

03

Изменение климата



3 Изменение климата



Фото: Ледник, Норвегия © George Buttner

Основные сообщения

- Новые научные данные и исследования подтвердили, что глобальное изменение климата существует и, по всей видимости, будет продолжаться. Влияние климатических изменений на общество и природные ресурсы уже сказывается в мировом масштабе, еще ощутимее оно будет в будущем. Одна из основных причин глобального потепления – выбросы парниковых газов (ПГ) вследствие деятельности человека.
- Многие европейские страны приняли национальные программы, которые содержат политические принципы и ряд мер для снижения выбросов ПГ. Тем не менее, в большинстве стран количество выбросов в последнее время увеличилось, и эта тенденция сохранится в будущем. Многим странам ЗЦЕ будет очень непросто выполнить взятые в Киото обязательства, в то время как страны ВЕКЦА, согласно прогнозам, вполне способны выполнить взятые на себя обязательства.
- Киотский протокол к Рамочной конвенции ООН об изменении климата и его первый обязательный для исполнения период – лишь один шаг к решению проблем. Во избежание в будущем непоправимого воздействия изменения климата необходимо значительно уменьшить выбросы ПГ и внедрить строгие меры для смягчения последствий изменения климата. ЕС предложил добиться предотвращения повышения средней температуры более, чем на 2°C по сравнению с доиндустриальным уровнем. Для этого необходимо снизить объем суммарных общемировых выбросов ПГ до 50 % к 2050 году.
- Даже если выбросы парниковых газов резко уменьшатся, все же неизбежны некоторые последствия изменения климата, затрагивающие как большинство секторов экономики, так и природные ресурсы. Следовательно, необходимо уже сейчас включать меры адаптации к этим последствиям при разработке и внедрении программных документов экологической политики и мероприятий во всех секторах общества.
- Изменение климата и разрушение озонового слоя – две разные проблемы, но, по существу, обе связаны с антропогенными выбросами соединений, физическими и химическими изменениями в атмосфере. Озоноразрушающие вещества и их замещающие соединения – это ПГ с долгим периодом жизни в атмосфере, и поэтому они будут способствовать изменению климата на протяжении многих лет.



3.1 Задача – преодолеть изменение климата

Климат земли меняется. Средняя температура во всем мире и в Европе продолжает повышаться. В мировых масштабах она увеличилась на 0,8 °С по сравнению с доиндустриальным периодом, в Европе – примерно на 1,4 °С. Последнее десятилетие было самым теплым за 150 лет, а 1998 и 2005 зарегистрированы как самые теплые годы (CRU, 2006; GISS/NASA, 2006; IPCC, 2007). В нынешнем веке ожидается повышение средних глобальных температур на 1,8–4,0 °С, а по некоторым прогнозам даже в пределах 1,1–6,4 °С (IPCC, 2007). В Европе, вероятно, теплее всего станет на востоке и юге.

Повышается уровень моря, и ускоряется таяние ледников. Средний уровень мирового океана повышался более чем на 1,7 мм/год в течение 20-го века, а на протяжении 21-го века ожидается повышение от 0,18 м до 0,59 м (IPCC, 2007).

Уже сейчас наблюдается влияние изменения климата на природные экосистемы, на биологическое разнообразие, на здоровье человека и водные ресурсы, на частоту наводнений и засух, и это влияние будет усиливаться. Наименее развитые страны, из региона ВЕКЦА, например, наиболее уязвимы, поскольку не имеют необходимых финансовых и технических возможностей для адаптации, скажем, к засухам или крупномасштабным наводнениям.

Изменение климата затрагивает многие сектора экономики, включая лесоводство, сельское хозяйство, туризм и страховое дело. В последние годы (например, летом 2005 года) ливневые дожди повлекли за собой разрушительные наводнения в восточных районах Европы, в частности, в Румынии, Болгарии, Венгрии, бывшей югославской Республике Македония, с ущербом имуществу, инфраструктуре и сельскому хозяйству. Хотя отдельные примеры нельзя объяснить исключительно изменением климата, они показывают, какие явления могут участиться по этой причине. Не всегда наблюдаемые и прогнозируемые последствия климатических изменений негативны; к примеру, в некоторых районах Европы повышение температуры может благоприятно отразиться на аграрном секторе.

Ученых, а вместе с ними и политиков, все больше беспокоит то, что изменение климата может происходить быстрее и ощутимее, чем предсказывали предыдущие прогнозы (например, Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭКИ)). Кроме постепенных изменений возможны также некоторые нелинейные и скачкообразные. Такая возможность четко не определена, но в этом случае не исключены серьезные последствия и даже переход климата из одного состояния в другое за сравнительно короткий промежуток времени. Одно из возможных

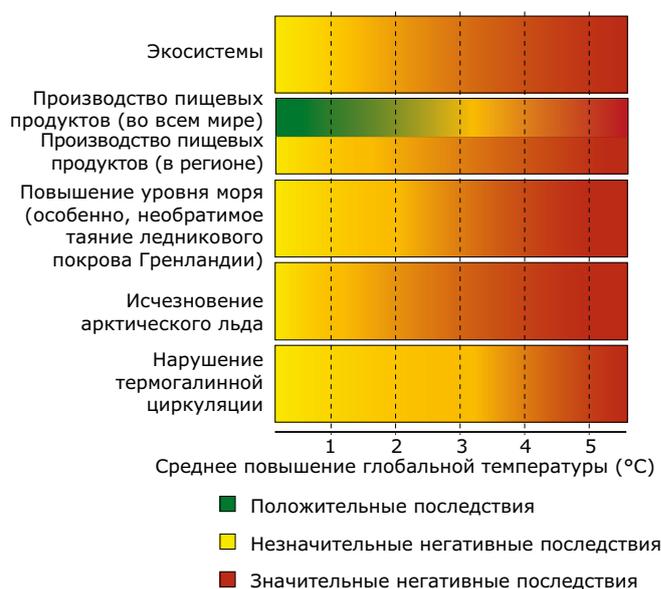
проявлений – таяние огромных ледниковых покровов в Гренландии и западной Антарктике, что может освободить воды достаточной для повышения уровня моря на 13 метров; это может случиться в ближайшие 1 000 лет.

Даже если глобальному потеплению в некоторой степени и способствуют природные факторы, современные научные данные говорят о выбросах парниковых газов (ПГ) в результате деятельности человека (IPCC, 2007) как о серьезной причине потепления в последние несколько десятилетий. В значительной степени этому способствует двуокись углерода (CO₂), составляющая около 80 % общих выбросов ПГ. Необходимо существенно уменьшить выбросы ПГ, чтобы регулировать последствия климатических изменений.

На глобальном уровне угроза изменения климата рассматривается в Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН) и Киотском протоколе к ней. Киотский протокол, вступивший в силу 16 февраля 2005 года, устанавливает целевые показатели выбросов шести ПГ (¹) для тех промышленных и развитых стран (Приложение Б к протоколу), которые его ратифицировали.

Выполнение задач Киотского протокола – только первый шаг к более значительному уменьшению выбросов в мировом масштабе для достижения долгосрочной цели РКИК ООН по «стабилизации»

Рисунок 3.1 Уязвимость различных секторов к изменениям глобальной средней температуры



Источник: MNP, 2005а.

атмосферных концентраций парниковых газов на уровне, который предотвратит опасное антропогенное вмешательство в климатическую систему». ЕС указал на необходимость снижения уровня общемировых выбросов примерно на 50 % к середине 21-го века (заклучения Совета по окружающей среде, 20 февраля 2007 года), что предполагает уменьшение или ограничение выбросов также странами, не включенными в Приложение Б. Новые целевые показатели для промышленных стран и возможные новые стратегии снижения выбросов для других стран обсуждались в рамках РККИК ООН с 2005 года, однако, согласие так и не найдено.

Многие европейские страны приняли национальные программы по уменьшению выбросов. В число основных политических принципов и предпринимаемых мер входят: государственные налоги на выбросы CO₂, схема торговли квотами на выбросы двуокиси углерода (СТВ), применение возобновляемых источников энергии (ветра, солнца, биомассы) и установок комбинированного производства электроэнергии и тепла, повышение эффективности использования энергии – от зданий и промышленности до бытовых приборов, снижение выбросов от транспорта, домашних хозяйств и промышленности, сокращение выбросов от мусорных свалок.

В ЕС выбросы ПГ снизились примерно на 5 % с 1990 по 2004 год. Сказалось сокращение выбросов в энергетике, промышленности, аграрном секторе и при обращении с отходами, однако, эффект оказался меньшим из-за увеличения выбросов в транспортном секторе. Страны ЕС-15 смогут достичь совокупной цели Киотского протокола только в том случае, если примут во внимание все запланированные мероприятия, включая предусмотренные протоколом механизм чистого развития (МЧР, см. ниже) и удаление газов из атмосферы за счет естественной абсорбции. Остальные страны-члены ЕС способны достичь своих целей за счет уже внедренных средств; только в Словении ситуация такая же, как в странах ЕС-15.

С 1990 по 2003 год выбросы в странах ВЕКЦА сократились примерно на 27 %, – главным образом, в результате экономических и структурных преобразований. Но с восстановлением экономики в большинстве стран количество выбросов вновь начало увеличиваться. Тем не менее, согласно прогнозам, страны ВЕКЦА, имеющие количественные обязательства по сокращению выбросов, – Российская

Федерация и Украина – свои обязательства по Киотскому протоколу выполнят. В странах ЮВЕ за то же время выбросы увеличились примерно на 2 % после значительного сокращения в первой половине 1990-х. В странах ЕАСТ – увеличились примерно на 4 %.

Для снижения затрат на уменьшение выбросов парниковых газов могут использоваться меры, предусмотренные Киотским протоколом: механизм чистого развития, совместное осуществление и торговля единицами установленного количества выбросов (ЕУК)⁽²⁾. Дополнительно можно задействовать средства так называемых «зеленых» инвестиционных схем, которые разрабатываются странами – участницами конвенции, включенными в Приложение 1 и имеющими излишек единиц установленного количества. К ним относятся Российская Федерация и Украина из региона ВЕКЦА, Румыния и Болгария из ЮВЕ. В ЕС различные отрасли промышленности могут торговать квотами на выбросы в рамках СТВ для того, чтобы найти экономически эффективные решения.

Многим странам с переходной экономикой и развивающимся странам ЮВЕ и ВЕКЦА экстренно необходимы инвестиции в энергетический сектор. МЧР и реальные схемы «зеленых» инвестиций (СЗИ) могут способствовать значительному повышению эффективности использования или производства возобновляемой энергии. Очевидна взаимная выгода: принимающая страна получает более чистую энергию и новую инфраструктуру, а инвестирующие страны и корпорации выигрывают благодаря тому, что компенсировать избыточные выбросы часто дешевле, чем обеспечить уменьшение выбросов внутри своей страны.

Впрочем, даже быстрое и существенное уменьшение выбросов ПГ не остановит изменения климата, – климатическая система инерционна, некоторые экологические и экономические последствия ее изменения уже стали неизбежными. То есть, недостаточно уменьшить выбросы, необходимо также адаптироваться к последствиям изменения климата. Поэтому, параллельно с внедрением программ по смягчению воздействия на изменение климата, все больше стран разрабатывают национальные программы адаптации к изменению климата для того, чтобы ослабить нынешние и будущие вредные последствия.

(1) Двуокись углерода (CO₂), метан (CH₄), закись азота (N₂O) и фтористые газы гидрофторуглероды (ГФУ), перфторуглероды (ПФУ) и гексафторид серы (SF₆).

(2) Разрешенный уровень выбросов для стороны в течение периода выполнения обязательств (2008–2012 годы) называется ее установленным количеством. Эта характеристика исчисляется в отдельных единицах или ЕУК, каждая из которых представляет разрешение на выброс одной метрической тонны эквивалента двуокиси углерода.



3.2 Изменение климата и последствия

3.2.1 Температура

Средняя глобальная температура систематически регистрировалась с начала 19-го века. Использование косвенных методов позволило реконструировать средние глобальные температуры за более чем 400 прошедших тысячелетий. По изменениям среднегодовой глобальной температуры в течение времени можно оценить степень воздействия изменения климата на различные отрасли (напр., IPCC, 2007; ЕЕА, 2004, 2005).

