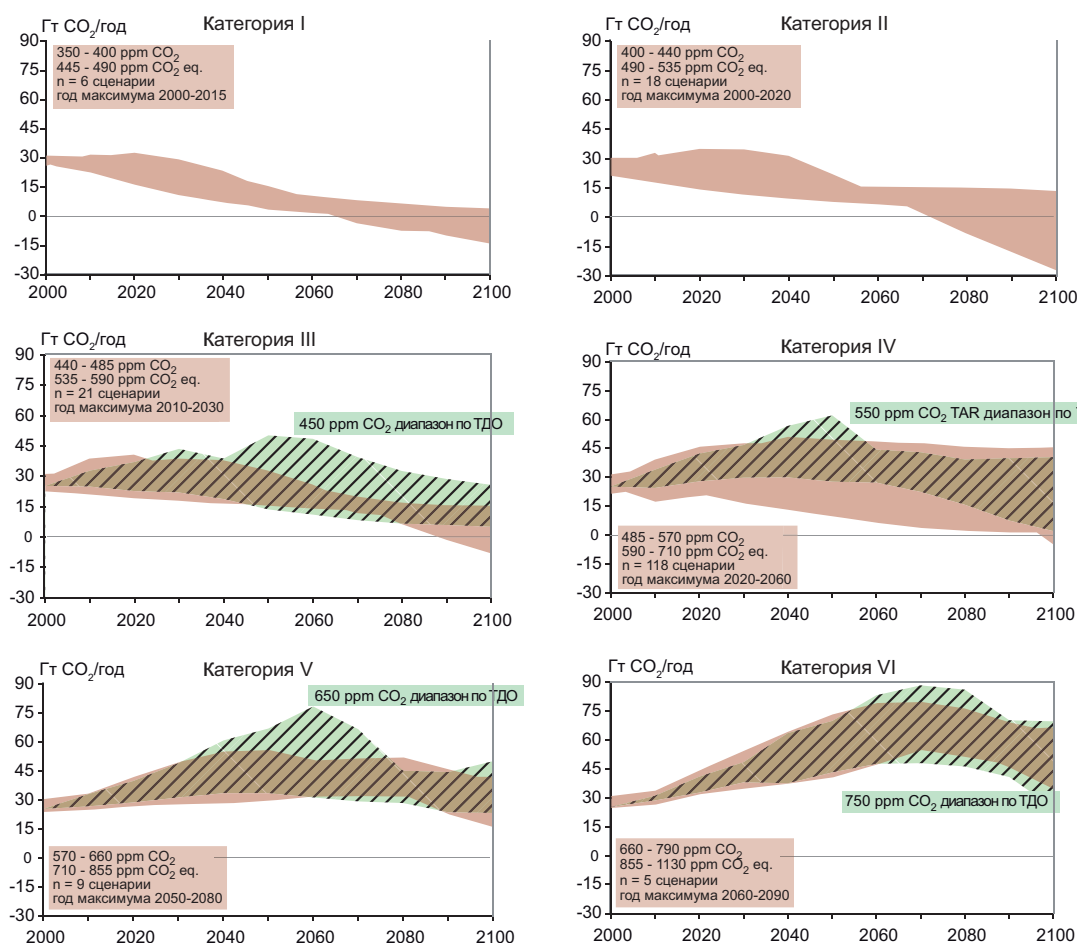


Рис. TS.8. Траектории выбросов по сценариям смягчения для альтернативных категорий уровней стабилизации (Категория с I по VI, как определено во вставке в каждой панели). Светло-коричневые области означают выбросы CO₂ для последних сценариев выбросов после ТДО. Зеленые и заштрихованные области означают диапазон более чем 80 сценариев стабилизации по ТДО (Morita et al., 2001). В сценариях по категории I и II изучаются цели по стабилизации ниже минимального уровня по ТДО. Выбросы за базисный год могут отличаться по моделям вследствие различий в охвате секторов и отраслей промышленности. Для достижения более низких уровней стабилизации некоторые сценарии предусматривают удаление CO₂ из атмосферы (отрицательные выбросы) с использованием таких технологий, как производство энергии из биомассы с использованием улавливания и хранения углерода. [Figure 3.17]

⁹ Исследования портфелей мер по смягчению последствий и макроэкономических затрат, оцененные в этом докладе, основаны на методе глобальных наименьших издержек, с оптимальными портфелями мер по смягчению и без выделения разрешений на выбросы регионам. Если исключить регионы или выбрать неоптимальные портфели, то глобальные затраты будут повышаться. Такие колебания в портфелях мер по смягчению и в затратах на них при данном уровне стабилизации обусловлено разными допущениями, например, допущениями о базовых уровнях (более низкие базовые уровни дают более низкие затраты), рассматриваемыми ПГ и вариантами смягчения (больше количество газов и вариантов смягчения дает более низкие затраты), графиками затрат на варианты смягчения и темпами технического прогресса.

¹⁰ Дана медиана и диапазон с 10 по 90 процентиль анализируемых данных.

¹¹ Снижение ВВП на 4% в 2050 году эквивалентно уменьшению годовых темпов роста ВВП приблизительно на 0,1 процентного пункта.

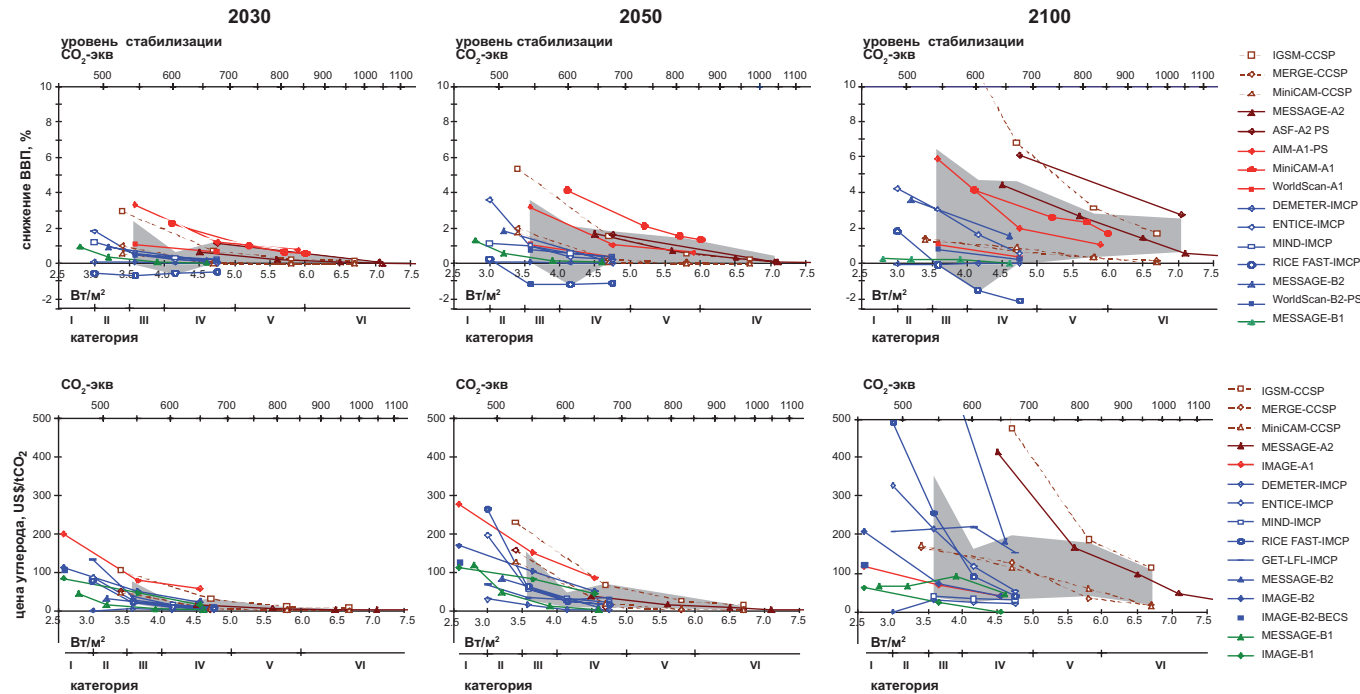


Рис. TS.9. Взаимосвязь между затратами на смягчение последствий и долгосрочными целями по стабилизации (радиационное воздействие по сравнению с доиндустриальным уровнем, Вт/м² и CO₂-эквивалентные концентрации) [Figure 3.25].

Примечание: На панелях указаны затраты, измеренные как снижение ВВП в процентах (вверху) и цена углерода (внизу). Панели слева относятся к 2030 году, в середине – к 2050 году, справа – к 2100 году. Отдельные цветные линии обозначают избранные исследования с репрезентативной динамикой затрат от очень высоких до очень низких оценок. Сценарии из моделей, построенных на схожих базовых допущениях, показаны одним цветом. Серый затухающий участок соответствует 80-му процентилю сценариев ТДО и после ТДО. Сплошные линии означают репрезентативные сценарии, учитывающие все радиационно-активные газы. Пунктирные линии означают сценарии с множеством газов, где цель определена шестью газами Киотского протокола (в других таких сценариях учитываются все радиационно-активные газы). Сценарии стабилизации концентрации углекислого газа добавлены на основании взаимосвязи между концентрацией углекислого газа и целями по радиационному воздействию, приведенными на рис. 3.16.

Подход, учитывающий множество газов, и включение стоков углерода обычно существенно снижают затраты по сравнению с вариантом, когда речь идет только о сокращении выбросов CO₂. Глобальные средние затраты на стабилизацию - неопределенные, потому что допущения о базовых уровнях и вариантах смягчения последствий в моделях сильно варьируются и оказывают сильное влияние. Для некоторых стран, секторов или более коротких периодов времени затраты могут значительно отличаться от глобального и долгосрочного среднего (*высокая степень согласия, много доказательств*) [3.3.5].

Последние исследования по стабилизации показали, что варианты смягчения последствий, связанные с землепользованием (как с учетом CO₂, так и без учета CO₂), обеспечивают экономически эффективную гибкость уменьшения последствий в достижении целей по стабилизации на 2100 год. В некоторых сценариях для стабилизации важное значение имеет активизация потребления коммерческой энергии биомассы (твердого и жидкого топлива), что дает 5-30% совокупного уменьшения последствий и потенциально 10-25% суммарной первичной энергии за столетие, особенно как стратегия обеспечения чистых отрицательных выбросов, в которой энергия биомассы объединена с улавливанием и хранением CO₂.

Выбор базового сценария имеет решающее значение для определения характера стабилизации и затрат на нее. Это влияние обусловлено, главным образом, разными допущениями о техническом прогрессе в базовых сценариях.

Роль технологий

Практически все сценарии предполагают, что на протяжении текущего столетия происходят технологические и структурные изменения, что приводит к относительному сокращению выбросов по сравнению с гипотетическим случаем попытки «удержать» влияние интенсивности выбросов на ВВП и на экономические структуры на том же уровне, что сегодня [Chapter 2, Section 2.9.1.3].

В базовых сценариях обычно предполагается значительный технический прогресс и распространение новых и передовых технологий. В сценариях смягчения последствий присутствует дополнительный технический прогресс, «вызванный» различными политическими и другими мерами. В сценариях долгосрочной стабилизации подчеркивается значение усовершенствования технологии, передовых технологий, обучения на опыте и эндогенных технологических изменений как для достижения целей по стабилизации, так и для сокращения затрат. В то время как

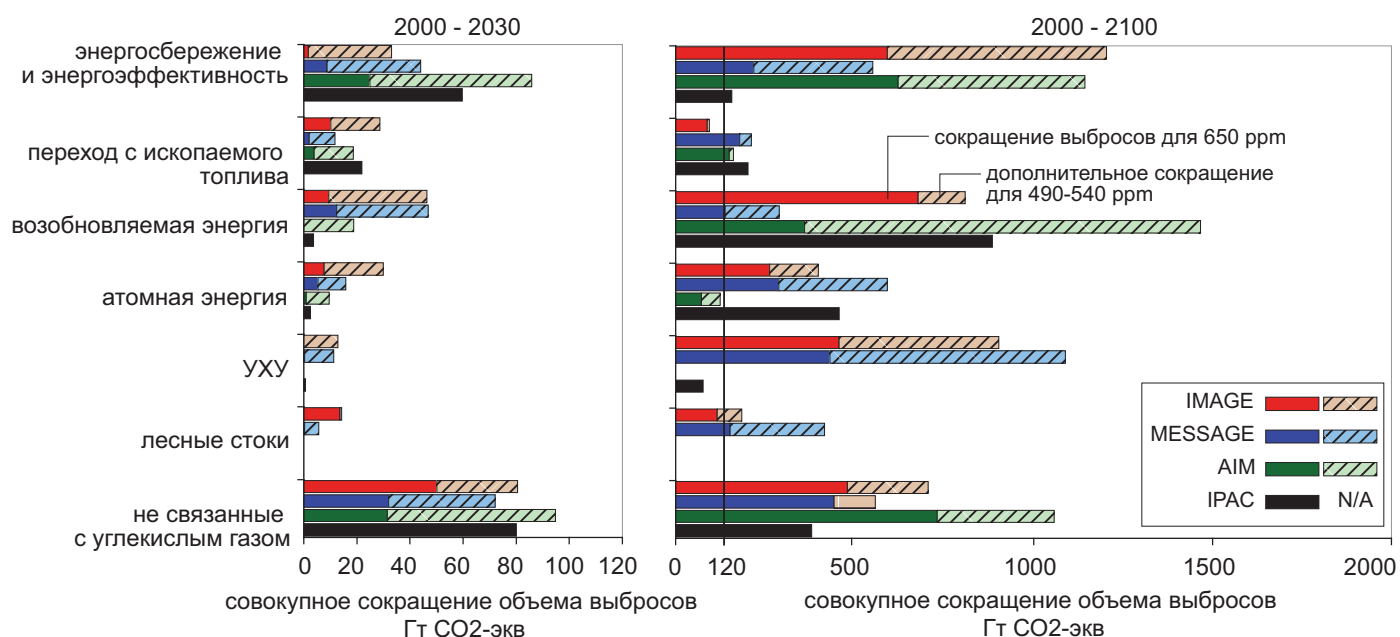


Рис. TS.10. Совокупное снижение выбросов для альтернативных мер по смягчению последствий на 2000-2030 гг. (левая панель) и на 2000-2100 гг. (правая панель). На рисунке показаны иллюстративные сценарии из четырёх моделей (AIM, IMAGE, IPAC и MESSAGE), целью которых является стабилизация на низких уровнях (490-540 ppm CO₂-экв) и на промежуточных уровнях (650 ppm CO₂-экв) соответственно. Тёмные полосы обозначают снижение для цели 650 ppm CO₂-экв, а светлые – дополнительное снижение для достижения уровня 490-540 ppm CO₂-экв. Отметим, что в некоторых моделях не учитывается смягчение последствий посредством расширения лесных стоков (AIM и IPAC) или УХУ (AIM) и что доля возможностей энергетики с низкой углеродоёмкостью в общей структуре энергоснабжения также определяется включением этих инструментов в базовые условия. УХУ включает улавливание и хранение углерода из биомассы. Лесные стоки включают сокращение выбросов от обезлесения. [Figure 3.23]

в большинстве литературы совершенствование технологий и использование новейших технологий предусмотрены в сценариях в значительной степени на экзогенной основе, в новой литературе освещено обучение на опыте и эндогенный технический прогресс. Эти более новые сценарии демонстрируют более значительные выгоды заблаговременных мер, так как в моделях подразумевается, что заблаговременное внедрение технологий приводит к преимуществам в обучении и к сокращению затрат (*высокая степень согласия, много доказательств*) [3.4].

Разные категории сценариев также отражают разное влияние мер по смягчению последствий. Вместе с тем, во всех сценариях стабилизации проходит общая идея о том, что 60-80% всего сокращения выбросов будет обеспечено энергетикой и промышленностью. Остальные 30-40% будет приходиться на долю других газов, нежели CO₂, и землепользования (иллюстративные примеры см. на рис. TS. 10). Новые исследования, где изучаются более жесткие уровни стабилизации, показывают, что необходим более обширный портфель технологий. Они могут включать атомную энергетику, улавливание и хранение углерода (УХУ) и биоэнергетику с улавливанием с геологическим хранением углерода (БЭХУ) (*высокая степень согласия, много доказательств*) [3.3.5].

Смягчение и адаптация в свете последствий изменения климата и принятия решений при неопределенностях

Обеспокоенность в отношении основных неопределенностей и идею о том, что такое опасное изменение климата, будет влиять на решения о долгосрочных целях изменения климата и, следовательно, на пути смягчения последствий. Ключевые уязвимости пересекают разные антропогенные и естественные системы и существуют на разных уровнях изменения температуры. Более жесткие сценарии стабилизации достигают более жестких климатических целей и снижают риск возникновения основных неопределенностей, связанных с изменением климата. Используя «наилучшую оценку» чувствительности климата¹², наиболее жесткие сценарии (со стабилизацией на уровне 445–490 ppm CO₂-экв) могли бы ограничить повышение глобальной средней температуры величиной 2–2,4°C по сравнению с доиндустриальным уровнем, при равновесии, требуя, чтобы выбросы достигли пика в течение 10 лет, а к 2050 году составили около 50% от нынешнего уровня. Сценарии стабилизации на уровне 535–590 ppm CO₂-экв могли бы ограничить рост величиной 2,8–3,2°C по сравнению с доиндустриальным уровнем, а сценарии стабилизации на уровне 590–710 ppm CO₂-экв - величиной 3,2–4°C, требуя, чтобы выбросы достигли пика соответственно в следующие 25 и 55 лет (см. рис. TS.11) [3.3, 3.5].

⁹ Чувствительность климата в равновесном состоянии является мерой реакции климатической системы на устойчивое радиационное воздействие. Она не прогнозируется, а определяется как глобальное среднее поверхностное потепление после удвоения концентрации углекислого газа [AR4 WGI SPM].

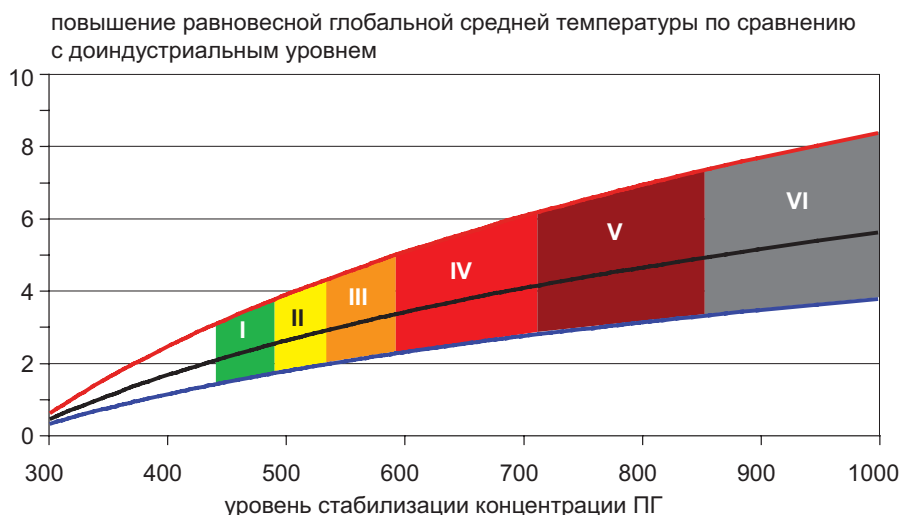


Рис. TS.11. Категории сценариев стабилизации согласно рис. TS.8 (цветные полосы) и их связь с изменением глобальной средней температуры при равновесии по сравнению с доиндустриальной температурой [Figure 3.38].

Примечания: средняя черная линия – «наилучшая оценка» чувствительности климата, 3°C; верхняя красная линия – верхняя граница диапазона вероятности чувствительности климата 4,5°C; нижняя синяя линия – нижняя граница диапазона вероятности чувствительности климата 2°C. Цветные участки обозначают диапазоны концентрации при стабилизации ПГ в атмосфере, соответствующие категориям сценариев стабилизации I – VI, приведенным в табл. TS.2.

Риск повышения чувствительности климата увеличивает вероятность превышения порога конкретных основных уязвимостей. Сценарии выбросов, которые вызывают временное превышение потолков концентрации, могут в течение столетия привести к повышению темпов изменения климата и увеличить вероятность превышения порогов основных уязвимостей. Результаты исследований влияния углеродного цикла и климатических обратных связей показывают, что вышеупомянутые уровни концентрации и связанное с ними потепление по данным сценариям выбросов, возможно, были недооценены. При более высокой чувствительности климата для достижения того же уровня концентрации необходимы более заблаговременные и более строгие меры по смягчению последствий.

Принятие решений о необходимом уровне смягчения последствий представляет собой итеративный процесс управления рисками, в котором учитываются инвестиции в смягчение и адаптацию, сопутствующие выгоды принятия решений относительно изменения климата и ущерб, причиненный изменением климата. Этот процесс переплетен с решениями об устойчивости, справедливости и путях развития. Анализ затрат и выгод, как один из возможных инструментов, направлен на количественное определение ущерба от изменения климата в денежном выражении (как общественная стоимость углерода (ОСУ) или ущерб, дисконтированный по времени). Из-за больших неопределенностей и сложностей в количественном определении нерыночного ущерба оценить ОСУ с уверенностью все еще трудно. Результаты зависят от большого числа нормативных и эмпирических допущений, которые с определенностью не известны. Ограниченные и ранние результаты комплексного анализа затрат и выгод смягчения последствий показывают, что они широко сопоставимы

по порядку величины, но еще не позволяют однозначно определить ту траекторию выбросов или тот уровень стабилизации, где выгоды превышают затраты. Комплексная оценка экономических затрат и выгод различных путей смягчения последствий показывает, что экономически оптимальные сроки и уровень смягчения зависят от неопределенной формы и характера предполагаемой кривой стоимости ущерба от изменения климата.

Проиллюстрируем эту зависимость:

- если кривая стоимости ущерба от изменения климата возрастает медленно и регулярно и если есть достаточное предвидение (что увеличивает потенциал своевременной адаптации), то экономически оправдано более позднее и менее интенсивное смягчение последствий;
- если кривая стоимости ущерба возрастает резко или содержит нелинейные участки (например, пороги уязвимости или даже незначительную вероятность катастрофических событий), то экономически оправдано более раннее и более интенсивное смягчение. (*высокая степень согласия, много доказательств*) [3.6.1].

Связи между краткосрочной и долгосрочной перспективой

Для любой выбранной цели по стабилизации ПГ можно принимать краткосрочные решения в отношении возможностей смягчения, чтобы содействовать поддержанию согласованной траектории выбросов в некотором диапазоне долгосрочных целей по стабилизации. Моделирование в масштабах экономики долгосрочных целей по глобальной стабилизации может способствовать обоснованию краткосрочных вариантов смягчения. Обобщение результатов кратко- и долгосрочных моделей,

использующих сценарии с целями стабилизации в диапазоне 3–5 Вт/м² (категории II-III), показывает, что в 2030 году при ценах углерода менее 20 долларов за т CO₂-экв можно ожидать сокращения выбросов на 9-18 Гт CO₂-экв/год для всех парниковых газов. При ценах углерода меньше 50 долл./т CO₂-экв этот диапазон составляет 14–23 Гт CO₂-экв/год, а при ценах меньше 100 долл./т CO₂-экв – 17-26 Гт CO₂-экв/год (*высокая степень согласия, много доказательств*).

В отношении сообщаемых предельных затрат следует помнить три важных момента. Во-первых, эти сценарии смягчения предполагают полную гибкость в плане «что» и «где»; т.е. имеет место полная заменяемость среди ПГ, а сокращение выбросов происходит в любом месте земного шара, как только модели начинают анализ. Во-вторых, предельные затраты на обеспечение этих уровней смягчения последствий на временном горизонте после 2030 года увеличиваются. В-третьих, на уровне секторов экономики потенциал сокращения выбросов всех ПГ значительно варьируется в зависимости от различных сценариев моделей (*высокая степень согласия, много доказательств*) [3.6.2].

Управление рисками, или метод «хеджирования», может помочь политикам продвигать решения о смягчении последствий в отсутствие долгосрочной цели и перед лицом значительных неопределенностей, связанных с затратами на смягчение, эффективностью адаптации и отрицательными последствиями изменения климата. Степень и сроки желательной стратегии хеджирования будут зависеть от ставок, обстоятельств и отношения обществ к рискам, например, по отношению к рискам резкого изменения в геофизических системах и других основных неопределенностей. Существует целый ряд различных комплексных методов оценки выгод от смягчения последствий в контексте политических решений, связанных с такими долгосрочными климатическими целями. По мере появления новой информации будет достаточная возможность для изучения и внесения промежуточных изменений. При этом действия в краткосрочной перспективе в значительной степени будут определять долгосрочную глобальную среднюю температуру и, следовательно, то, каких соответствующих последствий изменения климата можно избежать. Отложенное сокращение выбросов приводит к тому, что инвестиции запираются в той инфраструктуре и путях развития, для которых характерна более высокая интенсивность выбросов. Это значительно ограничивает возможности достижения более низких уровней стабилизации и увеличивает риск ужесточения последствий изменения климата. Поэтому анализ краткосрочных решений не следует отделять от анализа, в котором рассматриваются долгосрочные результаты изменения климата (*высокая степень согласия, много доказательств*) [3.6; 3.5.2].

4 Энергоснабжение

Положение дел в секторе и развитие до 2030 года

Глобальная потребность в энергии продолжает расти, но с региональными различиями. Среднегодовой рост глобального потребления первичной энергии в период 1990-2004 гг. составил 1,4%. Это ниже, чем в предыдущие два десятилетия, из-за экономического перехода в странах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии, однако сейчас энергопотребление в этом регионе вновь растет (рис. TS.12) (*высокая степень согласия, много доказательств*) [4.2.1].

Во многих развивающихся странах наблюдается быстрый рост энергопотребления на душу населения. Самый низкий уровень этого показателя – в Африке. Повышение цен на нефть и газ препятствует доступу к энергии, справедливости и устойчивому развитию беднейших стран и мешает достижению целей по уменьшению бедности, что, в свою очередь, предполагает улучшение доступа к электричеству, современным видам топлива для кулинарии и отопления и транспорту (*высокая степень согласия, много доказательств*) [4.2.4].

Суммарное потребление ископаемых видов топлива в последние три десятилетия неуклонно возросло. Потребление атомной энергии продолжало увеличиваться, хотя и более медленными темпами, чем в 1980-х годах. Потребление гидро- и геотермальной энергии находится на относительно постоянном уровне. За период с 1970 по 2004 г. доля ископаемых видов топлива упала с 86% до 81%. Самыми быстрыми темпами растет потребление ветровой и солнечной энергии, но по сравнению с очень небольшой базой (рис. TS.13) (*высокая степень согласия, много доказательств*) [4.2].

В большинстве сценариев, предполагающих обычное течение дел, отмечается продолжающийся рост численности мирового населения (хотя и более низкими темпами, чем предсказывалось несколько десятилетий назад) и ВВП, что ведет к значительному росту потребности в энергии. Высокие темпы роста потребности в энергии в Азии (3,2% в год за 1990-2004 гг.), по проекциям, сохранятся и будут удовлетворяться в основном ископаемыми видами топлива (*высокая степень согласия, много доказательств*) [4.2].

Абсолютный дефицит ископаемого топлива на глобальном уровне не является существенным фактором, когда учитывается смягчение последствий изменения климата. Добыча природной нефти в конечном итоге достигнет пика, но точно не известно, когда и какие это вызовет последствия. В природном газе содержится больше энергии, чем в природной нефти, но, как и энергия,

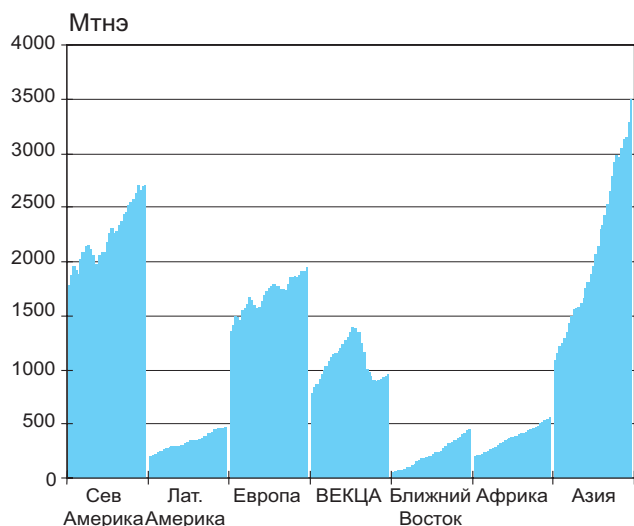


Рис. TS.12. Годовое потребление первичной энергии, включая традиционную биомассу, за 1971-2003 гг. [Figure 4.2].

Примечание: 1000 Мтнэ = 42 ЭДж.

содержащаяся в нефти, она не распределена равномерно по земному шару. В будущем отсутствие надежности поставок нефти и газа для потребляющих государств может стимулировать сдвиг в сторону угля, атомной энергии и (или) возобновляемой энергии. Имеет также место тенденция к увеличению использования более эффективных и удобных энергоносителей (*электричества, жидких и газообразных видов топлива*) вместо твердых (*высокая степень согласия, много доказательств*) [4.3.1].

Во всех регионах мира со времени Третьего доклада об оценках (ТДО) усилился акцент на надежность энергоснабжения. При этом сократились инвестиции в инфраструктуру, повысился глобальный спрос, возросла политическая нестабильность в основных районах, усилились угрозы конфликтов, терроризма и экстремальных метеорологических явлений. Новые инвестиции в инфраструктуру энергетики в развивающихся странах и наращивание мощностей в развитых государствах открывают окно возможности для использования сопутствующих выгод от выбора в структуре энергетики с целью сокращения выбросов ПГ по сравнению с уровнем, на котором они находились бы в противном случае (*высокая степень согласия, много доказательств*) [4.2.4; 4.1].

Загадкой для многих правительств стало то, как лучше всего удовлетворять постоянно растущую потребность в надежных энергетических услугах, ограничивая при этом экономические затраты их составляющими, обеспечивая энергобезопасность, уменьшая зависимость от импортных источников энергии и сводя к минимуму выбросы сопутствующих ПГ и других загрязняющих веществ. Выбор систем энергоснабжения для каждого региона мира будет зависеть от их развития, существующей инфраструктуры и местных сравнительных затрат на доступные энергоресурсы (*высокая степень согласия, много доказательств*) [4.1].

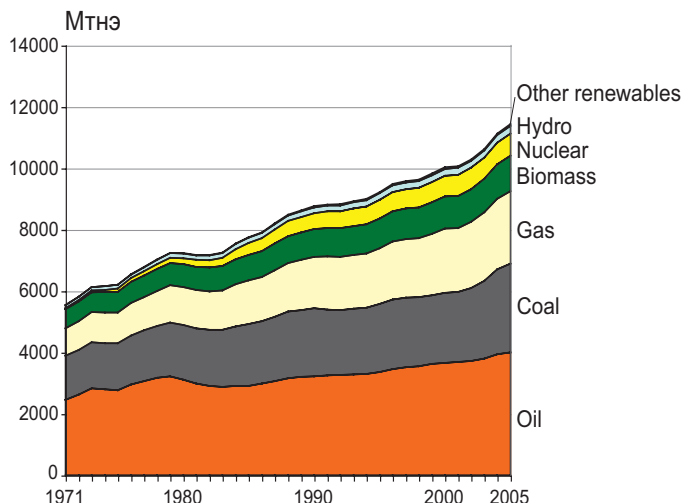


Рис. TS.13. Потребление первичной энергии в мире по видам топлива [Figure 4.5]

Если цены на ископаемое топливо останутся высокими, то спрос может временно снизиться до тех пор, пока не начнется коммерческая разработка других углеводородных запасов в форме нефтеносных песков, нефтеносных сланцев, углежидкостных и газожидкостных смесей и т.д. Если это произойдет, выбросы увеличатся еще больше по мере повышения углеродоемкости, если не применить меры по улавливанию и хранению углекислого газа (УХУ). Из-за усиливающихся опасений в плане надежности энергоснабжения и недавних повышений цен на газ растет интерес к новым, более эффективным электростанциям, работающим на угле. Критический момент для будущих выбросов ПГ – как быстро новые угольные электростанции будут оснащены технологией УХУ, которая увеличит стоимость электроэнергии. Является ли строительство «готовых к улавливанию» электростанций экономически более эффективным, чем модернизация старых или строительство новых электростанций, оснащенных средствами УХУ, – это зависит от экономических и технических допущений. Сохраняющиеся высокие цены на ископаемое топливо могут также стимулировать увеличение потребления атомной и (или) возобновляемой энергии, хотя изменчивость цен будет сдерживающим моментом для инвесторов. Опасения в отношении безопасности, распространения оружия и отходов остаются ограничениями для атомной энергетики. Со временем свой вклад в качестве энергоносителя с низким уровнем выбросов углерода может внести водород, в зависимости от источника водорода и успешного внедрения УХУ для производства водорода из углерода или газа. Возобновляемую энергию необходимо либо использовать на распределенной основе, либо сосредоточивать для удовлетворения больших потребностей в энергии городов и отраслей промышленности, потому что, в отличие от источников ископаемого топлива, источники возобновляемой энергии широко распределены, а энергетическая отдача в расчете

на используемую площадь мала (средняя степень согласия, средний объем доказательств) [4.3].

Если потребность в энергии продолжит расти по нынешней траектории, то для улучшения инфраструктуры и преобразовательной системы к 2030 году потребуются совокупных инвестиций на общую сумму свыше 20 трлн. (20×10^{12}) долларов в ценах 2005 года. Для сравнения: суммарные капитальные вложения в глобальной энергетике сейчас составляют 300 млн. (300×10^9) долларов в год (средняя степень согласия, средний объем доказательств) [4.1].

Глобальные и региональные тенденции выбросов

За исключением стран Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии (где выбросы после 1990 года сократились, но сейчас вновь увеличиваются), а также Европы (в настоящее время уровень стабильный), выбросы углерода продолжали возрастать. Выбросы в обычном порядке до 2030 года значительно увеличатся. Без эффективных политических действий глобальные выбросы CO₂ за счет сгорания ископаемых видов топлива, по прогнозам, увеличатся минимум более чем на 40%, приблизительно с 25 Гт CO₂-экв/год (6,6 Гт C-экв) в 2000 году до 37–53 Гт CO₂-экв/год (10–14 Гт C-экв) к 2030 году [4.2.3].

В 2004 году выбросы только от производства электроэнергии и теплоснабжения составили 12,7 Гт CO₂-экв (26% общего объема выбросов), в том числе 2,2 Гт CO₂-экв от CH₄. В 2030 году, согласно базовому сценарию Всемирной энергетической перспективы на 2006 год, эта цифра возрастет до 17,7 Гт CO₂-экв (высокая степень согласия, много доказательств) [4.2.2].

Описание и оценка технологий, практики, вариантов, потенциалов смягчения последствий и затрат на смягчение последствий в секторе производства электроэнергии

Сектор производства электроэнергии обладает значительным потенциалом смягчения последствий с помощью широкого спектра технологий (табл. TS.3). Экономический потенциал смягчения, характерный для каждой отдельной технологии, основан на том, что могло бы быть реалистичным ожиданием внедрения различных технологий с приложением всех усилий, но с учетом практических ограничений скорости поглощения, принятия общественностью, развития возможностей и освоения в производстве. Конкуренция между вариантами, влияние экономии энергии в конечном потреблении и повышение эффективности не учитываются [4.4].

Имеется широкий спектр вариантов смягчения последствий в энергоснабжении, причем экономически эффективных, где цена углерода меньше 20 долларов за

тонну CO₂. УХУ станет экономически эффективным при более высоких ценах углерода. Среди других вариантов, которые еще разрабатываются, - усовершенствованная атомная энергия, усовершенствованные возобновляемые источники энергии, биотопливо второго поколения и, в более отдаленной перспективе, возможное использование водорода в качестве энергоносителя (высокая степень согласия, много доказательств) [4.3, 4.4].

Поскольку приведенные в табл. TS.3 оценки относятся к потенциалам смягчения отдельных вариантов, без учета фактической структуры энергоснабжения, то складывать их нельзя. Поэтому был проведен дополнительный анализ структуры энергоснабжения во избежание двойного счета. Для этого анализа было предположено, что мощности тепловой генерации электроэнергии будут постепенно заменяться и что будут строиться новые электростанции для удовлетворения спроса, при следующих условиях:

- 1) Для 20% угольных электростанций предполагался переход с угля на газ, поскольку это самый дешевый вариант.
- 2) Замена действующих электростанций, работающих на ископаемом топливе, и строительство новых электростанций до 2030 года для удовлетворения растущей потребности в электроэнергии были разделены между эффективными электростанциями на ископаемом топливе, возобновляемыми источниками энергии, атомной энергией и электростанциями, работающими на угле и газе с УХУ. Досрочного вывода из эксплуатации электростанций или незадействованных активов не предполагалось.
- 3) Технологии с низкими или нулевыми выбросами углерода используются пропорционально их ориентировочным максимальным долям в производстве электроэнергии в 2030 году. Данные об этих долях взяты из литературы, с учетом наличия ресурсов, относительных затрат и изменчивости предложения, связанного с проблемами прерывистости в электрической сети, и дифференцированы по уровню цен углерода.

Полученный в результате экономический потенциал смягчения последствий в секторе энергоснабжения на 2030 год за счет повышения КПД теплоэлектростанций, смены топлива и более широкого внедрения атомной энергии, возобновляемой энергии, смены топлива и УХУ для удовлетворения растущего спроса составляет около 7,2 Гт CO₂-экв при ценах углерода <100 долларов за тонну CO₂-экв. При ценах <20 долларов за тонну CO₂-экв потенциал сокращения оценивается цифрой 3,9 Гт CO₂-экв (табл. TS.4). При этом уровне цен углерода доля возобновляемой энергии в производстве электроэнергии повысилась бы с 20% в 2010 году приблизительно до 30% в 2030 году. При ценах углерода <50 долларов за тонну CO₂-экв эта доля повысилась бы до 35%. Доля атомной энергии при ценах углерода <50 долларов за тонну CO₂-экв составила бы в 2030 году около 18%.

Табл. TS.3. Потенциальные выбросы ПГ, предотвращенные к 2030 году, для избранных технологий смягчения последствий в производстве электроэнергии (сверх базового сценария Всемирной энергетической перспективы МЭА (2004)), учитываемые по отдельности, с распределением ориентировочной доли потенциала смягчения по каждому диапазону затрат (2006, долларов США на 1 т CO₂-экв) [Table 4.19].