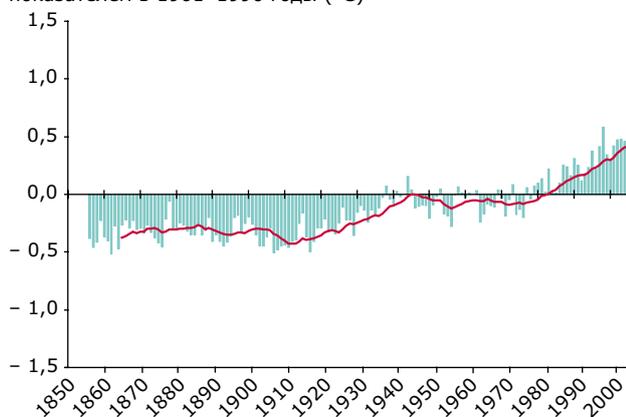
Повышение температуры во всем мире, особенно в последние десятилетия, явно показывает, что климат меняется (рисунок 3.2). Средняя глобальная температура в настоящее время на 0,8 °C выше, чем в доиндустриальное время (CRU, 2006; GISS/NASA, 2006). В среднем, 1998 и 2005 годы были самыми теплыми за весь период ведения регулярных наблюдений. Следует отметить, что в 1998 году отмечено сильное проявление теплого течения Эль-Ниньо, что обычно приводит к потеплению, тогда как 2005 год был почти таким же теплым без воздействия этого фактора.

До 2005 года данные по Европе, включая все страны ВЕКЦА, показывают **повышение среднегодовой температуры на поверхности земли на 1,4 °C** по сравнению с доиндустриальным уровнем ⁽³⁾ (рисунок 3.2). Фактически в Европе потеплело быстрее, чем в среднем в мире. Значительное потепление наблюдалось на Пиренейском полуострове; в Юго-Восточной Европе, включая Турцию; в северо-западной России и в Балтийских странах. Но самое большое – в Арктических регионах Российской Федерации, где температура повысилась на 3 °C за последние 90 лет (Russian Third National Communication (NC3), 2002 ; ACIA, 2004).

Прогнозируется повышение средней мировой температуры на 1,8–4,0 °C, хотя некоторые исследования предполагают вероятность более широкого диапазона: 1,1–6,4 °C (IPCC, 2007). К 2080 году в Европе, за исключением стран ВЕКЦА, вполне вероятно потепление на 2,1–4,4 °C или, возможно, на 2,0–6,3 ⁽⁴⁾ (Schröter *et al.*, 2005), наибольшее повышение температуры ожидается в северной и восточной ее части. Прогнозы для Российской Федерации: среднее повышение температуры на 1–3 °C к 2020 году и на 3–6 °C – к 2080 году, наибольшее повышение (на 5–9 °C) в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке (Alcamo *et al.*, 2003; Ruosteenoja *et al.*, 2003). В других странах ВЕКЦА годовые температуры могут повыситься на 1–6,9 °C к 2050 году и на 4–6,6 °C к 2080/2100 годам (таблица 3.1).

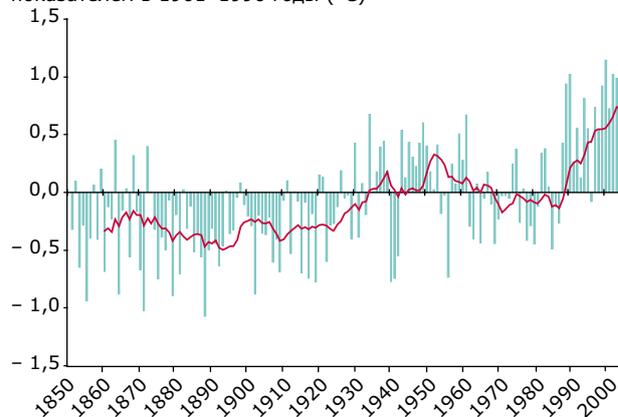
Рисунок 3.2 Зарегистрированные среднегодовые температуры – мировые (слева) и ЕЭК ООН Европы (справа)

Отклонение температуры по сравнению со средним показателем в 1961–1990 годы (°C)



Источник: CRU, 2006.

Отклонение температуры по сравнению со средним показателем в 1961–1990 годы (°C)



⁽³⁾ Доиндустриальный уровень предполагает среднее значение средних показателей за 1850–1919 годы на основании стандартов МГЭИК.

Согласно смоделированным прогнозам, в Северной Европе потепление зимой сильнее, чем летом, до 8–10 °С к 2080 году в Арктических регионах (АСИА, 2004), а в Центральной и Южной Европе пик потепления ожидается летом, местами на 6 °С (Räisänen *et al.*, 2004; Giannakopoulos *et al.*, 2005).

3.2.2 Осадки

Количество годовых осадков в Европе существенно различается в зависимости от географического расположения (IPCC, 2001; Klein Tank *et al.*, 2002). В 20-м веке оно увеличилось в Северной Европе (на 10–40 %), в Арктическом регионе (на 8 % (АСИА, 2004)) и в Российской Федерации, в то же время в

южной Европе стало на 20 % суше. В большинстве стран ВЕКЦА четкой тенденции не выявлено (Peterson *et al.*, 2002).

В последние десятилетия в Западной и Центральной Европе и Арктике зимой наблюдались дополнительные дождевые осадки, а в ЮВЕ стало суше (Giorgi, 2004b). Напротив, летом в большинстве районов центральной и северной Европы в последние десятилетия осадков стало меньше (Klein Tank *et al.*, 2002).

Прогнозы для Европы различны в разных климатических моделях и сценариях (таблица 3.1, карта 3.1). В целом, ожидается дальнейшее увеличение среднегодового количества осадков в

Таблица 3.1 Климатические прогнозы для стран ВЕКЦА и ЮВЕ (на основании национальных сообщений (NC))

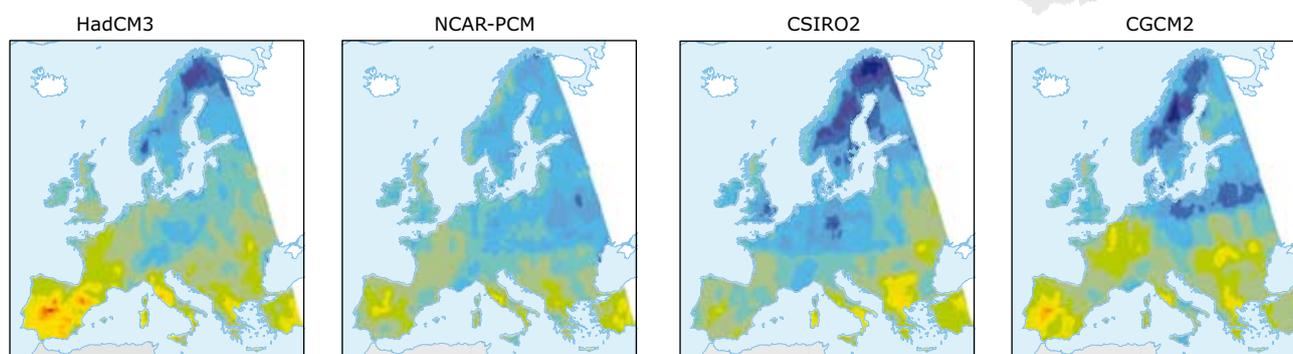
Страны ВЕКЦА и ЮВЕ	Наблюдаемая температура	Повышение температуры (°С)		Наблюдаемые осадки (мм/год)	Изменение осадков (%)		Источник
		2050	2080/2100		2050	2080/2100	
Албания	7,0–6,0	1,2–1,8	2,1–3,6	1 485	– 6,1 до – 3,8	– 12,5 до – 6,0	NC1, 2002
Армения*			1,7	569	– 5,4	– 10,3	NC1, 1998
Азербайджан*	0–14		4,3–5,1	200–1 400		– 15 до 7	NC1, 2000
Беларусь*	4,5–7,0	1	1,9	600–700	3	4	NC1, 2000
Болгария		1,6–3,1	2,9–4,1	630		Зима >, лето <	NC4, 2006
Хорватия	– 3 до 22	1,0–2,1	2,4–3,2	600–3 500	2,4–6,5	6–10	NC1, 2001
Грузия*	0–14	1,0–1,5		400–1 600			NC1, 1999
Казахстан*	– 18 до 26		4,5–6,9	150–1 500		1–3	NC1, 1998
Кыргызстан*	– 17,1 до 25,4	1,4–2,2	1,8–4,4	100–500	3–37		NC1, 2003
Бывшая югославская Республика Македония	11–14	1,3–1,7	1,7–3,2	500–1 000	– 1,8 до – 2,4	– 2,4 до – 4,4	NC1, 2003
Республика Молдова*	8–10	2,3–2,4	3,3–4,6	450–620	– 2,7 до 11,8	0,1–11,0	NC1, 2000
Румыния	2,6–11,7	2,7–3,4		400–600			NC4, 2006
Российская Федерация*	– 40 до 25		3–6				NC3, 2002
Таджикистан*	– 6 до 17	1,8–2,9		70–1 800	3–26		NC1, 2002
Турция		1,8–2,0	3,2–4,4		35	50	
Туркменистан*	16		4,6–6,1	76–398		– 56 до 0	
Украина*	– 4 до 20			500–700			NC1, 1998
Узбекистан*	– 8 до 30	1,5–3,0		80–200			NC1, 1999

Примечание: * = Страны ВЕКЦА.

(4) Диапазон меньше, так как используемые модели и сценарии являются подгруппой моделей и сценариев, используемых для определения диапазона МГЭИК.



Карта 3.1 Изменения годовых осадков по сценарию IPCC A2 (2071–2100 годов в сравнении с 1961–1990 годами) для четырех различных климатических моделей



Изменения годовых осадков для сценария выбросов IPCC A2, 2071–2100 годы в сравнении с 1961–1990 годами
Рассчитаны при помощи четырех климатических моделей (HadCM3, NCAR-PCM, CSIRO2, CGCM2)

% аномалии



Не входит в доклад

Примечание: Пространственное распределение изменений климата останется одним и тем же для разных сценариев выбросов в рамках каждой из моделей, меняется лишь масштаб этих изменений.

Источник: Schröter *et al.*, 2005.

Северной Европе, например, на 20 % в Арктических регионах (АСИА, 2004), и уменьшение на юге (Schröter *et al.*, 2005). Сокращение количества осадков прогнозируется для большинства стран ВЕКЦА, – примерно на 3 % к 2080 году (таблица 3.1). На большей части территории Российской Федерации количество осадков увеличится (максимально – в пределах 20–30 % в северо-восточной России), но на юго-западе и Северном Кавказе в то же время уменьшится.

В Европе, за исключением Средиземноморья, ожидается увеличение осадков зимой, например, на 15–30 % в Центральной и Северной Европе (Giorgi *et al.*, 2004). В целом, модели прогнозируют сокращение количества летних осадков (июнь–август) на большей части Европы.

3.2.3 Экстремальные температуры и осадки

Изменение климата очевиднее во время экстремальных климатических явлений, чем в ходе постепенных его трансформаций. К экстремальным воздействиям можно отнести наводнения, засухи, тепловые волны, вызывающие проблемы со здоровьем у людей из-за слишком высокой температуры воздуха. Даже районы, где нормальное изменение климата имеет положительный эффект, все же могут пострадать от более интенсивных и частых экстремальных климатических явлений. Например, сельское хозяйство в Северной Европе, по прогнозам, выиграет от повышения температуры и увеличения количества CO₂ в воздухе, однако этот эффект могут свести к нулю более частые ливневые осадки (IPCC, 2007).

За последние десятилетия лето в Европе стало теплее, чем когда-либо раньше. Европа пережила экстремальные явления высоких температур: тепловая волна 2003 года в Европе и тепловая волна 2005 года в Российской Федерации были самыми экстремальными с момента начала наблюдений за температурой. Отмечено учащение и усиление засух, тогда как количество холодных экстремальных явлений значительно сократилось (Giorgi, 2004b; Klein Tank, 2004). Тенденция роста экстремальных явлений температуры характерна для всей Европы, включая страны ВЕКЦА.

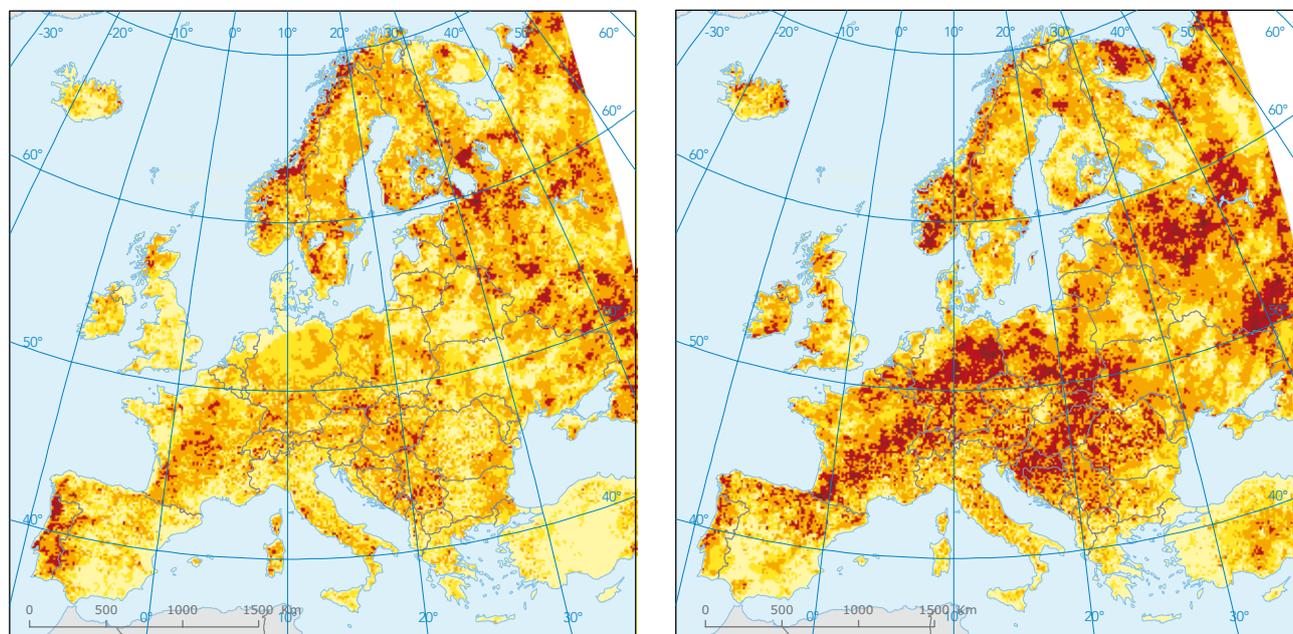
Увеличилось количество дождливых дней и ливневых осадков в Центральной и Северной Европе, на западе России, а на юге Европы (Klein Tank *et al.*, 2002) и в Сибири (Ruosteenoja *et al.*, 2003), напротив, сократилось.

Прогнозы экстремальных температур и осадков неопределенны. Можно лишь ожидать, что теплые периоды, включая тепловые волны, станут все более

интенсивными, частыми и продолжительными. Предполагается, что это особенно ощутимо будет в Средиземноморье и в Восточной Европе. В самом деле, к 2050–2060 годам средиземноморский регион может получить целый месяц дополнительных «летних дней» с температурой выше 25 °С, а в других регионах может увеличиться число «жарких дней» с температурой выше 30 °С (карта 3.2) (Beniston, 2004; Giannakopoulos *et al.*, 2005). Поскольку ожидается ускоренное повышение минимальной годовой температуры, холодные зимы, случавшиеся в Европе раз в десять лет с 1961–1990 годы, по прогнозам, практически полностью исчезнут к концу века.

Прогнозируется увеличение вероятности экстремальных осадков в западной и северной Европе (Palmer and Raisanen, 2002) и, в то же время, дальнейшее уменьшение дождевых осадков и более продолжительные засухи во многих районах средиземноморской Европы (Klein Tank, 2004; Good, 2004; Holt and Palutikof, 2004).

Карта 3.2 Возникновение случаев тепловых волн продолжительностью 7 дней (слева: среднее значение 1961–1990 годов; справа: среднее значение 2071–2100 годов)



Частота тепловых волн за период 1961–1990 годов (слева) и 2071–2100 годов (справа)
 На основании сценария выбросов IPCC-SRES A2 и климатической модели DMI

< 1	1	2-3	4-5	6-7	8-9	≥ 10	Не входит в доклад	

Примечание: Базовый сценарий A2 в сочетании с региональной климатической моделью Дании.

Источники: Разработка показателя: R. Hiederer, European Commission DG Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, 2007. Данные: PRUDENCE Project 12km HIRHAM4, Danish Climate Centre, 2006.



Высокие температуры и уменьшение осадков увеличивают риск засоления, деградации земельных ресурсов и опустынивания⁽⁵⁾. Эти факторы воздействия могут вызвать серьезные социальные и экономические проблемы и уже представляют большую опасность для многих стран ЮВЕ и ВЕКЦА. Например, для Казахстана, Кыргызстана и Таджикистана, где сельское хозяйство, важный сектор экономики, особенно чувствительно ко всем трем факторам (см. также раздел 3.2.7). Так, уже наблюдается серьезное высушивание обширных районов Казахстана, в частности, Аральского моря. И хотя это явление лишь частично обусловлено климатическими причинами, изменение климата, вероятно, усилит тенденцию. Основными препятствиями для смягчения последствий этой тенденции являются недостаточность финансирования, отсутствие мониторинга, неустойчивое использование природных ресурсов, иногда недостаток координации между задействованными органами управления и недостаточная поддержка международных организаций.

3.2.4 Повышение уровня моря

Повышение уровня моря имеет наибольшее значение для прибрежных стран. Треть населения ЕС живет в прибрежной 50 километровой полосе. Повышение уровня моря может привести к затоплению и расширению заболоченных территорий, береговой эрозии, увеличению засоленности и затруднению дренажа.

Повышение среднего глобального уровня мирового океана отличается от локального или относительного повышения уровня моря, которое зависит от региональных изменений температуры и солености океана (колебания могут достигать 100 %) и вертикальных движений поверхности земли, вызванных, например, тектонической активностью или просадкой грунта вследствие забора воды. В 20-м веке повышение среднего уровня мирового океана составляло 1,7 мм/год (IPCC, 2007). Этот показатель увеличился до $1,8 \pm 0,5$ мм/год за период с 1961 по 2003 годы и до $3,1 \pm 0,7$ мм/год за 1993–2003 годы (IPCC, 2007). Главная причина – термическое расширение морской воды вследствие высоких температур и поступления пресной воды от таяния ледников Антарктики и Гренландии (IPCC, 2007). Локальные повышения уровня моря вдоль европейского побережья с 1896 по 1996 год колебались между 80 мм и 300 мм (Liebsch *et al.*, 2002).

К 2100 году ожидается повышение уровня мирового океана на 0,18–0,59 м (IPCC, 2007). Относительно

серьезное повышение уровня моря прогнозируется в Арктическом регионе (АСГА, 2004). Эти прогнозы не учитывают таяние ледниковых покровов Западной Антарктики (WAIS) и Гренландии, что может добавить к ожидаемому подъему еще 0,1–0,2 м в течение нынешнего века. Не исключена вероятность и большего подъема уровня, но произвести подсчеты не позволяет недостаточное понимание некоторых факторов (IPCC, 2007). В долгосрочной перспективе возможно повышение на несколько метров, поскольку ледниковые покровы содержат достаточно воды для поднятия уровня моря на 13 м, таяние ледников только одной Гренландии – это около 7 м подъема. Последние исследования свидетельствуют, что процесс необратимого таяния ледникового покрова Гренландии может начаться при локальном повышении температуры на 3 °C, что соответствует повышению средней глобальной температуры примерно на 1,5 °C (Gregory *et al.*, 2004; Lowe *et al.*, 2006). Однако степень неопределенности в данном вопросе весьма велика.

Даже прогнозируемое постепенное повышение уровня моря на 0,18–0,59 м к 2100 году, вместе с возможным увеличением частоты и (или) интенсивности экстремальных погодных явлений, может иметь различные последствия для прибрежных зон Европы. По-видимому, прибрежным экосистемам угрожает опасность, особенно в регионах Балтийского, Средиземного и Черного морей (Johansson *et al.*, 2004; Meier *et al.*, 2004). Биологическое разнообразие здесь может существенно сократиться, возможно даже частичное исчезновение некоторых обитателей в течение 21-го века. Причина этому – низкая амплитуда прилива в этих районах, ограниченные возможности для миграции на сушу из-за интенсивного использования человеком прибрежных зон и опускания побережья (Gregory *et al.*, 2001; Nicholls and Klein, 2003).

3.2.5 Ледники и морской лед Арктики

Изменения горных ледников – один из наиболее явных сигналов изменения климата (IPCC, 2001). Последствия их таяния и даже исчезновения проявляются в увеличении количества опасных природных явлений, – падение льда и оползни, уменьшение запасов питьевой воды, ухудшение условий для орошения и сокращение производства гидроэлектроэнергии. До недавнего времени данные по 19 ледникам в странах ВЕКЦА передавались во Всемирную службу ледникового мониторинга (WGMS). Однако, по различным причинам только за шестью из них в настоящее время ведется наблюдение, и есть информация о них, – все они отступают, хотя и в разной степени (таблица 3.2 и

(5) Большинство информации получено из отчетов по имплементации Конвенции Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием (КБО ООН), подготовленных для Пятой конференции Сторон (12–21 марта 2007 года, Буэнос-Айрес).

Таблица 3.2 Ледники в странах ВЕКЦА, за которыми велось наблюдение и по которым предоставлена информация

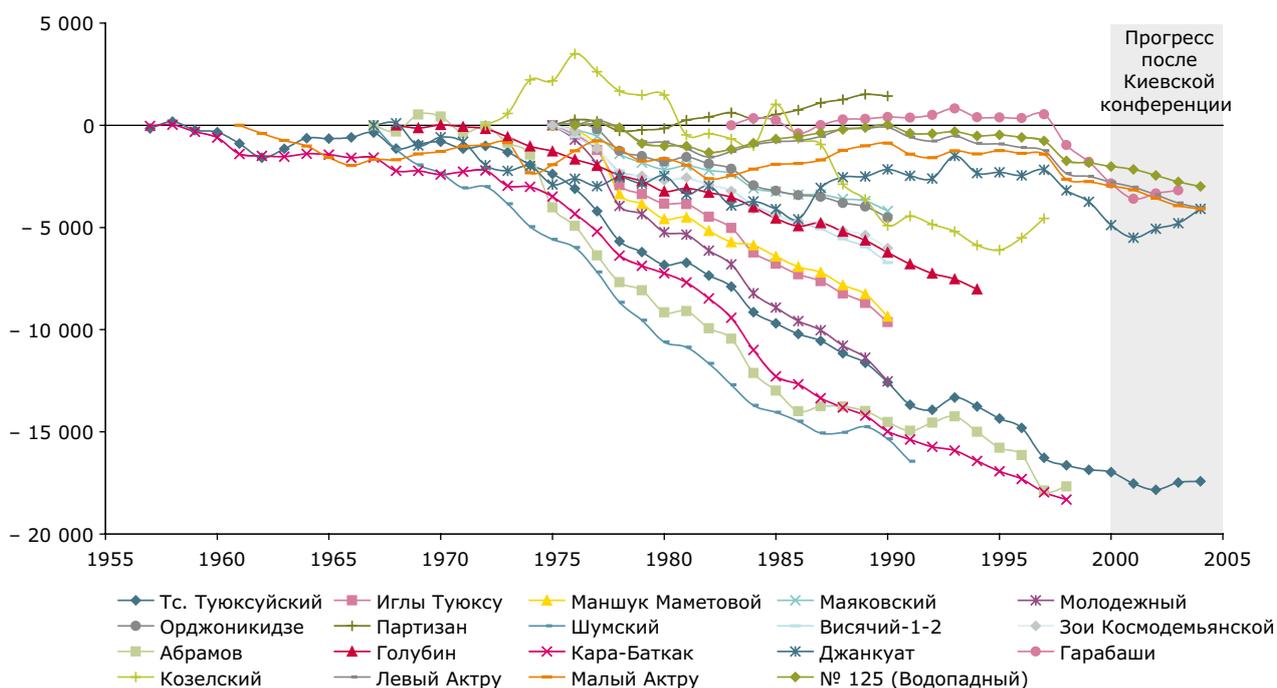
Название ледника	1-й год наблюдения	Последний год наблюдения	Страна	Расположение
Абрамов	1968	1998	Кыргызстан	Памир Алай
Джанкуат	1968	2004	Российская Федерация	Кавказ
Гарабаши	1984	2003	Российская Федерация	Кавказ
Голубин	1969	1994	Кыргызстан	Тянь-Шань
Иглы Туюксу	1976	1990	Казахстан	Тянь-Шань
Кара-Баткак	1957	1998	Кыргызстан	Тянь-Шань
Козелский	1973	1997	Российская Федерация	Камчатка
Левый Актру	1977	2004	Российская Федерация	Алтай
Малый Актру	1962	2004	Российская Федерация	Алтай
Маншук Маметовой	1976	1990	Казахстан	Тянь-Шань
Маяковский	1976	1990	Казахстан	Тянь-Шань
Молодежный	1976	1990	Казахстан	Тянь-Шань
№ 125 (Водопадный)	1977	2004	Российская Федерация	Алтай
Орджоникидзе	1976	1990	Казахстан	Тянь-Шань
Партизан	1976	1990	Казахстан	Тянь-Шань
Шумский	1967	1991	Казахстан	Джугарский
Тс. Туюксуйский	1957	2004	Казахстан	Тянь-Шань
Висячий-1-2	1976	1990	Казахстан	Тянь-Шань
Зои Космодемьянской	1976	1990	Казахстан	Тянь-Шань

Примечание: Синие строки – наблюдение продолжается; неокрашенные – прекращено в силу различных причин.