	Региональ-ные группы	Потенциал смягчения; общий объем выбросов, предотвращенных к 2030 г. (ГтCO ₂ -экв) CO ₂ -экв)	Потенциал смягчения (%) для конкретных диапазонов цены углерода (долларов США за 1 т CO ₂ -экв, выброс которой удалось предотвратить ^{b)})				
			<0	0-20	20-50	50-100	>100
Смена топлива и кпд установок	ОЭСР ^{a)}	0,39		100			
	СПЭ ^{b)}	0,04		100			
	Не ОЭСР	0,64		100			
	Весь мир	1,07					
Атомная энергия	ОЭСР	0,93	50	50			
	СПЭ	0,23	50	50			
	Не ОЭСР	0,72	50	50			
	Весь мир	1,88					
Гидро-энергия	ОЭСР	0,39	85	15			
	СПЭ	0,00					
	Не ОЭСР	0,48	25	35	40		
	Весь мир	0,87					
Энергия ветра	ОЭСР	0,45	35	40	25		
	СПЭ	0,06	35	45	20		
	Не ОЭСР	0,42	35	50	15		
	Весь мир	0,93					
Биоэнергия	ОЭСР	0,20	20	25	40	15	
	СПЭ	0,07	20	25	40	15	
	Не ОЭСР	0,95	20	30	45	5	
	Весь мир	1,22					
Геотермаль-ная энергия	ОЭСР	0,09	35	40	25		
	СПЭ	0,03	35	45	20		
	Не ОЭСР	0,31	35	50	15		
	Весь мир	0,43					
Солнечная фотоэлектрическая и концентрированная солнечная энергия	ОЭСР	0,03				20	80
	СПЭ	0,01				20	80
	Не ОЭСР	0,21				25	75
	Весь мир	0,25					
УХУ+уголь	ОЭСР	0,28			100		
	СПЭ	0,01			100		
	Не ОЭСР	0,20			100		
	Весь мир	0,49					
УХУ+уголь	ОЭСР	0,09			30	100	
	СПЭ	0,04				70	
	Не ОЭСР	0,19				100	
	Весь мир	0,32					

Примечания:

a) Организация экономического сотрудничества и развития

b) Страны с переходной экономикой

Для оценки экономического потенциала были приняты максимальные технические доли использования технологий с низкими и нулевыми выбросами углерода, поэтому оценка находится на верхней границе широкого диапазона, приведенного в литературе. Если, к примеру, будет достигнуто только 70% предполагаемых долей, то потенциал смягчения при ценах углерода <100 долларов за 1 тонну CO₂-экв будет уменьшен почти наполовину. Потенциальная экономия потребности в электроэнергии в секторах конечного потребления снижает потребность в мерах по смягчению в электроэнергетике. Если учесть влияние на потребность в электроэнергии мер по смягчению в строительстве и промышленности (очерченных в главе 11), то мы получим для сектора энергоснабжения меньший

потенциал смягчения, чем приведенная здесь отдельная цифра (*средняя степень согласия, ограниченный объем доказательств*) [4.4].

Взаимодействие вариантов смягчения с уязвимостью и адаптацией

Многие энергетические системы сами уязвимы к изменению климата. Морские и прибрежные нефте- и газодобывающие системы, работающие на ископаемом топливе, уязвимы к экстремальным метеорологическим явлениям. Охлаждение традиционных и атомных электростанций может стать проблематичным, если речная вода будет более теплой. Изменение климата

Табл. TS.4. Проекция повышения потребности в энергии с 2010 по 2030 год, удовлетворяемого за счет новых, более эффективных дополнительных и заменяющих станций, и полученный в результате потенциал смягчения сверх базового сценария Всемирной энергетической перспективы на 2004 год [Table 4.20].

	Кпд электростанций к 2030 г. (на основе IEA 2004a) ^a (%)	Существующая структура производства электроэнергии в 2010 году ТВт-ч	Производство на дополнительных станциях к 2030 г. ТВт-ч	Производство на новых станциях, заменяющих старые, существующие в 2010 г. станции, к 2030 г. ТВт-ч	Структура производства в целом на новых и заменяющих станциях, построенных к 2030 году, включая УХУ, при разных ценах углерода prices (долл./тCO ₂ -экв) ^b			Общее количество ГтCO ₂ -экв, выброса которого удалось избежать путем смены топлива, УХУ и замены части производства энергии на основе ископаемого топлива низкоуглеродными вариантами – энергией ветра, солнечной энергией, геотермальной энергией, гидроэнергией, атомной энергией и энергией биомассы		
					<20 долл./ ТВт-ч	<50 долл./ ТВт-ч	<100 долл./ ТВт-ч	<20 долл./т	<50 долл./т	<100 долл./т
ОЭСР		11,302	2942	4521	7463			1,58	2,58	2,66
Уголь	41	4079	657	1632	899	121	0	0,32	0,42	0,49
Нефть	40	472	-163С	189	13	2	0			
Газ	48	2374	1771	950	1793	637	458			
Атомная энергия	33	2462	-325	985	2084	2084	1777			
Гидроэнергия	100	1402	127	561	1295	1295	1111			
Биомасса	28	237	168	95	263	499	509			
Другая возобновляемая УХУ	63	276	707	110	1116	1544	1526			
					0	1282	2082			
ОЭСР		1746	722	698	1420			2,06	3,44	4,08
Уголь	32	381	13	152	72	46	29			
Нефть	29	69	-8	28	11	7	4			
Газ	39	652	672	261	537	357	240			
Атомная энергия	33	292	-20	117	442	442	442			
Гидроэнергия	100	338	35	135	170	170	170			
Биомасса	48	4	7	2	47	109	121			
Другая возобновляемая УХУ	36	10	23	4	142	167	191			
					0	123	222			
Non-ОЭСР/EIT		7137	7807	2855	10662			3,95	6,44	7,22
Уголь	38	3232	3729	1293	2807	1697	1133			
Нефть	38	646	166	258	297	179	120			
Газ	46	1401	2459	560	3114	2279	1856			
Атомная энергия	33	231	289	92	1356	1356	1356			
Гидроэнергия	100	1472	874	589	1463	2106	2106			
Биомасса	19	85	126	34	621	1294	1443			
Другая возобновляемая УХУ	28	70	164	28	1004	1154	1303			
					0	596	1345			
ВСЕГО		20185	11471	8074	19545					

Примечания:

- ^{a)} Предполагаемый кпд, рассчитанный по ВЭП 2004 г. (IEA, 2004b) = Выходная мощность (ЭДж)/Расчетная потребляемая мощность (ЭДж). См. Приложение 1, Главу 11.
^{b)} При более высоких ценах углерода более значительную часть производства электроэнергии на основе угля, нефти и газа замещают технологии с низкими и нулевыми выбросами. Поскольку атомная и гидроэнергия конкурентоспособны при цене <20 долларов за тонну CO₂-экв в большинстве регионов (глава 4, табл. 4.4.4), то их доля остается постоянной.
^{c)} Отрицательные данные означают спад объемов производства, учтенный в данном анализе.

может отрицательно сказаться и на возобновляемых энергетических ресурсах (например, на солнечные системы могут повлиять изменения облачности, на производство электроэнергии на ГЭС – изменения в речном стоке, ледниках и таянии снега, на ветроэнергетические системы – изменения в скорости ветра, а урожайность энергетических культур может сократиться из-за засухи и повышения температуры). Некоторые меры по адаптации к изменению климата, например, кондиционирование воздуха и применение водяных насосов, требуют использования энергии и могут способствовать еще большему увеличению выбросов углекислого газа, обуславливая таким образом необходимость принятия дополнительных мер по

смягчению (*высокая степень согласия, ограниченный объем доказательств*) [4.5.5].

Эффективность климатической политики и опыт работы с ней, потенциалы, препятствия, возможности и вопросы реализации

Потребность в незамедлительных краткосрочных действиях с целью оказания сколько-нибудь значительного влияния в долгосрочной перспективе стала очевидной, как и необходимость применения всего спектра политических инструментов, ибо ни один отдельно взятый инструмент не обеспечит крупномасштабного перехода в системах

энергоснабжения на глобальной основе. Технологии крупномасштабного преобразования энергии служат несколько десятилетий, следовательно, их сменяемость составляет всего 1-3% в год. Это значит, что политические решения, принятые сегодня, будут влиять на темпы внедрения технологий, характеризующихся выбросом углерода, в течение нескольких десятилетий. Они будут иметь существенные последствия для путей развития, особенно в быстро развивающемся мире [4.1].

Были задействованы экономические и регуляторные инструменты. Подходы к стимулированию более широкого внедрения низкоуглеродных систем энергоснабжения включают снижение субсидий на ископаемое топливо и стимулирование лидеров в конкретных технологиях путем активного участия правительства в создании рынка (такого, как рынок энергии ветра в Дании и рынок солнечной фотоэлектрической энергии в Японии). Снижение субсидий на ископаемое топливо оказалось трудной задачей, так как оно сталкивается с сопротивлением со стороны заинтересованных кругов. Что касается поддержки проектов возобновляемой электроэнергетики, то льготные тарифы оказались более эффективными, чем системы торговли сертификатами об экологической безопасности, основанные на квотах. Однако при увеличении доли возобновляемых источников в структуре энергоснабжения корректировка таких тарифов становится проблематичной. Системы торговли разрешениями и использование гибких механизмов Киотского протокола, как ожидается, будут существенно способствовать сокращению выбросов (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*) [4.5].

Комплексная и неклиматическая политика и сопутствующие выгоды от политики смягчения последствий

Сопутствующие выгоды от смягчения последствий выбросов ПГ в секторе энергоснабжения могут быть существенными. При применении экономически эффективных мер по энергоэффективности для потребителей сразу же возникает экономическая выгода от более низкой стоимости энергии. Другие сопутствующие выгоды в плане надежности энергоснабжения, технологических инноваций, уменьшения загрязненности воздуха, занятости тоже, как правило, возникают в локальном масштабе. Это особенно верно для возобновляемых источников энергии, которые могут уменьшить зависимость от импорта и во многих случаях сводят к минимуму потери при передаче и расходы на передачу. Электроэнергия, транспортное топливо и тепло, получаемые за счет возобновляемых источников энергии, менее подвержены колебаниям цен, однако во многих случаях их стоимость выше. Поскольку технологии возобновляемой энергии могут быть более трудоемкими, чем традиционные технологии, в расчете на единицу вырабатываемой энергии, то это приводит к росту занятости. Высокие инвестиционные расходы на

новые инфраструктуры энергосистем могут, однако, быть серьезным препятствием для их внедрения.

Развивающиеся страны, продолжающие демонстрировать высокие темпы экономического роста, потребуют значительного расширения энергетических услуг, потребность в которых сейчас удовлетворяется в основном за счет ископаемых топлив. Расширение доступа к современным энергетическим услугам может иметь много преимуществ. Их использование может способствовать улучшению качества воздуха, особенно в крупных городских районах, и привести к сокращению выбросов ПГ. Для удовлетворения растущего потребительского спроса в развивающихся странах к 2030 году нужно будет построить новые электростанции ориентировочной мощностью 2400 ГВт, а также соответствующую инфраструктуру, что потребует инвестиций в объеме около 5 трлн. (5×10^{12}) долларов США. Если их направить как нужно, то такие крупные инвестиции создадут возможности для устойчивого развития. Интеграция политики развития с целями по смягчению последствий выбросов ПГ может принести вышеупомянутые преимущества и способствовать достижению целей развития, касающихся занятости, борьбы с бедностью и справедливости. Анализ возможной политики должен учитывать эти сопутствующие выгоды. При этом, однако, следует вновь заметить, что в конкретных обстоятельствах преследование целей по уменьшению загрязненности воздуха или по энергетической безопасности может привести к росту потребления энергии и к увеличению сопутствующих выбросов ПГ.

Политика либерализации и приватизации с целью развития свободных рынков энергоносителей направлена на обеспечение более широкой конкуренции и снижение потребительских цен, однако в этом отношении она не всегда была успешной, часто приводя к отсутствию капиталовложений и недостаточно бережному отношению к окружающей среде (*высокая степень согласия, много доказательств*) [4.2.4; 4.5.2; 4.5.3; 4.5.4].

Исследования, разработка, внедрение и передача технологий

Инвестиции в НИОКР в сфере энерготехнологий в общем сократились по сравнению с уровнями, достигнутыми в конце 1970-х годов в результате нефтяного кризиса. За период с 1980 до 2002 год государственные инвестиции в НИОКР в сфере энергетики уменьшились в реальном исчислении на 50%. Сейчас уровень повысился, но все равно может быть недостаточным для разработки технологий, необходимых для сокращения выбросов ПГ и удовлетворения растущей потребности в энергии. Потребуется более значительные государственные и частные инвестиции для быстрого внедрения низкоуглеродных энерготехнологий. Придется разрабатывать усовершенствованные технологии преобразования энергии, методы переноса и хранения энергии, развивать услуги по регулированию нагрузки,

комбинированному производству тепловой и электрической энергии и общественные услуги (*высокая степень согласия, ограниченный объем доказательств*) [4.5.6].

Долгосрочная перспектива

И МЭА, и Всемирный энергетический совет прогнозируют рост потребности в первичной энергии к 2050 году на 40-150% по сравнению с сегодняшней потребностью, в зависимости от сценариев роста численности населения, экономического роста и темпов развития технологии. Потребление электроэнергии, как ожидается, увеличится на 110-260%. Обе организации понимают, что сценарии, основанные на обычном ведении дел, не обеспечивают устойчивости. Есть осознание того, что даже при качественном принятии решений и сотрудничестве между государственным и частным секторами для необходимого перехода понадобится время, и чем скорее его начать, тем меньше будут затраты (*высокая степень согласия, много доказательств*) [4.2.3].

5 Транспорт и транспортная инфраструктура

Состояние и развитие сектора

Транспортная деятельность расширяется по всему миру по мере роста экономики. Это особенно верно во многих районах развивающегося мира, где глобализация расширяет

торговые потоки, а растущие личные доходы усиливают спрос на механизированную мобильность. Нынешние транспортные перевозки обеспечиваются в основном двигателями внутреннего сгорания, работающими на легком топливе (95% из 83 ЭДж мирового потребления энергии транспортом в 2004 году). Как следствие, потребление нефти идет вплотную за ростом объемов перевозок. В 2004 году потребление энергии транспортом составило 26% мирового объема потребления энергии. В развитых странах потребление энергии транспортом продолжает расти немногим более, чем на 1% в год; пассажирский транспорт там сейчас потребляет 60-75% от общего объема потребляемой транспортом энергии. В развивающихся странах потребление энергии транспортом растет быстрее (на 3-5% в год) и, по прогнозам, увеличится с 31% мирового потребления энергии транспортом в 2002 г. до 43% в 2025 году [5.2.1, 5.2.2].

В развитых экономиках показатель владения частными автомобилями приближается к 5-8 единицам на каждые десять жителей (рис. Figure TS.14). В развивающемся мире уровни владения автомобилями намного ниже; значительную роль играет немеханизированный транспорт, и люди больше пользуются двух- и трехколесными механизированными транспортными средствами и общественным транспортом. Уровень механизации транспорта в развивающихся странах, однако, как ожидается, в последующие десятилетия быстро возрастет. По мере увеличения доходов и повышения стоимости времени пассажиров последние, как ожидается, будут выбирать более скоростные виды транспорта,

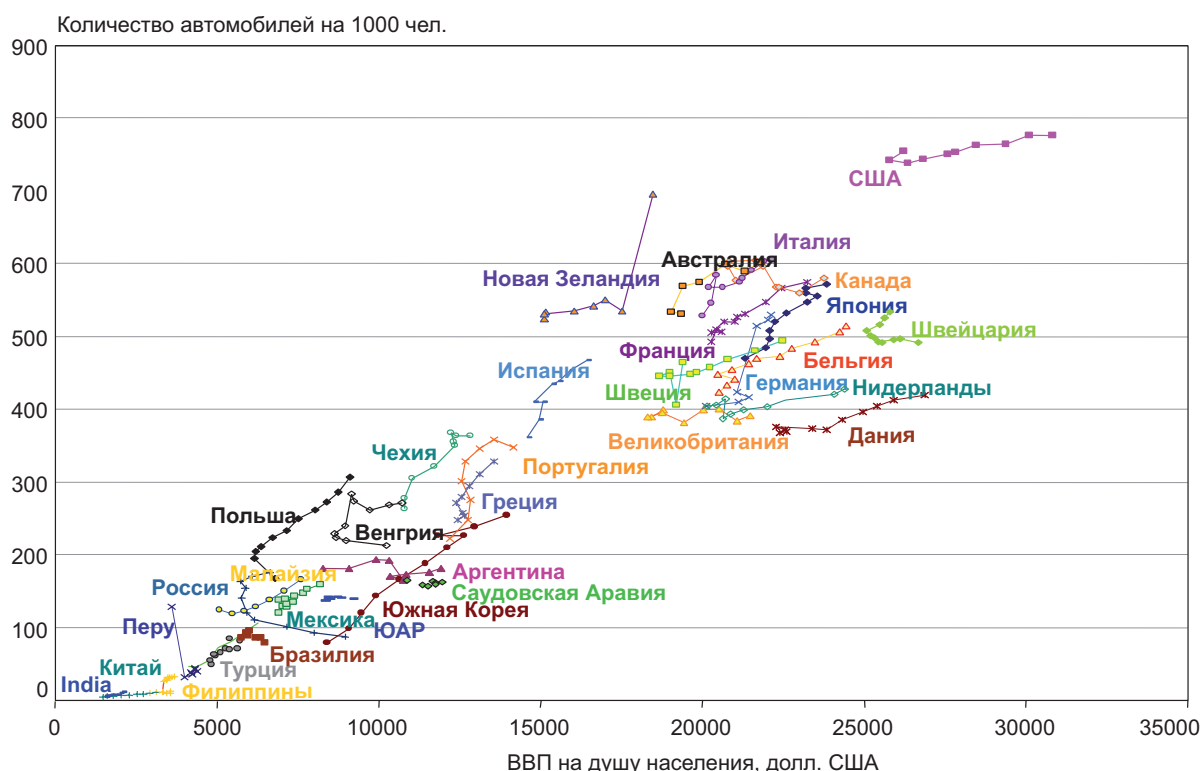


Рис. TS.14. Наличие частных автомобилей и доход на душу населения по странам на временной шкале [Figure 5.2].

Примечание: представлены данные за 1900-2002 годы, однако годы, отраженные на графике, разнятся по странам в зависимости от наличия данных.

перехода с немеханизированного на автомобильный, воздушный и скоростной железнодорожный транспорт. Повышение скорости в большинстве случаев привело к росту энергоемкости и увеличению выбросов ПГ.

Помимо выбросов ПГ механизация транспорта привела к возникновению проблем дорожных пробок и загрязненности воздуха в больших городах всего мира (*высокая степень согласия, много доказательств*) [5.2.1; 5.2.2; 5.5.4].

Тренды выбросов

В 2004 году вклад транспорта в общий объем связанных с энергетикой выбросов ПГ составил около 23%, причем выбросы CO_2 и N_2O составили около 6,3–6,4 Гт CO_2 -экв. Выбросы углекислого газа в транспортном секторе (6,2 Гт CO_2 -экв в 2004 году) с 1990 года увеличились приблизительно на 27%, и темпы роста этого показателя являются наивысшими среди секторов конечного потребления. На долю автомобильного транспорта сейчас приходится 74% общего объема выбросов CO_2 в транспортной сфере. Доля стран, не входящих в ОЭСР, сейчас составляет 36%, и если нынешние тенденции сохранятся, то к 2030 году она быстро увеличится до 46% (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [5.2.2].

Транспортный сектор также является источником выбросов небольших количеств CH_4 и N_2O за счет сгорания топлива и Ф-газов вследствие кондиционирования воздуха в автомобилях. Выбросы CH_4 составляют 0,1–0,3% общего объема выбросов ПГ в сфере транспорта, а выбросы N_2O 2,0–2,8% (все цифры основаны на данных только по США, Японии и ЕС). Выбросы Ф-газов (ХФУ-12, ГФУ-134а, ГХФУ-22) в мире в 2003 году составили 4,9% от общего объема выбросов CO_2 транспортом (*средняя степень согласия, ограниченный объем доказательств*) [5.2.1].

Выбросы CO_2 авиатранспортом в глобальном масштабе возросли приблизительно в 1,5 раза, с 330 Мт CO_2 /год в 1990 году до 480 Мт CO_2 /год в 2000 году, и их доля в общем объеме антропогенных выбросов CO_2 составила около 2%. Выбросы CO_2 авиационным транспортом, согласно проекциям, будут продолжать интенсивно расти. В отсутствие дополнительных мер проектируемое ежегодное повышение топливной экономичности авиатранспорта порядка 1–2% будет в значительной мере сводиться на нет ростом интенсивности движения (приблизительно на 5% ежегодно), в результате чего проектируется рост выбросов на 3–4% в год (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*). Кроме того, общее воздействие авиации на климат более значительно, чем воздействие только одного CO_2 . Авиатранспорт не только испускает CO_2 , но и способствует изменению климата вследствие выбросов оксидов азота (NO_x), которые особенно эффективно образуют парниковый озон при испускании на крейсерских высотах. Самолеты также вызывают образование

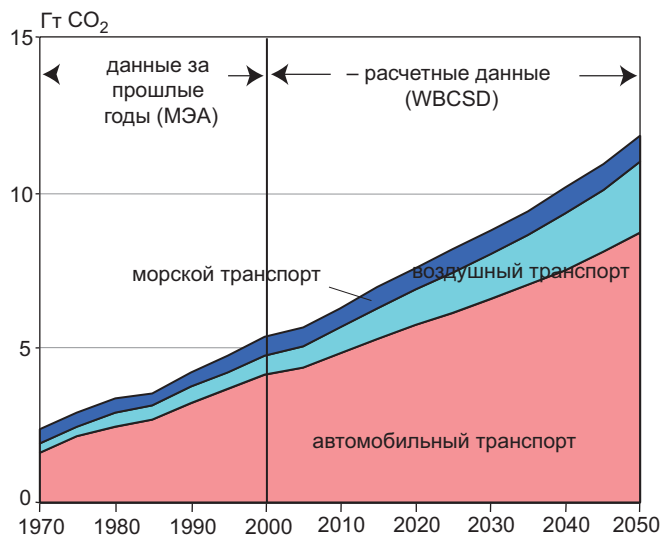


Рис. TS.15. Выбросы CO_2 в транспортном секторе за прошлые годы и согласно проекциям [Figure 5.4].

конденсационных следов, которые, как подозревают, усиливают образование перистых облаков, что дополняет общий эффект глобального потепления. Эти эффекты, по оценкам, в два-четыре раза сильнее, чем эффекты только одного CO_2 , выбрасываемого авиацией, даже без учета потенциального влияния усиления образования перистых облаков. Экологическая эффективность будущей политики смягчения последствий в сфере авиации будет зависеть от степени, в которой будут решаться эти проблемы, не связанные с выбросом CO_2 (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [5.2.1; 5.2.2].

Все вышеупомянутые проекции предполагают, что мировая обеспеченность нефтью будет более чем достаточна для удовлетворения потребностей, связанных с ожидаемым ростом транспортной деятельности. Идут, однако, дебаты о том, приближается ли мир к пику традиционной добычи нефти, который потребует значительного и быстрого перехода на альтернативные источники энергии. Недостатка в альтернативных источниках энергии, таких как нефтеносные пески и нефтеносные сланцы, жидкое топливо на основе угля, биотопливо, электроэнергия и водород, нет. Среди этих альтернатив самое дешевое топливо, наиболее совместимое с существующей транспортной инфраструктурой, можно было бы получить из нетрадиционных ископаемых ресурсов углерода. К сожалению, использование этих ископаемых ресурсов для обеспечения транспорта энергией увеличило бы дальнейшие выбросы углерода и значительно повысило бы ввод углерода в атмосферу [5.2.2; 5.3].

Описание и оценка технологий, практики, вариантов, потенциалов смягчения последствий и затрат на смягчение последствий

Транспорт отличается от других энергопотребляющих секторов своей преобладающей зависимостью от одного

ископаемого ресурса и невозможностью улавливания выбросов углерода на средствах транспорта никакими известными технологиями. Важно также рассматривать сокращение выбросов ПГ в связи с проблемами загрязнения воздуха, дорожных пробок и энергобезопасности (импорта нефти). Поэтому решения должны пытаться оптимизировать смягчение проблем транспорта в целом, а не только проблем выбросов ПГ [5.5.4].

Со времени Третьего доклада об оценках (ТДО) достигнуты значительные успехи в технологиях смягчения последствий, и по всему миру начаты масштабные программы научных исследований, разработок и демонстрации в области транспортных средств на водородных топливных багарах. Кроме того, продолжает оставаться множество возможностей совершенствования традиционных технологий. Биотоплива продолжают занимать важное место на определенных рынках и обладают гораздо большим потенциалом на будущее. Что касается выбросов других газов, кроме CO_2 , то разработаны автомобильные системы кондиционирования воздуха на основе хладагентов с низким ППП [5.3].

Дорожное движение: эффективные технологии и альтернативные виды топлива

Со времени ТДО энергоэффективность дорожных транспортных средств повысилась благодаря успеху на рынке экологически более чистых дизельных двигателей

с прямым впрыском и турбонаддувом (ТПВ), а также вследствие продолжающегося проникновения на рынок многих технологий с повышенной эффективностью; свою роль сыграли и гибридные двигатели, хотя степень их проникновения на рынок в настоящее время мала. Ожидаются дальнейшие технические усовершенствования в гибридных двигателях и дизельных двигателях с ТПВ. Сочетание этих усовершенствований с другими технологиями, включая замену материалов, снижение аэродинамического сопротивления, уменьшение сопротивления качению, уменьшение трения в двигателе и сокращение насосных потерь, может к 2030 году приблизительно удвоить топливную экономичность «новых» легких транспортных средств, благодаря чему выбросы углерода на 1 милю пробега сократились бы приблизительно наполовину (отметим, что это относится только к новым автомобилям, а не является средним значением по парку) (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*) [5.3.1].

Биотоплива обладают потенциалом замены значительной части – но не всего – потребления нефти транспортом. В одном из последних докладов МЭА отмечено, что доля биотоплив может к 2030 году возрасти приблизительно до 10% при цене 25 долларов за тонну CO_2 -экв, что включает незначительный вклад биотоплив, полученных из целлюлозной биомассы. Этот потенциал сильно зависит от эффективности производства, разработки передовых технологий, например, переработки целлюлозы

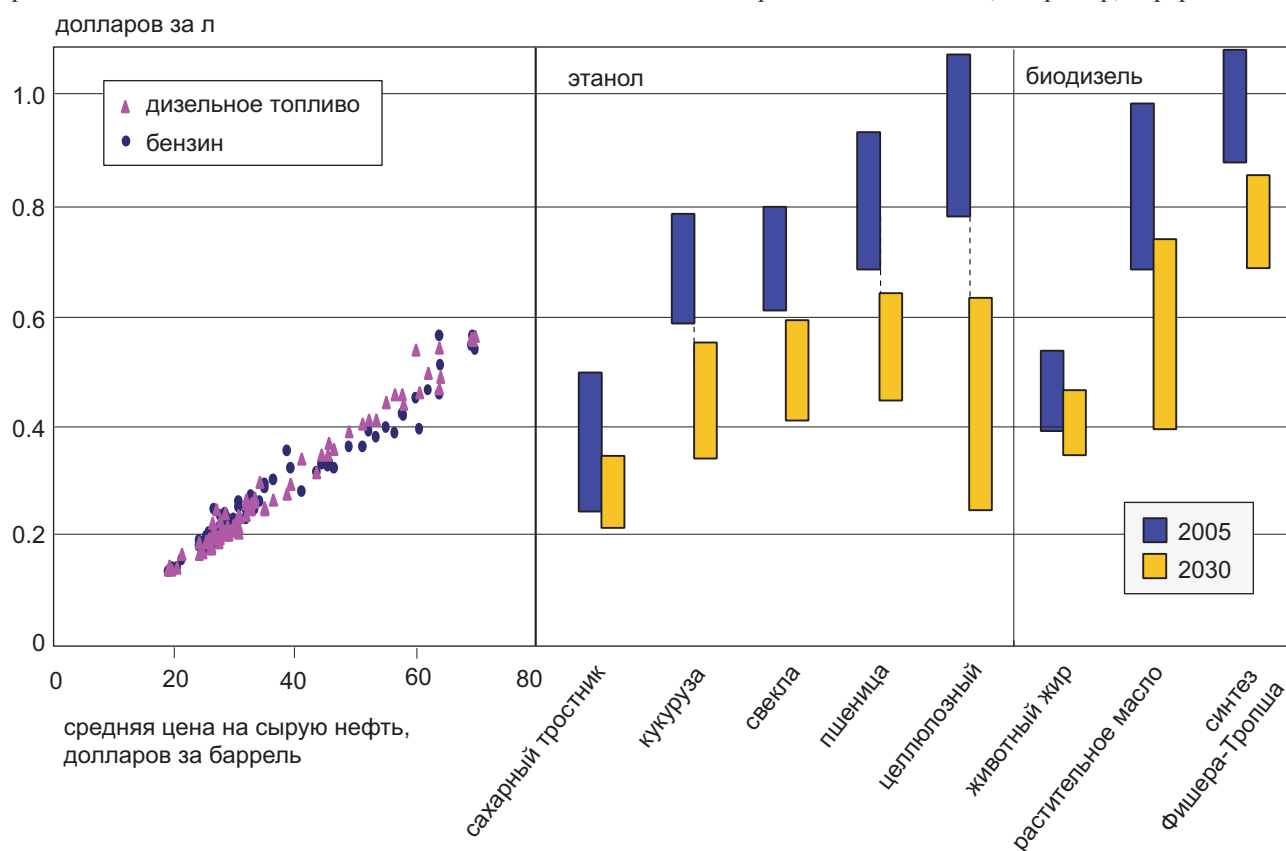


Рис. TS.16. Сравнение текущих и будущих затрат на производство биотоплива в сравнении с заводскими ценами (FOB) на бензин и дизельное топливо в диапазоне цен на сырую нефть [Figure 5.9].

Примечание: цены даны без учета налогов

энзиматическими процессами или путем газификации и синтеза, затрат и конкуренции с другими направлениями землепользования. В настоящее время стоимость и производительность этанола стоочки зрения предотвращения выбросов CO₂ неблагоприятны, за исключением варианта производства из сахарного тростника в странах с низким уровнем заработной платы (рис. TS.16) (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*) [5.3.1].

Экономический и рыночный потенциал водородных транспортных средств остается неопределенным. Электрические транспортные средства с высоким КПД (более 90%), но с малой дальностью пробега и малым временем работы от батарей имеют ограниченную степень проникновения на рынок. Для обоих вариантов выбросы определяются производством водорода и электроэнергии. Если производить водород из угля или газа с УХУ (сейчас это самый дешевый способ) либо из биомассы, солнечной, атомной или ветровой энергии, то сопутствующие выбросы углерода можно было бы почти устранить. Потребовались бы дальнейшие технические усовершенствования в топливных элементах, хранении водорода, производстве водорода или электроэнергии с низким или нулевым уровнем выбросов углерода и батареях и (или) соответствующее снижение затрат (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [5.3.1].

Совокупный потенциал смягчения, которым обладают энергоэффективные меры, применяемые к легким транспортным средствам, в 2030 году составил бы около 0,7–0,8 Гт CO₂-экв при ценах ниже 100 долларов за тонну CO₂. Данных для того, чтобы получить аналогичную оценку для тяжелых транспортных средств, недостаточно. Использование нынешних и новейших видов биотоплива, как упоминалось выше, дало бы в 2030 году дополнительный потенциал смягчения в сумме 600–1500 Мт CO₂-экв при ценах ниже 25 долларов за тонну CO₂ (*низкая степень согласия, ограниченный объем доказательств*) [5.4.2].

Критическая угроза для потенциала будущего сокращения выбросов CO₂ от использования топливосберегающих технологий состоит в том, что с их помощью можно увеличить мощность и габариты автомобилей, но не улучшить общую топливную экономичность и не снизить выбросы углерода. Предпочтение рынком мощности и габаритов поглотило большую часть потенциала уменьшения последствий выбросов ПГ, достигнутого за последние два десятилетия. Если эта тенденция сохранится, это значительно уменьшит потенциал уменьшения последствий выбросов ПГ, которым обладают вышеописанные передовые технологии (*высокая степень согласия, много доказательств*) [5.2; 5.3].

Воздушный транспорт

Топливную экономичность гражданской авиации можно повысить самыми разными средствами, включая технологию, эксплуатацию и управление воздушным движением. Технологические усовершенствования

могут обеспечить к 2015 году повышение топливной экономичности на 20% по сравнению с уровнем 1997 года, а к 2050 году возможно повышение на 40–50%. Поскольку объем перевозок в гражданской авиации продолжает расти приблизительно на 5% ежегодно, такие усовершенствования вряд ли смогут воспрепятствовать росту выбросов углерода от воздушных перевозок в глобальном масштабе. Внедрение биотоплива могло бы смягчить некоторые последствия выбросов углерода в авиации, однако на данный момент ни о стоимости такого топлива, ни об объеме выбросов в процессе их производства ничего определенного сказать нельзя (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*) [5.3.3].

Воздушные перевозки можно оптимизировать на предмет энергопотребления (с минимальными выбросами CO₂) путем сокращения до минимума времени руления, полетов на оптимальных крейсерских высотах, полетов по ортодромическим маршрутам с минимальным расстоянием, сокращения до минимума удерживания и накопления вокруг аэропортов. Потенциал сокращения выбросов ПГ таких стратегий оценивается в 6–12%. В последнее время исследователи начали заниматься вопросом потенциала минимизации общего воздействия воздушных перевозок на климат, включая воздействие на озоновый слой, конденсационные следы и выбросы оксидов азота. Потенциал смягчения последствий в авиации на 2030 год составляет 280 Мт CO₂/год при затратах менее 100 долларов на тонну CO₂ (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*) [5.4.2].

Морской транспорт

После ТДО в одной из оценок Международной морской организации (ММО) было обнаружено, что сочетание технических могло бы сократить выбросы углерода на 4–20% на старых кораблях и на 5–30% на новых кораблях путем применения современных знаний, в частности, в области проектирования и технического обслуживания корпуса и винта. Учитывая, однако, длительный срок службы двигателей, пройдут десятилетия, прежде чем эти меры будут реализованы в значительном масштабе на действующих кораблях. Краткосрочный потенциал оперативных мер, включая планирование маршрутов и снижение скорости, составляет от 1 до 40%. По данным исследования, максимальное сокращение выбросов от эксплуатации мирового флота составит к 2010 году около 18%, а к 2020 году, когда должны быть реализованы все меры, – около 28%. Эти данные не позволяют оценить абсолютный потенциал смягчения последствий, и, как ожидается, этот потенциал не будет достаточным для компенсации роста объема морских перевозок за этот же период (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*) [5.3.4].

Железнодорожный транспорт

Главные возможности смягчения последствий выбросов ПГ, связанных с железнодорожным транспортом, состоят

в улучшении аэродинамики, уменьшении веса составов, внедрении рекуперативного торможения, внедрении бортового аккумулирования энергии и, конечно, сокращении выбросов ПГ от выработки электроэнергии. Оценок совокупного потенциала смягчения и затрат на смягчение нет [5.3.2].

Смена видов транспорта и общественный транспорт

Создание систем общественного транспорта и сопутствующей инфраструктуры, а также содействие развитию немеханизированного транспорта может способствовать сокращению выбросов ПГ. При этом, однако, местные условия определяют, какое количество транспорта может быть переведено на менее энергоемкие виды. Кроме того, потенциал смягчения зависит от показателей заполненности и источников первичной энергии видов транспорта [5.3.1].

На энергетические потребности городского транспорта сильно влияет плотность и пространственная структура застройки, а также расположение, объем и характер транспортной инфраструктуры. Для расширения общественного транспорта все больше используются автобусы большой вместимости, трамвайные транзитные сети, метро, пригородные железные дороги. Для скоростных автобусных сетей характерны относительно низкие капитальные и эксплуатационные затраты, но не ясно, можно ли их внедрить в развивающихся странах с таким же успехом, как это сделано в Южной Америке. Если бы доля автобусов в пассажирском транспорте возросла на 5-10%, то выбросы CO₂ снизились бы на 4-9% при затратах порядка 60–70 долларов на тонну CO₂ [5.3.1].

Более чем 30% поездок автомобилей в Европе совершаются на расстояние менее 3 км, а 50% - менее 5 км. Хотя эти цифры для других континентов могут быть разными, существует потенциал смягчения последствий путем перехода с автомобилей на немеханизированный транспорт (пеший и велосипедный) или посредством предотвращения роста количества автомобильного транспорта за счет немеханизированного. Потенциал смягчения последствий сильно зависит от местных условий, однако есть существенные сопутствующие выгоды в плане качества воздуха, уменьшения пробок и повышения безопасности движения (*высокая степень согласия, много доказательств*) [5.3.1].

Совокупный потенциал смягчения последствий в транспортном секторе

Общий потенциал смягчения последствий выбросов CO₂ и затраты на это смягчение можно оценить лишь частично, поскольку нет данных по тяжелым транспортным средствам, железнодорожному транспорту, морскому транспорту, а также по содействию смене видов транспорта и развитию общественного транспорта. Совокупный экономический потенциал повышения эффективности легких транспортных средств и самолетов, а также замены традиционного

ископаемого топлива биотопливом составляет, по оценкам, около 1600-2550 Мт CO₂ при цене углерода до 100 долларов за тонну CO₂-экв. Это – недооценка потенциала смягчения в транспортном секторе (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [5.4.2].

Эффективность климатической политики и опыт работы с ней, потенциалы, препятствия, возможности и вопросы реализации

Политика и меры по наземному транспорту

Учитывая положительное влияние роста плотности населения на использование общественного транспорта, на пешеходный транспорт, велосипедный транспорт и выбросы CO₂, более качественное комплексное территориальное планирование является важным элементом политики в секторе перевозок. Есть ряд хороших примеров в больших городах нескольких стран. Эффективным средством сокращения поездок частных автомобилей может быть управление спросом на перевозки (УСП), если его точно реализовать и осуществлять. «Мягкие» меры, такие как предоставление информации и использование стратегий коммуникации и технических средств обучения, стимулировали изменение в поведении людей, что привело к сокращению использования автомобилей в одном из австралийских городов на 14%, в одном из городов Германии – на 12%, в одном из шведских городов – на 13% (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*) [5.5.1].

Нормы расхода топлива или нормы выбросов CO₂ оказались эффективными в сокращении выбросов ПГ, но до сих пор рост транспорта перевешивает их воздействие. В большинстве промышленно развитых и в некоторых развивающихся странах установлены нормы расхода топлива для новых легких транспортных средств. Формы и жесткость этих норм широко разнятся - от единых, обязательных корпоративных средних норм до дифференцированных норм по весовым категориям или габаритам транспортных средств и до рекомендательных норм для всей отрасли. Нормы расхода топлива оказались эффективными в глобальном масштабе, в зависимости от своей жесткости, для повышения топливной экономичности транспортных средств, повышения среднего показателя путевой топливной экономичности по парку, сокращения расхода топлива и выбросов углерода. В некоторых странах отдельные сегменты автомобильной промышленности сильно сопротивляются нормам расхода топлива по ряду причин, начиная с экономической эффективности и кончая безопасностью. Общую эффективность норм можно существенно повысить, если сочетать ее с финансовыми стимулами и информацией для потребителей (*высокая степень согласия, много доказательств*) [5.5.1].

Налоги на приобретение, регистрацию и эксплуатацию автомобилей и на моторное топливо, а также ценовая политика в отношении дорог и стоянок – важные

определяющие факторы энергопотребления автомобилей и выбросов ПГ. Разные страны используют эти факторы для получения общих доходов, для частичной интернализации внешних затрат на эксплуатацию автомобилей или для устранения заторов на дорогах общего пользования. Важная причина того, почему налог на топливо или на CO₂ имеет ограниченный эффект, состоит в том, что ценовая эластичность, как правило, значительно меньше, чем эластичность спроса по доходу. В конце концов эластичность спроса по доходу в 1,5-3 раза выше, чем ценовая эластичность совокупного спроса на транспорт, что значит, что ценовые сигналы становятся менее эффективными при повышении доходов. Эффективными оказались скидки при приобретении и уплате налогов на регистрацию топливосберегающих автомобилей. В некоторых городах применяется ценовая политика в отношении дорог и стоянок, причем с заметным влиянием на движение легковых автомобилей (*высокая степень согласия, много доказательств*) [5.5.1].

Многие правительства включили или собираются включить политику содействия биотопливам в национальные стратегии сокращения выбросов. Поскольку преимущество биотоплив для сокращения выбросов CO₂ возникает в основном на отрезке «скважина-бак», то стимулы к использованию биотоплив являются более эффективными климатическими мерами, если они привязаны к эффективности сокращения выбросов CO₂ во всей цепочке «скважина-автомобиль». Следовательно, льготные налоговые ставки, субсидии и квоты на смешивание топлив должны регулироваться в соответствии с выгодами для чистого сокращения выбросов CO₂ по всему циклу «скважина-автомобиль» для каждого топлива. Во избежание отрицательных последствий производства биотоплива для устойчивого развития (например, влияния на биоразнообразие) можно было бы привязать дополнительные условия к стимулам для биотоплив.

Политика и меры по воздушному и водному транспорту

С целью сокращения выбросов на воздушном и водном транспорте, являющихся результатом сгорания бункерного топлива, необходимо разработать новые политические меры. Как Международная организация гражданской авиации (ИКАО), так и ММО изучали варианты ограничения выбросов ПГ, но не смогли выработать подходящую основу для реализации этой политики. Вместе с тем, ИКАО одобрила концепцию открытой, международной системы торговли выбросами, реализуемой по добровольной схеме, или включения международной авиации в существующие системы торговли выбросами.

Для авиации потенциал значительного сокращения выбросов присутствует как в налогах на топливо или выбросы, так и в торговле выбросами. Географический охват (маршруты и операторы), объем дотаций, выделяемых авиационной отрасли, и охват последствий для климата, не связанных с CO₂, будут ключевыми

структурными элементами в определении эффективности торговли выбросов для сокращения последствий работы авиатранспорта для климата. Налоги на выбросы или торговля выбросами привели бы к повышению стоимости топлива, что оказало бы положительное влияние на КПД двигателей [5.5.2].

Текущие политические инициативы по водному транспорту основываются, главным образом, на добровольных схемах, где используются показатели топливной экономичности кораблей. В ряде мест применяются экологически дифференцированные портовые сборы. Среди других политических мер по ограничению выбросов от водного транспорта – включение международного судоходства в международные схемы торговли выбросами, налоги на топливо и регуляторные инструменты (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [5.5.2].

Комплексные и не связанные с климатом политические меры, влияющие на выбросы ПГ, и сопутствующие выгоды от политики смягчения последствий выбросов ПГ

В последнее время в планировании транспорта и в транспортной политике делается большой акцент на аспектах устойчивого развития. Это, в частности, сокращение импорта нефти, улучшение качества воздуха, уменьшение шумового загрязнения, повышение безопасности, сокращение заторов, расширение доступа к средствам транспорта. Такая политика может иметь важный эффект синергии с сокращением выбросов ПГ (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [5.5.4; 5.5.5].

6 Жилые и коммерческие здания

Положение дел в секторе и тренды выбросов

В 2004 году прямые выбросы ПГ в секторе зданий (за исключением выбросов вследствие потребления электроэнергии) составили около 5 Гт CO₂-экв/год (3 Гт CO₂-экв/год CO₂; 0,1 Гт CO₂-экв/год N₂O; 0,4 Гт CO₂-экв/год CH₄ и 1,5 Гт CO₂-экв/год галоидоуглеводородов). Последняя цифра включает Ф-газы, охваченные Монреальским протоколом, и около 0,1–0,2 Гт CO₂-экв/год ГФУ. Поскольку смягчение последствий в этом секторе включает многие меры, направленные на экономию электроэнергии, то потенциал смягчения последствий обычно рассчитывается с учетом мер по экономии электроэнергии. Для сравнения цифры выбросов в секторе зданий часто даются с учетом выбросов вследствие потребления электроэнергии в этом секторе. С учетом выбросов вследствие потребления электроэнергии связанные с энергией выбросы CO₂ в секторе зданий составили в 2004 году 8,6 Гт, или 33% мирового объема. Общий объем выбросов ПГ с учетом

выбросов вследствие потребления электроэнергии оценивается цифрой 10,6 Гт CO₂-экв/год (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [6.2].

Будущие выбросы углерода вследствие энергопотребления в зданиях

В литературе, касающейся сектора зданий, используется смесь базовых условий. Поэтому для данной главы был определен базовый уровень для сектора зданий, где-то между сценариями СДСВ В2 и А1В2, с объемом выбросов ПГ в 2030 году 14,3 Гт CO₂-экв (с учетом выбросов вследствие потребления электроэнергии). Соответствующие выбросы по сценариям СДСВ В2 и А1В составляют 11,4 и 15,6 Гт CO₂. В сценарии СДСВ В2 (рис. TS.17), который основан на относительно низких темпах экономического роста, на долю стран Северной Америки и стран Восточной Азии, не включенных в Приложение I, приходится наибольшая часть роста выбросов. По сценарию СДСВ А1В, который предполагает быстрый экономический рост, весь рост выбросов CO₂ имеет место в развивающемся мире: Азии, Ближнем Востоке и Северной Африке, Латинской Америке, странах Африки к югу от Сахары (в этом порядке). В общем и целом среднегодовой рост выбросов CO₂ за период с 2004 по 2030 год составляет по сценарию В2 1,5%, а по сценарию А1В – 2,4% (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [6.2, 6.3].

Технологии и практика смягчения последствий

Меры по сокращению выбросов ПГ из зданий попадают в одну из трех категорий: 1) сокращение энергопотребления¹³ и внутренней энергии в зданиях; 2) переход на низкоуглеродные виды топлива, включая повышение доли возобновляемой энергии; 3) контролирование выбросов других парниковых газов, кроме CO₂. Многие существующие технологии позволяют сокращать энергопотребление в зданиях с помощью более качественных тепловых оболочек¹⁴, более совершенных

методов проектирования и строительства, повышения эффективности оборудования и сокращения спроса на энергетические услуги. Относительная важность отопления и охлаждения зависит от климата и поэтому варьируется в региональном масштабе, тогда как эффективность пассивных методов проектирования также зависит от климата, однако со значительными различиями между жаркими влажными и жаркими засушливыми регионами. Поведение жильцов, в том числе предотвращение ненужной работы оборудования, и адаптивные, а не инвариантные температурные нормы для отопления и охлаждения, – еще один значительный фактор, ограничивающий энергопотребление в зданиях (*высокая степень согласия, много доказательств*) [6.4].

Потенциал сектора зданий с точки зрения смягчения последствий

В последующие годы можно добиться существенного сокращения выбросов CO₂, связанных с энергопотреблением в зданиях, по сравнению с проекциями выбросов. Значительный опыт в широком спектре технологий, практики и систем повышения энергоэффективности и в равной степени богатый опыт осуществления политики и программ, способствующих повышению энергоэффективности в зданиях, дают значительную уверенность в такой позиции. Значительной части этого сокращения можно добиться способами, которые сокращают затраты за срок службы, обеспечивая таким образом сокращение выбросов CO₂, имеющих чистую отрицательную стоимость (как правило, более высокие инвестиционные расходы, но более низкие эксплуатационные расходы) (*высокая степень согласия, много доказательств*) [6.4; 6.5].

Эти выводы подкрепляются обзором 80 исследований (табл. TS.5), из которого видно, что эффективные технологии освещения относятся к наиболее перспективным мерам по сокращению выбросов ПГ в зданиях почти во всех странах, как с точки зрения экономической эффективности, так и с точки зрения потенциальной экономии. К 2020

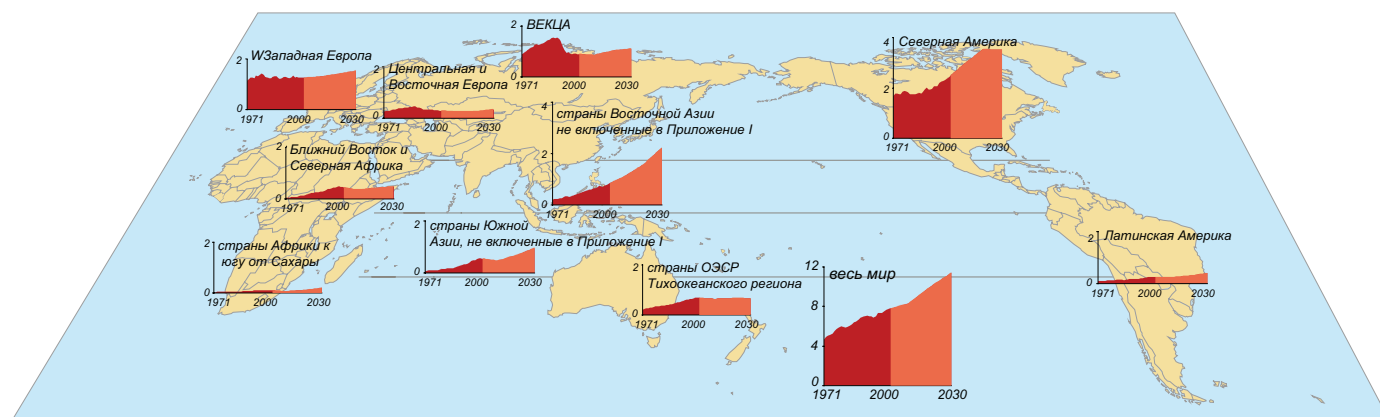


Рис. TS.17. Выбросы CO₂ (Гт CO₂) из зданий с учетом выбросов вследствие потребления электроэнергии, 1971-2030 гг. [Figure 6.2].

Примечание: темно-красным цветом показаны выбросы за предыдущие периоды, ярко-красным – проекция по сценарию СДСВ В2.

¹³ Здесь учитываются все формы энергопотребления в зданиях, включая электричество.

¹⁴ Термин «тепловая оболочка» обозначает оболочку здания как барьер для нежелательного тепло- или массообмена между внутренней частью здания и внешней средой.

Табл. TS.5. Потенциал сокращения выбросов ПГ для фонда зданий и сооружений в 2020 году^a [Table 6.2].

Экономический регион	Страны/группы стран региона, рассмотренные в обзоре	Потенциал как % национального базового уровня для зданий ^b	Меры, охватывающие наибольший потенциал	Меры, дающие самые дешевые варианты смягчения
Развитые страны	США, ЕС-15, Канада, Греция, Австралия, Южная Корея, Великобритания, Германия, Япония	Технический: 21%–54% ^c Экономический (< 0 долл./тCO ₂ -экв): 12%–25% ^d Рыночный: 15%–37%	1. Модернизация оболочки, в т.ч. изоляция, особ. окон и стен. 2. Системы отопления помещений. 3. Эффективное освещение, особенно переход на компактные люминесцентные лампы (КЛЛ) и лампы с эффективным балластом.	1. Такие приборы, как эффективные телевизоры и периферийные устройства (как во включенном, так и в ждущем режиме), холодильники и морозильные камеры, вентиляторы, кондиционеры воздуха. 2. Водонагревательное оборудование. 3. Передовые методы освещения.
Страны с переходной экономикой	Венгрия, Россия, Польша, Хорватия, как группа: Латвия, Литва, Эстония, Словакия, Словения, Венгрия, Мальта, Кипр, Польша, Чехия	Технический: 26%–47% ^e Экономический (<0 долл./тCO ₂ -экв): 13%–37% ^f Рыночный: 14%	1. Предварительная и последующая изоляция и замена компонентов зданий, особенно окон. 2. Эффективное освещение, особ. переход на КЛЛ. 3. Эффективные приборы, такие как холодильники и водонагреватели.	1. Эффективное освещение и его регулирование. 2. Системы регулирования нагрева воды и отопления помещений. 3. Модернизация и замена компонентов зданий, особ. окон.
Развивающиеся страны	Мьянма, Индия, Индонезия, Аргентина, Бразилия, Китай, Эквадор, Таиланд, Пакистан, ЮАР	Технический: 18%–41% Экономический (< 0 долл./тCO ₂ -экв): 13%–52% ^g Рыночный: 23%	1. Эффективное освещение, особ. переход на КЛЛ, модернизация осветительных приборов, керосиновые лампы. 2. Различные типы улучшенных кухонных плит, особ. плиты на биомассе, затем СНГ и керосиновые плиты. 3. Эффективные приборы, такие как холодильники и водонагреватели.	1. Эффективное освещение, особ. переход на КЛЛ, модернизация осветительных приборов, эффективные керосиновые лампы. 2. Различные типы улучшенных кухонных плит, особ. на биомассе, затем керосиновые плиты. 3. Эффективные электроприборы, такие как холодильники и кондиционеры воздуха.

Примечания:

- ^a Кроме ЕС-15, Греции, Канады, Индии и России, для которых целевым годом был 2010-й, и Венгрии, Эквадора и ЮАР, для которых целевым годом был 2030-й.
- ^b То, что рыночный потенциал в развитых странах выше экономического, объясняется тем, что в исследованиях учитывался только один тип потенциала, поэтому информация по некоторым исследованиям, которые, возможно, имели более высокий экономический потенциал, отсутствует.
- ^c Обе цифры – на 2010 год; если формулу приблизительного расчета потенциала Потенциал 2020 = (1 – (1 – Потенциал 2010)/20)/10 применить для экстраполяции потенциала как процентной доли базового уровня на перспективу (2000 год взят как начальный), то этот интервал составит 38%–79%.
- ^d Обе цифры – на 2010 год; если использовать предложенную формулу экстраполяции, то этот интервал составит 22%–44%.
- ^e Последняя цифра – на 2010 год, соответствует 72% в 2020 году, если использовать формулу экстраполяции.
- ^f Последняя цифра – на 2010 год, соответствует 24% в 2020 году, если использовать формулу экстраполяции.
- ^g Последняя цифра – на 2030 год, соответствует 38% в 2020 году, если предложенную формулу экстраполяции применить к выведению промежуточного потенциала.

году посредством внедрения в глобальном масштабе систем освещения с меньшими затратами за срок службы можно предотвратить выбросы CO₂ в объеме около 760 Мт при средней стоимости –160 долларов за тонну CO₂ (т.е. получить чистую экономическую выгоду). В плане размера экономии улучшение изоляции и центрального отопления в более холодном климате, а также меры по эффективности, связанные с охлаждением и вентиляцией помещений в более теплом климате, занимают первое место почти во всех исследованиях, наряду с кухонными плитами в развивающихся странах. Среди других мер, лидирующих по потенциалу экономии, – солнечный нагрев воды, эффективные приборы и системы регулирования потребления энергии.

Что касается экономической эффективности, то в развивающихся странах эффективные кухонные плиты идут вторыми после освещения, тогда как в промышленно развитых странах меры, занимающие второе место, различаются по климатическим и географическим

регионам. Почти во всех исследованиях, касающихся стран с переходной экономикой (как правило, с более холодным климатом), обнаружено, что наиболее экономически эффективными являются меры, связанные с отоплением: изоляция стен, крыш, окон и полов, а также улучшение регулирования центрального отопления. В развитых странах наиболее экономически эффективными называют меры, связанные с бытовыми приборами, причем в более теплом климате большое значение придается модернизации охлаждающего оборудования. Экономия при кондиционировании воздуха может обходиться дороже, чем другие меры по эффективности, но все равно может быть экономически эффективной, потому что она, как правило, вытесняет более дорогую пиковую мощность.

В индивидуальных новых зданиях можно добиться 75% и более экономии энергии по сравнению с нынешней текущей практикой, причем, как правило, с небольшими дополнительными затратами или вообще без них. Реализация этой экономии требует комплексного процесса

Табл. TS.6. Проекция глобального потенциала смягчения выбросов CO₂ на 2020 год как функция затрат [Table 6.3].

Регионы мира	Базовые выбросы в 2020 г. Гт CO ₂ -экв	Потенциалы смягчения выбросов CO ₂ как доля проекций базовых выбросов CO ₂ по категориям затрат в 2020 г. (затраты в долл./т CO ₂ -экв)				Потенциалы смягчения выбросов CO ₂ в абсолютных значениях по категориям затрат в 2020 г., Гт CO ₂ -экв (затраты в долл./т CO ₂ -экв)			
		<0	0-20	20-100	<100	<0	0-20	20-100	<100
Весь мир	11,1	29%	3%	4%	36%	3,2	0,35	0,45	4,0
ОЭСР(-СПЭ)	4,8	27%	3%	2%	32%	1,3	0,10	0,10	1,6
СПЭ	1,3	29%	12%	23%	64%	0,4	0,15	0,30	0,85
Не ОЭСР	5,0	30%	2%	1%	32%	1,5	0,10	0,05	1,6

Примечание: совокупный глобальный потенциал как функция затрат и региона основан на 17 исследованиях, в которых потенциалы подробно описаны как функция затрат.

проектирования с участием архитекторов, инженеров, подрядчиков и клиентов, со всесторонним учетом возможностей пассивного сокращения потребностей зданий в энергии [6.4.1].

Решение задачи смягчения последствий выбросов ПГ в зданиях в развивающихся странах имеет особое значение. Кухонные плиты можно усовершенствовать так, чтобы они работали эффективнее и сжигали частицы полностью, принося таким образом пользу сельским жителям благодаря улучшению качества воздуха в помещениях и параллельному сокращению выбросов ПГ. Можно определить местные источники улучшенных материалов с низким уровнем выбросов ПГ. В городских и во все большей степени в сельских районах существует потребность во всех современных технологиях, которые используются в промышленно развитых странах для сокращения выбросов ПГ [6.4.3].

Среди новых направлений экономии энергии в коммерческих зданиях – применение регуляторов и информационных технологий для непрерывного мониторинга, диагностики и сообщения о неисправностях в коммерческих зданиях («интеллектуальное управление»), а также системные подходы к сокращению потребности в вентиляции, охлаждении и высушивании. Окна новейшей конструкции, пассивные солнечные элементы, методы устранения течей в зданиях и трубопроводах, энергоэффективные приборы, контролирование потребляемой мощности в резервном и холостом режиме, твердотельные осветительные приборы – все это тоже важно как в жилых, так и в коммерческих зданиях (*высокая степень согласия, много доказательств*) [6.5].

Поведение жильцов, культура и потребительский выбор, использование технологий – главные определяющие факторы энергопотребления в зданиях, играющие основополагающую роль в определении выбросов CO₂. Вместе с тем, потенциальное сокращение нетехнологическими средствами редко оценивается, и потенциальное применение политических мер в этом

отношении плохо понято (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*).

Существуют возможности значительного сокращения прямых выбросов фторированных газов в секторе зданий путем глобального применения наилучшей практики и методов восстановления, при этом потенциал для всех Ф-газов на 2015 год составляет 0,7 Гт CO₂-экв. Смягчение последствий выбросов галоидоуглеводородных хладагентов предполагает в основном предотвращение утечки из кондиционеров воздуха и холодильного оборудования (например, при нормальной эксплуатации, техническом обслуживании и в конце срока службы), а также сокращение использования галоидоуглеводородов в новом оборудовании. Ключевой фактор, от которого зависит, будет ли реализован этот потенциал, – это затраты, связанные с реализацией мер по достижению сокращения выбросов. Эти затраты существенно варьируются, от чистой выгоды до 300 долларов на тонну CO₂-экв. (*высокая степень согласия, много доказательств*) [6.5].

Потенциал смягчения последствий в секторе зданий

Существует глобальный потенциал сокращения к 2020 году проектируемых базовых выбросов в жилых и коммерческих зданиях приблизительно на 30% (табл. TS.6). Еще минимум 3% базовых выбросов можно избежать при затратах до 20 долларов на тонну CO₂-экв, а еще 4% – если рассмотреть затраты до 100 долларов на тонну CO₂-экв. При этом, однако, из-за больших возможностей при низких затратах потенциал при высоких затратах оценивался только в ограниченной степени, поэтому данная цифра занижена. Используя проекции глобального базового уровня выбросов для зданий¹⁵, эти оценки представляют сокращение приблизительно на 3,2, 3,6 и 4,0 Гт CO₂-экв в 2020 году соответственно при нулевых затратах, затратах в размере 20 долл./т CO₂-экв и затратах в размере 100 долл./т CO₂-экв (*высокая степень согласия, много доказательств*) [6.5].

Реальный потенциал, вероятно, выше, потому что в этих исследованиях учтены не все варианты повышения

¹⁵ Проекция базового уровня выбросов CO₂ рассчитывались на основе 17 исследований, использованных для выведения глобального потенциала (если в исследовании не было базового уровня, то использовались проекции из другого национального доклада о смягчении последствий).

Табл. TS.7. Проекция глобального потенциала смягчения выбросов CO₂ на 2030 год как функция затрат, на основе экстраполяции по данным на 2020 год, в Гт CO₂ [Table 6.4].

Вариант смягчения	Регион	Базовые прогнозы на 2030 г.	Потенциал при затратах меньше 100 долл./т CO ₂ -экв		Потенциал в различных категориях затрат		
			Low	High	<0 долл./т CO ₂	0–20 долл./т CO ₂	20–100 долл./т CO ₂
					<0 US\$/tC	0-73 US\$/tC	73-367 US\$/tC
Экономия электроэнергии ^{a)}	ОЭСР	3,4	0,75	0,95	0,85	0,0	0,0
	СПЭ	0,40	0,15	0,20	0,20	0,0	0,0
	Не ОЭСР/СПЭ	4,5	1,7	2,4	1,9	0,1	0,1
Экономия топлива	ОЭСР	2,0	1,0	1,2	0,85	0,2	0,1
	СПЭ	1,0	0,55	0,85	0,20	0,2	0,3
	Не ОЭСР/СПЭ	3,0	0,70	0,80	0,65	0,1	0,0
Всего	ОЭСР	5,4	1,8	2,2	1,7	0,2	0,1
	СПЭ	1,4	0,70	1,1	0,40	0,2	0,3
	Не ОЭСР/СПЭ	7,5	2,4	3,2	2,5	0,1	0,0
	Весь мир	14,3	4,8	6,4	4,5	0,5	0,7

Примечания.

^{a)} Абсолютные значения потенциалов, полученные из экономии электроэнергии в табл. TS.8 и табл. 11.3 главы 11, не совпадают вследствие применения разных базовых уровней; вместе с тем, оценки потенциалов в виде процентов от базовых уровней в обоих случаях одинаковы. Кроме того, в табл. 11.3 не включена доля сокращения выбросов, которая уже учтена в секторе энергоснабжения, тогда как в табл. TS.7 этот потенциал не выделен.

эффективности конечного потребления; нетехнологические варианты и их часто значительные сопутствующие выгоды были выпущены, как не были учтены и новейшие комплексные высокоэффективные здания. Однако рыночный потенциал намного меньше, чем экономический потенциал.

Учитывая ограниченность информации на 2030 год, были экстраполированы проекции экономического потенциала на 2020 год, чтобы получить возможность сравнения с другими секторами. Эти оценки приведены в табл. TS.7. Экстраполяция потенциалов на 2030 год предполагает, что в глобальном масштабе можно сократить выбросы приблизительно на 4,5, 5,0 и 5,6 Гт CO₂-экв/год соответственно при затратах <0, <20 и <100 долл./т CO₂-экв. Это эквивалентно 30, 35 и 40% проектируемого базового уровня выбросов. Эти цифры ассоциируются со значительно более низкими уровнями достоверности, чем цифры на 2020 год, потому что объем исследований в отношении 2030 года очень ограничен (*средняя степень согласия, мало доказательств*).

Анализ долгосрочной перспективы, предполагающий для сектора зданий варианты с затратами до 25 долл./т CO₂-экв, выявляет для 2050 года потенциал сокращения в размере около 7,7 Гт CO₂-экв.

Взаимодействие вариантов смягчения последствий с уязвимостью и адаптацией

Если мир будет испытывать потепление, то энергопотребление для отопления в умеренном климате будет снижаться (например, в Европе, частично Азии и Северной Америке), а для охлаждения – увеличиваться в большинстве регионов планеты. Некоторые исследования показывают, что в странах с умеренным климатом рост потребления электроэнергии в связи с дополнительным охлаждением превысит снижение энергопотребления для

отопления, а в Южной Европе ожидается значительное увеличение летнего пикового потребления. В зависимости от структуры производства электроэнергии в конкретных странах чистым эффектом потепления для выбросов CO₂ может быть рост, причем даже там, где общий спрос на конечную энергию падает. Это создает контур положительной обратной связи: большой объем механического охлаждения приводит к выбросу большего количества ПГ, усиливая таким образом потепление (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*).

Инвестиции в сектор зданий могут уменьшить общую стоимость изменения климата, поскольку они одновременно направлены на смягчение и адаптацию. Наиболее важный из этих синергетических эффектов включает уменьшение потребности в охлаждении или энергопотребления с помощью таких мер, как применение комплексного проектирования зданий, пассивные солнечные конструкции, тепловые насосы с высоким КПД для отопления и охлаждения, адаптивное покрытие окон, высокоэффективные приборы с меньшим количеством отходящего тепла, а также модернизация, например, усиление изоляции с оптимизацией под конкретный климат и защита от бурь. Надлежащее городское планирование, в том числе расширение зеленых зон и установка сводовых охладителей, оказалось эффективным способом ограничения эффекта «городского острова тепла», уменьшая потребности в охлаждении и снижая вероятность пожаров в городах. Сейчас в проектные требования часто включают адаптивный комфорт, при котором жильцы получают более высокую температуру внутри помещений (комфортную), когда наружная температура высокая (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [6.9].

Эффективность политики сокращения выбросов CO₂ при энергопотреблении в зданиях и опыт ее проведения

Обеспечение такого сокращения выбросов до 2020

Табл. TS.8. Влияние и эффективность избранных политических инструментов, направленных на сокращение выбросов ПГ в зданиях с помощью передовых методов [Table 6.6].

Политический инструмент	Эффективность сокращения выбросов ^{a)}	Экономическая эффективность ^{b)}	Особые условия для успеха, основные преимущества и недостатки, сопутствующие выгоды
Стандарты на приборы	Высокая	Высокая	Факторы успеха: периодическое обновление стандартов, независимый контроль, информирование, коммуникация и обучение.
Строительные нормы и правила	Высокая	Средняя	Стимулов к улучшению сверх поставленной задачи нет. Эффективно только при принудительном применении.
Программы общественного лидерства, в т.ч. правила закупок	Высокая	Высокая/Средняя	Может использоваться эффективно для демонстрации новых технологий и методов. Обязательные программы имеют более высокий потенциал, чем добровольные. Фактор успеха: Обширные программы маркирования и тестирования энергоэффективности.
Обязательства и квоты по энергоэффективности	Высокая	Высокая	Необходимы непрерывные улучшения: новые меры по ЭЭ, краткосрочные стимулы для трансформации рынков и др.
Программы регулирования на стороне потребления	Высокая	Высокая	Как правило, более экономически эффективны для коммерческого сектора, чем для жилых зданий.
Контракты на повышение энергопроизводительности/поддержка со стороны ЭСКО ^{c)}	Высокая	Средняя	Преимущество: не нужны государственные расходы или вмешательство в рынок, сопутствующая выгода повышенной конкурентоспособности.
Схемы сертификатов энергоэффективности	Средняя	Средняя	Долговременного опыта нет. Операционные издержки могут быть высокими. Необходимы институциональные структуры. Глубокое взаимодействие с существующей политикой. Выгоды для занятости.
Гибкие механизмы по Киотскому протоколу ^{d)}	Низкая	Низкая	До сих пор количество проектов по МЧР и CO ₂ в строительстве ограничено.
Налоги (на CO ₂ или топливо)	Низкая	Низкая	Эффект зависит от ценовой эластичности. Доходы могут направляться на дальнейшее повышение эффективности. Более эффективно в сочетании с другими инструментами.
Освобождение от налогов или сниженные ставки	Высокая	Высокая	При надлежащем построении стимулирует внедрение высокоэффективного оборудования и новых зданий.
Капитальные субсидии, гранты, субсидируемые займы	Высокая	Низкая	Позитивны для семей с низкими доходами, риск появления лиц, незаконно пользующихся этими инструментами, могут способствовать инновационным инвестициям.
Программы маркирования и сертификации	Средняя/Высокая	Высокая	Обязательные программы более эффективны, чем добровольные. Эффективность можно повысить, сочетая эти программы с другими инструментами и регулярно обновляя их.
Добровольные и договорные соглашения	Средняя/Высокая	Средняя	Могут быть эффективны, когда тяжело обеспечить соблюдение норм. Эффективны в сочетании с финансовыми стимулами и угрозой регулирования.
Учебные и информационные программы	Низкая/Средняя	Высокая	Более применимы в жилых зданиях, чем в коммерческих. Условие успеха: лучше всего применять в сочетании с другими мерами.
Обязательный аудит и требование по регулированию энергопотребления	Высокая, но переменная	Средняя	Наиболее эффективны в сочетании с другими мерами, такими как финансовые стимулы.
Программы выставления и раскрытия подробных счетов	Средняя	Средняя	Условия успеха: сочетание с другими мерами и периодическая оценка.

Примечания:

^{a)} Включает легкость реализации; осуществимость и простоту обеспечения соблюдения; применимость во многих местах; другие факторы, содействующие общей величине реализованной экономии.

^{b)} Экономическая эффективность связана с конкретной общественными затратами на количество выбросов углерода, которых удалось избежать.

^{c)} Энергосервисные компании.

^{d)} Совместное осуществление, механизм чистого развития, международная торговля выбросами (включая схему зеленых инвестиций).

года требует ускоренного проектирования, реализации и выполнения сильной политики, содействующей повышению энергоэффективности зданий и оборудования, использованию возобновляемой энергии (там, где это экономически эффективно) и применению новейших методов проектирования новых зданий (высокая степень

согласия, много доказательств) [6.5].

Есть, однако, существенные барьеры, которые необходимо преодолеть для реализации этого высокого указанного отрицательного и недорогого потенциала смягчения последствий. Они включают скрытые

издержки, несовпадения между стимулами и выгодами (например, между домовладельцами и съемщиками), ограничения в доступе к финансированию, дотации на цены на энергоресурсы, а также фрагментацию отрасли и процесса проектирования. Эти барьеры особенно сильны и разнообразны в жилом и коммерческом секторах, поэтому преодолеть их можно только с помощью многообразного портфеля политических инструментов в сочетании с надлежащим обеспечением выполнения (высокая степень согласия, средний объем доказательств).

Во многих странах целый ряд политических мер оказался успешным в сокращении выбросов ПГ из зданий. В табл. TS.8 представлена сводка основных примененных политических инструментов и сравнение их по эффективности на основании избранных передовых методов. Многие исследованные инструменты могут обеспечить значительную экономию энергии и сокращение выбросов CO₂ savings. Анализ 60 оценок политики приблизительно по 30 странам показал, что наибольшее сокращение выбросов CO₂ было достигнуто с помощью строительных норм и правил, стандартов на приборы и политики освобождения от налогов. Стандарты на приборы, обязательства и квоты по энергоэффективности, программы регулирования на стороне потребления и обязательное маркирование оказались среди самых экономически эффективных политических средств. Субсидии и налоги на энергию или на углерод оказались наименее экономически эффективными инструментами. Экономически эффективными были также информационные программы, особенно там, где они сопровождают большинство других политических мер (средняя степень согласия, средний объем доказательств) [6.8].

Политика и меры, которые направлены на уменьшение утечек и на отказ от использования хладагентов, содержащих фтор, могут в будущем значительно сократить выбросы Ф-газов (высокая степень согласия, средний объем доказательств) [6.8.4].

Ограниченность общего влияния политики до сих пор была обусловлена несколькими факторами. Это: 1) медленные процессы осуществления; 2) отсутствие регулярного обновления строительных норм и правил (требования, поставленные во многих политических инструментах, часто близки к установившейся практике, несмотря на то, что уже возможно

CO₂-нейтральное строительство без серьезных финансовых жертв), стандартов на приборы и маркирования; 3) недостаточное финансирование; 4) ненадлежащее обеспечение соблюдения. В развивающихся странах и странах с переходной экономикой реализация энергоэффективной политики тормозится отсутствием конкретного осуществления, что усугубляется низким качеством или отсутствием механизмов обеспечения соблюдения. Еще одна задача – способствовать мерам по

сокращению выбросов ПГ через оболочки существующих зданий, учитывая, что проходит много времени между регулярной модернизацией зданий, а оборот зданий в развитых странах медленный (высокая степень согласия, много доказательств) [6.8].

Сопутствующие выгоды и связи с устойчивым развитием

Энергоэффективность и использование возобновляемой энергии в зданиях создает синергизм между устойчивым развитием и сокращением выбросов ПГ. Наиболее примечательным вариантом этого для наименее развитых стран являются безопасные и эффективные кухонные плиты, которые не только уменьшают выбросы ПГ, но и значительно снижают смертность и заболеваемость, поскольку уменьшают загрязненность воздуха внутри помещений. Безопасные и эффективные кухонные плиты также уменьшают нагрузку на женщин и детей, которые обычно собирают топливо для традиционных плит, и сокращают потребности в использовании и без того скудных природных ресурсов. Снижение загрязненности наружного воздуха – еще одна значительная сопутствующая выгода.

В общем и целом в развитых и развивающихся странах повышение энергоэффективности зданий и экологически безопасное и эффективное использование местных возобновляемых энергетических ресурсов дает следующие преимущества:

- существенную экономию связанных с энергетикой инвестиций, поскольку эффективность обходится не так дорого, как новые поставки;
- высвобождение средств на другие цели, например, на инвестиции в инфраструктуру;
- повышение надежности систем и энергобезопасности;
- расширение доступа к энергетическим услугам;
- уменьшение топливной бедности;
- повышение качества местной окружающей среды;
- положительное влияние на занятость ввиду создания новых возможностей деловой деятельности и благодаря эффекту мультипликатора, при котором сэкономленные на стоимости энергии средства используются на другие цели.

Появляется все больше доказательств того, что хорошо спроектированные энергоэффективные здания часто содействуют повышению производительности труда жильцов и улучшению состояния их здоровья (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [6.9].

Поддержка со стороны промышленно развитых стран в деле разработки и реализации политики повышения энергоэффективности зданий и оборудования в развивающихся странах и странах с переходной экономикой могла бы существенно способствовать замедлению роста выбросов CO₂ и повысить уровень благосостояния населения. Направление международной помощи или других государственных и частных средств в сфере устойчивого развития на финансирование инициатив по

энергоэффективности и возобновляемой энергии в зданиях может обеспечить достижение множества целей развития и привести к долговременным положительным последствиям. Передача развитыми странами знаний, опыта и ноу-хау развивающимся странам может содействовать внедрению фотоэлектрической техники, в том числе освещения на базе светоизлучающих диодов (СИД) с питанием от фотоэлектрических элементов, строительных материалов с высокими теплоизоляционными свойствами, эффективных приборов и осветительных устройств, комплексного проектирования, систем регулирования энергопотребления зданий, солнечного охлаждения. При этом, однако, понадобится и финансирование капиталовложений [6.8.3].

Исследования, разработка, внедрение, распространение и передача технологий

Хотя многие практические и экономически эффективные технологии и методы доступны уже сегодня, необходимы исследования и разработки в таких областях, как высокоэффективные системы управления¹⁶; новейшие оконные покрытия; новые материалы для изолированных панелей; различные системы использования пассивных и других возобновляемых источников энергии; материалы с изменением фазы для улучшения аккумуляции тепла; высокоэффективные реверсивные тепловые насосы с наземным источником; интегрированные приборы и другое оборудование для использования отходящего тепла; новейшие технологии охлаждения; использование общественных сетей для отопления и охлаждения зданий и подачи электроэнергии. Демонстрация этих технологий и систем и обучение специалистов – необходимые шаги для вывода этих новых технологий на рынок [6.8.3].

Долгосрочная перспектива

Долгосрочное сокращение выбросов ПГ в зданиях

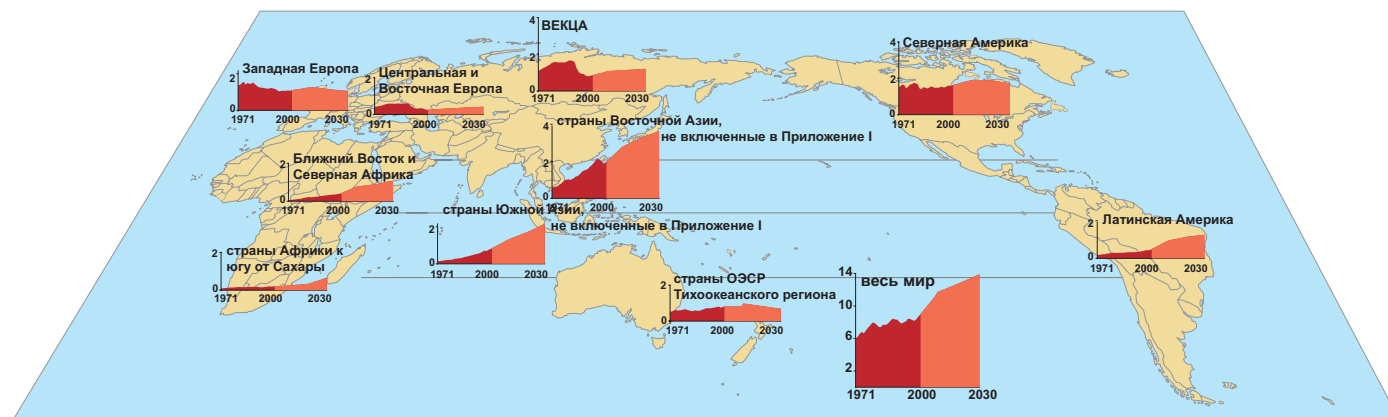


Рис. TS.18. Выбросы CO₂ в промышленном секторе, связанные с энергопотреблением (Гт CO₂; с учетом потребления электроэнергии), 1971–2030 гг. [Table 7.1, 7.2].