Источник: Zemp, M., 2006.

Рисунок 3.3 Изменения в кумулятивном нетто балансе ледников в странах ВЕКЦА

Кумулятивный нетто баланс (мм в.э.)



Примечание: мм в.э. = мм в водном эквиваленте.

Источник: Zemp, M., 2006.



рисунок 3.3). Возобновление наблюдений за другими ледниками предоставило бы важную информацию о влиянии изменения климата.

Согласно прогнозам, к концу нынешнего века летний морской лед в Арктике практически исчезнет, но ее зимнее покрытие сократится меньше. Уменьшение ледовитости увеличит поглощение солнечного тепла, способствуя тем самым глобальному потеплению (АСИА, 2004). Более того, сокращение морского льда поставит под угрозу ареалы обитания разнообразной флоры и фауны, тесно связанной со льдом, и традиционный образ жизни коренного населения (см. также раздел 5.3.7).

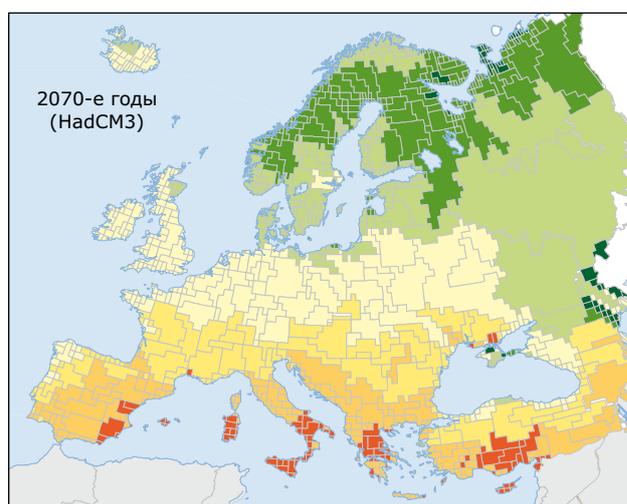
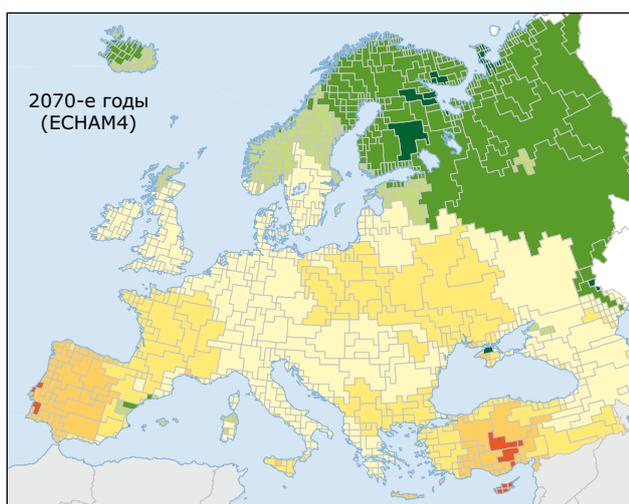
3.2.6 Водные ресурсы

Климатические изменения часто оказывают дополнительное воздействие на водные ресурсы. Годовой сток многих рек существенно сократился за последние десятилетия, в том числе в ЮВЕ,

начиная с реки Адидже в Италии и отдельных частей Российской Федерации до рек бассейна Аральского моря в странах ВЕКЦА (Clarke and King, 2004). Увеличение стока наблюдается в реках, впадающих в Северный Ледовитый океан на территории Российской Федерации (см. раздел 2.3). По всей Европе сток рек сократился летом и увеличился зимой. Эти изменения сезонного стока, скорее всего, увеличили риск в одни периоды засух, в другие – наводнений, хотя изменение климата не является единственной причиной наводнений, подчас они вызваны неправильным хозяйствованием и землепользованием.

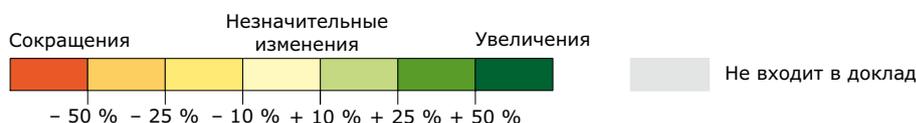
Ожидаемые климатические изменения на протяжении 21-го века могут еще больше интенсифицировать круговорот воды в природе. Годовой сток рек и водообеспеченность в результате этого, по прогнозам, увеличатся в северной и северо-восточной Европе и сократятся в средиземноморской Европе (карта 3.3, Lehner *et al.*, 2005). Во многих районах ВЕКЦА комбинация роста водопотребления, повышения температуры и сокращения количества осадков приведет, по

Карта 3.3 Прогнозируемые изменения годового стока рек в Европе на 2070 год, согласно различным климатическим моделям



Изменения годового стока рек в 2070-х годах по сравнению с 2000 годом

На основании базового сценария выбросов IPCC A2 и климатических моделей ECHAM4 (слева) и HadCM3 (справа)



Источник: Lehner *et al.*, 2005.

всей видимости, к еще большему недостатку воды (национальные сообщения). На важных сельскохозяйственных территориях Российской Федерации сильнее будет проявляться непостоянство водобеспеченности и риски нехватки воды во время вегетационного периода (Peterson *et al.*, 2002).

3.2.7 Сельское хозяйство

Сельскохозяйственное производство, важное для экономики многих стран ЮВЕ и ВЕКЦА, чувствительно к изменению климата. Однако, воздействие климатических изменений должно рассматриваться в связи с техническим развитием постоянно растущего в последние десятилетия производства.

Сельское хозяйство в некоторых районах Европы может выиграть от повышения содержания CO_2 в атмосфере (IPCC, 2007). Количественное изменение осадков также отразится на производстве сельскохозяйственных культур, поскольку баланс между выпадением осадков и испарением является основным фактором, влияющим на продукцию. Повышение температуры в условиях уже существующей засушливости может не только сократить урожай, но и, способствуя уменьшению осадков, еще более усугубить ситуацию. Несмотря на стимулирование роста продуктивности, потепление и повышение содержания CO_2 могут отрицательно сказаться на питательных качествах пастбищных угодий, так их как видовой состав может измениться в пользу менее предпочтительных видов растений (IPCC, 2007). Повышение температуры может привести к смещению на север и более высокие ландшафтные уровни многих видов сельскохозяйственных культур Южной Европы – подсолнечника, соевых бобов, сахарной кукурузы (European Commission, 2003).

Например, в Европе, согласно ряду сценариев IPCC к 2100 году прогнозируется расширение площадей сахарной кукурузы на 30–50 процентов.

Модельные исследования показывают рост урожайности сельскохозяйственных культур в средней и особенно в северной части Европы и существенное падение в Средиземноморской и Юго-Восточной Европе (Schröter *et al.*, 2005). Основными причинами увеличения урожая являются повышение содержания CO_2 и смещение посадок сельскохозяйственных культур на север и на более высокие ландшафтные уровни. Сокращение урожая в Южной и Юго-Восточной Европе связано, в частности, с масштабом и интенсивностью засушливых периодов.

Особо важной проблемой является неустойчивость климата, поскольку это обуславливает разную продуктивность сельского хозяйства в разные годы. Иллюстрацией тому необычайно сильная тепловая волна 2003 года, которая привела к потере до 30 % урожая в некоторых регионах Европы (European Commission, 2003). Аналогичные случаи экстремальных погодных явлений вызвали потерю примерно одной трети сельскохозяйственной продукции в Таджикистане в 1991–2000 годах (NC1, 2002). Если такие явления учащаются и (или) станут более интенсивными, то многие районы, предположительно выигрывающие от обычных изменений среднего климата, могут испытать негативные последствия. Таковы прогнозы, к примеру, для Нидерландов (MNP, 2006) и Российской Федерации (Golubev and Dronin, 2004; Alcamo *et al.*, 2006, предметное исследование сельского хозяйства).

Еще одна проблема, вызванная неустойчивостью климата, – риск деградации земельных ресурсов, опустынивания и засоления. Сельскохозяйственное

Вставка 3.1 Изменение климата и его влияние на сельское хозяйство в Российской Федерации *

В Российской Федерации, самой большой стране в мире, множество различных экологических зон. Во многих районах существуют трудности в ведении сельского хозяйства: слишком высокая температура на юге и слишком низкая на севере, короткий вегетационный период, ограниченная водообеспеченность, бедность почв, недостатки инфраструктуры и (или) удаленность от сельскохозяйственных рынков. Даже если есть условия для развития сельскохозяйственного производства, очень редко совмещаются оптимальные комбинации температуры и влажности почв. Долгое время сельское хозяйство концентрировалось вблизи населенных районов европейской части России, где потенциал сельскохозяйственных культур ограничен коротким периодом вегетации. Хотя около ста лет назад это положение несколько изменилось,

80 % площади сельскохозяйственных культур все еще находится в зонах риска (Golubev and Dronin, 2004). Такая ситуация объясняется тем, что территории с более плодородными почвами и благоприятным климатом из года в год ощущают в значительной мере неустойчивость климата, представляющую угрозу для сельского хозяйства. Только 15 из 89 административных регионов являются «основными регионами производства сельскохозяйственных культур», то есть, здесь производится до 50 % сельскохозяйственной продукции России, и эти регионы в значительной мере удовлетворяют потребность остальной части России в основных продуктах питания. Необходимо отметить, что недавнее потепление привело к улучшению агроклиматических условий в больших районах главной сельскохозяйственной зоны России, за исключением Черноморского региона и юга Восточной Сибири (NC4).



Вставка 3.1 Изменение климата и его влияние на сельское хозяйство в Российской Федерации (продолжение)

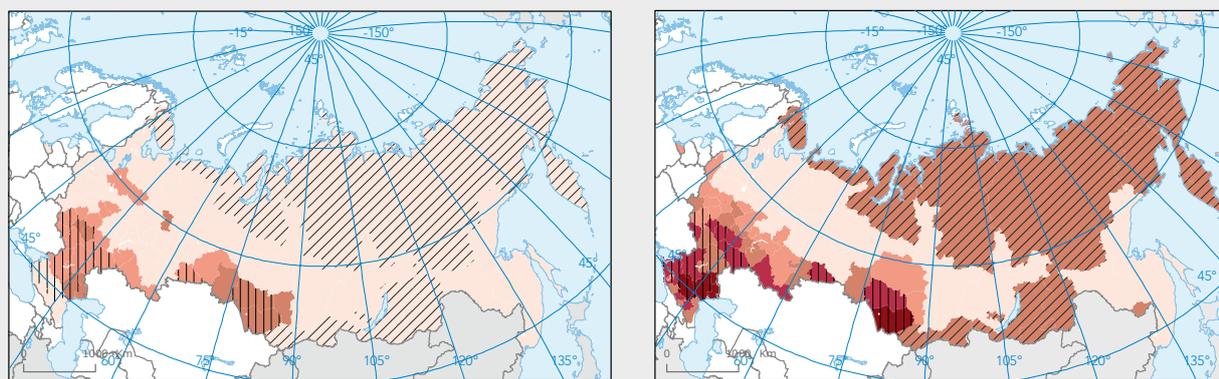
Сельское хозяйство Российской Федерации чувствительно к неустойчивости климата и поэтому нуждается в тщательном подборе сельскохозяйственных культур (пшеница – самая важная продовольственная культура, очень не любит холодную погоду). Сельское хозяйство испытывает трудности из-за экономической ослабленности аграрного сектора и его низкой адаптационной способности (Golubev and Dronin, 2004). За последние 100 лет это проявилось во время многих катастрофических ситуаций, когда сильные засухи сокращали продукцию на основных сельскохозяйственных территориях, вызывая нехватку пищевых продуктов по всей стране. За последние десятилетия в Российской Федерации продуктивность сельского хозяйства существенно повысилась благодаря технологическим усовершенствованиям, и теперь урожай злаковых культур, например, сравним с урожаем в других странах на той же широте, включая Канаду. Однако, объемы сельхозпродукции неравномерны в разные годы, в основном, из-за нерегулярности осадков, что приводит то к засухам, то к наводнениям.

Важный вопрос: как российское сельское хозяйство будет развиваться в условиях предполагаемых климатических изменений? Причиной многих проблем снижения производства пищевых продуктов и прежде была засушливость. Прогнозируемое повышение температур и выпадение осадков во многих районах Российской Федерации, возрастающие концентрации CO₂, могут привести к расширению потенциальных растениеводческих площадей и увеличению урожаев во многих малозффективных сейчас районах (Alcamo *et al.*, 2003; NC4). Однако, это не обязательно приведет к увеличению производства пищевых продуктов, поскольку существуют внешние ограничительные факторы: наличие

питательных веществ, социально-экономические барьеры, недостаток инфраструктуры.