Примечание: темно-красным цветом показаны выбросы за предыдущие периоды, ярко-красным – проекция по сценарию СДСВ В2. Источник данных - Price et al. (2006)

необходимо начинать незамедлительно, учитывая медленный оборот фонда зданий. Чтобы добиться крупномасштабной экономии в новых зданиях на более долговременной основе, необходимо проводить обучение новым методам комплексного проектирования и эксплуатации зданий, распространять эти методы и широко внедрять их в практику, причем делать это нужно как можно скорее. Сейчас такое обучение большинству специалистов строительной отрасли недоступно. Ввиду важной роли нетехнологических возможностей в зданиях значительное сокращение выбросов ПГ может потребовать культурного сдвига по направлению к обществу, которое считает защиту климата и устойчивое развитие одними из своих основных ценностей, что привело бы к социальному воздействию с целью строительства и эксплуатации зданий с гораздо меньшим воздействием на окружающую среду (высокая степень согласия, средний объем доказательств) [6.4.1, 6.8.1].

7 Промышленность

Положение дел в секторе, тенденции развития и последствия

На долю энергоемких отраслей – черной металлургии, цветной металлургии, химической промышленности и производства удобрений, переработки нефти, производства цемента, целлюлозно-бумажной промышленности – приходится около 85% всего энергопотребления в промышленности большинства стран. Поскольку энергопотребление в других секторах росло быстрее, доля сектора промышленности в глобальном потреблении первичной энергии снизилась с 40% в 1971 году до 37% в 2004 году [7.1.3].

Большинство объектов этой энергоемкой промышленности

¹⁶ Необходимо создавать новейшие системы управления, позволяющие включать все энергосервисные функции в проектирование и последующую эксплуатацию коммерческих зданий (системы «интеллектуального управления»).

Табл. TS.10. Примеры промышленных технологий для сокращения выбросов ПГ (список не исчерпывающий). Курсивом даны технологии, находящиеся на этапе демонстрации или разработки [Table 7.5].

Сектор	Энергоэффективность	Смена топлива	Утилизация мощности	Возобновляемые источники энергии	Замена сырья	Замена продукции	Эффективность материалов	Другие ПГ кроме CO ₂	Улавливание и хранение CO ₂
Вся промышленность	Сравнительное тестирование; системы регулирования энергопотребления; эффективные двигатели, котлы, печи, осветительные приборы, отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха; интеграция процессов	С угля на природный газ и нефть	Комбинированное производство тепловой и электрической энергии	Биомасса, биогаз, фотоэлектрическая энергия, ветротурбины, гидро-энергия	Вторичные ресурсы				Кислородо-топливное сгорание, отделение CO ₂ от топочного газа
Черная металлургия	Сокращение плавки, литье деталей практически сразу в окончательной форме, прогрев лома, сухое тушение кокса	Природный газ, нефть или нагнетание пластмассы в доменную печь	Восстановление давления газов на колوشнике, комбинированный цикл на побочном газе	Древесный уголь	Лом	Высоко-прочная сталь	Повторное использование, высокопрочная сталь, снижение технологических потерь	Нет данных	Восстановление водородом, использование кислорода в доменных печах
Цветная металлургия	Инертные аноды, эффективные конструкции ячеек			Лом	Лом		Повторное использование, более тонкая пленка, покрытия	Контроль ПФУ/ SF ₆	
Химическая промышленность	Мембранное отделение, реактивная дистилляция	Природный газ	Предварительно сопряженная газовая турбина, турбина с восстановлением давления, восстановление H ₂	Повторно используемая пластмасса, биосырье		Линейный полиэтилен низкой плотности, пластмасса с улучшенными свойствами	Повторное использование, более тонкая пленка и покрытия, снижение технологических потерь	Контроль N ₂ O, ПФУ, ХФУ и ГФУ	Хранение CO ₂ из аммиака, процессы с использованием этиленоксида
Нефте-переработка	Мембранное отделение, нефтезаводской газ	Природный газ	Турбина с восстановлением давления, восстановление H ₂	Биотопливо	Биосырье		(Сокращение на транспорте здесь не учтено)	Технология контроля N ₂ O/ CH ₄ .	Из производства водорода
Производство цемента	Обжиговая печь с предварительной кальцинацией, вальцовая мельница, печь с псевдоожженным слоем	Отходы, используемые в качестве топлива, биогаз, биомасса	Сушка с помощью газовой турбины, утилизация мощности	Топливо из биомассы, биогаз	Шлаки, пуццоланы	Цемент с добавками, геополимеры		Нет данных	Кислородо-топливное сгорание в печи
Стекольная промышленность	Прогрев стеклобоя, кислородотопливная печь	Природный газ	Цикл воздушного подстиляющего слоя	Нет данных	Более полное использование стеклобоя	Высокопро-чная тонкая тара	Повторное использование	Нет данных	Кислородо-топливное сгорание
Целлюлозно-бумажная промышленность	Эффективная варка целлюлозы, эффективная сушка, башмачный пресс, сушка по методу «Кондебелт»	Биомасса, газ из органических отходов		Топливо из биомассы (коры, черного щелока)	Утилизация, недревесные волокна	Ориентация волокон, более тонкая бумага	Сокращение потерь при резке и обработке	Нет данных	Кислородо-топливное сгорание в печи для обжига извести
Пищевая промышленность	Эффективная сушка, мембраны	Биогаз, природный газ	Анаэробное сбраживание, газификация	Биомасса, побочные продукты, солнечная сушка			Сокращение технологических потерь, использование замкнутой системы водоснабжения		

сейчас расположено в развивающихся странах. В целом в 2003 году на долю развивающихся стран приходилось 42% мирового производства стали, 57% - азотных удобрений, 78% - цемента и около 50% - алюминия. В 2004 году на долю развивающихся стран пришлось 46% потребления конечной энергии в промышленности, на долю развитых стран – 43%, а на долю стран с переходной экономикой – 11%. Многие объекты (для производства алюминия, цемента и удобрений) в развивающихся странах – новые и используют новейшие технологии с минимальным удельным энергопотреблением. При этом, однако, как и в промышленно развитых странах, остается много старых, неэффективных предприятий. Это создает колоссальную потребность в инвестициях в развивающихся странах с целью повышения энергоэффективности и обеспечения сокращения выбросов. Сильный рост энергоемких отраслей в XX веке, как ожидается, будет продолжаться по мере роста численности населения и ВВП [7.1.2; 7.1.3].

Хотя во всем мире в этих энергоемких отраслях преобладает массовое производство, во многих развивающихся странах значительная доля принадлежит малым и средним предприятиям (МСП). В то время, как нормативные акты и международное сотрудничество движут крупные промышленные предприятия в направлении использования экологически чистых технологий МСП могут не иметь экономической или технической возможности для установки необходимого контрольного оборудования или же медленнее внедряют новшества. Эти ограничения МСП создают особые проблемы для усилий по сокращению выбросов ПГ (*высокая степень согласия, много доказательств*) [7.1.1].

Тренды выбросов (глобальные и региональные)

Прямые выбросы ПГ в промышленности сейчас составляют около 7,2 Гт CO₂-экв. Поскольку варианты смягчения последствий, рассмотренные в этой главе, включают меры, направленные на сокращение потребления электроэнергии в промышленности, то выбросы, в том числе и в результате потребления электроэнергии, важны для сравнения. Общие выбросы ПГ в промышленном секторе составили в 2004 году около 12 Гт CO₂-экв, приблизительно 25% общемирового объема. Выбросы CO₂ (в том числе от потребления электроэнергии) в промышленном секторе возросли с 6,0 Гт CO₂ в 1971 году до 9,9 Гт CO₂ в 2004 году. В 2004 году на долю развитых государств пришлось 25% общего объема выбросов CO₂, связанных с энергетикой, на долю стран с переходной экономикой – 11%, а на долю развивающихся стран – 53% (см. рис. TS.18). Еще одним источником выбросов CO₂ в промышленности является неэнергетическое использование ископаемых видов топлива и использование неископаемого топлива. В 2000 году эти источники, по оценкам, дали 1,7 Гт CO₂ (*высокая степень согласия, много доказательств*) [7.1.3].

Промышленные процессы являются источником и других ПГ, в частности, ХФУ-23 при производстве ГХФУ-22;

Табл. TS.9: Проекция выбросов ПГ, кроме CO₂, в промышленном секторе, Мт CO₂-экв/год [Table 7.3].

Регион	1990	2000	2010	2030
Страны ОЭСР Тихоокеанского региона	38	53	47	49
Северная Америка	147	117	96	147
Западная Европа	159	96	92	109
Центральная и Восточная Европа	31	21	22	27
ВЕКЦА	37	20	21	26
Развивающиеся страны Азии	34	91	118	230
Латинская Америка	17	18	21	38
Страны Африки к югу от Сахары	6	10	11	21
Ближний Восток и Северная Африка	2	3	10	20
Весь мир	470	428	438	668

Примечание: выбросы от холодильного оборудования, используемого в производственных процессах, учтены; выбросы от всех остальных вариантов применения холодильного оборудования и кондиционеров воздуха исключены.

ПФУ при плавке алюминия и обработке полупроводников; SF₆ при использовании в плоских индикаторах (жидкокристаллических дисплеях) и полупроводниках, литье магния под давлением, электрическом оборудовании, плавке алюминия и т.д.; CH₄ и N₂O из источников в химической промышленности и потоков отходов пищевой промышленности. Общий объем выбросов этих источников составил в 2000 году около 0,4 Гт CO₂-экв. (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*) [7.1.3].

Проекция промышленных выбросов CO₂ на 2030 год по сценарию СДСВ В22 составляет около 14 Гт CO₂ (с учетом потребления электроэнергии) (см. рис. TS.18). Самые высокие средние темпы роста выбросов углекислого газа в промышленном секторе проецируются для развивающихся стран. Рост в регионах Центральной и Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии, а также в развивающихся странах Азии, согласно проекциям, в 2000-2030 годах по обоим сценариям замедлится. Выбросы CO₂, как ожидается, по сценарию В2 после 2010 года уменьшатся в Тихоокеанском регионе ОЭСР, Северной Америке и Западной Европе. Для других парниковых газов в промышленном секторе проекция дает к 2030 году глобальное увеличение в 1,4 раза, с 470 Мт CO₂-экв (130 Мт С-экв) в 1990 году до 670 Мт CO₂-экв (180 Мт С-экв) в 2030 году, предполагая, что не предпринимаются никакие дополнительные меры для противодействия этим выбросам. Работа по смягчению последствий привела к сокращению выбросов других ПГ, нежели CO₂, в период с 1990 по 2000 год, и сейчас реализуется много программ по дополнительному контролю (см. табл. TS.9) (*высокая степень согласия, средняя степень доказательств*) [7.1.3].

Описание и оценка технологий и практики смягчения, вариантов и потенциалов, затрат и устойчивости

Ранее промышленный сектор достиг сокращения энергоемкости и снижения интенсивности выбросов

путем внедрения энергоэффективных технологий, ориентированных конкретно на смягчение, особенно в энергоемких отраслях. За период 1990-2004 годы в алюминиевой промышленности, по сообщениям, было достигнуто сокращение интенсивности выбросов ПФУ более чем на 70%, а в отношении производства аммиака отмечалось, что заводы, спроектированные в 2004 году, дают 50%-ное сокращение энергоемкости по сравнению с заводами, спроектированными в 1960 году. Продолжение модернизации предприятий по производству аммиака по всему миру приведет к дальнейшему повышению энергоэффективности. Сообщалось также об уменьшении энергоемкости в нефтеперерабатывающей отрасли [7.4.2, 7.4.3, 7.4.4].

Ограниченные технико-экономические возможности МСП создают проблемы для распространения экологически чистых технологий, хотя в МСП и проводится ряд инновационных научных исследований и разработок.

Целый ряд мер и технологий обладают потенциалом сокращения промышленных выбросов ПГ. Эти технологии можно сгруппировать в категории по энергоэффективности, смене топлива, рекуперации мощности, возобновляемым видам энергии, замене сырья, замене продукции и эффективности материалов (табл. TS.10). В каждой категории некоторые технологии, такие как использование более эффективных электродвигателей, широко применимы ко всем отраслям, тогда как другие, например, восстановление давления газов на колошнике доменной печи характерны для конкретных производственных процессов.

Позже в период до 2030 года будет иметь место значительный дополнительный потенциал дальнейшего повышения энергоэффективности и применения улавливания и хранения углерода (УХУ)¹⁷, а также технологических процессов, связанных с другими ПГ. Среди примеров таких новых технологий, ныне находящихся в фазе НИОКР, - инертные электроды для производства алюминия и применение водорода для производства металлов (высокая степень согласия, много доказательств) [7.2, 7.3, 7.4].

Потенциалы смягчения и затраты на смягчение на 2030 год оценивались отдельно по энергоемким отраслям и в общем по другим отраслям. Такой подход дал следующие результаты по сценарию B2: около 1,1 Гт CO₂-экв при затратах <20 долл./т CO₂ (74 долл./т C-экв); около 3,5 Гт CO₂-экв при затратах <50 долл./т CO₂ (180 долл./т C-экв); и около 4 Гт CO₂-экв/год (0,60–1,4 Гт C-экв/год) при затратах <100 долл./т CO₂-экв (<370 долл./т C-экв). Самые большие потенциалы смягчения – в сталелитейной, цементной и целлюлозно-бумажной промышленности, а также в регулировании газов (кроме CO₂), причем большая часть этого потенциала доступна при затратах <50 долл./т CO₂-

экв (<180 долл./т C-экв). Применение технологии УХУ дает значительный дополнительный потенциал, хотя и при более высоких затратах. Недавно проведенное глобальное исследование девяти групп технологий показывает, что потенциал смягчения последствий в промышленном секторе составляет на 2030 год 2,5–3,0 Гт CO₂-экв/год (0,68–0,82 Гт C-экв/год) при затратах <25 долл./т CO₂ (<92 долл./т C) (2004). В то время как оценка потенциала смягчения находится в диапазоне, определенном в данной оценке, оценка затрат на смягчение значительно ниже (средняя степень согласия, средний объем доказательств) [7.5].

Взаимодействие вариантов смягчения с уязвимостью и адаптацией

Связи между адаптацией и смягчением последствий в промышленном секторе ограничены. Многие варианты смягчения (например, энергоэффективность, регенерация тепла и мощности, повторное использование) не являются уязвимыми к изменению климата и поэтому связи с адаптацией не создают. Другие, например, смена топлива или сырья (например, переход на биомассу или на другие возобновляемые источники энергии), могут быть уязвимы к изменению климата [7.8].

Эффективность климатической политики и опыт работы с ней, потенциалы, препятствия, возможности и вопросы реализации

Ни в промышленно развитых, ни в развивающихся государствах доступные варианты смягчения последствий не используются полностью. Во многих районах мира смягчения последствий выбросов ПГ не требует ни рынок, ни государственное регулирование. В этих районах компании будут вкладывать средства в сокращение выбросов ПГ в той мере, в которой другие факторы будут обеспечивать отдачу от этих инвестиций. Эта отдача может быть экономической; например, проекты по энергоэффективности, обеспечивающие или могущие обеспечить экономическую окупаемость в плане достижения более широких корпоративных целей, например, выполнения обязательств по устойчивому развитию. Вышеупомянутый экономический потенциал будет реализован только в том случае, если будут приняты соответствующая политика и нормативные акты. В этом плане важно то, что, как отмечалось выше, наиболее энергоемкие отрасли расположены в развивающихся странах. Медленная оборачиваемость основных фондов – еще одно препятствие во многих отраслях, как и отсутствие финансовых и технических ресурсов, необходимых для реализации возможностей смягчения, как и ограничения возможности производственных предприятий, особенно малых и средних, в плане доступа к информации

¹⁷ См. Специальный доклад МГЭИК об улавливании и хранении CO₂.

об имеющихся возможных вариантах и понимания этой информации (высокая степень согласия, много доказательств) [7.9.1].

С начала 1990-х годов используются добровольные соглашения между промышленностью и правительством о сокращении энергопотребления и выбросов ПГ. Хорошо проработанные соглашения, в которых ставятся реалистичные цели и которые пользуются достаточной государственной поддержкой, часто в рамках более широкого пакета экологической политики, а также реальная угроза усиления государственного регулирования или введения налогов на энергию/ПГ в случае невыполнения обязательств могут дать более значительную экономию энергии или сокращение выбросов, чем в ходе обычной деятельности. Некоторые из них ускорили применение лучших из имеющихся технологий и привели к сокращению выбросов по сравнению с базовым уровнем, особенно в странах с традиционно тесным сотрудничеством между правительством и промышленностью. Вместе с тем, большинство добровольных соглашений не обеспечили значительного сокращения выбросов сверх обычного объема. Корпорации, местные органы власти, неправительственные организации (НПО) и группы гражданского общества предпринимают самые разнообразные добровольные действия, независимо от правительственных органов, которые могут ограничивать выбросы ПГ, стимулировать инновационную политику и поощрять развертывание новых технологий. Сами по себе они, однако, имеют, как правило, ограниченное влияние.

Политика, которая уменьшает препятствия к внедрению экономически эффективных технологий, отличающихся низким уровнем выбросов ПГ (среди этих препятствий, например, недостаток информации, отсутствие норм, недоступность финансирования на приемлемых условиях для первоначального приобретения современных технологий), может быть эффективной. Многие страны, как развитые, так и развивающиеся, имеют финансовые схемы, направленные на содействие энергосбережению в промышленности. В соответствии с исследованием Всемирного энергетического совета, в 28 странах предоставляются те или иные дотации или субсидии на проекты энергоэффективности в промышленности. Финансовые меры также часто используются для стимулирования энергосбережения в промышленности. У финансовых стимулов есть, однако, и недостаток: их часто используют инвесторы, которые вкладывали бы средства и без стимула. Возможные решения проблемы повышения экономической эффективности заключаются в том, чтобы ограничить схемы конкретными целевыми группами и (или) методами (избранными перечнями оборудования, только инновационными технологиями) или использовать прямой критерий экономической эффективности [7.9.3].

Существуют или разрабатываются несколько национальных или отраслевых систем торговли выбросами CO₂. Дальнейшее совершенствование этих

систем можно построить на основе фактов, которые показывают, что в некоторых важных аспектах субъекты промышленных секторов сталкиваются с ситуацией, которая весьма отличается от ситуации в секторе электроэнергетики. Например, реакция на цену выбросов углерода в промышленности, как правило, медленнее, потому что портфель технологий более ограниченный, а краткосрочные возможности смены топлива отсутствуют, что делает предсказуемые механизмы выделения и стабильные ценовые сигналы более важным вопросом для промышленности [7.9.4].

Как отмечалось в ТДО, промышленные предприятия всех размеров уязвимы к изменениям в правительственной политике и пользовательских предпочтениях. Поэтому стабильный политический режим так важен для промышленности (высокая степень согласия, много доказательств) [7.9].

Комплексная и не касающаяся климата политика, влияющая на выбросы парниковых газов

Политика, направленная на уравнивание энергобезопасности, защиты окружающей среды и экономического развития, может оказывать положительное или отрицательное влияние на смягчение последствий. Политика устойчивого развития, сконцентрированная на энергоэффективности, дематериализации и использовании возобновляемых источников энергии поддерживает достижение целей смягчения последствий выбросов ПГ. Политика в сфере управления отходами сокращает выбросы ПГ в промышленном секторе, уменьшая энергопотребление путем повторного использования продуктов. Меры по снижению загрязнения воздуха могут иметь синергизм с сокращением выбросов ПГ, если это сокращение достигается путем перехода на низкоуглеродные виды топлива, но не всегда сокращают выбросы ПГ, так как многие требуют использования дополнительной энергии.

Помимо реализации вышеупомянутых вариантов смягчения последствий, достижение устойчивого развития потребует траекторий промышленного развития, сводящих к минимуму потребность в смягчении последствий в будущем (высокая степень согласия, средний объем доказательств). Крупные компании обладают более значительными ресурсами и, как правило, более существенными стимулами для того, чтобы учитывать экологические и социальные факторы в своей деятельности, чем малые и средние предприятия (МСП), но во многих странах именно МСП большей частью обеспечивают занятость и производственные мощности. Включение стратегии развития МСП в более широкие национальные стратегии развития соответствует целям устойчивого развития. Энергоемкие отрасли сейчас принимают ряд мер в направлении развития человеческого капитала, здоровья и безопасности, общинного развития и т.д., которые соответствуют цели корпоративной социальной

ответственности (*высокая степень согласия, много доказательств*) [7.7; 7.8].

Сопутствующие выгоды политики уменьшения выбросов парниковых газов

Сопутствующие выгоды смягчения последствий выбросов промышленных ПГ включают: сокращение выбросов веществ, загрязняющих воздух, и отходов (что, в свою очередь, снижает затраты на соблюдение экологических норм и затраты на удаление отходов), повышение качества производства и продукции, снижение затрат на обслуживание и эксплуатационных расходов, улучшение производственной среды и другие выгоды, такие как сокращение задолженности, улучшение общественного имиджа и морального состояния работников, отсрочка или сокращение капиталовложений. Снижение энергопотребления может косвенно способствовать уменьшению воздействия веществ, загрязняющих воздух, на здоровье, особенно там, где нет нормативов по загрязненности воздуха (*высокая степень согласия, много доказательств*) [7.10].

Исследования, разработка, внедрение, распространение и передача технологий

Коммерчески доступная промышленная технология дает очень большой потенциал для сокращения выбросов ПГ. Вместе с тем, даже при применении этой технологии многие производственные процессы все равно потребовали бы намного больше энергии, чем термодинамический идеал, предполагая большой дополнительный потенциал повышения энергоэффективности и потенциал смягчения ПГ. Кроме того, в некоторых производственных процессах выделяются ПГ, не зависящие от потребления тепла и электроэнергии. В настоящее время нет коммерческой технологии для устранения таких выбросов в некоторых из этих процессов, например, разработки инертного электрода для устранения технологических выбросов при производстве алюминия и применения водорода для восстановления железных руд и руд цветных металлов. Эти новые технологии должны также соответствовать массе других критериев, включая ценовую конкурентоспособность, безопасность и регуляторные требования, а также завоевание потребительского признания. Исследования в области промышленных технологий, разработка, внедрение и распространение таких технологий осуществляются как правительствами, так и компаниями, в идеале во взаимодополняющих ролях. Из-за высоких экономических рисков, присущих технологиям, основным назначением которых является сокращение выбросов ПГ, вероятно, нужны правительственные программы, которые смогут обеспечить достаточный уровень исследований и разработок. Правительствам целесообразно выявить основные препятствия, стоящие на пути технологий, и найти решения для преодоления этих препятствий, но компании должны нести риски и получать вознаграждения, связанные с освоением.

Кроме того, передаче и распространению технологий способствуют правительственная информация, энергетический аудит, отчетность и программы сравнительного тестирования. Основными факторами, которые определяют внедрение и распространение технологий в частном секторе, являются конкурентное преимущество, потребительское признание, характеристики, зависящие от конкретной страны, защита прав интеллектуальной собственности и нормативная база (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*) [7.11].

Долгосрочная перспектива

Многие технологии обладают долгосрочным потенциалом уменьшения промышленных выбросов ПГ, но интерес сосредоточен на трех областях: биологической обработке, применении водорода и нанотехнологии.

Учитывая сложность промышленного сектора, достижение низкого уровня выбросов ПГ является результатом объединения многих поперечных и отдельных отраслевых переходов. Из-за скорости оборачиваемости основных фондов, по крайней мере в некоторых отраслях промышленности, может иметь место инерция вследствие «фиксации технологии». Модернизация дает определенные возможности, но фундаментальные изменения в технологии происходят только тогда, когда основные фонды вводятся в эксплуатацию или заменяются (*высокая степень согласия, много доказательств*) [7.12].

8 Сельское хозяйство

Состояние сектора, будущие тенденции в производстве и потреблении, последствия

Развитие технологии позволило добиться заметного прогресса в показателе объема сельскохозяйственной продукции на единицу площади и повысить обеспеченность продовольствием на душу населения, несмотря на устойчивое сокращение площади сельскохозяйственных угодий на душу населения (*высокая степень согласия, много доказательств*). Вместе с тем, в разных регионах мира прогресс неравномерный, в частности, в некоторых странах сохраняется проблема бедности и недостаточного питания сельского населения. Доля продуктов животноводства в рационе в развивающихся странах постепенно возрастает, а в развитом мире остается неизменной (*высокая степень согласия, много доказательств*).

Производство продовольствия и волокон более чем не отстает от резкого роста спроса в густонаселенных странах, поэтому глобальное среднее ежедневное количество калорий на душу населения увеличилось, хотя и с некоторыми региональными исключениями. Этот

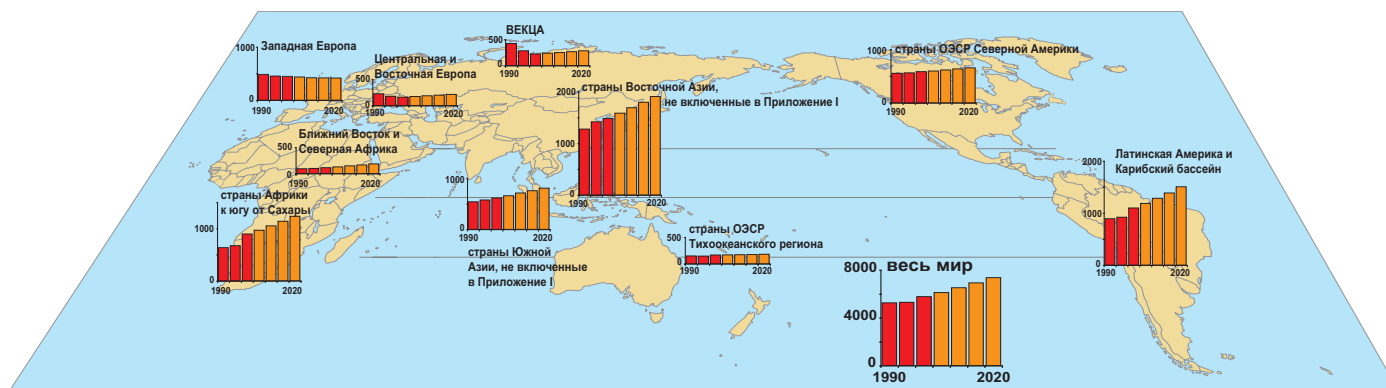


Рис. TS.19. Выбросы N_2O и CH_4 за предыдущие периоды и согласно проекциям (млн. т CO_2 -экв) в сельскохозяйственном секторе по десяти регионам мира, 1990-2020 гг. [Figure 8.2]

рост, однако, произошел за счет усиления давления на окружающую среду и истощения природных ресурсов; кроме того, он не решил проблемы продовольственной безопасности и повсеместного недостаточного питания детей в бедных странах (*высокая степень согласия, много доказательств*).

Абсолютная площадь пахотной земли в мире увеличилась приблизительно до 1400 млн. га, что на 8% больше, чем в 1960-х годах (в развитых странах рост составил 5%, в развивающихся – 22%). Эта тенденция, как ожидается, в будущем сохранится, причем за период с 1997 по 2020 год, по прогнозам, в сельскохозяйственный оборот будет введено еще 500 млн. га, главным образом в Латинской Америке и странах Африки к югу от Сахары (*средняя степень согласия, ограниченный объем доказательств*).

Экономический рост и изменение образа жизни в некоторых развивающихся странах вызывают рост спроса на мясные и молочные продукты. За период с 1967 по 1997 год спрос на мясо в развивающихся странах вырос с 11 до 24 кг на душу населения в год, к концу этого периода достигнув годовых темпов роста в размере более 5%. Прогнозируется дальнейшее повышение глобального спроса на мясо (приблизительно на 60% к 2020 году), главным образом в развивающихся регионах, таких как Южная и Юго-Восточная Азия и страны Африки к югу от Сахары (*средняя степень согласия, много доказательств*).

Табл. TS.11. Оценки глобального экономического потенциала уменьшения выбросов ПГ в сельском хозяйстве (Мт CO_2 -экв/год) к 2030 году при различных предполагаемых ценах углерода по базовому сценарию СДСВ В2 [Table 8.7].

	Цена углерода (долл./т CO_2 -экв)		
	до 20	до 50	до 100
ОЭСР	330 (60–470)	540 (300–780)	870 (460–1280)
СПЭ	160 (30–240)	270 (150–390)	440 (230–640)
Не ОЭСР, не СПЭ	1140 (210–1660)	1880 (1040–2740)	3050 (1610–4480)

Примечание: цифры в скобках отражают среднеквадратичное отклонение от средней оценки, потенциал, за исключением энергоэффективных мер и замещения ископаемого топлива биоэнергией.

[8.2].

Тренды выбросов

В 2005 году сельское хозяйство, по оценкам, стало источником выбросов 5,1-6,1 Гт CO_2 -экв (10–12% общемировых антропогенных выбросов ПГ). Выбросы CH_4 составили 3,3 Гт CO_2 -экв, а выбросы N_2O – 2,8 Гт CO_2 -экв. Из глобальных антропогенных выбросов в 2005 году на долю сельского хозяйства пришлось около 60% N_2O и около 50% CH_4 (средняя степень согласия, средний объем доказательств). Несмотря на значительный годовой обмен углекислым газом между атмосферой и сельскохозяйственными землями чистый поток оценивается как приблизительно сбалансированный, а чистые выбросы CO_2 составляют всего лишь около 0,04 Гт CO_2 /год (выбросы от использования электроэнергии и топлива в сельском хозяйстве освещены соответственно в разделах о секторе зданий и о транспортном секторе) (*низкая степень согласия, ограниченный объем доказательств*) [8.3].

Тренды выбросов ПГ в сельском хозяйстве реагируют на глобальные изменения: ожидается увеличение по мере того, как меняются рационы, а рост численности населения увеличивает спрос на продовольствие. Будущее изменение климата может в конце концов высвободить больше почвенного углерода (хотя этот эффект - неопределенный, поскольку изменение климата может также увеличить поступление углерода в почву вследствие большого объема производства). Развивающиеся технологии могут позволить сократить выбросы на единицу произведенного продовольствия, однако абсолютные выбросы, вероятно, будут расти (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*).

Без дополнительных политических мер выбросы N_2O и CH_4 в сельском хозяйстве, согласно проекциям, к 2030 году увеличатся соответственно на 35–60% и приблизительно на 60%, повышаясь, таким образом, скорее, чем 14%-ное увеличение выбросов иных ПГ, нежели CO_2 , наблюдаемое в период с 1990 по 2005 год (*средняя степень согласия, ограниченный объем доказательств*) [8.3.2].

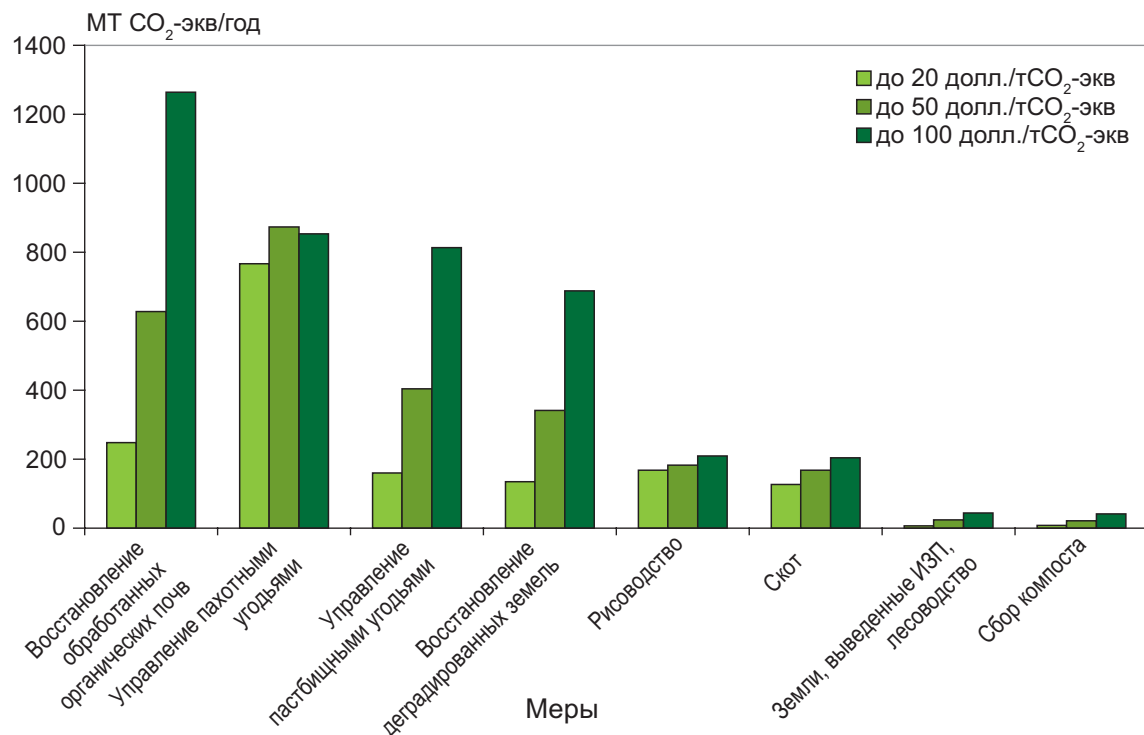


Рис TS.20. Потенциал смягчения последствий выбросов ПГ в сельском хозяйстве в 2030 году при различных ценах углерода согласно базовому сценарию СДСВ В2 [Figure 8.9]

Примечание: показан сценарий В2, хотя характер похожий для всех сценариев СДСВ. Меры по энергоэффективности (770 Мт CO₂-экв) включены в потенциал смягчения сектора зданий и сектора энергетики.

Как порядок величины выбросов, так и относительная важность различных источников широко варьируются по регионам мира (рис. TS.19). В 2005 году на долю группы пять регионов, состоящих в основном из стран, не включенных в Приложение I, приходилось 74% суммарных выбросов в сельском хозяйстве [8.3].

Технологии и практика смягчения, варианты, потенциалы и затраты

Учитывая все газы, экономический потенциал уменьшения выбросов в сельском хозяйстве к 2030 году по базовому сценарию СДСВ В2 оценивается цифрами около 1600, 1700 и 4300 Мт CO₂-экв/год при цене углерода соответственно 20, 50 и 100 долл./т CO₂-экв (см. табл. TS.11) (*средняя степень согласия, ограниченный объем доказательств*) [8.4.3].

Улучшенное управление сельским хозяйством может сократить чистые выбросы ПГ, часто затрагивая более чем один ПГ. Эффективность этой практики зависит от таких факторов, как климат, тип почвы и система земледелия (*высокая степень согласия, много доказательств*).

Около 90% общего смягчения является результатом расширения поглотителей (секвестрации почвенного углерода), а около 10% - результатом сокращения выбросов (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*). Самые заметные варианты смягчения последствий в сельском

хозяйстве (с потенциалами к 2030 году, показанными в Мт CO₂-экв/год для цен углерода до 100 долл./т CO₂-экв) - это (см. также рис. Figure TS.20):

- восстановление обработанных органических почв (1260)
- улучшенное управление пахотными землями (включая агрономию, управление питательными веществами, управление обработкой почвы и остатками, управление водными ресурсами (в том числе ирригация и осушение), использование земель, выведенных из сельскохозяйственного оборота, и агролесоводство (1110);
- улучшенное управление пастбищными угодьями (включая интенсивность выпаса, повышение продуктивности, управление питательными веществами, введение видов) (810)
- восстановление деградированных земель (в том числе борьба с эрозией, органические добавки и питательные добавки) (690).

Не такой высокий, но все равно существенный потенциал характерен для следующих вариантов:

- рисоводство (210)
- разведение скота (в том числе улучшенные методы кормления, пищевые добавки, размножение и другие структурные изменения, улучшенное управление удобрениями (улучшенное хранение, обработка и анаэробное сбраживание) (260) (*средняя степень согласия, ограниченный объем доказательств*).

Кроме того, к 2030 году 770 Мт CO₂-экв/год может

быть обеспечено за счет повышения энергоэффективности сельского хозяйства. Это количество, однако, большей частью включено в потенциал смягчения сектора зданий и транспортного сектора [8.1; 8.4].

При более низких ценах углерода предпочтительны недорогие меры, в большинстве своем похожие на нынешнюю практику (например, варианты управления пахотными землями), а при более высоких – более дорогие меры с более высоким потенциалом смягчения на единицу площади (например, восстановление обработанных органических/торфяных почв; рис. TS.20) (*средняя степень согласия, ограниченный объем доказательств*) [8.4.3].

Выбросы ПГ можно также сократить путем замены ископаемого топлива энергией, произведенной из сельскохозяйственного сырья (например, остатков сельскохозяйственных культур, навоза, энергетических культур), которое учитывается в секторах конечного потребления энергии (в частности, в секторе энергоснабжения и в транспортном секторе). Точных оценок объема будущего предложения сельскохозяйственной биомассы нет; цифры варьируются от 22 ЭДж/год в 2025 году до более чем 400 ЭДж/год в 2050 году. Фактический вклад сельского хозяйства в потенциал смягчения посредством использования биоэнергии зависит, однако, от относительных цен на топливо и баланса спроса и предложения. Нисходящие оценки, включающие предположения о таком балансе, показывают, что экономический потенциал смягчения, которым обладает энергия биомассы сельскохозяйственного продолжения, составляет 70–1260 Мт CO₂-экв/год при цене до 20 долл./т CO₂-экв и 560–2320 Мт CO₂-экв/год при цене до 50 долл./т CO₂-экв. Оценок дополнительного потенциала из нисходящих моделей при ценах углерода до 100 долл./т CO₂-экв нет, а для цен свыше 100 долл./т CO₂-экв цифра составляет 2720 Мт CO₂-экв/год. Эти потенциалы представляют смягчение на 5-80% и 20-90% всех остальных мер по смягчению в сельском хозяйстве в целом соответственно при цене углерода до 20 и до 50 долл./т CO₂-экв. Выше уровня, на котором сельскохозяйственная продукция и остатки образуют единое сырье, биоэнергия конкурирует с другими направлениями использования земли за свободные площади, воду и другие ресурсы. Потенциалы смягчения биоэнергии и повышенной энергоэффективности в табл. TS.11 и рис. TS.20 не включены, потому что данный потенциал учитывается в секторах конечного потребления, в основном в секторе транспорта и в секторе зданий (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*) [8.4.4].

Оценки потенциала смягчения в сельскохозяйственном секторе стоят ближе к нижнему пределу диапазонов, указанных в Втором докладе об оценках (ВДО) и в ТДО. Это обусловлено, главным образом, различными временными масштабами (здесь – 2030 год, в ТДО – 2050 год). В среднесрочной перспективе большая часть потенциала

смягчения проистекает из удаления CO₂ из атмосферы и его преобразования в почвенный углерод, однако порядок величины этого процесса будет уменьшаться по мере того, как почвенный углерод будет приближаться к максимальным уровням, а долгосрочное смягчение будет все больше основываться на сокращении выбросов N₂O, CH₄ и CO₂ от энергопотребления, выгоды которого сохраняются неопределенное время (*высокая степень согласия, много доказательств*) [8.4.3].

Взаимодействие вариантов смягчения с уязвимостью и адаптацией

Сельскохозяйственные мероприятия по уменьшению выбросов ПГ могли бы: а) уменьшить уязвимость (например, если секвестрация почвенного углерода уменьшает последствия засухи) или б) увеличить уязвимость (например, если сильная зависимость от энергии биомассы делает энергоснабжение более чувствительным к экстремумам климата). В политике по содействию смягчению и (или) адаптации в сельском хозяйстве, возможно, нужно будет учитывать это взаимодействие (*средняя степень согласия, ограниченный объем доказательств*). Аналогичным образом действия, обусловленные адаптацией, могут а) содействовать смягчению (например, возвращение остатков на поля с целью повышения водоудерживающей способности также вызовет секвестрацию углерода) или б) сдерживать смягчение (например, более активное использование азотных удобрений для решения проблемы падения урожайности, что приводит к росту выбросов N₂O). Стратегии, которые одновременно увеличивают способность к адаптации, уменьшают уязвимость и смягчают последствия изменения климата, вероятно, будут создавать меньше барьеров для адаптации, чем стратегии с противоречивыми последствиями. Например, повышение содержания органических веществ в почве может как повысить плодородность, так и уменьшить влияние засухи, улучшая способность в адаптации, делая сельское хозяйство менее уязвимым к изменению климата и одновременно секвеструя углерод (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*) [8.5].

Эффективность политики в отношении климата: возможности, препятствия и вопросы осуществления

Фактические уровни уменьшения выбросов ПГ в сельском хозяйстве ниже экономического потенциала вышеизложенных мер (*средняя степень согласия, ограниченный объем доказательств*). Достигнут лишь незначительный прогресс в осуществлении, причиной чему затраты на осуществление и другие препятствия, в том числе: воздействие на сельскохозяйственные земли, спрос на сельскохозяйственную продукцию, конкуренция в спросе на воду, а также различные социальные, институциональные и образовательные барьеры (*средняя степень согласия, ограниченный объем доказательств*). Секвестрация почвенного углерода на европейских

пахотных землях, например, к 2010 году будет, вероятно, весьма несущественной, невзирая на значительный экономический потенциал. Многие из этих препятствий не будут преодолены без политических или экономических стимулов (*средняя степень согласия, ограниченный объем доказательств*) [8.6].

Комплексная и не касающаяся климата политика, влияющая на выбросы парниковых газов

Принятие политики смягчения часто в значительной мере обусловлено целями, не связанными непосредственно с изменением климата. Это приводит к региональным различиям в мерах по смягчению и способствует неопределенности в оценках будущего глобального потенциала смягчения. Наиболее эффективной политикой в сокращении выбросов может быть политика, которая одновременно достигает и других социальных целей. Синергетический эффект со смягчением имеют некоторые политические меры по развитию села, направленные на борьбу с бедностью, например, управление водными ресурсами и агролесоводство (*средняя степень согласия, ограниченный объем доказательств*).

Например, меры по агролесоводству, предпринимаемые для производства топливной древесины или для защиты доходов от климатических изменений могут также повысить уровень секвестрации углерода. Во многих регионах на возможности смягчения в сельском хозяйстве больше всего влияет политика, не касающаяся климата, в том числе макроэкономическая, сельскохозяйственная и экологическая. Такая политика может основываться на конвенциях ООН (например, о биоразнообразии и опустынивании), однако часто ею движут национальные или региональные соображения. Среди наиболее полезной политики, не касающейся климата, - политика, содействующая устойчивому использованию почв, воды и других ресурсов в сельском хозяйстве, потому что такая политика помогает увеличить запасы почвенного углерода и сократить до минимума непроизводительные траты ресурсов (энергии, удобрений) (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [8.7].

Исследования, разработка, внедрение, распространение и передача технологий

Некоторые методы ведения сельского хозяйства дают чисто «беспроигрышные» результаты, но большинство предполагают компромиссы. Сельскохозяйственные экосистемы по своей природе сложные. Сопутствующие выгоды и компромиссы сельскохозяйственной практики могут варьироваться от места к месту из-за различий в климате, почве или способе внедрения практики (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*).

Например, в производстве биоэнергии, если сырьем являются отходы сельскохозяйственных культур,

органическое вещество почвы может истощаться, поскольку возвращается меньше углерода и в силу этого качество почвы ухудшается; и наоборот, если сырье – многолетняя культура с плотной корневой системой, то органическое вещество почвы может пополняться, повышая таким образом качество почвы.

Многие сельскохозяйственные меры по смягчению последствий демонстрируют синергетический эффект с целями устойчивости. Политика смягчения последствий, которая поощряет эффективное использование удобрений, сохраняет уровень углерода в почве и поддерживает сельскохозяйственное производство, вероятно, будет иметь наибольший эффект синергизма с устойчивым развитием (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*).

Например, увеличение содержания почвенного углерода может также повысить уровень продовольственной безопасности и экономическую отдачу. Другие варианты смягчения оказывают менее определенное влияние на устойчивое развитие. Например, использование некоторых органических добавок может улучшить секвестрацию углерода, однако влияние на качество воды может варьироваться в зависимости от добавки. Сопутствующие выгоды часто возникают благодаря повышению эффективности, снижению затрат и появлению сопутствующих выгод для окружающей среды. Компромиссы связаны с конкуренцией за землю, снижением сельскохозяйственной продуктивности и экологическими стрессами (*средняя степень согласия, ограниченный объем доказательств*) [8.4.5].

Исследования, разработка, внедрение, распространение и передача технологий

Во многих из представленных стратегий смягчения для сектора сельского хозяйства используются существующие технологии. Например, сокращение выбросов на единицу продукции будет достигаться за счет повышения урожайности культур и продуктивности животных. Такое повышение продуктивности может обеспечиваться целым рядом методов – лучшим управлением; использованием генетически модифицированных культур, улучшенных культурных сортов, систем рекомендаций по удобрениям; прецизионным сельским хозяйством; улучшением пород животных и повышением качества их питания; использованием пищевых добавок и активаторов роста; повышением плодовитости животных; использованием биоэнергетического сырья; применением анаэробного сбраживания суспензии; системами улавливания CH_4 – которые отражают существующие технологии (*высокая степень согласия, много доказательств*). Некоторые стратегии предполагают новые направления использования существующих технологий. Например, многие годы в рационе животных применяются масла, которые повышают энергетическую ценность рациона, однако их роль и возможность использования в качестве

подавителя CH_4 все еще нова и определена не полностью. Для некоторых технологий потребуются дополнительные исследования и разработки [8.9].

Долгосрочная перспектива

Глобальная потребность в продовольствии к 2050 году может удвоиться, что приведет к интенсификации технологий производства (например, к расширению применения азотных удобрений). Кроме того, прогнозируемое увеличение потребления продуктов животноводства повысит уровень выбросов CH_4 и N_2O , если поголовье скота будет расти, что приведет к увеличению выбросов по базовому сценарию после 2030 года (высокая степень согласия, средний объем доказательств). Меры по смягчению в сельском хозяйстве помогут сократить выбросы ПГ на единицу продукции по сравнению с базовым уровнем. До 2030 года, однако, лишь около 10% потенциала смягчения связано с CH_4 и N_2O . Внедрение новых методов смягчения последствий для систем животноводства и применения удобрений будет играть существенную роль для предотвращения роста выбросов в сельском хозяйстве после 2030 года.

Составление проекций долгосрочных потенциалов смягчения сдерживается и другими неопределенностями. Например, эффекты изменения климата не ясны: будущее изменение климата может снизить темпы секвестрации почвенного углерода или даже высвободить его, хотя определенности в отношении этого эффекта нет, так как изменение климата может также увеличить поступление углерода в почву вследствие роста объема производства продуктов растениеводства. В некоторых исследованиях высказывается предположение о том, что технологические нововведения потенциально могут противодействовать отрицательным последствиям изменения климата для запасов почвенного углерода на пахотных и сенокосных угодьях, что делает технологические нововведения ключевым фактором для будущего уменьшения выбросов ПГ. Такие технологии могли бы, к примеру, действовать

через увеличение объема производства, повышая таким образом уровень возвращения углерода в почву и сокращая потребность в целинных землях. (высокая степень согласия, средний объем доказательств) [8.10].

9 Лесное хозяйство

Со времени ТДО появились новые оценки смягчения как в местном, так и в глобальном масштабе. Был проведен целый ряд обширных экономических обзоров и глобальных оценок. Проводятся первые исследования по вопросу интеграции вариантов смягчения и адаптации и их связей с устойчивым развитием. Повышенное внимание уделяется сокращению выбросов от обезлесения как недорогому варианту смягчения последствий, который будет иметь значительные положительные побочные эффекты. Есть некоторые свидетельства того, что последствия изменения климата могут также ограничивать потенциал смягчения, которым обладают леса.

Состояние сектора, тенденции развития, включая производство и потребление, и последствия

Площадь глобального лесного покрова составляет 3952 млн. га (табл. TS.12), что составляет около 30% площади суши. Наиболее важным для углеродного цикла является то, что в период с 2000 до 2005 год продолжалось валовое обезлесение со скоростью 12,9 млн. га/год, главным образом в результате превращения лесов в сельскохозяйственные угодья, а также вследствие расширения поселений и инфраструктуры, часто с целью вырубки. В 1990-е годы темпы валового обезлесения были несколько выше, 13,1 млн. га/год. Благодаря обезлесению, восстановлению ландшафта и естественному расширению лесов чистая потеря лесов за 2000-2005 годы составила 7,3 млн. га/год, причем наибольшие потери наблюдались в Южной Америке, Африке и Юго-Восточной Азии. В 1990-е годы

Табл. TS.12. Оценки площади лесов, чистого изменения площади лесов (отрицательные числа означают уменьшение), запас углерода в живой биомассе и рост запаса в 1990, 2000 и 2005 годах [Table 9.1].

Регион	Площадь лесов, млн. га	Годовое изменение, млн. га/год		Запас углерода в живой биомассе, Мт CO_2			Растущий запас в 2005 г.
	2005	1990-2000	2000-2005	1990	2000	2005	млн. м ³
Африка	635,412	-4,4	-4,0	241267	228067	222933	64957
Азия	571,577	-0,8	1,0	150700	130533	119533	47111
Европа*	1001,394	-0,9	0,7	154000	158033	160967	107264
Северная и Центральная Америка	705,849	-0,3	-0,3	150333	153633	155467	78582
Океания	206,254	-0,4	-0,4	42533	41800	41800	7361
Южная Америка	831,54	-3,8	-4,3	358233	345400	335500	128944
Весь мир	3952,026	-8,9	-7,3	1097067	1057467	1036200	434219

* В том числе вся Российская Федерация

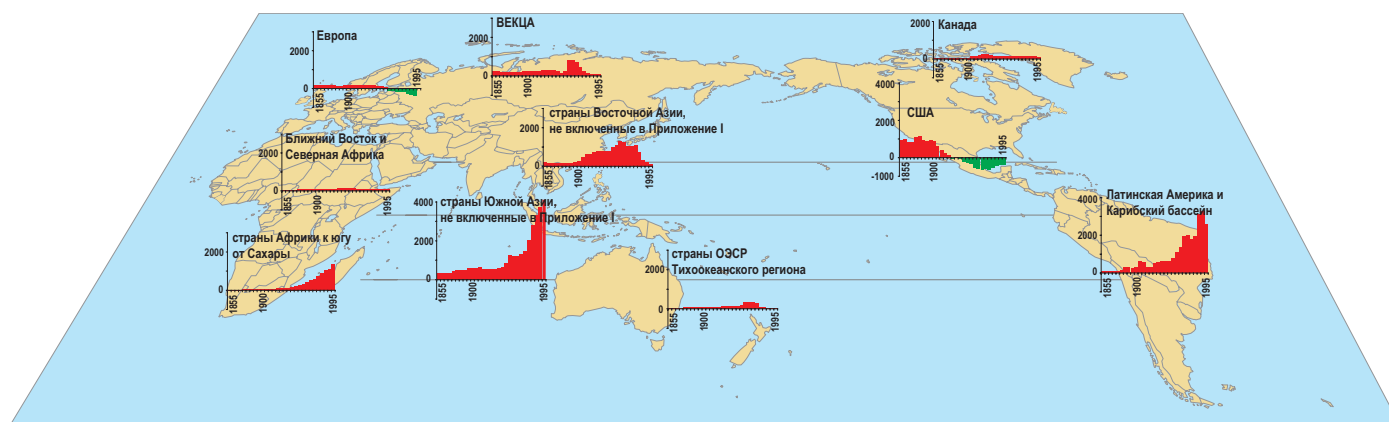


Рис. TS.21. Углеродный баланс леса за предыдущие периоды (Мт CO₂) по регионам, 1855-2000 годы [Figure 9.2]

Примечания: зеленый = поглотитель. Данные усреднены за пятилетний период; год означает начальный год периода.

эта чистая скорость потери была ниже 8,9 млн. га/год (средняя степень согласия, средний объем доказательств) [9.2.1].

В глобальном масштабе в последнее десятилетие XX века обезлесение в тропиках и подрост леса в умеренной зоне и некоторых частях бореальной зоны оставались главными факторами, обуславливающими соответственно выбросы и удаление CO₂ (табл. TS.12, рис. TS.21). Выбросы вследствие обезлесения в 1990-х годах оцениваются цифрой 5,8 Гт CO₂/год.

Однако степень, в которой потеря углерода вследствие тропического обезлесения компенсируется расширением площади лесов и накоплением древесной биомассы в бореальной и умеренной зонах, является точкой разногласий между фактическими наблюдениями за земельными угодьями и оценками по нисходящим моделям. Нисходящие методы, основанные на инверсии моделей атмосферного переноса, оценивают чистый наземный поглотитель углерода в 1990-е годы, баланс поглотителей в северных широтах и источников в тропиках, цифрой около 9,5 Гт CO₂. Новые оценки согласуются с увеличением, ранее обнаруженным в наземном поглотителе углерода в 1990-е годы, по сравнению с 1980-ми годами, однако новые оценки поглотителей и степень увеличения могут быть меньше, чем сообщалось ранее. Оценка остаточных поглотителей, полученная из инверсии моделей атмосферного переноса, значительно выше, чем любая оценка глобальных поглотителей на основе наземных наблюдений.

Растущее понимание сложности влияния изменения земной поверхности на климатическую систему демонстрирует важность учета роли альбедо поверхности, потоков ощутимой и скрытой теплоты, испарения и других факторов для выработки политики смягчения последствий изменения климата в секторе лесного хозяйства. Необходимы комплексные средства моделирования, которые позволили бы полностью учесть климатический эффект изменения земной поверхности и запасы углерода в

биосфере, однако таких средств пока нет. Потенциальный эффект проецируемого изменения климата на чистый остаток углерода в лесах остается неопределенным [9.3; 9.4].

Поскольку даже нынешнее функционирование биосферы неопределенно, составление проекций углеродного баланса в глобальном лесном хозяйстве остается очень трудной задачей. Как правило, широко признанных исследований нет, а, следовательно, нет базовых уровней. Тенденции развития в странах, не входящих в ОЭСР, и, следовательно, тренды скорости обезлесения, не ясны. В странах ОЭСР и странах с переходной экономикой развитие тенденций управления, развитие рынка древесины и последствия изменения климата остаются неопределенными. Долгосрочные модели, упомянутые в главе 3, демонстрируют, что базовые выбросы CO₂ вследствие изменений в землепользования и от лесного хозяйства в 2030 году ожидаются на таком же или на несколько меньшем уровне, чем в 2000 году (средняя степень согласия, средний объем доказательств) [9.3; 9.4].

Описание и оценка технологий и практики смягчения, вариантов и потенциалов, затрат и устойчивости

Динамика углерода, содержащегося в земной поверхности, характеризуется длительными периодами низкой скорости поглощения углерода в расчете на гектар площади, которые перемежаются короткими периодами быстрого и сильного высвобождения углерода при возмущениях или сборе урожая. Хотя отдельные насаждения в лесу могут быть источниками или поглотителями, углеродный баланс леса определяется суммой чистого баланса всех насаждений.

Возможные варианты сокращения выбросов источниками и (или) увеличения удаления поглотителями в лесном секторе сгруппированы в четыре общие категории:

- сохранение или увеличение площади леса;
- сохранение или увеличение плотности углерода на уровне отдельных насаждений;

Деятельность по СМЯГЧЕНИЮ ПОСЛЕДСТВИЙ		Тип воздействия	Сроки воздействия	Временное распределение затрат
1A	Увеличение площади лесов (например, новые леса)	↑		
1B	Сохранение площади лесов (например, предотвращение обезлесения, ИЗП)	↓		
2A	Увеличение плотности углерода на уровне отдельных насаждений (например, активное управление, внесение удобрений)	↑		
2B	Сохранение плотности углерода на уровне отдельных насаждений (например, предотвращение деградации)	↓		
3A	Увеличение плотности углерода на уровне ландшафта (например, УЛХ, сельское хозяйство и др.)	↑		
3B	Сохранение плотности углерода на уровне ландшафта (например, подавление возмущений)	↓		
4A	Увеличение внешних запасов углерода в продукции (но при этом должны выполняться пп. 1B, 2B и 3B)	↑		
4B	Активизация использования биоэнергии и замещения (но при этом должны выполняться пп. 1B, 2B и 3B)	↓		

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Тип воздействия	Сроки (изменение содержания углерода со временем)	Временное распределение затрат (в долларах)
Расширение поглотителя ↑	Отложенное 	Отложенное
Уменьшение источника ↓	Немедленное 	Отложенные
	Устойчивое или повторяемое 	Текущие

Рис. TS.22. Обобщенная сводка вариантов, имеющихся в секторе лесного хозяйства, их типы, сроки влияния на запасы углерода и временное распределение затрат [Figure 9.4].

- сохранение или увеличение плотности углерода на уровне ландшафта;
- увеличение внешних запасов углерода в лесной продукции и усиление замещения продукции и топлива.

Для каждого вида деятельности по смягчению последствий характерна определенная временная последовательность действий, выгоды от углерода и затраты на углерод (рис. TS.22). Относительно базового уровня самые большой краткосрочный выигрыш достигается с помощью мер по смягчению, нацеленных на то, чтобы избежать выбросов (это, например, уменьшение обезлесения или деградации, противопожарная защита, сжигание отходов при лесозаготовках).

Вся деятельность в сфере лесопользования, нацеленная на увеличение плотности углерода на уровне отдельных насаждений и на уровне ландшафта, является обычной практикой, которая технически осуществима, однако степень и площадь, на которой эту деятельность можно осуществить, можно значительно увеличить. Главным ограничением обычно являются экономические соображения, потому что сохранение дополнительного углерода на месте замедляет получение доходов от урожая.

В долгосрочной перспективе стратегия устойчивого лесопользования, нацеленная на сохранение или увеличение

лесных запасов углерода, с одновременным обеспечением годового объема производства древесины, волокон или энергии в лесном хозяйстве, создаст наибольшую устойчивую выгоду для смягчения последствий.

Региональные модельные оценки

Восходящие региональные исследования показывают, что варианты смягчения последствий в лесном хозяйстве обладают экономическим потенциалом (при затратах до 100 долл./т CO₂-экв), позволяющим в 2030 году сократить выбросы на 1,3–4,2 Мт CO₂/год (в среднем на 2,7 Гт CO₂/год), не считая биоэнергии. Почти 50% можно обеспечить при цене до 20 долл./т CO₂ (1,6 Гт CO₂/год) со значительными различиями между регионами. Совокупные эффекты снижения обезлесения и деградации, облесения, лесопользования, агролесоводства и биоэнергетики имеют потенциал роста с нынешнего времени до 2030 года и в более долгосрочной перспективе. В данном анализе предполагается постепенное осуществление мер по смягчению с началом в текущий момент (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*) [9.4.4].

Глобальные нисходящие модели прогнозируют на 2030 год потенциалы уменьшения выбросов в объеме 13,8 Гт CO₂-экв/год при ценах углерода меньше или равных 100 долл./т CO₂. Сумма региональных прогнозов составляет 22% от этого значения на тот же год. В региональных исследованиях, как правило, используются более подробные данные и учитывается более широкий диапазон вариантов смягчения, поэтому они могут более точно отражать региональные условия и ограничения, чем более простые, более агрегированные глобальные модели. Вместе с тем, региональные исследования варьируются по структуре моделей, охвату, аналитическому подходу и допущениям (включая допущения о базовых уровнях). Необходимы дальнейшие исследования для заполнения пробела в оценках потенциала смягчения, сделанных в глобальных и региональных исследованиях (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*) [9.4.3].

Таким образом, наилучшая оценка экономического потенциала смягчения в секторе лесного хозяйства на данном этапе не может быть более определенной, чем диапазон от 2,7 до 13,8 Гт CO₂/год в 2030 году при затратах <100 долл./т CO₂; при затратах <20 долл./т CO₂ диапазон составляет 1,6–5 Гт CO₂/год. Около 65% общего потенциала смягчения (до 100 долл./т CO₂-экв) находится в тропиках, при этом 50% общего потенциала может быть достигнуто путем сокращения выбросов вследствие обезлесения (*низкая степень согласия, средний объем доказательств*).

Лесное хозяйство может способствовать и получению биоэнергии из лесосечных отходов. Потенциал биоэнергии, однако, учитывается в секторах энергоснабжения, транспорта (биотопливо), промышленности и зданий (см. обзор в главе 11). На основании восходящих исследований

потенциального объема производства биомассы в лесном хозяйстве и предполагая, что вся она будет использована (это полностью зависит от стоимости лесной биомассы по сравнению с другими источниками), сделан вывод о том, что вклад лесного хозяйства может составить порядка 0,4 Гт CO₂/год.

С помощью глобальных нисходящих моделей уже можно начать понимать, где в мире и какие варианты уменьшения выбросов углерода можно лучше всего реализовать (рис. TS.24).

Взаимодействие вариантов смягчения с уязвимостью и адаптацией

Деятельность по смягчению последствий в лесном хозяйстве можно спроектировать так, чтобы она была совместима с адаптацией к изменению климата, сохранением биоразнообразия и содействием устойчивому развитию. Сравнение экологических и социальных сопутствующих выгод и затрат с выгодой в плане выбросов углерода осветит компромиссы и синергетические эффекты, а также поможет способствовать устойчивому развитию.

Литература о взаимодействии между смягчением последствий в лесном хозяйстве и изменением климата находится в зачаточном состоянии. На леса, вероятно, будет воздействовать изменение климата, что может уменьшить их потенциал смягчения. Первостепенный вариант адаптации – устранить максимально возможное количество дополнительных стрессов для леса. Поддержание широко рассредоточенных и жизнеспособных популяций отдельных видов сводит к минимуму вероятность локализованных

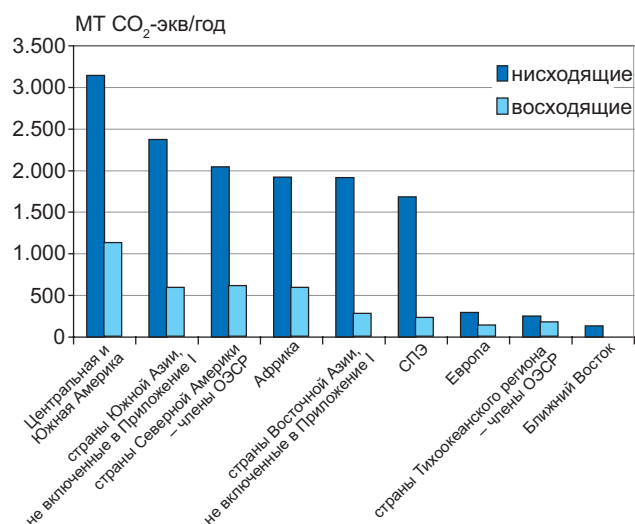


Рис. TS.23. Сравнение цифр экономического потенциала смягчения при затратах <100 долл./т CO₂-экв в 2030 году в секторе лесного хозяйства, полученных в нисходящих глобальных моделях, с результатами регионального моделирования [Figure 9.13].

катастрофических явлений, вызывающих вымирание видов. Создание охраняемых зон или природных заповедников – пример как смягчения, так и адаптации. Охрана зон (с коридорами) также приводит к сохранению биоразнообразия, что, в свою очередь, уменьшает уязвимость к изменению климата. Проекты по смягчению последствий в лесном хозяйстве создают выгоды в плане адаптации для других секторов. Среди примеров – агролесоводство, уменьшающее уязвимость урожайности неорошаемых культур к засухе, мангровые болота, уменьшающие уязвимость прибрежных поселений, и защитные лесополосы, замедляющие опустынивание (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*) [9.5].

Эффективность климатической политики и опыт работы с ней, потенциалы, препятствия, возможности и вопросы реализации

Лесное хозяйство может внести очень существенный вклад в недорогой глобальный портфель мер по смягчению последствий, обеспечивающий синергизм с адаптацией и устойчивым развитием. В главе 9 данного доклада определен целый ряд возможностей и политических мер для реализации этого потенциала. Эта возможность,

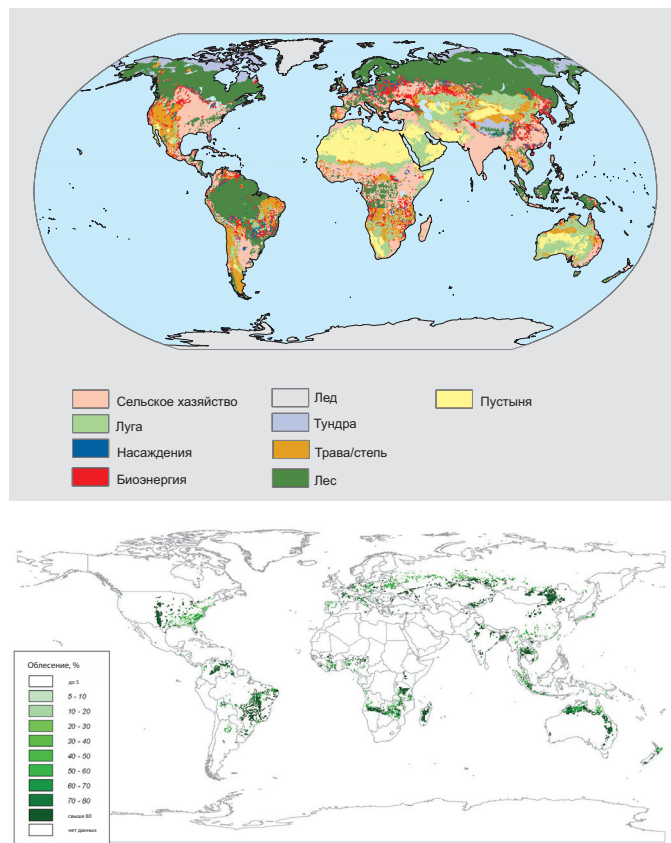


Рис. TS.24. Распределение глобальных мероприятий по облесению на основании результатов двух глобальных нисходящих моделей. Вверху: расположение биоэнергетических и углеродных насаждений в мире в 2100 году. Внизу: процентная доля ячейки координат, засаженная лесом в 2100 году [Figure 9.11].

однако, до сих пор не использована по причине нынешнего институционального контекста, отсутствия стимулов для лесоводов и отсутствия обеспечения соблюдения действующих норм. Без более качественных политических инструментов может быть реализована лишь небольшая часть этого потенциала.

Реализация потенциала смягчения последствий изменения климата требует институциональных возможностей, инвестиционного капитала, проведения НИОКР в сфере технологий, передачи технологий, а также наличия надлежащей (международной) политики и стимулов. Во многих регионах их отсутствие стало препятствием к осуществлению деятельности по смягчению последствий в лесном хозяйстве. Существуют, однако, и примечательные исключения, например, региональные успехи в снижении темпов обезлесения и реализации программ облесения (*высокая степень согласия, много доказательств*).

Необходимо множество стратегий, учитывающих местные особенности, для ориентации политики смягчения в данном секторе. Оптимальный выбор зависит от текущего состояния лесов, доминирующих факторов изменений в лесах, ожидаемой будущей динамики лесов в каждом регионе. Необходимо участие всех заинтересованных сторон и политиков с целью содействия проектам по смягчению последствий и выработки оптимального пакета мер. Важным в этом отношении может быть включение мер по смягчению последствий в лесохозяйственном секторе в планирование землепользования.

Большинство существующих политических мер по замедлению тропического обезлесения оказали минимальное влияние вследствие отсутствия регуляторных и институциональных возможностей или компенсирующих стимулов к рентабельности. Помимо более специализированного обеспечения соблюдения норм, четко организованные рынки углерода или иные схемы платежей за экологические услуги могут помочь преодолеть препятствия к уменьшению обезлесения путем предоставления положительных финансовых стимулов для сохранения лесного покрова.

Было несколько предложений по осуществлению деятельности после 2012 года, включая как рыночные, так и нерыночные подходы, например, через специализированный фонд добровольного сокращения выбросов вследствие обезлесения. Политические меры, такие как субсидии и налоговые льготы, успешно используются для стимулирования облесения и лесовозобновления как в развитых, так и в развивающихся странах. Следует, однако, избегать возможных отрицательных экологических и социальных последствий крупномасштабной организации лесопосадок.

Несмотря на относительно низкие затраты и многие

потенциальные положительные побочные эффекты облесения и лесовозобновления в рамках механизма чистого развития (МЧР), пока осуществляются немногие проектные мероприятия, поскольку существует целый ряд препятствий, включая задержку в согласовании правил, регламентирующих деятельность по проектам облесения и лесовозобновления в рамках МЧР, а также сложность этих правил. Для того, чтобы проекты смягчения последствий в лесном хозяйстве были жизнеспособны в более значительном масштабе, необходимо выполнить такие требования, как определенность в отношении будущих обязательств, оптимизированные и упрощенные правила, сокращение операционных издержек. Стандартизация оценки проектов может играть важную роль в преодолении неопределенностей среди потенциальных покупателей, инвесторов и участников проектов (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [9.6].

Леса и устойчивое развитие

Хотя в оценке, приведенной в главе о лесном хозяйстве, выявлены оставшиеся неопределенности в отношении порядка величины выгод от смягчения последствий и затрат на это смягчение, сегодня уже существуют технологии и знания, необходимые для осуществления мер по смягчению. Лесное хозяйство может внести значительный и устойчивый вклад в реализацию глобального портфеля мер по смягчению последствий, в то же время обеспечивая достижение широкого спектра социальных, экономических и экологических целей. Важные сопутствующие выгоды можно получить, если рассматривать варианты смягчения последствий в лесном хозяйстве как элемент более широких планов землеустройства.

Лесонасаждения могут, например, положительно влиять на занятость, экономический рост, экспорт, обеспечение возобновляемой энергией и уменьшение бедности. В некоторых случаях лесонасаждения могут также приводить к отрицательным социальным последствиям, таким как исчезновение пастбищных угодий и источника традиционного заработка. Агролесоводство может дать целый ряд экономических, социальных и экологических преимуществ, причем, вероятно, больше, чем крупномасштабное облесение. Поскольку дополнительные выгоды, как правило, локальные, а не глобальные, то их выявление и учет может снизить или частично компенсировать затраты на осуществление мер по смягчению последствий (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [9.7].

Исследования, разработка, внедрение, распространение и передача технологий

Внедрение, распространение и передача технологий, таких как усовершенствованные системы управления лесными ресурсами, методы лесоводства и технологии переработки,

включая биоэнергию, очень важны для повышения экономической и социальной жизнеспособности различных вариантов смягчения последствий. Правительства могли бы сыграть решающую роль в предоставлении целевой финансовой и технической поддержки, содействуя участию общин, учреждений и НПО (*высокая степень согласия, много доказательств*) [9.8].

Долгосрочная перспектива

Неопределенности в углеродном цикле, неопределенные последствия изменения климата для лесов и множество динамических обратных связей изменения климата, запаздывание процессов секвестрации выбросов, а также неопределенности в будущих путях социально-экономического развития (например, то, до какой степени обезлесение можно существенно уменьшить в следующие десятилетия) вызывают сильные различия в перспективных проекциях баланса углерода для лесов.

В общем и целом ожидается, что в долгосрочной перспективе деятельность по смягчению последствий поможет увеличить поглощение углерода, причем чистый баланс будет зависеть от региона. Бореальные первичные леса будут либо малыми источниками, либо малыми поглотителями, в зависимости от чистого эффекта усиления роста по сравнению с потерей почвенных органических веществ и выбросов вследствие усиления пожаров. Умеренные леса, вероятно, продолжат быть чистыми поглотителями углерода, чему будет способствовать и расширенный рост лесов из-за изменения климата. В тропических регионах антропогенные изменения в землепользовании, как ожидается, продолжат определять динамику на десятилетия. После 2040 года, особенно в зависимости от эффективности политики, направленной на уменьшение деградации лесов и обезлесения, тропические леса могут стать чистыми поглотителями, в зависимости от влияния изменения климата. Кроме того, в средне- и долгосрочной перспективе все более важной будет становиться коммерческая биоэнергия.

Разработка оптимальных региональных стратегий смягчения последствий изменения климата с учетом лесов потребует комплексного анализа компромиссов (синергизма и конкуренции) в землепользовании между лесным хозяйством и другими сферами землепользования, компромиссов между охраной лесов для хранения углерода и других экологических услуг, таких как охрана биоразнообразия и водоразделов устойчивые лесозаготовки с целью обеспечения общества углеродосодержащими волокнами, древесиной и биоэнергетическими ресурсами, а также компромиссов между стратегиями использования полученных лесоматериалов, направленными на максимальное сохранение в долговечных продуктах, утилизацию и использование для целей биоэнергетики [9.9].

10 Управление отходами

Состояние сектора, тенденции развития и последствия

Образование отходов связано с численностью населения, достатком и урбанизацией. Текущие глобальные объемы образования послепотребительских отходов составляют, по оценкам 900-1300 Мт/год. В последние годы этот показатель возрастает, особенно в развивающихся странах, где имеет место быстрый рост численности населения, экономический рост и урбанизация. В высокоразвитых странах текущая цель заключается в отделении образования отходов от экономических движущих сил, таких как ВВП – последние тенденции дают основание полагать, что объемы образования послепотребительских отходов на душу населения могут падать в результате утилизации, повторного использования, минимизации отходов и других инициатив (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*) [10.1, 10.2].

Послепотребительские отходы вносят незначительный вклад в глобальные выбросы ПГ (<5%),

при этом на долю CH_4 из органических отходов приходится более 50% текущих выбросов. Вторичными источниками выбросов являются CH_4 и N_2O из сточных вод; кроме того, незначительные выбросы CO_2 являются результатом сжигания отходов, содержащих ископаемый углерод. В общем и целом наблюдаются значительные неопределенности в отношении количественных характеристик прямых выбросов, непрямых выбросов и потенциалов смягчения для сектора управления отходами, которые могут быть уменьшены последовательным и согласованным сбором и анализом данных на национальном уровне. В настоящее время нет методов инвентаризации ни для ежегодного количественного определения выбросов ПГ в сфере транспортировки отходов, ни для определения годового объема выбросов фторированных газов из послепотребительских отходов (*высокая степень согласия, много доказательств*) [10.3].

Важно подчеркнуть, что послепотребительские отходы составляют значительный возобновляемый энергетический ресурс, который можно использовать посредством термических процессов (сжигания и промышленного совместного сжигания), использования газа из органических отходов и использования метантенкового биогаза. Отходы обладают экономическим преимуществом по сравнению со многими биомассовыми ресурсами, потому что они регулярно собираются за государственный счет. Энергоемкость отходов можно наиболее эффективно использовать с помощью термических процессов: во время сжигания энергию получают непосредственно из биомассы (бумажной продукции, дерева, натурального текстиля, продуктов питания) и из источников ископаемого углерода (пластмассы, синтетического текстиля). Если предположить

среднюю теплотворную способность равной 9 ГДж/т, то глобальные отходы содержат свыше 8 ЭДж доступной энергии, причем к 2030 году эта цифра могла бы возрасти до 13 ЭДж (почти 2% потребности в первичной энергии) (средняя степень согласия, средний объем доказательств) [10.1]. В настоящее время в мире сжигается более 130 млн. тонн отходов в год, что эквивалентно более чем 1 ЭДж/год. Извлечение метана из органических отходов как источника возобновляемой энергии было поставлено на промышленную основу более 30 лет назад, а сейчас его энергетическая ценность превышает 0,2 ЭДж/год. Наряду с термическими процессами газ из органических отходов и метантенковый газ могут быть важными местными источниками дополнительной энергии (*высокая степень согласия, много доказательств*) [10.1, 10.3].

Вследствие извлечения газа из органических отходов и дополнительных мер (расширения утилизации и сокращения масштабов захоронения благодаря реализации альтернативных технологий), выбросы CH_4 со свалок в развитых странах в основном стабилизированы. Набор отработанных, крупномасштабных технологий управления отходами с целью предотвращения или сокращения выбросов ПГ по сравнению с захоронением включает сжигание с целью получения энергии и биологические процессы, такие как компостирование или механико-биологическая обработка (МБО). В развивающихся странах, однако, выбросы метана со свалок увеличиваются по мере того, как внедряются более контролируемые (анаэробные) методы захоронения. Это особенно верно для быстро урбанизируемых районов, где оборудованные свалки позволяют реализовать более экологически приемлемую стратегию удаления отходов, чем открытые места сброса, вследствие чего уменьшается количество возбудителей заболеваний, токсичные запахи, неконтролируемое сторание и выбросы загрязняющих веществ в воздух, воду и почву. Парадоксально, но выбросы ПГ увеличиваются по мере того, как аэробное образование CO_2 (путем горения и аэробного разложения) смещается в сторону анаэробного образования CH_4 . В значительной степени это тот же самый переход к захоронению на оборудованных свалках, который имел место во многих развитых странах в 1950-1970 годы. Увеличенные выбросы CH_4 можно сокращать путем ускорения внедрения организованного улавливания газа, чему содействуют Киотские механизмы, такие как МЧР и совместное осуществление (СО). На конец октября 2006 года на долю проектов по улавливанию газа из органических отходов приходилось 12% среднегодового сертифицированного сокращения выбросов (ССВ) по МЧР. Кроме того, в развивающихся странах можно внедрять альтернативные стратегии управления отходами, такие как утилизация и компостирование. Компостирование может быть доступной, устойчивой альтернативой оборудованным свалкам, особенно там, где к потокам избранных отходов, поддающихся биологическому разложению, применяются более трудоемкие, менее технологичные стратегии (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [10.3].