Кроме того, имеют значение географические различия. К 2010–2015 годам более благоприятные климатические условия могут привести к повышению урожаев на 10–15 % в различных частях страны (NC4). Так, примерно к 2050 году ожидается увеличение урожая на 25 % в некоторых северных и северо-западных регионах, тогда как увеличение урожая на Урале может составить лишь 15 %. В то же время, объем сельскохозяйственного производства в «основных регионах производства сельскохозяйственных культур в настоящее время», по прогнозам, к 2070-м годам снизится на 23–41 % по отношению к текущим средним показателям, поскольку эти регионы пострадают от сокращения количества осадков. Суммарное воздействие этих противоположных тенденций может привести к изменениям объема сельскохозяйственного производства в Российской Федерации: от –9 % до +12 % к 2020-м годам и от –12 % до –5 % к 2070 году, в зависимости от применения климатической модели и сценария мировых выбросов. Кроме того, если учитывать прогнозируемые экстремальные условия, то на территориях большей части Российской Федерации урожаи могут быть и еще ниже. Повторяемость таких случаев может удвоиться к 2020-м годам и даже утроиться к 2070-м, в основном, в результате множества засух в «основных регионах производства сельскохозяйственных культур» (Alcamo *et al.*, 2007, Figure CS-1). Все это может поставить под угрозу продовольственную безопасность Российской Федерации, если не будут приняты оперативные меры, – изменение видов сельскохозяйственных культур, более активное использование удобрений и ирригации, импорт большего количества пищевых продуктов, изменение структуры потребления продовольственных товаров.

Карта 3.4 Частота неурожайных лет, сценарий IPCC A2 в сочетании с климатической моделью HADCM3



Неурожайные годы в Российской Федерации – с 1961 по 1990 год (слева) и в 2070 году (справа)
На основании сценария выбросов IPCC A2 и климатической модели HADCM3

Количество лет

0 1 2 3-4 5-6

||||| Основной регион
производства
сельскохозяйственных культур

////// Отсутствие существенного
производства сельскохозяйственных
культур

■ Не входит в доклад

Примечание: * = Основано на трудах Alcamo *et al.*, 2003; Golubev and Dronin, 2004; Alcamo *et al.*, 2007; и NC4, 2006.

Источник: Alcamo *et al.*, 2007.

Вставка 3.2 Изменение вечной мерзлоты

Все, что связано с изменением климата, – температура воздуха, снежный покров, растительность, – влияет на температуру мерзлых грунтов и глубину сезонного протаивания. Температура вечномерзлых грунтов в северном полушарии за последние десятилетия повысилась примерно на 1 °C на глубине между 1,6 м и 3,2 м в 1960–1990 годы в Восточной Сибири, примерно от 0,3 до 0,7 °C на глубине 10 м в северной части Западной Сибири (Pavlov, 1996) и примерно от 1,2 до 2,8 °C на глубине 6 м в период между 1973 и 1992 годами на севере Европейской части России (Oberman and Mazhitova, 2001).

В следующие 100 лет ожидается продолжение и ускорение этих изменений, причем, по всей видимости, произойдет деградация вечной мерзлоты на 10–20 % от существующей сейчас площади. Ожидается смещение южной границы вечной мерзлоты на несколько сотен километров на север (АСИА, 2004).

Когда вечная мерзлота оттаивает, поверхность земли оседает (котловины оседания). В основном это происходит не равномерно, а хаотично, и на поверхности образуются небольшие холмы и сырые углубления, – термокарстовый рельеф. Оттаивание склонов может вызвать интенсивные оползни на пластах скольжения (Lewkowicz, 1992). Обширное развитие термокарста было обнаружено, например, в Центральной Якутии (Gavrilov and Efremov, 2003), наблюдалось также значительное расширение и углубление термокарстовых озер (Fedorov and Konstantinov, 2003).

Наиболее восприимчивы к деградации вечной мерзлоты побережья Северного Ледовитого океана с ледоносными вечномерзлыми толщами. Дестабилизация береговых линий усиливается сокращением площади морского льда на Северном Ледовитом океане. Даже территории вдоль российского берега Северного Ледовитого океана, скованные вечной мерзлотой с малым количеством льда, отступают на 1,0 м/год (Rachold *et al.*, 2003). Еще одной проблемой является потенциальное таяние вечномерзлых морских грунтов, что зависит главным образом от температуры морской воды, которая, согласно прогнозам, будет увеличиваться (Walsh *et al.*, 2005).

Влияние на инфраструктуру

Уже проявляющееся и прогнозируемое повышение температуры вечномерзлых грунтов может причинить серьезный ущерб инфраструктуре, – дорогам, зданиям, промышленным сооружениям. В северной России сбои в транспортной и промышленной инфраструктуре все чаще являются следствием оттаивания вечной мерзлоты. Деформированы многие железнодорожные пути, нанесен существенный ущерб зданиям, электростанциям, взлетным полосам аэропортов в нескольких городах (АСИА, 2004). В результате несчастных случаев и утечек из-за прорывов нефте- и газопроводов загрязнены почвы на больших территориях. Проблема последствий оттаивания вечной мерзлоты для инфраструктур Российской Федерации была подтверждена на Всемирной конференции по вопросам изменения климата – Москва, 2003 год (например, Shoigu, 2003).



Фото: © Schirrmeister, AWI, 2006

На основании сценария умеренных глобальных выбросов парниковых газов до 2050 года определены наиболее подверженные риску объекты в Сибири: несколько российских населенных пунктов (Якутск, Норильск, Воркута), важные речные базы (Салехард, Игарка, Дудинка, Тикси), промышленные сооружения (газодобывающий комплекс Надым-Пур-Таз) и транспортные инфраструктуры (Транссибирская и Байкало-Амурская железнодорожные магистрали). На Дальнем Востоке России в зоне повышенной потенциальной опасности расположены Билибинская атомная электростанция и ее энергетическая система (АСИА, 2004).

Воздействие на инфраструктуру вплоть до 2100 года, по прогнозам, усугубится и ускорится в зоне прерывистой многолетней мерзлоты (обширные районы северо-западной и центральной Сибири и Дальнего Востока России) сильнее, чем в зонах сплошной вечной мерзлоты северных территорий. Для полного оттаивания, по-видимому, потребуются века, и только тогда возможен полезный результат – строительство на полностью оттаявшей земле.

Перспективные адаптационные меры предполагают перепроектирование и реконструирование инфраструктур. Инвестиций в ближайшие годы для этого понадобится больше, но таким образом можно избежать неблагоприятных последствий сбоев инфраструктуры, которые случаются в Якутске и в любом другом месте в Арктике (АСИА, 2004).

Влияние на естественные экологические системы

Изменения в вечномерзлом слое тесно взаимосвязаны с растительностью. Например, оттаивание может привести к сильному наклону или полному падению деревьев (АСИА, 2004).

Утолщение активного слоя (верхний слой вечной мерзлоты, который оттаивает каждое лето и вновь замерзает зимой) и таяние вечной мерзлоты, возможно, уже отчасти способствовали увеличению стока арктических рек (Zhang *et al.*, 2005). Утолщение активного слоя вызывает оттаивание разложившихся растительных материалов и прочих органических веществ, замороженных в верхней части вечной мерзлоты. Таким образом, углерод может разлагаться под воздействием микробов, в результате чего в атмосферу высвобождаются двуокись углерода и метан (Randerson *et al.*, 1999).



Вставка 3.2 Изменение вечной мерзлоты (продолжение)

Оттаивание вечной мерзлоты является важным потенциальным источником выброса парникового газа. В вечномёрзлой почве северо-западной Сибири находятся обширные резервуары углерода, – около 500 миллиардов метрических тонн. Если оттаёт вся сибирская вечная мерзлота, содержание углерода в атмосфере (в настоящий момент – это 730 миллиардов тонн) может удвоиться, (Zimov *et al.*, 2006).

Вечная мерзлота морских грунтов содержит или перекрывает огромные объёмы метана в форме газогидратов на глубине до нескольких сотен метров. При

нагревании и оттаивании вечной мерзлоты морского дна из-за дестабилизации газогидратов может увеличиться выброс метана в атмосферу (Walsh *et al.*, 2005).

Ослабление стабильности вечной мерзлоты и интенсификация эрозии прибрежных территорий, вследствие глобального потепления, увеличат количество осадочных отложений и углерода в Северном Ледовитом океане. Это может вызвать существенные изменения прибрежных течений и циркуляции в Северном Ледовитом океане.

производство в полузасушливых районах – например, обширные территории некоторых стран ВЕКЦА, уязвимо к неустойчивости климата и его изменению. Возможность расширения ирригации является одним из существенных факторов этого риска (IWMI, 2006), поскольку увеличение неорошаемого земледелия зачастую ограничено.

3.2.8 Природа и биологическое разнообразие

Изменение климата – один из факторов, угрожающих биологическому разнообразию. Его воздействие возросло за последние десятилетия, и ожидается, что это будет основным движущим механизмом утраты биологического разнообразия в будущем (Thomas *et al.*, 2004). По-видимому, наиболее уязвимыми регионами в Европе окажутся горные территории, Арктика и Средиземноморье (Brooker and Young, 2005; Schröter *et al.*, 2005).

Различное влияние изменений климата на природу уже наблюдается. Периоды вегетации продлились, что привело к десинхронизации структуры питания; состав экосистем изменился, продуктивность многих экосистем повысилась как в наземной, так и в морской среде.

Прогнозируется ещё большее влияние климатических изменений на природу, однако оно будет разнородным в различных регионах; например, продлится период вегетации во многих районах Европы, кроме юга (EEA, 2005). Прогнозы предвещают перемещение многих биологических видов на север и на более высокие местности, что скажется на составе эндемичных видов. К примеру, 25 % видов растений, произрастающих в Румынии, Болгарии, на Пиренейском полуострове и в некоторых других средиземноморских странах, может

исчезнуть к 2100 году, а более 35 % видового состава растений в северных странах к тому времени будет состоять из агрессивных чужеродных видов (Bakkeness *et al.*, 2006).

Ещё одна важная проблема как для растений, так и для животных, – частота и масштаб лесных пожаров и то, как они изменятся в будущем климате. Прогнозы говорят о значительном увеличении масштаба и частоты лесных пожаров, например, на Пиренейском полуострове (IPCC, 2007) и в Российской Федерации (Vorobyov, 2004), что может привести к изменениям состава экосистем в пользу быстрорастущих видов.

Эти проблемы более подробно рассматриваются в главах 4 и 5.

3.3 Взаимосвязь между изменением климата и разрушением озонового слоя

Изменение климата влияет на озоновый слой и наоборот; оба явления связаны с выбросами соединений, физическим и химическим изменениями в атмосфере, хотя общее воздействие на восстановление озонового слоя пока не изучено. Поэтому, несмотря на то, что изменение климата и разрушение озонового слоя – две отдельные проблемы, это явление включено в главу об изменении климата.

Озоновый слой, расположенный в стратосфере на высоте между 12 и 50 км, защищает жизнь на земле от вредного ультрафиолетового излучения солнца. Соединения, содержащие хлор и бром, в последние

десятилетия вызвали уменьшение толщины озонового слоя. Эти соединения выбрасываются в атмосферу в основном в результате деятельности человека, в том числе, промышленностью и при использовании бытовой продукции. Наиболее важными озоноразрушающими соединениями являются так называемые хлорфторуглероды (ХФУ), гидрохлорфторуглероды (ГХФУ), хладоны, тетрахлорид углерода, метилхлороформ, метилбромид и метилхлорид. Они применялись, и частично до сих пор применяются в холодильных системах, в системах кондиционирования воздуха, для вспенивания, для распыления аэрозолей, при тушении пожаров, фумигации почвы и в качестве растворителей.

Примерно с 1980 года озоновый слой стал тоньше в средних широтах, однако измерения и модельные расчеты показывают, что далее он не разрушается. Он почти минимален в средних широтах северного полушария (30–60 °N), где его средний показатель примерно на 3 % ниже показателей до 1980-х годов. Более того, над Антарктикой каждую весну образуется озоновая дыра вследствие выбросов озоноразрушающих веществ, связанных с деятельностью человека, и очень низких местных температур. Озоновый слой часто разрушается весной над Арктикой, но меньше, чем над Антарктикой, частично это связано с влиянием озоноразрушающих веществ. Изменения метеорологических условий над Арктикой сказываются больше, чем над Антарктикой.

Толщина озонового слоя изменяется и естественным образом из года в год. Поэтому весьма сложно зафиксировать начало его восстановления; оно не ожидается раньше, чем в следующем десятилетии, а полное восстановление озонового слоя возможно не раньше середины настоящего века. Восстановление приведет к изменению состояния атмосферы по сравнению с периодом до 1980 года в силу повышенных концентраций ПГ, вполне вероятно и «перевосстановление», тогда толщина озонового слоя будет больше, чем до 1980 года.