Инициативы по утилизации, повторному использованию и минимизации образования отходов, как в государственном, так и в частном секторах, косвенно сокращают выбросы ПГ, уменьшая массу отходов, требующих удаления. В зависимости от норм, политики, рынков, экономических приоритетов и местных ограничений, развитые страны обеспечивают все более высокую степень утилизации для сбережения ресурсов, компенсации использования ископаемого топлива и предотвращения образования ПГ. Количественно определить глобальную степень утилизации сейчас невозможно из-за различий в базовых уровнях и определениях, однако было достигнуто локальное сокращение свыше 50%. Утилизацию можно практически расширить во многих странах для обеспечения дополнительного сокращения. В развивающихся странах распространенной практикой является сбор отходов и неофициальная утилизация. Посредством различных отклонений и мелкомасштабной утилизационной деятельности люди, зарабатывающие на жизнь децентрализованным управлением отходами, могут значительно уменьшить массу отходов, требующих более централизованных решений. Исследования показывают, что утилизация с низким технологическим уровнем может обеспечить значительную занятость благодаря творческому микрофинансированию и другим мелкомасштабным инвестициям. Задача состоит в том, чтобы обеспечить более безопасные и более здоровые условия труда, чем те, в которых сейчас работают сборщики мусора на неконтролируемых открытых свалках (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*) [10.3].

Если говорить о сточных водах, то лишь около 60% населения мира обеспечено санитарными условиями (канализацией). Что касается очистки сточных вод, то почти 90% населения развитых стран, но менее 30% населения развивающихся стран обеспечено улучшенными санитарными условиями (включая канализацию и очистку сточных вод, септические резервуары или уборные). Кроме уменьшения выбросов ПГ, улучшенные санитарные условия и обработка сточных вод дают широкий спектр преимуществ для здоровья и окружающей среды (*высокая степень согласия, много доказательств*) [10.2, 10.3].

Что касается управления отходами и очистки сточных вод в развивающихся странах, то двумя основными ограничениями для устойчивого развития являются отсутствие финансовых ресурсов и выбор надлежащих и по-настоящему устойчивых технологий для конкретных условий. Во многих развивающихся странах это является значительной и дорогостоящей проблемой на пути осуществления сбора, транспортировки, утилизации, обработки отходов и сточных вод и удаления остатков. Однако создание устойчивой инфраструктуры для сбора и обработки отходов и сточных вод дает множество сопутствующих выгод, помогающих в достижении Целей развития тысячелетия (ЦРТ) благодаря улучшению здоровья населения, сбережению водных ресурсов и сокращению

Табл. TS.13. Тренды выбросов ПГ из отходов; использовано руководства по инвентаризации по РКИК ООН 1996 и 2006 годов, экстраполяции и проекции по варианту обычной деятельности (Мт CO₂-экв, округлено) [Table 10.3].

Источник	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	Примечания
CH ₄ из органических отходов	550	585	590	635	700	795	910	Усреднено с использованием руководств 1996/ 2006 гг.
CH ₄ из сточных вод ^а	450	490	520	590	600	630	670	Руководство 1996 года
N ₂ O из сточных вод ^а	80	90	90	100	100	100	100	Руководство 1996 года
CO ₂ от сжигания	40	40	50	50	50	60	60	Руководство 2006 года
Всего	1120	1205	1250	1375	1450	1585	1740	

^а Выбросы сточных вод недооценены – см. текст.

неочищенных выбросов в воздух, поверхностные воды, грунтовые воды, почву и прибрежные зоны (*высокая степень согласия, много доказательств*) [10.4].

Тренды выбросов

С общим объемом выбросов в 2005 году на уровне около 1300 Мт CO₂-экв/год сектор управления отходами дает около 2-3% общего объема выбросов ПГ в странах Приложения I и СПЭ и 4-5% в странах, не включенных в Приложение I (см. табл. TS.13). На 2005-2020 годы проекции по варианту обычной деятельности показывают, что метан из органических отходов останется наибольшим источником, на долю которого будет приходиться 55-60% всего объема. Выбросы метана из органических отходов во многих развитых странах стабилизируются и снижаются в результате усиления улавливания газа в сочетании с изъятием отходов со свалок путем утилизации, минимизации образования отходов и альтернативных стратегий термической и биологической обработки отходов. Вместе с тем, выбросы метана из органических отходов в развивающихся странах растут, поскольку количество городских твердых отходов увеличивается вследствие роста численности городского населения, ускорения экономического развития и, в некоторой степени, замены открытого сжигания и захоронения оборудованными свалками. Без дополнительных мер ожидается увеличение выбросов метана из органических отходов за период с 2005 по 2020 год на 50%, главным образом за счет стран, не включенных в Приложение I. Выбросы CH₄ и N₂O из сточных вод в развивающихся странах тоже быстро растут по мере ускорения урбанизации и увеличения численности населения. Кроме того, поскольку данные о выбросах сточных вод в табл. TS.13 основаны только на сведениях о домашней канализации и имеются не по всем развивающимся странам, то эти выбросы недооценены (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [10.1, 10.2, 10.3, 10.4].

Описание и оценка технологий и практики смягчения, вариантов и потенциалов, затрат и устойчивости

Существующие технологии управления отходами могут эффективно уменьшать выбросы ПГ в этом секторе – на рынке представлен широкий спектр отработанных, низко- и высокотехнологичных, экологически эффективных стратегий уменьшения выбросов и создания сопутствующих выгод для улучшения здоровья и безопасности населения, защиты почв, предотвращения загрязнения и обеспечения местного энергоснабжения. Вместе взятые, эти технологии могут непосредственно сокращать выбросы ПГ (путем извлечения и утилизации метана из органических отходов, использования усовершенствованных методов захоронения, организованного управления сточными водами, утилизации метантенкового биогаза) или предотвращать образование значительных количеств ПГ (путем контролируемого компостирования органических отходов, применения современных методов сжигания, расширения охвата санитарными условиями). Кроме того, минимизация образования отходов, их утилизация и повторное использование создают важный и растущий потенциал для косвенного сокращения выбросов ПГ путем сбережения сырья, повышения энерго- и ресурсоэффективности, отказа от использования ископаемого топлива. Для развивающихся стран экологически надежное управление отходами на надлежащем уровне технологии содействует устойчивому развитию и улучшает здоровье населения (*высокая степень согласия, много доказательств*) [10.4].

Поскольку решения в сфере управления отходами часто принимаются на местном уровне без параллельного количественного определения объема уменьшения выбросов ПГ, то важность сектора управления отходами для сокращения глобальных выбросов ПГ недооценена (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [10.1; 10.4]. Гибкие стратегии и финансовые стимулы могут расширить возможности управления отходами для достижения целей уменьшения выбросов ПГ – в контексте комплексного управления отходами местные технологические решения являются функцией многих конкурирующих переменных,

Табл. TS.14. Диапазоны экономического потенциала смягчения региональных выбросов метана из органических отходов по различным категориям затрат в 2030 году; см. примечания [Table 10.5].

Регион	Проекция выбросов на 2030 г. (МтСО ₂ -экв)	Общий экономический потенциал смягчения при <100 долл./тСО ₂ -экв (Мт СО ₂ -экв)	Экономический потенциал смягчения (Мт СО ₂ -экв) в различных категориях затрат (долл./т СО ₂ -экв)			
			<0	0-20	20-50	50-100
ОЭСР	360	100-200	100-120	20-100	0-7	1
СПЭ	180	100	30-60	20-80	5	1-10
Не ОЭСР	960	200-700	200-300	30-100	0-200	0-70
Весь мир	1500	400-1000	300-500	70-300	5-200	10-70

Примечания:

1. Затраты и потенциалы по сточным водам неизвестны.
2. Региональные цифры округлены, чтобы отразить неопределенность в оценках, поэтому они могут в итоге не совпадать с глобальными суммами.
3. Секвестрация углерода на свалках не учтена.

включая количество и характеристики отходов, вопросы затрат и финансирования, регуляторные ограничения и инфраструктурные требования, в том числе свободная площадь и факторы сбора и транспортировки. Оценка за срок службы (ОСС) может дать средства для поддержки принятия решений (*высокая степень согласия, много доказательств*) [10.4].

Выбросы CH₄ из органических отходов непосредственно сокращаются с помощью систем организованного извлечения и восстановления газа, состоящих из вертикальных скважин и (или) горизонтальных коллекторов. Кроме того, газ из органических отходов компенсирует использование ископаемого топлива для промышленного или коммерческого технологического отопления, выработки электроэнергии в месте ее потребления или в качестве сырья для синтетических топлив на основе природного газа. Промышленное извлечение метана из органических отходов осуществляется на полномасштабной основе с 1975 года; в 2003 году документально зарегистрирована утилизация на 1150 установках, в результате которой было извлечено 105 Мт СО₂-экв/год. Поскольку есть и много проектов, где газ сжигается в факеле без утилизации, общий объем извлечения, вероятно, превысит эту цифру минимум вдвое (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*). [10.1; 10.4] Линейная регрессия с использованием архивных данных за период с начала 1980-х годов по 2003 год демонстрирует темпы роста утилизации метана, полученного из органических отходов, в размере приблизительно 5% в год. Кроме извлечения газа из органических отходов, дополнительная разработка и внедрение «биопокрытий» свалок может стать еще одной недорогой, биологической стратегией уменьшения выбросов, потому что выбросы метана (и неметановых летучих органических соединений (НМЛОС)) из органических отходов также сокращаются аэробным микробным окислением в почвах покрытий свалок (*высокая степень согласия, много доказательств*) [10.4].

Сжигание и промышленное совместное сжигание с целью получения энергии из отходов дает значительные выгоды в плане возобновляемой энергии и компенсирует

использование ископаемого топлива более чем на 600 предприятиях всего мира, создавая очень небольшие выбросы ПГ по сравнению с захоронением. Термические процессы с улучшенным контролем выбросов - проверенная технология, но более дорогая, чем контролируемое захоронение с извлечением газа из органических отходов (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [10.4].

Контролируемые биологические процессы также могут давать важные стратегии уменьшения выбросов ПГ, где желательно использовать потоки отходов, разделенные по источникам. Аэробное компостирование отходов позволяет избежать образования ПГ и является подходящей стратегией для многих развитых и развивающихся стран – как автономный процесс или в рамках механико-биологической обработки. Во многих развивающихся странах, особенно в Китае и Индии, мелкомасштабное низкотехнологичное анаэробное сбраживание практикуется уже десятилетия. Поскольку более высокотехнологичные установки для сжигания и компостирования оказались неустойчивыми в ряде развивающихся стран, то можно внедрить более низкотехнологичное компостирование или анаэробное сбраживание для обеспечения устойчивых решений по управлению отходами (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [10.4].

На 2030 год общий экономический потенциал сокращения выбросов CH₄ из захороненных отходов при затратах <20 долл./т СО₂-экв составляет от 400 до 800 Мт СО₂-экв. Из этой количества 300-500 Мт СО₂-экв/год имеют отрицательную стоимость (табл. TS.14). В долгосрочной перспективе, если цены на энергию продолжат расти, будут иметь место более глубокие изменения в стратегиях управления отходами, связанных с утилизацией энергии и отходов материалов как в развитых, так и в развивающихся странах. Термические процессы, которым присущи более высокие удельные затраты, чем при захоронении, становятся более жизнеспособными по мере роста цен на энергию. Поскольку свалки продолжают испускать метан в течение многих десятилетий, то и термические, и биологические процессы дополняют расширенное извлечение газа

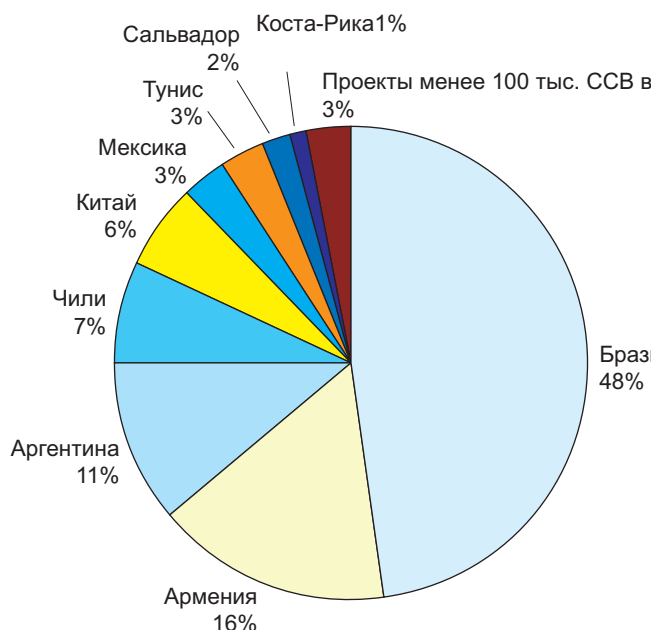


Рис. TS.25. Распределение проектов МЧР по газу из органических отходов, основанное на среднегодовых ССВ по зарегистрированным проектам, конец октября 2006 г. [Figure 10.9].

из органических отходов в более коротких временных масштабах (*высокая степень согласия, ограниченный объем доказательств*) [10.4].

Что касается сточных вод, то более активное улучшение санитарных условий в развивающихся странах может дать множество выгод для уменьшения выбросов ПГ, улучшения здоровья населения, сбережения водных ресурсов и сокращения неочищенных сбросов в воду и почву. Исторически сложилось так, что городские санитарные системы в развитых странах ориентированы на центральные канализационные и водоочистные станции, которые слишком дороги для сельской местности с низкой плотностью населения и внедрение которых в быстрорастущих пригородных районах с высокой плотностью населения может оказаться нереальным. Продемонстрировано, что сочетание недорогих технологий с сосредоточенными усилиями для общественного признания, участия и управления могут успешно расширить охват санитарными системами. Кроме того, сточные воды являются вторичным водным ресурсом в странах, испытывающих нехватку воды, где повторное использование и утилизация воды могли бы помочь многим развивающимся и развитым странам с нерегулярным водоснабжением. Эти меры также стимулируют создание меньших водоочистных станций со сниженной питательной нагрузкой и пропорционально меньшими выбросами ПГ. Оценки глобальных или региональных затрат и потенциалов смягчения в отношении сточных вод на данный момент отсутствуют (*высокая степень согласия, ограниченный объем доказательств*) [10.4].

Эффективность климатической политики и опыт работы с ней, потенциалы, препятствия, возможности и вопросы реализации

Поскольку метан из органических отходов – преобладающий ПГ в этом секторе, то главная стратегия заключается во внедрении норм, которые стимулируют извлечение этого метана или обязывают делать это. В развитых странах извлечение CH_4 из органических отходов увеличилось в результате прямых норм, требующих осуществлять улавливание газа из органических отходов, при этом добровольные меры включают торговлю разрешениями на выбросы ПГ и финансовые стимулы (включая налоговые кредиты) для использования возобновляемой или экологически чистой энергии. В развивающихся странах ожидается, что извлечение CH_4 на свалках в следующие два десятилетия возрастет, поскольку в качестве основной стратегии удаления отходов внедряется контролируемое захоронение. CO и МЧР уже оказались полезными механизмами для внешнего инвестирования со стороны промышленно развитых стран, особенно для проектов извлечения газа из органических отходов, где отсутствие финансирования является серьезным препятствием. Выгоды – двойные: сокращение выбросов ПГ с энергетическими выгодами от извлекаемого метана плюс усовершенствование структуры и эксплуатации свалок. В настоящее время (конец октября 2006 года) в рамках МЧР среднегодовые ССВ по 33 проектам извлечения газов из органических отходов составляют около 12% общей суммы. Большинство этих проектов (рис. TS.25) реализуются в странах Латинской Америки (72% ССВ газа из органических отходов), среди которых доминирует Бразилия (9 проектов; 48% ССВ) (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [10.4].

В ЕС извлечение газа из органических отходов на существующих объектах обязательно, тогда как захоронение органических отходов сворачивается в силу директивы о захоронении (1999/31/ЕС). Эта директива требует, чтобы к 2016 году было обеспечено 65%-ное сокращение по сравнению с 1995 годом массы поддающихся биологическому разложению органических отходов, которые ежегодно подвергаются захоронению. В результате послепотребительские отходы направляются на сжигание и механико-биологическую обработку (МБО), а потом подвергаются захоронению, чтобы извлечь пригодные для переработки материалы и уменьшить содержание органического углерода. В 2002 году в ЕС энергетические установки, работающие на отходах, выработали около 40 млн. ГДж электрической и 100 млн. ГДж тепловой энергии, тогда как за период 1990-2002 гг. выбросы метана из органических отходов в ЕС снизились почти на 30% благодаря директиве о захоронении и соответствующему национальному законодательству (*высокая степень согласия, много доказательств*) [10.4, 10.5].

Комплексная и не касающаяся климата политика, влияющая на выбросы парниковых газов: уменьшение выбросов ПГ как сопутствующая выгода политики и норм в отношении отходов; роль устойчивого развития

Уменьшение выбросов ПГ часто не является основным движущим фактором, а само представляет собой сопутствующую выгоду политики и мер в секторе управления отходами, которые направлены на достижение широких экологических целей, стимулируют извлечение энергии из отходов, сокращают использование свежих материалов, ограничивают выбор вариантов конечного удаления отходов, содействуют утилизации и повторному использованию отходов, поощряют минимизацию образования отходов. Политика и меры по содействию минимизации образования отходов, их повторному использованию и утилизации косвенно сокращают выбросы ПГ из отходов. Среди этих мер – «расширенная ответственность производителей» (РОП), цены за единицу (или принцип «плати, когда бросаешь» (PAYT)), налоги на захоронение отходов. Среди других мер – отдельный и эффективный сбор отходов, пригодных для переработки, в сочетании с системами цен за единицу и налогов на захоронение. Некоторые азиатские страны поощряют «циркулярную экономику» или «здоровое общество материального цикла» как новую стратегию развития, ключевой концепцией которой является кругооборот (замкнутый цикл) материалов и использование сырья и энергии в несколько этапов. Из-за ограниченности данных, различий в базовых уровнях и других региональных условиях сейчас невозможно количественно оценить глобальную эффективность этих стратегий для сокращения выбросов ПГ (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*) [10.5].

Во многих странах политика управления отходами и сточными водами тесно интегрирована с экологической политикой и нормами, касающимися качества воздуха, воды и почвы, а также с инициативами по возобновляемой энергии. Программы по возобновляемой энергии включают требования по выработке электроэнергии из возобновляемых источников, предоставление коммунальным предприятиям полномочий на закупку энергии у малых поставщиков возобновляемой энергии, налоговые кредиты на возобновляемую энергию, инициативы по экологически чистой электроэнергии, которые позволяют потребителям выбирать поставщиков возобновляемых источников энергии. В общем и целом децентрализация мощностей по выработке электроэнергии из возобновляемых источников может дать сильные стимулы для выработки электроэнергии из свалочного метана и с помощью термических процессов получения энергии из отходов (*высокая степень согласия, много доказательств*) [10.5].

Хотя политические инструменты в секторе управления отходами состоят в основном из норм, в ряде стран есть и экономические меры, стимулирующие конкретные

технологии управления отходами, утилизацию и минимизацию образования отходов. Они включают субсидии на мусоросжигатели или налоговые льготы для получения энергии из отходов. Термические процессы могут наиболее эффективно использовать энергетическую ценность послепотребительских отходов, но в них должен быть предусмотрен контроль выбросов с целью ограничения выбросов вторичных загрязняющих веществ. Субсидии на строительство мусоросжигателей существуют в нескольких странах, обычно в сочетании с нормами энергоэффективности. Введены также налоговые льготы на электроэнергию, выработанную мусоросжигателями, и на удаление отходов с регенерацией энергии (*высокая степень согласия, много доказательств*) [10.5].

Сопутствующие выгоды эффективного и устойчивого сбора, транспортировки, утилизации, обработки и удаления отходов и сточных вод включают уменьшение выбросов ПГ, улучшение здоровья населения, сбережение водных ресурсов, уменьшение сброса неочищенных загрязняющих веществ в воздух, почву, поверхностные и грунтовые воды. Поскольку в развивающихся странах есть много примеров заброшенных установок для переработки отходов и очистки сточных вод, следует подчеркнуть, что ключевым аспектом устойчивого развития является выбор надлежащих технологий, которые можно устойчиво использовать в конкретной местной инфраструктуре (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [10.5].

Исследования, разработка и распространение технологий

В общем и целом сектор управления отходами характеризуется отработанными технологиями, которые требуют дальнейшего распространения в развивающихся странах. В процессе разработки находятся следующие передовые технологии:

- **Захоронение:** внедрение оптимизированных систем сбора газа на раннем этапе разработки свалок с целью повышения долгосрочной эффективности сбора газа. Оптимизация биодegradации на свалках (биореакторов) с целью обеспечения лучшего управления технологическим процессом и сокращения времени degradation отходов. Строительство «биопокрытий» свалок, которые оптимизируют микробное окисление CH₄ и НМЛОС с целью сокращения выбросов до минимума.
- **Биологические процессы:** для развивающихся стран – менее технологичные, доступные устойчивые стратегии компостирования и анаэробного сбраживания отходов, поддающихся биологическому разложению, с разделением по источникам.
- **Термические процессы:** новейшие технологии получения энергии из отходов, которые обеспечивают повышенный тепловой и электрический КПД по сравнению с действующими ныне мусоросжигателями (чистый электрический КПД 10-20%). Расширенное внедрение

промышленного совместного сжигания с использованием сырья из различных фракций отходов для компенсации ископаемых топлив. Газификация и пиролиз фракций отходов, разделенных по источникам, в сочетании с усовершенствованными, менее дорогими технологиями разделения для производства топлива и сырья.

- Утилизация, повторное использование, минимизация образования отходов, предварительная обработка (усовершенствованные процессы механико-биологической обработки): инновации в технологии утилизации и усовершенствованные процессы, ведущие к сокращению использования свежих материалов, энергосбережению, компенсации ископаемых топлив. Разработка новаторских, но низкотехнологичных вариантов утилизации для развивающихся стран.
- Сточные воды: новые низкотехнологичные экологические конструкции для улучшения санитарных условий на уровне домохозяйств и малых общин, которые можно внедрять устойчиво с целью эффективной мелкомасштабной очистки сточных вод и охраны водных ресурсов как в развитых, так и в развивающихся странах (высокая степень согласия, ограниченный объем доказательств) [10.5; 10.6].

Долгосрочная перспектива, системные переходы

С целью минимизации будущих выбросов ПГ в секторе отходов важно сохранить местные возможности для широкого спектра комплексных и устойчивых стратегий управления. Кроме того, первичное сокращение образования отходов посредством утилизации, повторного использования и минимизации образования отходов может дать значительную выгоду для сбережения сырья и энергии. В долгосрочном разрезе, поскольку свалки продолжают испускать метан десятилетиями, на существующих свалках потребуется обеспечить извлечение газа из органических отходов, даже при том, что многие страны переходят на технологии, исключающие захоронение: сжигание, промышленное совместное сжигание, механико-биологическую обработку, крупномасштабное компостирование и анаэробное сбраживание. Кроме того, «резервная» свалка продолжит оставаться критичным компонентом планирования городских твердых отходов. В развивающихся странах инвестиции в усовершенствование управления отходами и сточными водами дают значительную выгоду для здоровья и безопасности населения, охраны окружающей среды и развития инфраструктуры.

11 Смягчение последствий с межотраслевой точки зрения

Варианты смягчения по секторам

Хотя многие из технологических, поведенческих и политических вариантов, упомянутых в главах 4-10, касаются конкретных секторов, некоторые технологии и политические меры охватывают множество

секторов; например, использование биомассы и переход с высокоуглеродистых топлив на газ влияет на энергоснабжение, транспорт, промышленность и здания. Кроме потенциала для общих технологий, эти примеры также подчеркивают возможную конкуренцию за ресурсы, такие как финансирование и поддержка НИОКР [11.2.1].

Восходящее объединение потенциалов смягчения по секторам усложняется взаимодействиями и переливами между секторами, по времени, по регионам и по рынкам. Для устранения возможности двойного счета применен ряд формальных процедур, например, уменьшение мощности, требующейся в энергетике, вследствие экономии электроэнергии в промышленности и секторе зданий. Интеграция потенциалов секторов таким образом необходима для обобщения отраслевых оценок, представленных в главах 4-10. На неопределенность результата влияют вопросы сравнимости расчетов по секторам, различие в охвате между секторами (например, в транспортном секторе) и само агрегирование, в котором учитываются только главные и непосредственные взаимодействия между секторами [11.3.1].

Нисходящие оценки были выведены из сценариев стабилизации, т.е. с учетом движения к долговременной стабилизации концентрации ПГ в атмосфере [3.6].

На рис. TS.26A и в табл. TS.15 показано, что оценки по секторам подчеркивают возможности для беспроигрышных вариантов во многих секторах, причем восходящая оценка для всех секторов к 2030 году составляет около 6 Гт CO₂-экв при отрицательных затратах; т.е. имеют место чистые выгоды. Большая часть этих вариантов представлена в секторе зданий. Общий итог для восходящих недорогих вариантов (беспроигрышных и других вариантов, стоящих менее 20 долл./т CO₂-экв) равен около 13 Гт CO₂-экв (диапазоны рассмотрены ниже). Существуют дополнительные восходящие потенциалы, равные около 6 и 4 Гт CO₂-экв, при дополнительных затратах соответственно <50 и 100 долл./т CO₂-экв (средняя степень согласия, средний объем доказательств) [11.3.1].

Для этих оценок есть несколько оговорок, помимо упомянутых выше. Во-первых, из восходящих оценок исключен набор вариантов сокращения выбросов, в основном для комбинированного производства электрической и тепловой энергии, части транспортного сектора и нетехнические варианты, такие как поведенческие изменения, потому что имеющаяся литература не позволила сделать достоверную оценку. По оценкам, восходящие потенциалы поэтому недооценены на 10-15%. Во-вторых, в этих главах определен ряд ключевых чувствительных моментов, которые не описаны количественно, касающихся цен на энергоносители, дисконтных ставок и масштабирования региональных результатов для вариантов смягчения в сельском и лесном хозяйстве. В-третьих, отсутствуют оценки по многим странам с переходной

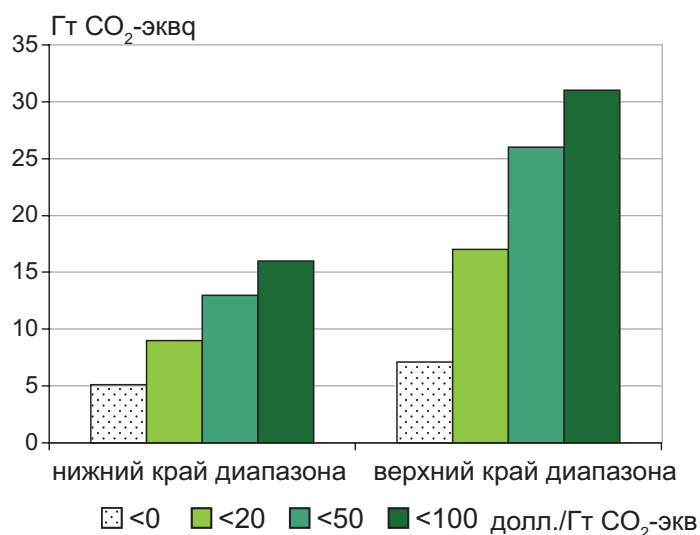


Рис. TS.26A. Глобальный экономический потенциал смягчения в 2030 году по оценкам из восходящих исследований. Данные из табл. TS.15. [Figure 11.3]

экономикой и по значительным частям региона, не относящегося к ОЭСР и СПЭ [11.3.1].

Оценки потенциалов при ценах углерода <20 долл./тCO₂-экв ниже, чем восходящие оценки в ТДО, которые анализировались при ценах углерода менее 27 долл./тCO₂-экв, благодаря более качественной информации в последней литературе (высокая степень согласия, много доказательств).

На рис. TS.26B и в табл. TS.16 показано, что общие восходящие потенциалы сравнимы с потенциалами, полученными на 2030 год по результатам нисходящих моделей, которые приведены в главе 3.

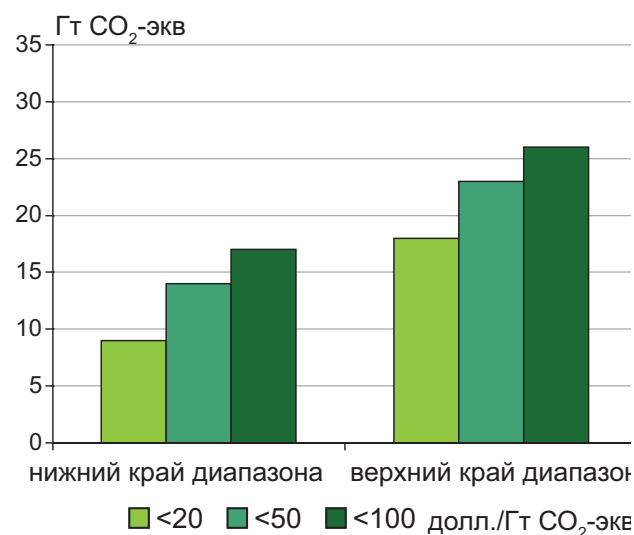


Рис. TS.26B. Глобальный экономический потенциал смягчения в 2030 году по оценкам из нисходящих исследований. Данные из табл. TS.16. [Figure 11.3]

На отраслевом уровне существуют более значительные различия между восходящими и нисходящими оценками, в основном из-за того, что определения секторов в нисходящих моделях часто отличаются от определений в восходящих оценках (табл. TS.17). Хотя имеют место незначительные различия между базовыми уровнями, предположенными для нисходящих и восходящих оценок, эти результаты достаточно близки для получения надежной оценки общего экономического потенциала смягчения к 2030 году. Потенциал смягчения при ценах углерода <100 долл./тCO₂-экв составляет около 25–50% базовых выбросов на 2030 год (высокая степень согласия, много доказательств).

В табл. TS.17 показано, что для анализа в точке выбросов¹⁸

Табл. TS.15. Глобальный экономический потенциал смягчения на 2030 год по оценкам восходящих исследований

Цена углерода (долл./тCO ₂ -экв)	Экономический потенциал (ГтCO ₂ -экв/год)	Сокращение относительно СДСВ А1В (68 ГтCO ₂ -экв/год) (%)	Сокращение относительно СДСВ В2 (49 ГтCO ₂ -экв/год) (%)
0	5-7	7-10	10-14
20	9-17	14-25	19-35
50	13-26	20-38	27-52
100	16-31	23-46	32-63

Табл. TS.16. Глобальный экономический потенциал смягчения на 2030 год по оценкам нисходящих исследований

Цена углерода (долл./тCO ₂ -экв)	Экономический потенциал (ГтCO ₂ -экв/год)	Сокращение относительно СДСВ А1В (68 ГтCO ₂ -экв/год) (%)	Сокращение относительно СДСВ В2 (49 ГтCO ₂ -экв/год) (%)
20	9-18	13-27	18-37
50	14-23	21-34	29-47
100	17-26	25-38	35-53

¹⁸ При анализе в точке выбросов выбросы от потребления электроэнергии учитываются в секторе энергоснабжения. В анализе по секторам конечного потребления такие выбросы учитываются в соответствующем секторе (это особенно касается промышленности и зданий).

Табл. TS.17. Экономический потенциал смягчения по секторам к 2030 году: сравнение восходящих (из табл. 11.3) и нисходящих (из раздела 3.6) оценок [Table 11.5].

Глава доклада	Сектора	Потенциал по секторам («восходящий») к 2030 году (ГтCO ₂ -экв/год)				Моментальный снимок смягчения к 2030 году по общеэкономической модели («нисходящий») (ГтCO ₂ -экв/год)			
		Распределение по секторам конечного потребления (распределение экономии электроэнергии по секторам конечного потребления)		Распределение по точкам выбросов (сокращение выбросов за счет экономии конечного потребления электроэнергии, выделенного сектору энергоснабжения)					
		цена углерода <20 долл./тCO ₂ -экв							
		Низкая	Высокая	Низкая	Высокая	Низкая	Высокая		
4	Энергоснабжение и преобразование энергии	1.2	2.4	4.4	6.4	3.9	9.7		
5	Транспорт	1.3	2.1	1.3	2.1	0.1	1.6		
6	Здания	4.9	6.1	1.9	2.3	0.3	1.1		
7	Промышленность	0.7	1.5	0.5	1.3	1.2	3.2		
8	Сельское хозяйство	0.3	2.4	0.3	2.4	0.6	1.2		
9	Лесное хозяйство	0.6	1.9	0.6	1.9	0.2	0.8		
10	Отходы	0.3	0.8	0.3	0.8	0.7	0.9		
11	Всего	9.3	17.1	9.1	17.9	8.7	17.9		
цена углерода <50 долл./тCO ₂ -экв									
4	Энергоснабжение и преобразование энергии	2.2	4.2	5.6	8.4	6.7	12.4		
5	Транспорт	1.5	2.3	1.5	2.3	0.5	1.9		
6	Здания	4.9	6.1	1.9	2.3	0.4	1.3		
7	Промышленность	2.2	4.7	1.6	4.5	2.2	4.3		
8	Сельское хозяйство	1.4	3.9	1.4	3.9	0.8	1.4		
9	Лесное хозяйство	1.0	3.2	1.0	3.2	0.2	0.8		
10	Отходы	0.4	1.0	0.4	1.0	0.8	1.0		
11	Всего	13.3	25.7	13.2	25.8	13.7	22.6		
цена углерода <100 долл./тCO ₂ -экв									
4	Энергоснабжение и преобразование энергии	2.4	4.7	6.3	9.3	8.7	14.5		
5	Транспорт	1.6	2.5	1.6	2.5	0.8	2.5		
6	Здания	5.4	6.7	2.3	2.9	0.6	1.5		
7	Промышленность	2.5	5.5	1.7	4.7	3.0	5.0		
8	Сельское хозяйство	2.3	6.4	2.3	6.4	0.9	1.5		
9	Лесное хозяйство	1.3	4.2	1.3	4.2	0.2	0.8		
10	Отходы	0.4	1.0	0.4	1.0	0.9	1.1		
11	Всего	15.8	31.1	15.8	31.1	16.8	26.2		

Источники: таблицы 3.16, 3.17 и 11.3

См. примечания к таблицам 3.16, 3.17 и 11.3, а также Примечание 11.1.

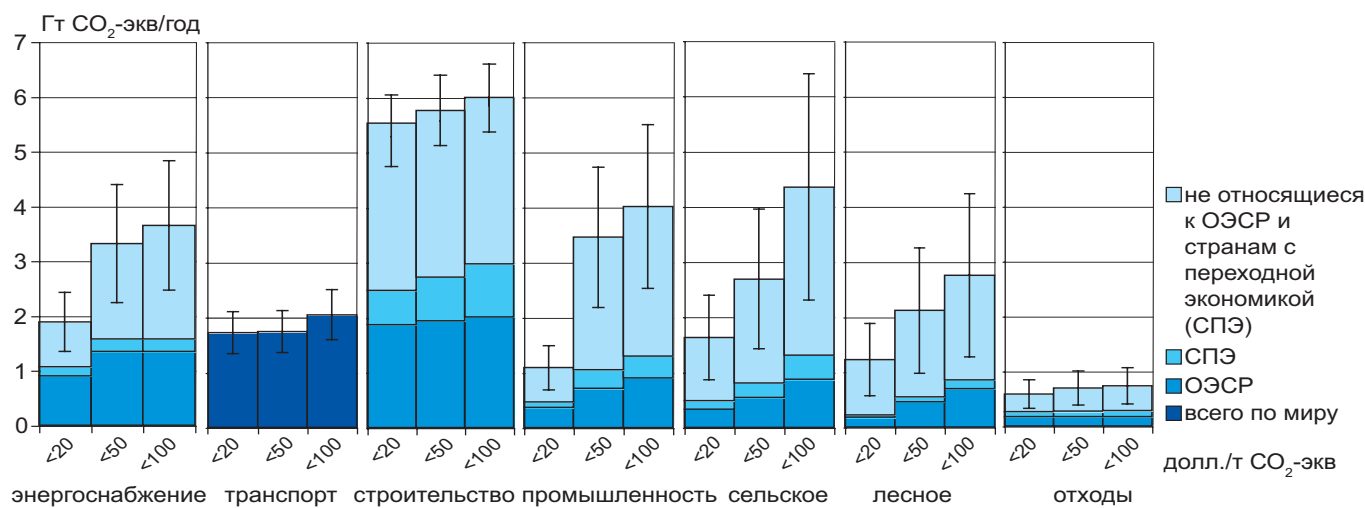


Рис. TS.27. Оценка экономического потенциала глобального смягчения по секторам и различным регионам как функция цены углерода в 2030 году по данным восходящих исследований в сравнении с соответствующими базовыми уровнями, предположенными в оценках по секторам. Полное объяснение получения этого рисунка приведено в п. 11.3.

Примечания:

1. Диапазоны глобальных экономических потенциалов, оцененные по каждому сектору, показаны вертикальными линиями. Эти диапазоны основаны на распределении выбросов по конечному потреблению, что означает, что выбросы при потреблении электроэнергии учитываются в секторах конечного потребления, а не в секторе энергоснабжения.
2. Оценки потенциалов ограничены наличием исследований, особенно при высоких уровнях цены углерода.
3. В секторах используются разные базовые сценарии. Для промышленности был принят базовый сценарий СДСВ В2, для энергоснабжения и транспорта – базовый сценарий по Всемирной энергетической перспективе на 2004 год; в секторе зданий оценка основана на базовом уровне, лежащем между сценариями СДСВ В2 и А1В; для управления отходами были использованы движущие силы сценария СДСВ А1В с целью построения особого базового сценария в этом секторе; в сельском хозяйстве и лесном хозяйстве использовались базовые сценарии, где применялись в основном движущие силы сценария В2.
4. По транспорту показаны только глобальные итоги, потому что включена международная авиация [5.4].
5. Исключены следующие категории: выбросы ПГ, кроме CO₂, в секторе зданий и транспортном секторе, частично варианты эффективности использования материалов, производство тепла и комбинированное производство электрической и тепловой энергии в энергоснабжении, тяжелые автомобили, морской транспорт и пассажирский транспорт большой вместимости, большинство дорогих вариантов для зданий, очистка сточных вод, сокращение выбросов из угольных шахт и газопроводов, фторированные газы в энергоснабжении и транспорте. Недооценка общего экономического потенциала по этим выбросам составляет порядка 10-15%.

значительная часть долгосрочного потенциала смягчения сосредоточена в секторе энергоснабжения. Вместе с тем, для анализа по секторам конечного потребления, использованного для результатов, представленных на рис. TS.27, наивысший потенциал находится в секторе зданий и в сельском хозяйстве. Для сельского и лесного хозяйства нисходящие оценки ниже, чем оценки по восходящим исследованиям. Это обусловлено тем, что эти секторы, как правило, недостаточно охвачены в нисходящих моделях. Оценки для энергоснабжения и промышленности из нисходящих моделей обычно выше тех, которые дает восходящее исследование (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [11.3.1].

К 2030 году важную роль для многих секторов будут играть биоэнергетические возможности, причем после 2030 года ожидается существенный потенциал роста, хотя по топливно-энергетическим балансам завершенных комплексных исследований нет. Ключевыми предварительными условиями для такого вклада является развитие биомассовых мощностей (энергетических культур) в равновесии с инвестициями в методы ведения сельского хозяйства, материально-техническую базу и рынки, а также промышленное освоение производства биотоплив второго поколения. Устойчивое производство и использование биомассы могло бы обеспечить,

чтобы вопросы, связанные с конкуренцией за землю и продовольствие, водными ресурсами, биоразнообразием и социально-экономическими последствиями, не создавали препятствий (*высокая степень согласия, ограниченный объем доказательств*) [11.3.1. 4].

Помимо вариантов смягчения, упомянутых в главах по секторам (главы 4-10), предложены геоинженерные решения проблемы усиления парникового эффекта. При этом, однако, варианты удаления CO₂ непосредственно из воздуха, например, путем обогащения океанов железом или блокирования солнечного света, остаются в значительной степени теоретическими и могут вызвать риск неизвестных побочных эффектов. Блокирование солнечного света не влияет на ожидаемый рост концентрации CO₂ в атмосфере, но может уменьшить или устранить связанное с этим потепление. Этот разрыв связи между концентрацией CO₂ и глобальной температурой мог бы иметь выгодные последствия, например, для повышения продуктивности сельского и лесного хозяйства (при условии эффективности обогащения углекислым газом), но они не смягчают другие последствия, такие как дальнейшее окисление океанов. Подробные расчеты стоимости этих вариантов не опубликованы, и для их осуществления нет четкой институциональной базы (*средняя степень согласия, ограниченный объем доказательств*) [11.2.2].

Затраты на смягчение последствий по секторам и макроэкономические затраты

Затраты на выполнение Киотского протокола, по оценкам, гораздо меньше того уровня, который предложен в ТДО, ввиду отклонения Протокола Соединенными Штатами. При полном использовании гибких механизмов по Киотскому протоколу затраты, по оценкам, составляют менее 0,05% ВВП стран Приложения В (без США) (Приложение В к ТДО: 0,1-1,1%). Без гибких механизмов затраты сейчас оцениваются цифрой менее 0,1% (ТДО: 0,2-2%) (*высокая степень согласия, много доказательств*) [11.4].

Модельные исследования смягчения последствий после 2012 года оценивались в связи с их глобальным влиянием на уменьшение выбросов CO₂ к 2030 году, необходимыми ценами углерода и их последствиями для ВВП или ВНП (долгосрочные эффекты стабилизации после 2030 года описаны в главе 3). Для траекторий Категории IV¹⁹ (стабилизация на уровне около 650 ppm CO₂-экв) с уменьшением выбросов CO₂ менее чем на 20% по сравнению с базовым уровнем и при цене углерода до 25 долл./т CO₂ исследования показывают, что валовой мировой продукт к 2030 году был бы в худшем случае где-то на 0,7% ниже базового уровня, что согласовывается с медианой 0,2% и диапазоном 10-90 процентиля от -0,6 до 1,2% для полного набора сценариев, приведенного в главе 3.

Для более жестких траекторий Категории III эффекты более неопределенные (стабилизация на уровне около 550 ppm CO₂-экв), с уменьшением выбросов CO₂ менее чем на 40% и при цене углерода до 50 долл./т CO₂, при этом в большинстве исследований предполагаются затраты в объеме менее 1% глобального валового продукта, что согласовывается с медианой 0,6% и диапазоном 10-90 процентиля от 0 до 2,5% для полного набора сценариев, приведенного в главе 3. Опять-таки, эти оценки сильно зависят от подходов и допущений. Немногие исследования с базовыми уровнями, требующими более значительного сокращения выбросов CO₂ для достижения целей, требуют более высоких цен углерода, и в большинстве прогнозируются более высокие затраты ВВП. Для исследований категорий I и II (стабилизация между 445 и 535 ppm CO₂-экв) затраты составляют менее 3% снижения ВВП, однако число этих исследований относительно мало, и они, как правило, используют низкие базовые уровни. Более низкие оценки анализируемых здесь исследований по сравнению с полным набором исследований, освещенных в главе 3, обусловлены главным образом более значительной долей исследований, которые предусматривают расширенные технологические инновации, инициированные политикой, особенно для более жестких сценариев смягчения последствий (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [11.4].

Все подходы показывают, что ни один сектор и ни одна технология не сможет самостоятельно успешно справиться с проблемой смягчения последствий, поэтому необходим многообразный портфель мер, построенный на широком спектре критериев. Нисходящие оценки согласуются с восходящими результатами в том, что цена углерода около 20–50 долл./т CO₂-экв (73–183 долл./т C-экв) достаточна для обеспечения крупномасштабной смены топлива и экономичности источников питания на основе УХУ и с малым содержанием углерода по мере отработки технологий. Стимулы этого порядка могли бы также сыграть важную роль в предотвращении обезлесения. В различных кратко- и долгосрочных моделях предлагаются разные оценки, вариации которых можно объяснить в основном подходами и допущениями в отношении использования доходов от налогов или разрешений на углерод, трактовкой технического прогресса, степенью замещаемости продукции, торговля которой ведется в международном масштабе, и разукрупнением рынков продукции и региональных рынков (*высокая степень согласия, много доказательств*) [11.4, 11.5, 11.6].

Эволюция цены углерода и соответствующее сокращение выбросов будут определять уровень, на котором могут быть стабилизированы концентрации ПГ в атмосфере. Модели предполагают, что предсказуемый и текущий постепенный рост цены углерода, которая к 2020-2030 годам достигнет 20–50 долл./т CO₂-экв, соответствует стабилизации по Категории III (550 ppm CO₂-экв). По Категории IV (650 ppm CO₂-экв) такой уровень цен может быть достигнут после 2030 года. Для стабилизации на уровнях 450-550 ppm CO₂-экв величины цены углерода на уровне до 100 долл./т CO₂-экв нужно будет достичь где-то к 2030 году (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*) [11.4, 11.5, 11.6].

Во всех случаях краткосрочные траектории в направлении более низких уровней стабилизации, особенно для Категории III и ниже, потребовали бы множества дополнительных мер, связанных с энергоэффективностью, обеспечением низкоуглеродистой энергией, другими действиями по смягчению последствий и предотвращением инвестирования в углеродоемкие основные средства с очень большим сроком службы. Исследования принятия решений в условиях неопределенности подчеркивают необходимость более сильных заблаговременных действий, особенно в отношении инфраструктуры и других основных средств с большим сроком службы. Согласно проекциям, одна только инфраструктура энергетики (включая электростанции) потребует к 2030 году минимум 20 трлн. долларов инвестиций, и возможности стабилизации будут сильно ограничены характером и углеродоемкостью этих инвестиций. Исходные оценки для менее углеродоемких

¹⁹ Определение траекторий Категории III и Категории IV приведено в главе 3.

сценариев показывают значительную переадресацию инвестиций, при этом объем чистых дополнительных инвестиций находится в диапазоне от ничтожно малого до менее чем 5% (*высокая степень согласия, много доказательств*) [11.6].

Что касается портфельного анализа государственных мер, то общий вывод состоит в том, что портфель вариантов, направленных на уравнивание снижения выбросов по секторам методом, который представляется справедливым (например, путем снижения на одинаковый процент), вероятно, будет более дорогостоящим, нежели подход, движимый в основном экономической эффективностью. Портфели связанных с энергией мер по секторам, которые включают низкоуглеродистые технологии, снизят риски и затраты, потому что цены на ископаемое топливо, как ожидается, будут более изменчивыми по отношению к затратам на альтернативные варианты, не считая обычных выгод от диверсификации. Второй общий вывод: затраты будут снижены, если объединить варианты, которые исправляют две рыночные ошибки, связанные с ущербом от изменения климата и выгодами от технологических инноваций, например, путем повторного использования доходов от аукционов разрешений для поддержки инноваций, связанных с энергоэффективностью и снижением углеродоемкости (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [11.4].

Технический прогресс в межотраслевом разрезе

Существенным шагом вперед после ТДО стало включение во многие нисходящие модели эндогенного технического прогресса. Используя разные подходы, модельные исследования показывают, что учет эндогенного технического прогресса может привести к существенному снижению цен на углерод и затрат ВВП по сравнению с большинством моделей, которые использовались на момент ТДО (когда считалось, что технический прогресс учтен в базовом сценарии и в основном не зависит от политики и мероприятий по смягчению последствий). Исследования без учета вынужденного технического прогресса показывают, что рост цен на углерод до 20-80 долл./т CO₂-экв к 2030 году и до 30-155 долл./т CO₂-экв к 2050 году согласуется со стабилизацией на уровне около 550 ppm CO₂-экв к 2100 году. Для этого же уровня стабилизации исследования после ТДО, учитывающие вынужденный технический прогресс, снижают эти ценовые диапазоны до 5-65 долл./т CO₂-экв в 2030 году и до 15-130 долл./т CO₂-экв в 2050 году. Степень, до которой затраты снижаются, критически зависит от допущений об отдаче расходов на НИОКР в сфере смягчения последствий изменения климата, переливах между секторами и регионами, замене других НИОКР и – в моделях, предусматривающих обучение на собственном опыте – степени обучения (*высокая степень согласия, много доказательств*) [11.5].

Существенные технологические сдвиги, такие как

улавливание и хранение углерода, использование новейших возобновляемых источников энергии, усовершенствования в атомной и водородной энергетике требуют длительного перехода по мере накопления результатов обучения на собственном опыте и расширения рынков. Поэтому повышение эффективности конечного потребления дает более важные возможности в краткосрочной перспективе. Это иллюстрируется относительно высокой долей сектора зданий и промышленности в потенциалах на 2030 год (табл. TS.17). Другие варианты и секторы могут играть более значительную роль во второй половине столетия (см. главу 3) (*высокая степень согласия, много доказательств*) [11.6].

Влияние перелива при смягчении последствий в странах Приложения I на страны, не включенные в Приложение I

Эффекты перелива смягчения с межотраслевой точки зрения – это эффекты политики и мер по смягчению в одной стране или группе стран на секторы в других странах. Одним из аспектов перелива является так называемая «утечка углерода»: рост выбросов CO₂ за пределами стран, принимающих внутренние меры, деленный на сокращение выбросов в этих странах. Этот простой показатель утечки углерода не охватывает сложность и размах эффектов, которые включают изменения в характере и порядке величины глобальных выбросов. Модельные исследования дают широкомасштабные результаты в отношении утечки углерода в зависимости от принятых допущений в отношении окупаемости, развития событий в энергоемкой промышленности, эластичности торговли и других факторов. Как в и ТДО, оценки утечки углерода при выполнении Киотского протокола, как правило, к 2010 году находятся в диапазоне 5-20%. Эмпирические исследования энергоемких отраслей со льготами по схеме торговли выбросами (СТВ) ЕС показывают, что транспортные расходы, условия на местных рынках, номенклатура продукции и неполнота информации содействуют местному производству, и делают вывод о том, что утечка углерода вряд ли существенна (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*) [11.7].

Изучалось влияние существующих мер по смягчению последствий на конкурентоспособность. Эмпирические данные, как представляется, показывают, что снижение конкурентоспособности в странах, выполняющих Киотский протокол, незначительно, что подтверждает вывод, сделанный в ТДО. Потенциальный благоприятный эффект передачи технологий развивающимся странам, вытекающий из технического прогресса, обусловленного действиями по Приложению I, может быть значительным для энергоемких отраслей, но пока что он не определен количественно с достаточной достоверностью (*средняя степень согласия, малый объем доказательств*) [11.7].

Вероятно, один из самых важных путей, которыми переливы в результате мер по смягчению последствий,

принимаемых в одном регионе, влияют на другие регионы, - это влияние на мировые цены на ископаемое топливо. Когда регион сокращает потребление ископаемого топлива в силу политики смягчения последствий, он сокращает мировой спрос на этот товар, оказывая таким образом снижающее давление на цены. В зависимости от реакции производителей ископаемого топлива цены на нефть, газ и уголь могут падать, что ведет к потере доходов производителей и к снижению стоимости импорта для потребителей. Как и в ТДО, почти во всех модельных исследованиях, которые были проанализированы, выявлены более выраженные отрицательные эффекты в странах-производителях нефти, чем в большинстве стран, включенных в Приложение I, которые принимают меры по смягчению последствий. Стратегии защиты цен на нефть могут ограничивать потерю доходов в странах-производителях нефти (*высокая степень согласия, ограниченный объем доказательств*) [11.7].

Сопутствующие выгоды смягчения последствий выбросов углерода

Во многих последних исследованиях продемонстрированы значительные выгоды стратегий смягчения последствий выбросов углерода на здоровье человека, главным образом потому, что эти стратегии сокращают и другие выбросы в воздух, например, выбросы SO₂, NO_x и других твердых частиц. По проекциям, это приведет к предотвращению десятков тысяч преждевременных смертей ежегодно в странах Азии и Латинской Америки и нескольких тысяч – в Европе. Вместе с тем, монетизация рисков смертности остается спорным моментом, поэтому в литературе можно найти широкий спектр оценок возможных выгод. Все исследования, однако, сходятся в том, что монетизированные выгоды для здоровья могут компенсировать значительную долю затрат на смягчение последствий (*высокая степень согласия, много доказательств*) [11.8].

Кроме того, оценивались выгоды от предотвращения выбросов веществ, загрязняющих воздух, для сельскохозяйственного производства и влияние кислотных осадков на естественные экосистемы. Такие ближайшие выгоды создают основу для беспроигрышной политики сокращения выбросов ПГ, в которой существенные преимущества накапливаются даже в том случае, если влияние антропогенного изменения климата оказываются меньшим, чем показывают текущие проекции. Учет других сопутствующих выгод, а не только выгод для здоровья человека и продуктивности сельского хозяйства (например, повышенной энергобезопасности и занятости), еще более увеличил бы экономию затрат (*высокая степень согласия, ограниченный объем доказательств*) [11.8].

В большом количестве новых источников отмечается, что одновременное противодействие изменению климата и загрязнению воздуха с помощью единого комплекса мер и политики может обеспечить потенциально большое

сокращение затрат на борьбу с загрязнением воздуха. Необходим комплексный подход к тем загрязняющим веществам и процессам, для которых существуют компромиссы. Это можно сказать, к примеру, о контроле над выбросами NO_x из автомобилей и с предприятий по производству азотной кислоты, что может увеличить выбросы N₂O, либо о расширенном использовании энергоэффективных дизельных транспортных средств, которые испускают относительно больше твердых частиц, чем их бензиновые эквиваленты (*высокая степень согласия, много доказательств*) [11.8].

Адаптация и смягчение последствий

Между политическими мерами могут существовать эффекты синергизма или компромиссы, которые могут поддерживать адаптацию и смягчение последствий. Высокий синергетический потенциал – у биомассовой энергетики, управления землепользованием и других методов землеустройства. Синергизм между смягчением последствий и адаптацией может внести уникальный вклад в развитие сельских районов, особенно в наименее развитых странах: многие действия, нацеленные на устойчивое управление природными ресурсами, могут дать значительные выгоды как в плане адаптации, так и в плане смягчения последствий, главным образом в форме секвестрации углерода. В других случаях, однако, могут быть компромиссы, такие как рост энергетических культур, который может повлиять на обеспечение продовольствием и лесной покров, усиливая таким образом уязвимость к последствиям изменения климата (*средняя степень согласия, ограниченный объем доказательств*) [11.9].

12 Устойчивое развитие и смягчение последствий

Взаимосвязь между устойчивым развитием и смягчением последствий изменения климата

Концепция устойчивого развития была принята Всемирной комиссией по окружающей среде и развитию, и есть согласие в вопросе о том, что устойчивое развитие предполагает наличие комплексного и интегрированного подхода к экономическим, социальным и экологическим процессам. Дискуссии по устойчивому развитию, однако, были сосредоточены в основном на экологическом и экономическом измерениях. Значение социальных, политических и культурных факторов только сейчас получает большее признание. Интеграция существенно важна для формулирования устойчивых траекторий развития, в том числе для решения проблемы изменения климата [12.1].

Хотя использование показателей для измерения и контроля устойчивости развития на макро- и отраслевом уровнях находится пока на раннем этапе,

оно расширяется, что частично обусловлено усилением акцента на подотчетности в контексте инициатив по управлению и стратегиям. На отраслевом уровне прогресс на пути к устойчивому развитию начинает измеряться промышленностью и правительствами с использованием, среди прочего, экологической сертификации, средств мониторинга или реестров выбросов, и по результатам этой работы готовятся отчеты. Изучение показателей показывает, однако, что немногие макропоказатели включают измерители прогресса в отношении изменения климата (*высокая степень согласия, много доказательств*) [12.1.3].

На изменение климата влияет не только принятая политика, относящаяся конкретно к климату (подход «сначала – климат»), но и набор выбранных вариантов развития траектории развития, к которым ведет эта политика (подход «сначала – развитие») – момент, подкрепленный глобальным анализом сценариев, опубликованным после ТДО. Повышение устойчивости развития путем изменения путей развития может поэтому внести существенный вклад в достижение целей в сфере климата. Важно отметить, однако, что изменение путей развития означает не выбор какого-то запланированного пути, а скорее движение по неизведанному и развивающемуся ландшафту (*высокая степень согласия, много доказательств*) [12.1.1].

Утверждалось также, что устойчивое развитие может уменьшить уязвимость всех стран, в особенности развивающихся, к последствиям изменения климата. Строя дебаты как проблему развития, а не как проблему окружающей среды, можно более эффективно двигаться к неотложным целям всех стран, особенно развивающихся, и уменьшать их особую уязвимость к изменению климата, в то же время занимаясь движущими силами выбросов, которые связаны с основополагающим путем развития [12.1.2].

Повышение устойчивости развития

Принятие решений по устойчивому развитию и смягчению последствий изменения климата больше не является компетенцией исключительно правительств. В литературе признается сдвиг к более всеобъемлющей концепции управления, которая включает вклады органов управления различных уровней, частного сектора, неправительственных организаций и гражданского общества. Чем больше вопросы изменения климата включаются в процесс планирования на соответствующем уровне осуществления, чем больше все эти заинтересованные стороны задействуются в процессе принятия обоснованных решений, тем с большей вероятностью они достигнут желаемых целей (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [12.2.1].

Что касается правительств, в значительном массиве политической теории выявляется и объясняется существование национальных политических стилей или политических культур. Основополагающее допущение этой работы – в том, что отдельные страны тяготеют к решению проблем особым образом, независимо от отличительности или особых характеристики конкретной проблемы, т.е. они следуют «национальному пути решения вопросов». Кроме того, на выбор политических инструментов влияет институциональная возможность правительств реализовать тот или иной инструмент. Это подразумевает, что предпочтительный набор политических решений и их эффективность в плане устойчивого развития и смягчения последствий изменения климата сильно зависят от национальных характеристик (*высокая степень согласия, много доказательств*). При этом, однако, наше понимание того, какого типа политика лучше всего сработает в странах с конкретными национальными характеристиками, остается поверхностным [12.2.3].

Частный сектор – центральный игрок в экологическом контроле и в управлении устойчивостью. В последние 25 лет наблюдается постепенное увеличение количества компаний, которые делают шаги по решению проблем устойчивости на уровне предприятия или на уровне отрасли. Хотя достигнут определенный прогресс, частный сектор обладает потенциалом для того, чтобы играть намного более значительную роль в повышении устойчивости развития, если усилится понимание того, что это, вероятно, принесет пользу деятельности частного сектора (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*) [12.2.3].

Гражданские группы играют существенную роль в стимулировании устойчивого развития, являясь важнейшими субъектами в осуществлении политики такого развития. Они могут не только сами выполнять проекты по устойчивому развитию, но и содействовать политической реформе посредством повышения осведомленности, пропаганды и агитации. Они также могут способствовать политическим действиям, заполняя пробелы и оказывая политические услуги, в том числе в таких сферах, как политические инновации, мониторинг и исследования. Взаимодействие может принимать форму партнерств или осуществляться через диалоги между заинтересованными сторонами, которые могут дать гражданским группам рычаг для усиления давления как на правительства, так и на промышленность (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [12.2.3].

Совещательные государственно-частные партнерства работают наиболее эффективно, когда инвесторы, местные органы власти и гражданские группы готовы работать вместе для внедрения новых технологий, и предоставляют арену для обсуждения таких технологий, которые

предполагают полный охват на местном уровне (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [12.2.3].

Последствия выбора пути развития для смягчения последствий изменения климата

В разнородном мире понимание различных региональных условий и приоритетов имеет важнейшее значение для комплексного включения политики в отношении изменения климата в стратегии устойчивого развития. Анализ конкретных ситуаций регионального и национального уровня показывает, что различные пути и политики развития могут обеспечить заметное сокращение выбросов, в зависимости от способности достижения целей по устойчивости и изменению климата [12.3].

В промышленно развитых странах изменение климата продолжают рассматривать в основном как отдельную, связанную с окружающей средой проблему, которая должна решаться с помощью конкретной политики в отношении изменения климата. Фундаментальной и широкой дискуссии в обществе о последствиях путей развития для изменения климата в целом и о смягчении последствия изменения климата в частности в промышленно развитых странах серьезно не начато. Приоритетными сферами смягчения последствий для стран этой группы могут быть энергоэффективность, возобновляемая энергия, УХУ и т.д. Однако пути развития, предполагающие низкий уровень выбросов, касаются не только выбора энергии. В некоторых регионах развитие землепользования, особенно расширение инфраструктуры, определено как ключевой фактор, от которого зависят выбросы ПГ в будущем [12.2.1; 12.3.1].

Стран с переходной экономикой как единой группы более не существует. Тем не менее, Центральная и Восточная Европа и страны Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии (ВЕКЦА) все же имеют общие особенности в социально-экономическом развитии, смягчении последствий изменения климата и устойчивом развитии. Меры по разделению экономического роста и роста выбросов были бы особенно важны для этой группы [12.2.1; 12.3.1].

В некоторых крупных развивающихся странах, согласно проекциям, выбросы будут расти более высокими темпами, чем в промышленно развитом мире и в остальных развивающихся государствах, поскольку они находятся на этапе быстрой индустриализации. Для этих стран смягчение последствий изменения климата и политика устойчивого развития могут дополнять друг друга; вместе с тем, дополнительные финансовые и технологические ресурсы расширили бы их способность следовать по тому пути развития, для которого характерна низкая углеродоемкость [12.2.1; 12.3.1].

У большинства других развивающихся стран

способности к адаптации и смягчению последствий – низкие, и помощь в целях развития может содействовать уменьшению их уязвимости к изменению климата. Она может также способствовать сокращению роста выбросов в этих странах, одновременно решая проблемы энергобезопасности и доступа к энергии. МЧР может предоставить финансовые ресурсы для таких направлений развития. Члены Организации стран-экспортеров нефти (ОПЕК) уникальны в том смысле, что на них могут отрицательно сказаться пути развития, при которых снижается спрос на ископаемое топливо. Диверсификация экономики этих стран – главный вопрос в их повестке дня [12.2.1; 12.3.1].

Из конкретных случаев, рассмотренных в этой главе, следует ряд общих выводов о том, как изменения в путях развития на отраслевом уровне снизили (или могли снизить) выбросы (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [12.2.4]:

- На выбросы ПГ влияет экономический рост, но они не привязаны жестко к этому фактору: эффект могут иметь варианты политики.
- Сектора, где фактическое производство намного ниже максимально возможного объема производства при том же объеме затрат – т.е. сектора, стоящие далеко от своего предельного уровня производства – имеют возможности принятия «абсолютно беспроигрышной» политики, т.е. политики, которая высвобождает ресурсы и содействует росту, позволяет достичь других целей устойчивого развития, а также снизить уровень выбросов ПГ по сравнению с базовым.
- Сектора, где объем производства близок к оптимальному, учитывая имеющиеся ресурсы – т.е. сектора, стоящие ближе к предельному уровню производства – тоже располагают возможностями сокращения выбросов путем достижения других целей устойчивого развития. Однако чем ближе подходишь к предельному уровню производства, тем вероятнее появление компромиссов.
- Имеет значение не только то, что делается «хороший» выбор в определенный момент времени, но и то, что первоначальная политика поддерживается в течение долгого времени – иногда нескольких десятилетий – чтобы дать реальные эффекты.
- Часто для того, чтобы повлиять на выбросы, нужно не одно политическое решение, а целый набор решений. Это поднимает вопрос координации между политикой в нескольких секторах и в различных масштабах.

Комплексный подход требует, чтобы в политике, программах и (или) отдельных действиях, не относящихся к климату, учитывалось смягчение последствий, причем как развивающихся, так и в развитых странах. Вместе с тем, простое «приклеивание» изменения климата к существующей политической повестке дня вряд ли принесет успех. Простота или сложность, с которой реализуется комплексный подход, будет зависеть как от технологий, так и от практики смягчения последствий, а

Табл. TS.18. Комплексный подход к включению изменения климата в варианты развития – избранные примеры [Table 12.3].

Избранные сектора	Инструменты и действия неклиматической политики – кандидаты на комплексный подход	Основные ответственные лица и субъекты	Глобальные выбросы ПГ по секторам, которые можно охватить неклиматической политикой (% глобальных выбросов ПГ) ^{a), d)}		Комментарии
Макроэко-номика	Введение неклиматических налогов/субсидий и (или) других фискальных и регуляторных мер, которые содействуют УР	Государство (органы власти на всех уровнях) и гражданское общество (НПО)	100	Общие глобальные выбросы ПГ	С помощью сочетания экономической, регуляторной и инфраструктурной неклиматической политики можно решать проблему общих глобальных выбросов.
Лесное хозяйство	Внедрение методов охраны лесов и устойчивого управления лесными ресурсами		7	Выбросы ПГ из-за обезлесения	Законодательство/нормы для прекращения обезлесения, улучшения управления лесными ресурсами, обеспечения альтернативных источников существования могут уменьшить выбросы ПГ и дать другие выгоды для окружающей среды.
Электро-энергетика	Внедрение экономически эффективных возобновляемых источников энергии, программы управления на стороне спроса, уменьшение потерь при передаче и распределении	Государство (регуляторные комиссии), рынок (коммунальные компании), гражданское общество (НПО, группы потребителей)	20 ^{b)}	Выбросы CO ₂ в секторе электроэнергетики (исключая автопроизводители)	Повышение доли производства электроэнергии со значительными выбросами ПГ – глобальная проблема, которую можно решать посредством неклиматической политики
Импорт нефти	Диверсификация баланса импортного и отечественного топлива, снижение энергоёмкости экономики с целью повышения энергобезопасности	Государство и рынок (производство ископаемого топлива)	20 ^{b)}	Выбросы CO ₂ , связанные с глобальным импортом сырой нефти и нефтепродуктов	Можно обеспечить диверсификацию источников энергии для решения проблем надежности поставок нефти с тем, чтобы выбросы ПГ не увеличивались
Сельская энергетика в развивающихся странах	Политика по содействию применения для приготовления пищи в сельских районах СНГ, керосина и электроэнергии	Государство и рынок (коммунальные и нефтяные компании), гражданское общество (НПО)	<2 ^{c)}	Выбросы ПГ вследствие использования топлива из биомассы, не включая аэрозоли	Использование биомассы как топлива для приготовления пищи в сельской местности вызывает последствия для здоровья из-за загрязнения воздуха в помещениях и приводит к выбросам аэрозолей, которые усиливают глобальное потепление. Замена в развивающихся странах всей биомассы, используемой с этой целью, на СНГ привела бы к выбросу 0,70 ГтCO ₂ -экв., что относительно умеренно по сравнению с общим глобальным объемом выбросов ПГ за 2004 год.
Страхование в секторе зданий и транспортном секторе	Дифференцированные взносы, исключения из страхования ответственности, улучшенные условия для экологически чистых продуктов	Государство и рынок (страховые компании)	20	Выбросы ПГ в транспортном секторе и секторе зданий	Увеличение ущерба из-за изменения климата – источник беспокойства для индустрии страхования. Индустрия страхования могла бы решать эти проблемы с помощью упомянутых здесь типов политики.
Международные финансы	Стратегии для стран и секторов и кредитование проектов, которое сокращает выбросы	Государство (международные финансовые организации) и рынок (коммерческие банки)	25 ^{b)}	Выбросы CO ₂ в развивающихся странах (не включенных в Приложение I)	Международные финансовые организации могут ввести такую практику, которая поможет избежать ссуд на ПГ-емкие проекты в развивающихся странах, которые фиксируют будущие выбросы.

Примечания:

a) Данные из главы 1, если иного не указано.

b) Только выбросы CO₂ от сгорания ископаемого топлива; IEA (2006).

c) Только выбросы CO₂. Оценка авторов, см. текст.

d) Выбросы означают относительную важность секторов в 2004 году. Выбросы по секторам взаимно не исключают друг друга, могут перекрываться и, следовательно, в сумме превышают цифру суммарных глобальных выбросов, которая показана в строке «Макроэкономика».

также от основополагающего пути развития. Сопоставление других выгод для развития с выгодами для климата будет основой для выбора секторов развития с целью применения комплексного подхода. Решения о макроэкономической политике, сельскохозяйственной политике, многосторонних кредитах банков развития, методах страхования, реформе рынка электроэнергии, энергобезопасности и охране лесов, к примеру, которые часто считаются не связанными с политикой в области климата, могут оказывать глубокое влияние на выбросы, необходимую степень смягчения последствий и полученные в результате затраты либо выгоды. Однако в некоторых случаях, таких как замена биомассы как топлива для приготовления пищи сжиженным нефтяным газом (СНГ) в сельских районах развивающихся стран, возможно, рационально будет не учитывать факторы изменения климата, поскольку выбросы будут расти медленнее по сравнению с выгодами для развития (см. табл. TS.18) (*высокая степень согласия, средний объем доказательств*) [12.2.4].

В общем и целом существует высокая степень согласия в отношении качественных выводов, изложенных в данной главе о связях между смягчением последствий и устойчивым развитием: эти два элемента связаны, и можно определить синергетические эффекты и компромиссы. Вместе с тем, однако, литература о связях и, более конкретно, о том, как эти связи можно привести в действие для поддержания синергетических эффектов и избежания компромиссов, - пока редкое явление. Это же можно сказать об эффективном практическом руководстве по интеграции факторов изменения климата в соответствующую политику, не касающуюся климата, включая анализ ролей различных субъектов. Выработка возможных путей развития, которыми могут идти государства и регионы – помимо уже понимаемых сценариев выбросов ПГ или сценариев, игнорирующих изменение климата – может дать контекст для нового анализа этих связей, но может потребовать новых методологических инструментов (*высокая степень согласия, ограниченный объем доказательств*) [12.2.4].

Последствия вариантов смягчения последствий для траекторий устойчивого развития

Растет понимание возможностей выбора вариантов смягчения последствий и их осуществления таким образом, что не будет противоречия с другими измерениями устойчивого развития или даже будут выгоды для него либо, если компромиссы неизбежны, возможностей обеспечения рационального выбора. Сводка последствий основных вариантов смягчения изменения климата для устойчивого развития приведена в табл. TS.19 [12.3].

Выгоды вариантов смягчения последствий для устойчивого развития варьируются в пределах сектора и между регионами (*высокая степень согласия, много доказательств*):

- В общем и целом варианты смягчения последствий, которые повышают продуктивность использования ресурсов

– будь то энергия, вода или земля – дают положительные результаты во всех трех измерениях устойчивого развития. Другие категории вариантов смягчения последствий оказывают более неопределенное влияние и зависят от более широкого социально-экономического контекста, в котором реализуется тот или иной вариант.

- Связанная с климатом политика, например, в сфере энергоэффективности и возобновляемой энергии, часто экономически выгодна, повышает энергобезопасность и сокращает местные выбросы загрязняющих веществ. Многие варианты смягчения последствий в энергоснабжении можно спланировать также так, чтобы получить выгоды для устойчивого развития, например, избежать перемещения местного населения, создать рабочие места и улучшить состояние здоровья.
- Уменьшение обезлесения может дать существенную выгоду для охраны биоразнообразия, почвы и воды, но может и привести к снижению экономического благосостояния некоторых заинтересованных сторон. Надлежащим образом спланированное облесение и посадка биоэнергетических культур может привести к восстановлению деградированной земли, управлению стоком воды, сохранению почвенного углерода и развитию сельской экономики, но может конкурировать за землю для производства продовольствия и отрицательно сказываться на биоразнообразии.
- Есть хорошие возможности, чтобы усилить устойчивое развитие посредством действий по смягчению последствий в большинстве секторов, а особенно управлении отходами, транспорте и секторе зданий, главным образом путем снижения энергопотребления и уменьшения загрязнения [12.3].

13 Политика, инструменты и соглашения о сотрудничестве

Введение

В этой главе рассматриваются инструменты национальной политики и их реализация, инициативы частного сектора, местных органов власти и неправительственных организаций, а также соглашения о международном сотрудничестве. Везде, где возможно, национальная политика и международные соглашения рассматриваются в контексте критерия четырех принципов, с помощью которых они могут быть оценены; это экологическая эффективность, экономическая эффективность, факторы распределения и институциональная осуществимость. Существует некоторое количество дополнительных критериев, которые также могут подробно рассматриваться, такие как влияние на конкурентоспособность и административные издержки. Критерии могут быть приняты правительством при осуществлении предварительного выбора инструментов и при фактической оценке эффективности инструментов [13.1].

Табл. TS.19. Варианты смягчения последствий по секторам и факторы устойчивого развития (экономические, местные экологические и социальные): синергизм и компромиссы [Table 12.4].

Сектор и варианты смягчения последствий	Потенциальный синергизм с УР и условия осуществления	Потенциальные компромиссы с УР
Энергоснабжение и энергопотребление: главы 4-7		
Повышение энерго-эффективности во всех секторах (здания, транспорт, промышленность, энергоснабжение) (главы 4–7)	<ul style="list-style-type: none"> - Почти всегда экономически эффективно, сокращает или устраняет местные выбросы загрязняющих веществ и сопутствующие последствия для здоровья, улучшает комфорт внутри помещений, снижает уровень шума внутри помещений, создает возможности для бизнеса и занятости, повышает энергобезопасность. - Правительственные и отраслевые программы могут помочь решить проблему отсутствия информации и основные проблемы с веществами. - Программы могут осуществляться на всех уровнях власти и отрасли. - Важно обеспечить, чтобы должным образом учитывались потребности в энергии домохозяйств с низким уровнем доходов и чтобы процесс и последствия реализации вариантов смягчения либо их результат были гендерно нейтральными 	<ul style="list-style-type: none"> - Последствия повышения термического КПД кухонных плит на биомассе в сельских районах развивающихся стран для качества воздуха в помещениях и для здоровья - неопределенные.
Смена топлива и другие варианты в транспортном секторе и секторе зданий (главы 5 и 6)	<ul style="list-style-type: none"> - Затраты на сокращение выбросов CO₂ могут компенсироваться повышенной выгодой для здоровья. - Развитие общественного и немеханизированного транспорта имеет большие и устойчивые социальные преимущества. - Переход с твердого топлива на современные виды топлива для приготовления пищи и отопления помещений может снизить загрязненность воздуха в помещениях и увеличить свободное время для женщин в развивающихся странах. - Институционализация систем планирования сокращения выбросов CO₂ путем координации между национальными и местными органами власти важна для выработки общих стратегий развития устойчивых систем транспорта. 	<ul style="list-style-type: none"> - Дизельные двигатели обычно более экономичны, чем бензиновые, поэтому они дают меньше выбросов CO₂, но увеличивают выбросы частиц. - Другие меры (автобусы на СНГ, гибридные дизель-электрические автобусы, модернизация такси) могут принести небольшую выгоду в плане климата.
Замена импортного ископаемого топлива отечественными альтернативными источниками энергии (ОАИЭ) (глава 4)	<ul style="list-style-type: none"> - Почти всегда сокращает местные выбросы загрязняющих веществ. - Осуществление может быть более быстрым, чем в случае ОАИЭ. - Важно обеспечить, чтобы ИАИЭ были экономически эффективными. - Экономика и общество стран-экспортеров нефти выиграют. 	<ul style="list-style-type: none"> - Может уменьшить энергобезопасность. - Баланс внешней торговли может ухудшиться, но потребности в капитале могут уменьшиться.
Замена отечественного ископаемого топлива импортными альтернативными источниками энергии (ИАИЭ) (глава 4)	<ul style="list-style-type: none"> - Почти всегда сокращает местные выбросы загрязняющих веществ. - Осуществление может быть более быстрым, чем в случае ОАИЭ. - Важно обеспечить, чтобы ИАИЭ были экономически эффективными. - Экономика и общество стран-экспортеров нефти выиграют. 	<ul style="list-style-type: none"> - Может уменьшить энергобезопасность. - Баланс внешней торговли может ухудшиться, но потребности в капитале могут уменьшиться.
Лесное хозяйство: глава 9		
Облесение	<ul style="list-style-type: none"> - Может уменьшить пустоши, приостановить деградацию почв и решить проблему стока воды. - Может сохранить запасы углерода в почве, если минимизировать повреждение почвы при посадке и сборе урожая. - Может осуществляться как агролесные насаждения, которые способствуют производству продовольствия. - Может содействовать занятости в сельских районах и создавать сельскохозяйственное производство. - Четкое разграничение прав собственности ускорило бы осуществление программ облесения. 	<ul style="list-style-type: none"> - Использование дефицитной земли могло бы конкурировать с сельским хозяйством и снизить продовольственную безопасность, повышая затраты на продовольствие. - Монокультурные насаждения могут снижать биоразнообразие и более уязвимы к болезням. - Преобразование пойм и водно-болотных угодий могло бы препятствовать экологическим функциям.
Предотвращение обезлесения	<ul style="list-style-type: none"> - Может сохранять биоразнообразие, выгоды от управления водными и почвенными ресурсами, местные модели осадков. - Уменьшает местный туман и загрязнение воздуха лесными пожарами. - При надлежащей организации может принести доходы от экотуризма и продажи устойчивых объемов производства древесины. - Успешное осуществление требует привлечения местных жителей к землепользованию и (или) предоставления им альтернативных источников заработка, а также применения законов для того, чтобы мигранты не могли вторгаться в лесные угодья. 	<ul style="list-style-type: none"> - Может привести к потере экономического благосостояния определенных заинтересованных лиц, работающих в лесоразработках (землевладельцев, рабочих-мигрантов). - Сокращение поставок древесины может привести к уменьшению ее экспорта и расширению использования ПГ-емких строительных материалов. - Может привести к обезлесению с последствиями для УР в других районах.
Лесопользование	<ul style="list-style-type: none"> - См. облесение. 	<ul style="list-style-type: none"> - Внесение удобрений может увеличить выработку N₂O и сток нитратов, что ухудшит качество местных (грунтовых) вод. - Предотвращение пожаров и нашествий вредителей имеет краткосрочные преимущества, но может увеличить запас топлива для последующих пожаров, если не обеспечить должную организацию.