Международные мероприятия по защите озонового слоя были оговорены в Венской конвенции 1985 года и в Монреальском протоколе 1987 года, с последующими изменениями и корректировками. В результате выполнения этих соглашений удалось существенно сократить мировое производство, использование и эмиссию основных

озоноразрушающих веществ. Концентрации этих веществ в атмосфере начали уменьшаться, но они все же сохранятся на грядущие десятилетия или века, поскольку имеют продолжительный жизненный период. Однако, не происходит сокращения ГХФУ и ПФУ, которые имеют менее выраженное воздействие на озоновый слой и частично используются в качестве замены для ХФУ.

Разрушение озонового слоя и изменение климата – это разные, но взаимосвязанные явления:

- Многие вещества, разрушающие озоновый слой, являются сильными ПГ с парниковым потенциалом до 10 000 раз выше, чем CO_2 . Они остаются в атмосфере в течение десятилетий и даже веков в силу своей долгой атмосферной жизни и продолжают способствовать изменению климата.
- Температура в стратосфере снизилась: частично вследствие уменьшения количества стратосферного озона, но также и из-за увеличения концентрации CO_2 . Именно пониженная температура может вызвать изменения ветрового режима и в стратосфере, и в тропосфере, и около поверхности земли. Имеются доказательства того, что увеличение содержания CO_2 и ослабление озонового слоя способны вызвать более сильные западные ветры над Европой с возможным воздействием на температуру и на количество осадков.
- Увеличение содержания CO_2 также влияет на озоновый слой, снижая температуру в стратосфере. Пониженная температура может способствовать увеличению толщины озонового слоя на средних широтах и вызвать его разрушение над полярными регионами.
- Увеличение выбросов иных парниковых газов, таких как CH_4 и N_2O , тоже влияет на химический состав озонового слоя и может вызвать уменьшение или увеличение его толщины.
- Озон является парниковым газом, истощение стратосферного озона стало причиной непрямого охлаждающего эффекта.
- Озоноразрушающие вещества частично заменены в их традиционных сферах использования на гидрофторуглероды (ГФУ) и перфторуглероды (ПФУ). Эти вещества являются парниковыми газами с долгим атмосферным сроком жизни – более 10 000 лет для некоторых ПФУ – и поэтому будут способствовать изменению климата на протяжении долгих лет в будущем (см. также раздел о промышленных выбросах ПГ).



Как интенсивность общего воздействия ПГ, так и их важность для восстановления озонового слоя, химических и динамических изменений в стратосфере еще не изучены и требуют дальнейших исследований.

3.4 Выбросы парниковых газов ⁽⁶⁾

3.4.1 Тенденции выбросов

Общее количество выбросов

После сокращения выбросов парниковых газов (ПГ) в начале 1990-х их общее количество в каждом европейском регионе в первые годы 21-го века вновь возросло (рисунок 3.4). В 2004 году общее количество выбросов в ЗЦЕ составило 5 091 миллион тонн в CO₂-эквиваленте ⁽⁷⁾, если не учитывать выбросы, связанные с землепользованием и лесным хозяйством (LULUCF). Это 23 % от общего количества выбросов (17 981 миллион тонн) для всех стран Приложения I – индустриальные страны и с переходной экономикой. Выбросы в ВЕКЦА составили 2 996 миллионов тонн, из которых 2 074 миллиона (69 %) приходилось на долю Российской Федерации и 413 миллионов (14 %) на долю Украины. Выбросы в ЮВЕ составили 599 миллионов тонн.

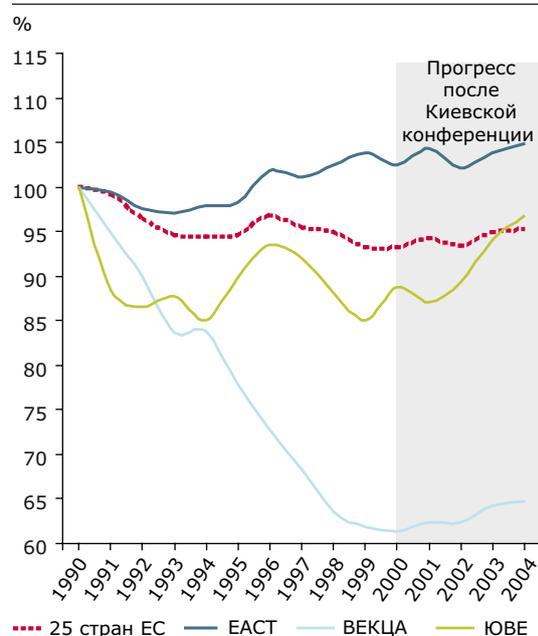
Для сравнения: доли общего количества выбросов ПГ в индустриальных странах, за исключением выбросов ПГ, связанных с сельским и лесным хозяйствами (LULUCF), в 2004 году составляли около 40 % для США, около 8 % для Японии и примерно по 4 % для Австралии и Канады (РКИК ООН).

Общее количество выбросов в ЕС сократилось примерно на 5 % в период между 1990 и 2004 годами. Сокращения в энергетическом, промышленном, аграрном и отходов перерабатывающем секторах были частично перекрыты увеличением выбросов от транспорта. Сокращение общего количества выбросов в ЕС в 1990-х годах произошло, главным образом, благодаря существенным снижениям показателей в новых странах-членах (в странах ЕС-10). Такие результаты, а также сокращение выбросов в тот же период в ЮВЕ и ВЕКЦА, объясняются, главным образом, внедрением рыночной экономики и последующей реструктуризацией или закрытием особо загрязняющих или энергоемких производств. В настоящее время экономика этих стран

восстановилась, и в течение нескольких последних лет наблюдается увеличение выбросов. Общее количество выбросов в странах ЕАСТ, за исключением Швейцарии, увеличилось в 1990-х годах в результате экономического роста.

CO₂, важнейший ПГ, составляет около 80 % общих выбросов ПГ. Производство и использование энергии, в том числе, в транспортном секторе, несомненно, является главным источником CO₂ во всей Европе: это причина до 80 % выбросов в странах ЕС-25. На долю транспорта приходится около 20 % выбросов, они значительнее в странах ЗЦЕ, чем в регионах ЮВЕ и ВЕКЦА (рисунок 3.5).

Рисунок 3.4 Тенденции изменения общего количества выбросов парниковых газов



Примечание:

Информация об общем количестве выбросов парниковых газов базируется на отраслевых отчетах по газам, главным образом, в соответствии с РКИК ООН. Отдельные страны предоставили не полную отчетность по некоторым газам, в основном, фторсодержащим и в нескольких случаях по N₂O. Ввиду относительно небольшого веса фторсодержащих газов в общем количестве выбросов ПГ, представленные в диаграмме тенденции все же должны достаточно точно отражать изменение общего количества выбросов парниковых газов в четырех регионах. Индекс 1990 = 100. Объем выбросов в миллионах тонн CO₂-эквивалента в 1990 году составлял: ЕС-25 – 5 231; ВЕКЦА – 4 630; ЮВЕ – 620; ЕАСТ – 106.

⁽⁶⁾ Данные в этом разделе предоставлены согласно следующему разделению стран на группы: ЕС-25 (страны-члены ЕС до 1 января 2007 года), ЕАСТ, ЗЦЕ (ЕС-25 + ЕАСТ), ВЕКЦА и ЮВЕ. Данные для этих групп стран представлены как среднеарифметический показатель, и между отдельными странами в группе возможны значительные различия. Кроме того, качество использованной информации различно, иногда ощущается нехватка данных и (или) временных рядов из некоторых стран. По возможности это указывается в сносках или в тексте.

⁽⁷⁾ Различные парниковые газы имеют различное воздействие на изменение климата. Для упрощения представления данных все газы выражены как соответствующее воздействие CO₂ (CO₂-эквиваленты).

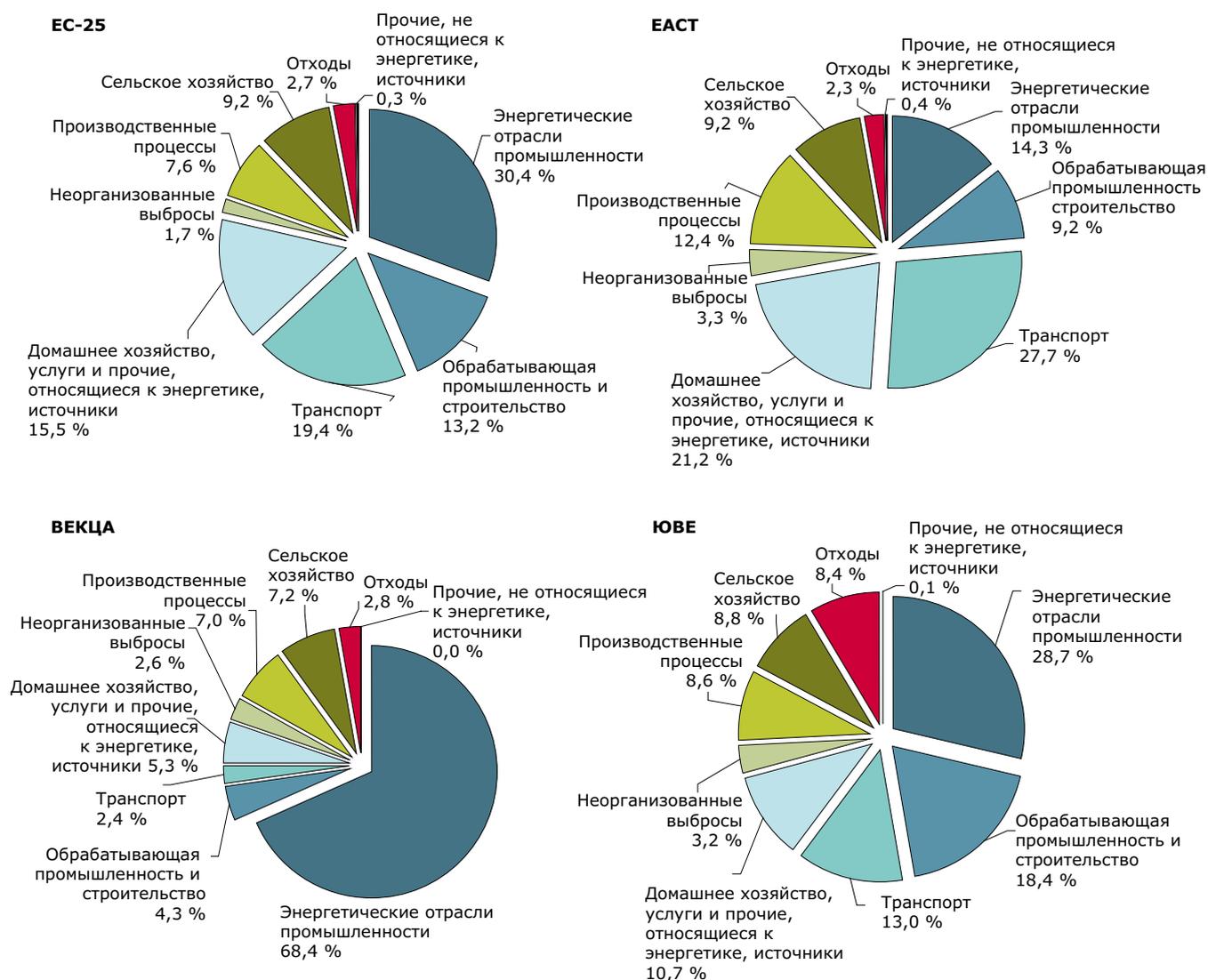
Выбросы на душу населения

Количество выбросов на душу населения значительно различается в европейских странах даже в пределах одного региона (рисунок 3.6). Это свидетельствует о том, что общая экономическая ситуация может и не быть единственным определяющим фактором. Сравнительно высокий уровень выбросов на душу населения в странах ВЕКЦА объясняется преобладающей долей выбросов Российской Федерации в суммарных выбросах стран ВЕКЦА.