Табл. TS.19.

Сектор и варианты смягчения последствий	Потенциальный синергизм с УР и условия осуществления	Потенциальные компромиссы с УР
Биоэнергетика (главы 8 и 9)		
Производство биоэнергии	<ul style="list-style-type: none"> - В основном положительно, если на основе остатков сельскохозяйственных культур (шелухи, скорлупы, жмыха и (или) обрезанных сучьев деревьев). - Создает рабочие места в сельских районах. - Посадка культур/деревьев исключительно для биоэнергетики требует наличия достаточной площади сельскохозяйственных земель и рабочей силы, чтобы избежать конкуренции с производством продовольствия. 	<ul style="list-style-type: none"> - Может оказывать отрицательное воздействие на окружающую среду, если производить биоэнергию не на устойчивой основе – потеря биоразнообразия, конкуренция за водные ресурсы, расширенное использование удобрений и пестицидов. - Потенциальная проблема с продовольственной безопасностью (зависит от расположения) и повышением затрат на продовольствие.
Сельское хозяйство: глава 8		
Управление пахотными угодьями (питательные вещества, пахота, остатки, агролесоводство; вода, рис, земли, выведенные из оборота)	<ul style="list-style-type: none"> - Управление питательными веществами может повысить качество грунтовых вод и санитарное состояние обработанной экосистемы. 	<ul style="list-style-type: none"> - Изменения в водной политике могли бы привести к конфликту интересов и создать угрозу для социальной сплоченности. - Могло бы привести к чрезмерному потреблению воды.
Управление пастбищными угодьями	<ul style="list-style-type: none"> - Повышает продуктивность скота, уменьшает опустынивание, дает социальное обеспечение бедным. - Требуется наличие законов и их соблюдения для запрещения неограниченного выпаса. 	
Организация животноводства	<ul style="list-style-type: none"> - Сочетание традиционного возделывания риса и выращивания скота увеличило бы доходы даже в полусухих и засушливых регионах. 	
Управление отходами: глава 10		
Оборудованные санитарные свалки с извлечением газа из органических отходов для улавливания метана	<ul style="list-style-type: none"> - Могут уменьшить неконтролируемое захоронение и открытое сжигание отходов, улучшая здоровье и безопасность работников и жителей. - Объекты могут дать местные выгоды в плане энергетики и освободить общественные территории для отдыха и других социальных целей в пределах городской инфраструктуры. 	<ul style="list-style-type: none"> - При неустойчивом осуществлении могут вызвать утечку, приводящую к загрязнению почвы и грунтовых вод с потенциально отрицательными последствиями для здоровья
Биологические процессы для отходов и сточных вод (компостирование, анаэробное сбраживание, аэробная и анаэробная очистка сточных вод)	<ul style="list-style-type: none"> - Могут разрушать патогены и давать полезные добавки для почвы, если их надлежащим образом организовать с использованием органических отходов, разделенных по источникам, или собранных сточных вод. - Могут создавать рабочие места. - Анаэробные процессы могут давать выгоды в плане энергетики за счет извлечения и использования метана. 	<ul style="list-style-type: none"> - Источник запахов и загрязнения воды, если не будет надлежащего контроля и мониторинга.
Сжигание и другие термические процессы	<ul style="list-style-type: none"> - Получение наибольшей выгоды в плане энергии из отходов. 	<ul style="list-style-type: none"> - Дорогие по сравнению с контролируемым захоронением и компостированием. - Неустойчивые в развивающихся странах, если нет технической инфраструктуры. - Дополнительные инвестиции в средства контроля загрязнения воздуха и разделение по источникам для предотвращения выбросов тяжелых металлов и других токсичных веществ, загрязняющих воздух.
Утилизация, повторное использование, минимизация образования отходов	<ul style="list-style-type: none"> - Обеспечивает занятость на местном уровне, а также уменьшение использования энергии и материалов для производства продукции из вторичного сырья. - Может поддерживаться усилиями НПО, частным капиталом для утилизирующих предприятий, применением экологических норм и градостроительным проектированием для отделения обработки и удаления отходов от общественной жизни. 	<ul style="list-style-type: none"> - Неконтролируемое копание в мусоре приводит к серьезным проблемам со здоровьем и безопасностью тех, кто зарабатывает на жизнь сбором отходов. - Развитие местной утилизирующей промышленности требует капитала.

Примечание: материал в этой таблице взят из глав 4-11. Там, где введен новый материал, он упомянут в приведенном ниже тексте, где описываются последствия вариантов смягчения для УР в каждом секторе.

Инструменты национальной политики, их реализация и взаимодействие

В литературе продолжает отражаться тот факт, что правительствам доступно широкое разнообразие национальных политик и мер для ограничения или сокращения выбросов ПГ. Они включают: нормативные акты и стандарты, налоги и сборы, переуступаемые

разрешения, добровольные соглашения, постепенное сокращение субсидий и предоставление финансовых стимулов, исследования и разработки, информационные инструменты. На выбросы ПГ могут влиять и другие политические меры, такие как меры, влияющие на торговлю, прямые иностранные инвестиции и цели социального развития. В общем и целом политика по изменению климата, интегрированная с другой правительственной

политикой, может сделать вклад в устойчивое развитие как в развитых, так и в развивающихся странах (см. Главу 12) [13.1].

Сокращение выбросов всех газов во всех отраслях требует портфеля политических мер, специально приспособленных под конкретные национальные условия. В то время как в литературе определяются преимущества и недостатки любого данного инструмента, вышеназванные критерии широко используются политиками для выбора и оценки политики. Все инструменты могут быть разработаны хорошо или плохо, построены жестко или слабо. Инструменты должны со временем корректироваться и дополняться функционирующей системой мониторинга и обеспечения соблюдения. Кроме того, инструменты могут взаимодействовать с существующими учреждениями и нормативными актами в других секторах общества (*высокая степень согласия, много доказательств*) [13.1].

В литературе приведено очень много информации для оценки того, насколько хорошо различные инструменты удовлетворяют вышеназванным критериям (см. табл. TS.20) [13.2]. Особо отмечается следующее:

- **Регулятивные меры и нормы** в целом обеспечивают экологическую определенность. Их применение может быть предпочтительно, когда недостаток информации или другие барьеры не позволяют фирмам и потребителям реагировать на ценовые сигналы. Регулятивные нормы, как правило, не дают источникам загрязнений стимулов для разработки новых технологий с целью сокращения загрязнения, но есть несколько примеров того, когда технологические инновации были побуждены именно регулятивными нормами. Нормы являются общей практикой в строительной отрасли, и имеют место значительные инновации. Хотя было принято относительно немного регулятивных норм именно для снижения выбросов ПГ, снижение выбросов стало сопутствующей выгодой от внедрения таких норм (*высокая степень согласия, много доказательств*) [13.2].
- **Налоги и сборы** (которые могут применяться к углероду или ко всем ПГ) получают высокие оценки за экономическую эффективность, поскольку они дают определенную гарантию относительно предельных затрат на борьбу с загрязнением. Они не могут гарантировать конкретный уровень выбросов, но концептуально налоги могут быть разработаны так, чтобы быть эффективными для окружающей среды. Внедрение и корректировка налогов может быть политически трудной задачей. Как и почти во всеми остальными политическими инструментами, необходимо заботиться о предотвращении нежелательных эффектов (*высокая степень согласия, много доказательств*) [13.2].
- **Торговля разрешениями становится** всё более популярным экономическим инструментом для борьбы с традиционными загрязняющими веществами и ПГ на отраслевом, национальном и международном

уровнях. Допустимый объём выбросов определяет цену углерода и экологическую эффективность этого инструмента, тогда как распределение разрешений на конкурентоспособность. Опыт показал, что положения о создании банков могут обеспечить значительную временную гибкость и что положения о соблюдении необходимо досконально разрабатывать, чтобы система разрешений была эффективной (*высокая степень согласия, много доказательств*). Неопределённость по поводу цены сокращения выбросов в рамках системы торговли априори усложняет процесс оценки суммарных затрат на достижение целей по сокращению выбросов [13.2].

- **Добровольные соглашения между промышленностью и правительствами** и информационные кампании политически привлекательны, повышают уровень осведомленности заинтересованных сторон и сыграли определенную роль в эволюции политики во многих государствах. Большинство добровольных соглашений не достигли более значительного сокращения объемов выбросов, чем предусмотрено обычной практикой деятельности. Вместе с тем, некоторые последние соглашения в нескольких странах ускорили применение наилучшей из имеющихся технологий и привели к заметному сокращению выбросов по сравнению с базовым уровнем (*высокая степень согласия, много доказательств*). Факторы успеха включают чёткие цели, базовый сценарий, привлечение третьих сторон к разработке и анализу и официальное обеспечение мониторинга [13.2].
- **Добровольные действия.** Корпорации, местные органы власти, НПО и гражданские группы предпринимают самые разнообразные добровольные действия, независимо от правительственных органов, которые могут ограничить выбросы ПГ, стимулировать инновационную политику и поощрять развёртывание новых технологий. Сами по себе они, как правило, имеют ограниченное влияние на выбросы на национальном или региональном уровне [13.2].
- **Финансовые стимулы** (субсидии и налоговые кредиты) часто используются правительствами для стимулирования распространения новых технологий с более низким уровнем выбросов ПГ. Хотя экономические затраты на такие программы обычно выше, чем для вышеупомянутых инструментов, они часто критично важны для преодоления барьеров на пути внедрения новых технологий (*высокая степень согласия, много доказательств*). Как и другие политические меры, программы стимулирования должны быть тщательно проработаны, чтобы исключить отрицательное влияние на рынок. Прямые и непрямые субсидии на использование ископаемого топлива и на сельское хозяйство остаются распространенной практикой во многих странах, хотя аналогичные субсидии на уголь снизились за последнее десятилетие во многих странах ОЭСР и в некоторых развивающихся странах (см. также главы 2, 7 и 11) [13.2].

Табл. TS.20. Инструменты национальной экологической политики и оценочные критерии [Table 13.1].

Инструмент	Критерии			
	Экологическая эффективность	Экономическая эффективность	Удовлетворение факторам распределения	Институциональная осуществимость
Регулятивные меры и нормы	Уровни выбросов устанавливаются прямо, но с учетом исключений. Зависит от отсрочек и соблюдения.	Зависит от разработки; единообразное применение часто приводит к более высоким общим затратам на соблюдение.	Зависит от равенства возможностей; малые/новые субъекты могут находиться в невыгодном положении.	Зависит от технических возможностей; популярен среди регуляторных органов, в странах со слабо функционирующими рынками
Налоги и сборы	Зависит от потолка выбросов, участия и соблюдения.	Уменьшается при ограниченном участии и сокращении числа секторов.	Зависит от первоначального распределения разрешений, может создавать трудности для небольших источников выбросов.	Требует хорошо функционирующих рынков и дополнительных институций.
Торговля разрешениями	Зависит от потолка выбросов, участия и соблюдения.	Уменьшается при ограниченном участии и сокращении числа секторов.	Зависит от первоначального распределения разрешений, может создавать трудности для небольших источников выбросов.	Требует хорошо функционирующих рынков и дополнительных институций.
Добровольные соглашения	Зависит от структуры программы, в т.ч. наличия четких целей, базового сценария, привлечения третьих сторон к разработке и пересмотру, обеспечения мониторинга.	Зависит от гибкости и степени государственного стимулирования, вознаграждений и штрафов.	Выгоды достаются только участникам.	Часто политически популярен; требует значительной численности административного персонала.
Субсидии и другие стимулы	Зависит от структуры программы; менее определенный, чем регулятивные меры и нормы.	Зависит от уровня и структуры программы; может исказить рынок.	Приносит выгоды избранным участникам, возможно, тем, которые в этом не нуждаются.	Популярен среди получателей; потенциальное сопротивление заинтересованных кругов. Отмена может оказаться трудной.
НИОКР	Зависит от последовательного финансирования при разработке технологий от и политики их распространения. Может давать значительные долгосрочные	Зависит от структуры программы и степени риска.	Первоначально приносит выгоду избранным участникам. Легко может иметь место нерациональное использование средств.	Требует большого количества отдельных решений; зависит от наукоёмкости и долгосрочного финансирования.
Информационная политика	Зависит от того, как потребители используют информацию; наиболее эффективен в сочетании с другими видами политики.	Потенциально недорогой, но зависит от структуры программы.	Может быть менее эффективен для групп (например, с низким уровнем доходов), у которых нет доступа к информации.	Зависит от сотрудничества между группами с определёнными интересами.

Примечание. Оценки основаны на предположениях о том, что инструменты представляют наилучшую практику, а не являются теоретически совершенными. Этот вывод базируется в основном на опыте и литературе развитых стран, поскольку количество оцененных экспертами статей об эффективности инструментов в других странах было ограничено. Применимость в конкретных странах, секторах и обстоятельствах - особенно в развивающихся странах и странах с переходной экономикой - может значительно отличаться. Экологическая и экономическая эффективность может быть повышена путем стратегического сочетания инструментов и адаптации их к местным особенностям.

- **Государственная поддержка научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ** является стимулом особого вида, который может быть важным инструментом обеспечения доступности технологий с низкими выбросами ПГ в долгосрочной перспективе. Однако государственное финансирование многих исследовательских программ в энергетике сократилось после нефтяного кризиса 1970-х годов и осталось на том же уровне даже после ратификации РККООН. Необходимы значительные дополнительные капиталовложения в НИОКР и политика в отношении НИОКР, чтобы обеспечить готовность технологий к промышленному внедрению с целью достижения стабилизации концентрации ПГ в атмосфере (см. главу 3), а также экономические и регулятивные инструменты для содействия их развёртыванию и распространению (высокая степень согласия, много доказательств) [13.2.1].
- **Информационные инструменты** – иногда называемые требованиями по публичному раскрытию информации - могут позитивно влиять на качество окружающей среды, позволяя потребителям делать лучше обоснованный выбор. Есть лишь ограниченные доказательства того, что предоставление информации может обеспечить сокращение выбросов, но оно может повысить эффективность другой политики (высокая степень

согласия, много доказательств) [13.2].

Применение экологически эффективного и экономически результативного набора инструментов требует хорошего понимания рассматриваемых экологических аспектов, связей с другими сферами политики и взаимодействия между различными инструментами этого набора. На практике политика, связанная с климатом, редко применяется в полной изоляции, так как она переплетается с другой национальной политикой, относящейся к окружающей среде, лесному хозяйству, сельскому хозяйству, управлению отходами, транспорту и энергетике, и во многих случаях требует наличия более одного инструмента (высокая степень согласия, много доказательств) [13.2].

Инициативы местных органов власти, корпораций и неправительственных организаций

В литературе преимущественно рассматриваются инструменты национальных государственных органов власти, но корпорации, местные и региональные органы власти, НПО и группы гражданского общества тоже могут играть ключевую роль, предпринимая самые разнообразные действия, независимо от правительственных структур, для сокращения выбросов ПГ. Действия корпораций варьируются от добровольных действий до постановки

целей по выбросам и, в некоторых случаях, внутренних систем торговли. Причины, по которым корпорации предпринимает независимые действия, включают желание повлиять на действия правительства или предотвратить их, создать финансовую ценность, выделить компанию и её продукцию. Действия региональных, государственных, провинциальных и местных органов власти включают введение стандартных портфелей возобновляемых видов энергии, программы энергоэффективности, реестры выбросов и отраслевые механизмы ограничения и торговли. Эти действия предпринимаются, чтобы повлиять на национальную политику, отреагировать на обеспокоенность заинтересованных сторон, создать стимулы для новых отраслей или создать сопутствующие выгоды для окружающей среды. НПО продвигают программы сокращения выбросов с помощью публичной пропаганды, судебных процессов и диалога между заинтересованными сторонами. Многие из вышеназванных действий могут ограничивать выбросы ПГ, стимулировать инновационную политику, поощрять развёртывание новых технологий и побуждать экспериментирование с новыми институтами, но сами по себе они имеют ограниченное влияние. Для того, чтобы добиться значительного сокращения выбросов, эти действия должны привести к изменениям в национальной политике (высокая степень согласования, много доказательств) [13.4].

Международные соглашения (соглашения об изменении климата и другие договоренности)

РКИК ООН и Киотский протокол к ней создали значительный прецедент как средство решения долговременной международной экологической проблемы, но они стали лишь первыми шагами на пути к внедрению международной стратегии реагирования в целях борьбы с изменением климата. Наиболее примечательными достижениями Киотского протокола являются стимулирование пакета национальных политических мер, создание международного рынка углерода и образование новых институциональных механизмов. Его экономическое влияние на страны-участницы еще проявится. МЧР, в частности, создал большой задел проектов и мобилизовал значительные финансовые ресурсы, но столкнулся с методологическими проблемами в отношении определения базовых условий и дополнителности. Протокол также послужил стимулом для развития системы торговли выбросами, однако полностью глобальная система не внедрена. Киотский протокол на данный момент ограничен умеренными пределами выбросов и будет иметь ограниченное влияние на атмосферные концентрации. Он был бы более эффективным, если бы за первым периодом обязательств следовали меры по достижению более значительных сокращений и внедрению политических инструментов, охватывающих более существенную долю глобальных выбросов (высокая степень согласия, много доказательств) [13.3].

Многие инструменты определены в литературе для достижения сокращений выбросов как по Конвенции и Киотскому протоколу, так и вне их рамок, например: пересмотр формы и строгости целей по выбросам; расширение сферы действия отраслевых и внутринациональных соглашений; разработка и принятие общей политики; развитие международных программ НИОКДР в области технологии; осуществление мероприятий, ориентированных на развитие, и расширение финансовых инструментов (высокая степень согласия, много доказательств). Объединение различных элементов, таких как международное научно-исследовательское сотрудничество и программы ограничения и торговли в рамках соглашения возможно, но сравнение усилий, приложенных разными странами будет сложной и ресурсоёмкой задачей (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*) [13.3].

В литературе широко распространено общее мнение, что успешное соглашение должно быть экологически эффективным, экономически эффективным, включать факторы распределения и справедливости, а также быть институционально осуществимым (*высокая степень согласия, много доказательств*) [13.3].

Есть большое количество новой литературы по потенциальной структуре и содержанию будущих международных соглашений. Как было отмечено в предыдущих докладах МГЭИК, по причине того, что изменение климата является общей глобальной проблемой, любой подход, который не учитывает более значительную долю глобальных выбросов, будет более дорогим или менее экологически эффективным (*высокая степень согласия, много доказательств*) (см. главу 3) [13.3].

Большинство предложений по будущим соглашениям, изложенных в литературе, включает обсуждение целей, конкретные действия, графики, участие, институциональные механизмы, отчётность и условия соблюдения. Другие компоненты касаются стимулов, санкций за неучастие и несоблюдение (*высокая степень согласия, много доказательств*) [13.3].

Цели

Определение чётких целей является важным элементом любого соглашения по климату. Они могут и дать общее видение направления ближайших действий, и обеспечить долгосрочную определённость, которой требует бизнес. Постановка целей также помогает сформировать обязательства и институты, дает стимул к поощрению действий и помогает установить критерии, по которым следует измерять успешность принятых мер (высокая степень согласия, много доказательств) [13.3].

Выбор долгосрочной цели в значительной мере влияет на необходимые краткосрочные действия и, следовательно,

на разработку международного режима. Затраты на сокращение выбросов зависят от цели, отличаются в зависимости от региона и зависят от распределения разрешений на выбросы среди регионов и уровня участия (*высокая степень согласия, много доказательств*) [13.3].

Варианты разработки международного режима могут включать коротко-, средне- и долгосрочные цели. Одним из вариантов является постановка цели достижения долгосрочной концентрации ПГ или стабилизации температуры. Такая цель может основываться на физическом влиянии, которого необходимо избежать, или концептуально на основе денежного и неденежного ущерба, которого необходимо избежать. Альтернативой соглашению о конкретных уровнях концентрации CO₂ или температуры является соглашение об определённых долгосрочных действиях, таких как цель по НИОКР в сфере технологий и распространению – например, «устранение выбросов углерода в секторе энергетики к 2060 году». Преимущество такой цели состоит в том, что она может быть привязана к конкретным действиям (*высокая степень согласия, много доказательств*) [13.3].

Другим вариантом может быть принятие «стратегии хеджирования», определенной как более краткосрочная цель по глобальным выбросам, из которой все равно можно достичь диапазона желательных долгосрочных целей. Как только краткосрочная цель достигнута, могут быть приняты решения по поводу следующих шагов с учётом новых знаний и снизившегося уровня неопределённости (*средняя степень согласия, средний объем доказательств*) [13.3].

Участие

Участие стран в международных соглашениях может варьироваться в диапазоне от очень умеренного до всестороннего. Действия, предпринимаемые странами-участницами, могут отличаться как сроками, в которые должны предприниматься такие действия, так и тем, кто совершает такие действия и какими эти действия будут. У стран-участниц одного «уровня» будут одинаковые (или очень похожие) типы обязательств. Решения по поводу того, как распределить страны по уровням, могут быть приняты на основе формализованных количественных или качественных критериев либо в специальном порядке. Следуя принципу суверенности, страны могут выбрать уровень, в который они будут включены (*высокая степень согласия, много доказательств*) [13.3].

Соглашение предусматривает либо постоянное участие, либо меняющееся со временем. В последнем случае государства могут «переводиться» с одного уровня обязательств на другой. Переход может привязываться к прохождению количественных порогов определенных параметров (или комбинаций параметров), заранее установленных в соглашении, таких как объем выбросов, совокупные выбросы, ВВП на душу населения, относительный вклад в повышение температуры или другие

показатели развития, такие как индекс человеческого развития (ИЧР) (*высокая степень согласия, много доказательств*) [13.3].

Некоторые утверждают, что для того, чтобы быть эффективным, международное соглашение должно включать только главные источники выбросов, так как наибольшие 15 стран (включая ЕС-25 как одну страну) дают 80% глобальных выбросов ПГ. Другие утверждают, что в первую очередь необходимо включить страны, которые исторически ответственны за выбросы. Третьи придерживаются той точки зрения, что технологическое развитие является критическим фактором для глобального решения проблемы изменения климата, следовательно, соглашения должны быть конкретно нацелены на технологическое развитие в странах, включённых в Приложение I – что, в свою очередь, может частично или полностью компенсировать утечку выбросов в странах, которые не включены в Приложение I. Четвёртые предполагают, что климатический режим не только включает смягчение последствий, но и охватывает адаптацию – и что намного большее число стран уязвимы к изменению климата и должны включаться в любое соглашение (*высокая степень согласия, много доказательств*) [13.3].

Жёсткость режима: связывание целей, участия и сроков

По наиболее справедливым интерпретациям развитым странам, как группе, необходимо было бы значительно сократить свои объемы выбросов к 2020 году (на 10–40% ниже уровня 1990 года), а к 2050 году – до ещё более низких уровней (на 40–95% ниже по сравнению с уровнями 1990 года) при уровнях стабилизации от низкого до среднего (450–550 ppm CO₂-экв) (см. также главу 3). По большинству схем режимов, рассматриваемых для таких уровней стабилизации, выбросы в развивающихся странах должны в последующие несколько десятилетий отличаться в сторону уменьшения от проекций базовых выбросов (*высокая степень согласия, много доказательств*). Для большинства стран выбор долгосрочных целей касательно уровня выбросов будет более важным, чем схема режима сокращения выбросов. [13.3].

Совокупные глобальные затраты сильно зависят от базового сценария, ориентировочных предельных затрат на сокращение выбросов, предполагаемого уровня стабилизации концентрации (см. также главы 3 и 11), а также уровня (размера коалиции) и степени участия (как и когда распределяются разрешения на выбросы). Если, к примеру, некоторые регионы-главные источники выбросов не станут незамедлительно участвовать в сокращении выбросов, то глобальные затраты регионов, принимающих участие в этом процессе, будут выше, если достигается эта цель (см. также главу 7). Региональные затраты на сокращение выбросов зависят от распределения разрешений на выбросы по регионам, в особенности от сроков. При этом, однако, предполагаемый уровень стабилизации и

базовый сценарий являются более важными в определении региональных затрат [11.4; 13.3].

Обязательства, графики и действия

Существует значительный массив новой литературы, в которой определяется и оценивается различный набор вариантов обязательств, которые могут быть приняты различными группами. Наиболее часто оцениваемый тип обязательств – это обязательный абсолютный уровень сокращения выбросов, предусмотренный в Киотском протоколе для стран, включенных в Приложение I. Из литературы следует вывод о том, что такие режимы обеспечивают определенность в отношении будущих уровней выбросов стран-участниц (предполагая, что установленные уровни достигаются). Многие авторы предлагают, чтобы установленные уровни достигались с помощью самых разнообразных «гибких» подходов, охватывающих множество ПГ и секторов, а также множество стран, путем использования торговли выбросами и (или) основанных на проектах механизмов (*высокая степень согласия, много доказательств*) [13.3].

В то время как ряд авторов предлагает, чтобы абсолютные предельные уровни применялись в будущем ко всем странам, многие подняли вопрос о том, что жесткость такого подхода может необоснованно сдерживать экономический рост. Поскольку не был разработан подход, удовлетворяющий взглядам всех сторон, в литературе предлагается множество альтернативных вариантов решения этой проблемы, включая «динамичные цели» (когда обязательство развивается со временем) и ограничения цен (установление предельных величин затрат на соблюдение на данном уровне – что не только ограничило бы затраты, но и привело бы к превышению поставленной экологической цели). Цель этих вариантов состоит в сохранении преимуществ международной торговли выбросами и обеспечении при этом большей гибкости в соблюдении (*высокая степень согласия, много доказательств*). Существует, однако, компромисс между затратами и определенностью в достижении уровня выбросов. [13.3]

Рыночные механизмы

Подходы, диктуемые международным рынком, могут предложить экономически эффективные средства решения проблемы изменения климата, если они охватывают широкий круг стран и секторов. Пока существует только несколько внутренних систем торговли выбросами, а наиболее значительной попыткой создать такую схему пока является СТВ ЕС, в которой более чем 11500 предприятиям выделяются разрешения на выбросы, которые они могут покупать и продавать (*высокая степень согласия, много доказательств*). [13.2]

Несмотря на то, что механизм чистого развития быстро развивается, совокупные финансовые потоки для передачи технологий до сих пор ограничены. Правительства, многосторонние организации и частные фирмы вложили

почти 6 млрд. долларов в углеродные фонды для проектов сокращения выбросов углерода, в основном через МЧР. Финансовые потоки в развивающиеся страны по проектам МЧР достигают уровней порядка нескольких миллиардов долларов в год. Это больше, чем потоки, идущие через Глобальный экологический фонд, сравнимо с ориентированными на энергетику потоками помощи в целях развития, но минимум на порядок меньше, чем все потоки прямых иностранных инвестиций (ПИИ) (*высокая степень согласия, много доказательств*) [13.3].

Многие утверждают, что ключевым элементом успешного соглашения по изменению климата будет его способность стимулировать развитие и передача технологий – без чего может быть тяжело достигнуть сокращения выбросов в значительном масштабе. Передача технологий развивающимся странам зависит главным образом от инвестиций. Важным элементом является создание благоприятных условий для инвестирования и внедрения технологий, а также международных соглашений в сфере технологий. Одним из механизмов передачи технологий является создание инновационных способов мобилизации инвестиций для покрытия дополнительных затрат на смягчение последствий и на адаптацию к изменению климата. Международные соглашения в сфере технологий могут укрепить инфраструктуру знаний (*высокая степень согласия, много доказательств*) [13.3].

Ряд исследователей предположил, что отраслевые подходы могут обеспечить соответствующую основу для соглашений после Киотского протокола. В рамках такой системы могут быть установлены определённые цели, начиная с конкретных секторов или отраслей, которые особенно важны, легче для работы с политической точки зрения, глобально однородны или относительно изолированы от конкуренции с другими секторами. Отраслевое соглашение может обеспечить более высокую степень политической гибкости и облегчить сравнение в рамках сектора между странами, однако оно может быть менее экономически эффективным, поскольку торговля в пределах одного сектора будет изначально более дорогой, чем торговля, охватывающая все сектора (*высокая степень согласия, много доказательств*) [13.3].

Координация/гармонизация политики

Скоординированная политика и меры могут быть альтернативой согласованным на международном уровне целям сокращения выбросов либо дополнять эти цели. В литературе предлагается ряд политических мер, которые могли бы обеспечить решение этой задачи, включая налоги (например, налоги на углерод или энергию), координацию/либерализацию торговли, НИОКР, отраслевую политику и политику, которая влияет на прямые иностранные инвестиции. В соответствии с одним из предложений все страны-участницы – как промышленно развитые, так и развивающиеся – должны облагать налогом внутреннее использование углерода по единой ставке, обеспечивая

Табл. TS 21. Оценка международных соглашений об изменении климата [Table 13.3].

Подход	Экологическая эффективность	Экономическая эффективность	Удовлетворение факторам распределения	Институциональная осуществимость
Национальные цели по сокращению выбросов и международная торговля выбросами (включая компенсации)	Зависит от участия и соблюдения	Снижается при ограничении участия и уменьшении охвата газов и секторов	Зависит от первоначального распределения	Зависит от способности проводить инвентаризацию и обеспечивать соблюдение. Нарушения ослабляют стабильность режима
Отраслевые соглашения	Не все сектора подпадают под такие соглашения, что ограничивает общую эффективность. Эффективность зависит от того, является ли соглашение обязательным или нет	Отсутствие торговли между секторами увеличивает общие затраты, хотя и может быть экономически эффективным в отдельных секторах. Проблемы конкуренции уменьшаются в каждом секторе	Зависит от участия. Проблемы конкурентоспособности в секторах смягчаются, если к ним относиться одинаково на глобальном уровне	Требуется множество отдельных решений и технической возможности. В каждом секторе могут потребоваться межгосударственные институции для управления соглашениями
Скоординированная политика и меры	Индивидуальные меры могут быть эффективными, уровни выбросов могут быть неопределенными; успех будет зависеть от соблюдения.	Зависит от структуры политики	Степень координации могла бы ограничить национальную гибкость, но может повысить справедливость	Зависит от количества стран (проще между маленькими группами стран, чем на глобальном уровне)
Сотрудничество по НИОКР в области технологий ^в	Зависит от финансирования, когда развиты технологии и разработана политика распространения	Варируется в зависимости от степени риска НИОКР. Сотрудничество сокращает риск для каждой отдельной страны.	Проблемы интеллектуальной собственности могут свести к нет выгоды сотрудничества	Требуется множество отдельных решений. Зависит от научно-исследовательского потенциала и долгосрочного финансирования.
Действия, ориентированные на развитие	Зависит от национальной политики и структуры для обеспечения синергетического эффекта	Зависит от степени синергии с другими целями развития	Зависит от распределительных эффектов политики развития	Зависит от приоритета, присвоенного устойчивому развитию в национальной политике и целях национальных институций
Финансовые механизмы	Зависит от финансирования	Зависит от страны и типа проекта	Зависит от критериев выбора проекта и страны	Зависит от национальных институций
Наращивание потенциала	Варируется со временем и зависит от критической массы	Зависит от структуры программы	Зависит от выбора группы получателей	Зависит от страны и институциональной основы

^а В таблице каждый подход изучается на основе его способности достигать внутренних целей – а не в связи с достижением глобальной экологической цели. Если нужно достичь таких целей, то необходимо принять комбинацию инструментов. Не все подходы одинаково оцениваются в литературе; доказательства для отдельных элементов матрицы варьируются.

^в Научно-исследовательские, опытно-конструкторские и демонстрационные работы.

таким образом экономическую эффективность. Другие отмечают, что хотя установление одинаковой цены углерода во всех странах экономически эффективно, это может быть невозможно с точки зрения политики в контексте существующих налоговых расхождений (*высокая степень согласия, много доказательств*) [13.3].

Политика, не касающаяся климата, и связи с устойчивым развитием

Имеет место значительное взаимодействие между политикой и мерами, принимаемыми на национальном и местном уровнях, и действиями, которые предпринимаются частным сектором, а также между политикой по смягчению последствий изменения климата и политикой адаптации в других сферах. Есть ряд национальных политик, не касающихся климата, которые могут оказывать существенное влияние на выбросы ПГ (см. главу 12) (*высокая степень согласия, много доказательств*). Новые исследования по будущим международным соглашениям можно было бы ориентировать на понимание взаимосвязей между политикой, касающейся климата, политикой, не касающейся климата, и устойчивым развитием, а также на то, как ускорить внедрение существующих технологий и политических инструментов. [13.3].

Обзор того, как различные подходы к международным соглашениям об изменении климата, которые обсуждались ранее, соответствуют критериям, рассмотренным во введении, представлен в табл. TS.21. Будущие международные соглашения имели бы более сильную поддержку, если бы они удовлетворяли этим критериям (*высокая степень согласия, много доказательств*) [13.3].

14 Пробелы в знаниях

Пробелы в знаниях связаны с двумя аспектами смягчения последствий изменения климата:

- там, где сбор, моделирование и анализ дополнительных данных могут сузить пробелы в знаниях, и улучшенные в результате этого знания и эмпирический опыт могут помочь в принятии решений по поводу мер и политики смягчения последствий изменения климата; в какой-то степени эти пробелы отражаются в утверждениях о неопределенности в этом докладе;
- там, где исследования и разработки могут улучшить технологии смягчения последствий и (или) сократить затраты на них. В данном разделе этот важный аспект не рассматривается, но затрагивается в других главах,

где это целесообразно.

Комплекты данных о выбросах и проекции выбросов

Несмотря на широкое разнообразие источников и баз данных, лежащих в основе этого доклада, всё ещё существуют пробелы в точных и надёжных данных о выбросах по секторам и конкретным процессам, в особенности тех, которые относятся к иным ПГ, нежели CO₂, органическому или техническому углероду, а также CO₂ из различных источников, таких как обезлесение, гниение биомассы и торфяные пожары. Последовательная трактовка иных ПГ, нежели CO₂, в методологиях, лежащих в основе сценариев для будущих выбросов ПГ, часто отсутствует [Chapters 1 and 3].

Связи между изменением климата и другой политикой

Одним из главных новшеств в этом докладе является комплексный подход, объединяющий оценку смягчения последствий изменений климата и более широкий выбор путей развития, таких как последствия политики (устойчивого) развития для уровней выбросов ПГ и наоборот.

Вместе с тем, все еще существует нехватка эмпирических доказательств величины и направления взаимозависимости и взаимодействия устойчивого развития и изменения климата, взаимосвязей между смягчением и адаптацией в отношении аспектов развития, а также влияния обоих этих факторов на справедливость. Литература по связям между смягчением последствий и устойчивым развитием и, в особенности, по вопросу о том, как достичь синергии и минимизировать компромиссы, принимая во внимание роль государства, рынка и гражданского общества, - все еще редкое явление. Необходимы новые исследования связей между изменением климата и национальной и местной политикой (включая энергобезопасность, воду, здравоохранение, загрязнение воздуха, лесное и сельское хозяйство, но не ограничиваясь этими сферами), которые могли бы дать политически осуществимые, экономически привлекательные и экологически выгодные решения. Было бы также полезно проработать потенциальные пути развития, по которым могут следовать государства и регионы, что дало бы связи между защитой климата и вопросами развития. Поддержать такой анализ могло бы включение макропоказателей устойчивого развития, по которым можно было бы отслеживать прогресс [Chapters 2, 12 and 13].

Исследования затрат и потенциалов

Проведенные исследования потенциалов смягчения и затрат на смягчение различаются по методологическому подходу и не охватывают все сектора, ПГ или страны. Из-за разных допущений, например, в отношении базового уровня и определений потенциалов и затрат, их сравнимость

часто ограничена. Кроме того, количество исследований по затратам, потенциалам и инструментам для стран с переходной экономикой и для наиболее развитых регионов меньше, чем для развитых и избранных (основных) развивающихся стран.

В этом отчёте сравниваются затраты на смягчение и потенциалы смягчения на основании восходящих данных отраслевого анализа с нисходящими данными о затратах и потенциалах, полученными из комплексных моделей. Сопоставление на отраслевом уровне по-прежнему ограничено, частично вследствие отсутствия или неполноты данных восходящих исследований и различий в определениях по секторам и допущениях о базовых уровнях. Необходимы комплексные исследования, в которых объединялись бы нисходящие и восходящие элементы [Chapters 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 and 10].

Другим важным пробелом являются знания об эффектах перелива (влиянии внутригосударственных или отраслевых мер по смягчению климата на другие страны или сектора). Исследования дают широкий диапазон (эффекты утечки от реализации Киотского протокола к 2010 году – от 5% до 20%), но им не хватает эмпирической основы. Полезно было бы провести дополнительные эмпирические исследования [Chapter 11].

Понимание будущих потенциалов смягчения и затрат на смягчение зависит не только от предполагаемого влияния НИОКДР на рабочие характеристики технологий, но и от «обучения технологиям», распространения и передачи технологий, что часто не учитывается в исследованиях о смягчении последствий. Исследования влияния технического прогресса на затраты на смягчение большей частью имеют под собой слабую эмпирическую базу и часто противоречат друг другу.

Реализация потенциала смягчения последствий может конкурировать с другими направлениями деятельности. Например, потенциал биомассы большой, но могут быть компромиссы с производством продуктов питания, лесным хозяйством или природоохранной деятельностью. Степень, в которой потенциал биомассы может использоваться со временем, все еще плохо понятна.

В общем и целом продолжает сохраняться потребность в лучшем понимании того, как темпы внедрения технологий смягчения последствий изменения климата связаны с национальной и региональной политикой, касающейся и не касающейся климата, рыночными механизмами (инвестициями, изменением потребительских предпочтений), эволюцией человеческого поведения и технологий, изменением в системах производства, торговлей и финансами и институциональными механизмами.

²⁰ Утечка углерода – один из аспектов перелива; она представляет собой увеличение выбросов CO₂ вне стран, принимающих внутренние меры, деленное на сокращение выбросов в этих странах.