Отраслевые выбросы

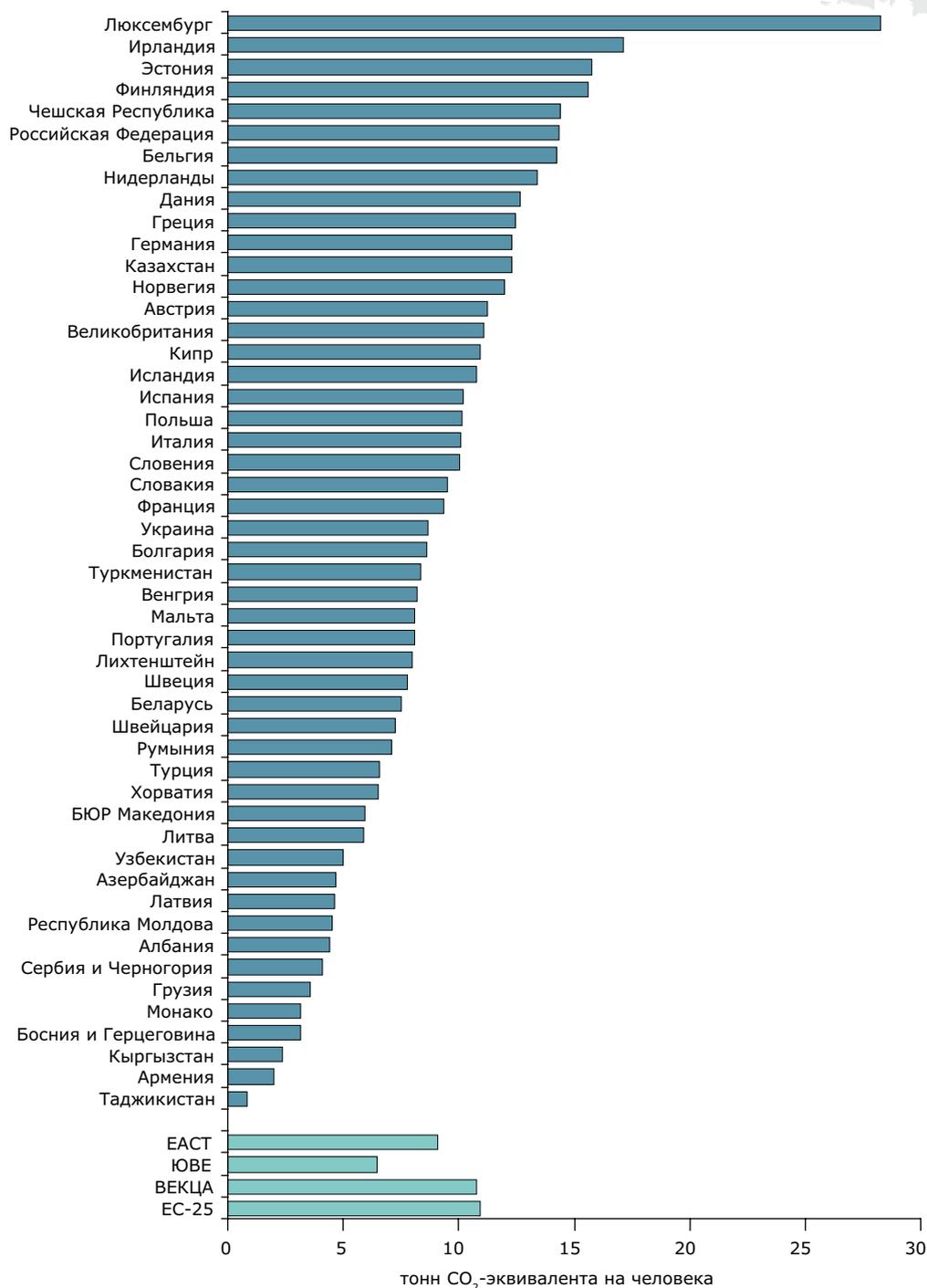
Выбросы в результате производства и использования энергии, за исключением транспорта, являются главным источником CO_2 , их доля составляет около 60 % общего количества выбросов ПГ в ЕС и ЮВЕ и около 80 % в ВЕКЦА. Доля выбросов энергетического сектора в странах ЕАСТ ниже (около 50 %), поскольку в энергетическом балансе этих стран высока доля гидроэнергии.

Рисунок 3.5 Доля общих выбросов парниковых газов по секторам в 2004 году



Примечание:

Отраслевые доли были подсчитаны с использованием данных по отраслям, имеющихся на время написания главы. Что касается стран ВЕКЦА, представленная в диаграмме информация по отраслям не может считаться полностью описывающей настоящее положение дел. Это объясняется, главным образом, неполными отчетными данными из Российской Федерации. Выбросы транспортных средств и неорганизованные выбросы не были представлены отдельно в их NC4, но, по-видимому, включены в раздел энергетической отрасли промышленности. Российская Федерация представила для РКИК ООН отчет по общегосударственной инвентаризации парниковых газов и таблицы CRF в январе 2007 года. Согласно CRF для 2004 года, неорганизованные выбросы составляют около 10 % общего количества выбросов парниковых газов. Не было предоставлено и отдельного отчета по транспорту. Поскольку доля Российской Федерации составляет более 2/3 общего количества выбросов в странах ВЕКЦА, доля неорганизованных выбросов в странах ВЕКЦА была бы ближе к 9–9,5 %. Объем выбросов в миллионах тонн CO_2 -эквивалента в 2004 году составил: ЕС-25 – 4 980; ВЕКЦА – 2 996; ЮВЕ – 599; ЕАСТ = 111.


Рисунок 3.6 Суммарные выбросы парниковых газов на душу населения в 2004 году

Примечание:

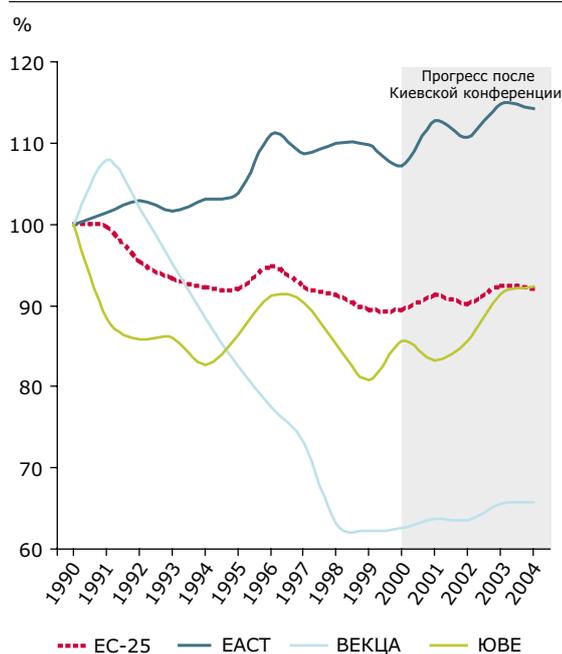
Информация об общем количестве выбросов основана на отраслевых отчетах по газам, главным образом в соответствии с РКИК ООН. Для некоторых стран, которым не были доступны данные по РКИК ООН или официальные данные, направленные страной непосредственно в ЕАОС, источником информации по выбросам CO₂ энергетического сектора было Международное энергетическое агентство (МЭА). Для некоторых из этих стран (Албания, Армения, Босния и Герцеговина, Сербия и Черногория) CH₄ и N₂O оценивались при помощи модели GAINS. В нескольких странах (Грузия, Кыргызстан, Республика Молдова, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан) N₂O не был оценен. Оценочные показатели по N₂O и CH₄ в последних трех странах (Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан) не были доступны. В результате, представленные в диаграмме данные об общем количестве выбросов парниковых газов на душу населения в этих странах занижены. Степень заниженности прямо пропорциональна объему невключенных количеств газа или газов. Таким образом, место страны в списке не обязательно позволяет сравнить положение в ней с другими, предоставившими официальные данные по газам или имеющими официальную оценку.

В 1990-х годах выбросы энергетического сектора сократились во всех регионах, кроме ЕАСТ, с наибольшим сокращением (около 40 %) в странах ВЕКЦА. Однако, за последние годы во всех регионах показатели выросли.

Более подробная информация по энергетическому сектору в разделе 7.3.

Выбросы транспорта составляют порядка 20 % общего количества выбросов ПГ в ЗЦЕ (около 27 % в ЕАСТ), 13 % в ЮВЕ и 2 % в ВЕКЦА⁽⁸⁾, причем, в этом секторе наблюдается наибольшее их увеличение в 1990-х годах; исключение – страны ВЕКЦА. Если не будут приняты адекватные меры, увеличение выбросов возможно во всех регионах.

Рисунок 3.7 Тенденция выбросов парниковых газов, связанных с энергетикой, исключая транспорт, за 1990–2004 годы



Примечание: Российская Федерация не предоставила отдельного отчета по выбросам транспорта ни в ее НС4, ни в последней «инвентаризации парниковых газов» по РКИК ООН в январе 2007 года. Видимо, выбросы транспортных средств включены в информацию по «энергетическим отраслям промышленности». Ввиду существенного влияния (2/3 общего количества выбросов ПГ) Российской Федерации на совокупный показатель стран ВЕКЦА, следует относиться осторожно к тенденциям, отраженным в диаграмме. Объем выбросов в миллионах тонн в CO₂-эквиваленте в 1990 году составил: ЕС-25 – 3 294; ВЕКЦА – 3 650 (включая транспорт Российской Федерации); ЮВЕ – 396; ЕАСТ – 47.

В транспортном секторе наибольшим источником выбросов является автотранспорт. Международный воздушный и морской транспорт не затрагивается Киотским протоколом и не включен в левый график на рисунке 3.8. Если выбросы международного морского транспорта оставались на одном уровне в период между 1990 и 2003 годами, то выбросы международной авиации выросли на 50 % (РКИК ООН, домашняя страница) и, по прогнозам, будут резко увеличиваться в ближайшие годы (European Commission, 2005a).

Более подробная информация по транспорту в разделе 7.2.

Выбросы от производственных процессов, без учета выбросов в результате использования энергии в производстве, составляют около 10 % общего количества выбросов ПГ в ЗЦЕ (7.6 % в ЕС и 12.4 % в ЕАСТ), 9 % в странах ЮВЕ и 7 % в странах ВЕКЦА. Главные причины: CO₂ в производстве цемента и извести, железа и стали; ГФУ вследствие потребления галоидуглеродов, главным образом, в холодильном оборудовании для кондиционирования воздуха, производства пенопластов и в качестве аэрозольных пропеллентов; N₂O от химической промышленности, производства жировых и азотных кислот.

Выбросы от производственных процессов в ЕС увеличились за последние годы и, по прогнозам, будут увеличиваться дальше (рисунок 3.8, правый график). Основные причины повышения выбросов в 2004 году, по сравнению с 2003-м, – увеличение производства цемента во Франции, Германии и Италии, возросшее использование ГФУ в холодильном и климатическом оборудовании в Германии и Италии (EEA Report No. 9/2006). Выбросы в ВЕКЦА и ЮВЕ также возросли за последние годы и, по прогнозам, эта тенденция сохранится. Например, в Турции выбросы увеличились на 69 % в период между 2000 и 2004 годами, несмотря на конструктивные улучшения, повысившие эффективность энергопользования в производстве стали и цемента (Turkey, NC1, 2007).

В выбросах ПГ сельского хозяйства доминируют закись азота (N₂O) из почв, в основном из-за применения минеральных азотных удобрений, и метан (CH₄) от кишечной ферментации крупного рогатого скота.

В 2004 году выбросы сельского хозяйства составляли в общем количестве около 9 % как в ЗЦЕ, так и в ЮВЕ, и примерно 7 % в странах ВЕКЦА.

Выбросы сельского хозяйства в ЕС-25 сократились на 13 % в период между 1990 и 2004 годами (рисунок 3.9, левый график) и предполагается снижение еще на 18–19 % к 2010 году. Сокращение применения минеральных удобрений и меньшее количество

⁽⁸⁾ Основано на имеющихся данных, но доля стран ВЕКЦА кажется слишком малой.



вносимых в почву органических удобрений должны снизить выбросы N_2O , а уменьшение поголовья крупного рогатого скота при увеличении его продуктивности поможет снизить выбросы CH_4 .

Выбросы ПГ при обработке отходов главным образом связаны с CH_4 в результате захоронения твердых отходов. Менее значительными источниками являются обработка сточных вод (CH_4 , N_2O) и сжигание мусора (в основном, CO_2).

В 2004 году доля выбросов обработки отходов в общем количестве составляла около 3 % как в ЗЦЕ, так и в ВЕКЦА, и примерно 8 % в ЮВЕ.

Выбросы ПГ при обработке отходов в ЗЦЕ заметно снизились за последние 10 лет (рисунок 3.9, правый график). Сокращению способствовало законодательство, ориентированное на уменьшение отходов, которые отправляются на свалки и требуют улавливания CH_4 , например, для применения в энергетике.

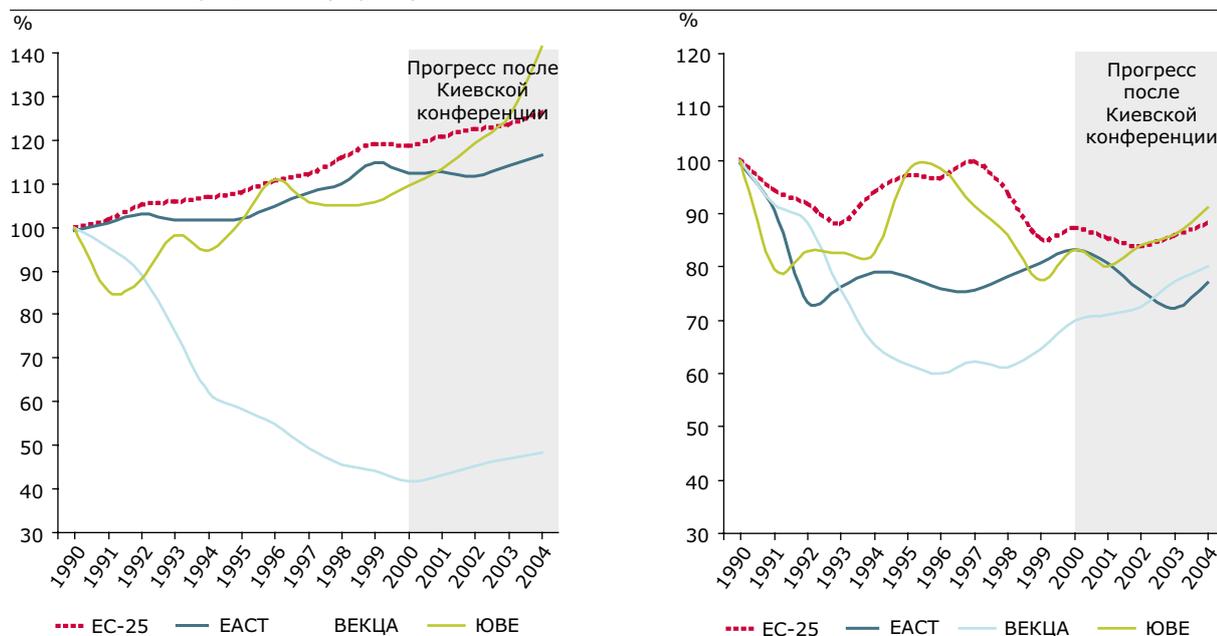
Выбросы при обработке отходов в ВЕКЦА и ЮВЕ увеличились в течение того же периода, зато в ЮВЕ такие выбросы, по-видимому, стабилизировались за последние годы.

3.4.2 Целевые показатели выбросов и прогнозы

Целевые показатели Киотского протокола

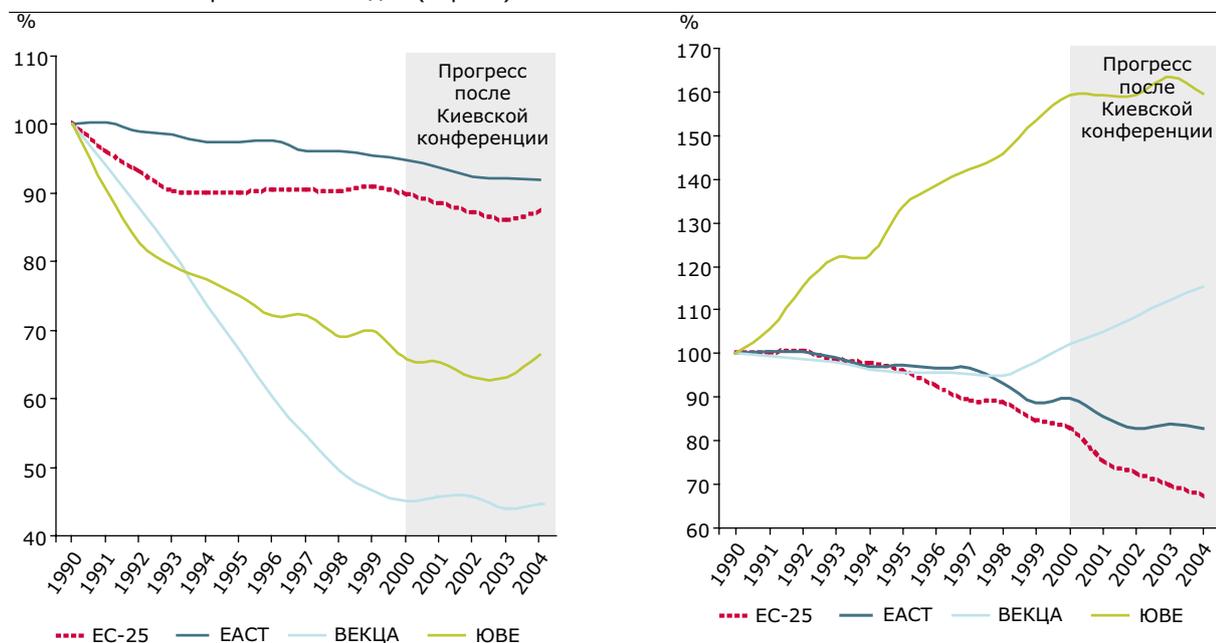
В 1992 году ООН приняла Конвенцию по изменению климата. Отдельный протокол к ней, Киотский, принят в 1997 году и вступил в силу 16 февраля 2005 года. Он устанавливает обязательные целевые показатели для промышленно развитых стран (Приложение Б), планирующих сокращение выбросов ПГ к 2008–2012 годам. Для стран ЕС-15 установлен совокупный целевой показатель сокращения выбросов, который объединяет отдельные обязательства стран-членов ЕС. Для достижения этого совокупного показателя страны-члены договорились достичь индивидуальных

Рисунок 3.8 Тенденции выбросов парниковых газов транспортными средствами (слева) и производственными процессами (справа)



Примечание:

Российская Федерация не предоставила отдельного отчета по выбросам транспорта ни в ее NC4, ни в последней «инвентаризации парниковых газов» по РКИК ООН в январе 2007 года. Видимо, выбросы транспортных средств включаются в «энергетические отрасли промышленности». Ввиду существенного влияния (т.е. 2/3 общего количества выбросов ПГ) Российской Федерации на совокупный показатель стран ВЕКЦА, следует относиться к тенденциям, отраженным в диаграмме, с большой осторожностью. Индекс 1990 = 100. Выбросы транспорта в миллионах тонн в CO_2 -эквиваленте в 1990 году составили: EC-25 – 768; ВЕКЦА – 137 (за исключением Российской Федерации); ЮВЕ – 55; EAC – 27. Диаграмма не включает выбросов международного транспорта (которые не являются предметом Киотского протокола; эти данные в отчетах стран представлены отдельно в виде примечания). Выбросы производственных процессов в миллионах тонн в CO_2 -эквиваленте в 1990 году составили: EC-25 – 431; ВЕКЦА – 268; ЮВЕ – 56; EAC – 18.

Рисунок 3.9 Тенденции выбросов парниковых газов сельскохозяйственным производством (слева) и обработкой отходов (справа)

Примечание: Индекс 1990 = 100. Выбросы сельского хозяйства в миллионах тонн CO₂-эквивалента в 1990 году составили: EC-25 – 524; ВЕКЦА – 495; ЮВЕ – 79; EACST – 11 и обработки отходов: EC-25 – 199; ВЕКЦА – 74; ЮВЕ – 32; EACST – 3.

целевых показателей для совместного выполнения обязательств, включенных в Решение совета 2002/358/ЕС. Целевые показатели для стран ЕС-15 и других европейских стран Приложения Б приведены в таблице 3.3.

К 1 января 2007 года 168 стран и одно региональное экономическое объединение (ЕС-15) ратифицировали Киотский протокол (РКИК ООН). Некоторые развитые промышленные страны с высоким объемом выбросов ПГ решили не ратифицировать протокол. Самый яркий пример из них – США, на долю которых в 2003 году приходилось 40 % общего количества выбросов ПГ в развитых промышленных странах; меньшую роль играет Австралия – 4 % от общего количества выбросов в 2004 году.

Выполнение всеми странами первоначальных обязательств по протоколу, включая США и Австралию, уменьшило бы общее количество выбросов шести ПГ в развитых промышленных странах на 5,2 % по сравнению с базовым уровнем – в 1990 году для большинства стран^(*). Поскольку не все развитые страны ратифицировали протокол, общий целевой показатель сокращения выбросов ниже, чем прогнозировалось в 1997 году. Согласно

существующей сегодня информации, сокращение выбросов, ожидавшееся в ратифицировавших протокол странах, сводится на нет увеличением выбросов промышленно развитых стран, которые не ратифицировали протокол.

Прогресс в достижении целевых показателей Киотского протокола

Страны Приложения Б к Киотскому протоколу недавно представили отчеты по прогнозам выбросов ПГ в своих четвертых национальных сообщениях по РКИК ООН. Есть прогнозы и для некоторых стран, не входящих в Приложение Б. В 2004 году совокупное количество выбросов ПГ стран-членов ЕС с совместным обязательством (ЕС-15) было на 0,9% ниже уровня базового года, причем, между 2003 и 2004 годами наблюдалось увеличение на 0,3 % (11,5 миллионов тонн CO₂-эквивалента). Необходимо снижение еще на 7,1 % (303 миллиона тонн CO₂-эквивалента) для достижения целевого показателя Киотского протокола. Для этого планируется внедрить дополнительные национальные стратегии и политические меры с использованием Киотских механизмов, таких как Механизм чистого развития (МЧР), Совместное осуществление (СО) и торговля разрешениями на выбросы (см. раздел 3.4.2). Страны-члены

(*) 1990 год не является базовым по CO₂ для следующих стран: Венгрия (средние показатели 1985–1987 годов), Польша (1988 год), Словения (1986 год), Болгария (1988 год) и Румыния (1989 год), в качестве исходного года по фторсодержащим газам страны выбрали 1995-й, за исключением Финляндии (1990 год) и Франции (1990 год).



Таблица 3.3 Целевые показатели (обязательства) по сокращению выбросов для промышленно развитых стран (Приложение Б) согласно Киотскому протоколу на 2008–2012 годы

Страна	Целевой показатель (%)
ЕС-15	- 8
Беларусь*	- 8
Болгария	- 8
Хорватия**	- 5
Чешская Республика	- 8
Эстония	- 8
Венгрия	- 6
Исландия	+ 10
Латвия	- 8
Лихтенштейн	- 8
Литва	- 8
Монако	- 8
Норвегия	+ 1
Польша	- 6
Румыния	- 8
Российская Федерация	0
Словакия	- 8
Словения	- 8
Швейцария	- 8
Украина	0

* Беларусь: предложено дополнение на Второй конференции сторон в Найроби. Ожидается ратификация другими сторонами.

** Хорватия: не ратифицировано по состоянию на январь 2007 года.

Примечание: Обязательства относятся к базовому году, обычно 1990-му.

предполагают достичь сокращения более чем на 100 мегатонн CO₂-эквивалента в год благодаря применению Киотских механизмов (ЕЕА, 2006).

Восемь новых стран-членов ЕС, которые имеют обязательства по Киотскому протоколу (за исключением Словении) успешно продвигаются к достижению своих целевых показателей, в некоторых случаях даже перевыполняя обязательства к 2010 году, за счет реализации национальных стратегических и политических мер. Словении для достижения целевого показателя необходимо использовать дополнительные стратегические и политические меры и включить в них поглощение CO₂ при изменении землепользования и в лесном хозяйстве.

Страны ЕАСТ Норвегия и Швейцария предполагают, что они не смогут достичь своих киотских целей.

Страны ЮВЕ и ВЕКЦА, имеющие киотские цели, – Российская Федерация, Украина, Болгария и Румыния – по всей вероятности, достигнут своих целевых показателей по Киотскому протоколу. Беларусь, предложившая дополнить Приложение Б своим обязательством по сокращению выбросов на 8 %, также планирует сократить выбросы ПГ.

«Послекиотские» цели

Киотский протокол является лишь первым шагом к достижению основной цели РКИК ООН: стабилизации содержания парниковых газов в атмосфере на таком уровне, чтобы предотвратить опасное вмешательство в климатическую систему на протяжении периода времени, необходимого экосистемам для естественной адаптации к изменению климата, для устранения угрозы производству продуктов питания и обеспечения экономического развития на принципах устойчивости (РКИК ООН).

В качестве долгосрочной цели ЕС предложил ограничить повышение глобальной температуры максимум на 2°C по сравнению с доиндустриальным уровнем. Для этого ЕС предлагает сократить общемировые выбросы на 15–50 % к 2050 году относительно уровня 1990 года. ЕС считает, что для развитых стран это может означать сокращение на 15–30 % к 2020 году и на 60–80 % – к 2050 году. Чтобы это стало реальностью, новые промышленно развитые и (или) развивающиеся страны, помимо стран Приложения Б, должны позаботиться о сокращении своих выбросов ПГ⁽¹⁰⁾.

Более того, Европейская Комиссия предложила комплекс стратегических и политических мер для создания новой энергетической стратегии Европы и борьбы с изменением климата, для усиления энергетической безопасности и конкурентоспособности ЕС. Комплексный пакет мер, содержащий амбициозные задачи относительно выбросов парниковых газов, был представлен 10 января 2007 года. Еврокомиссия пыталась добиться, и в значительной мере ей удалось, одобрения предложений по энергетике и изменению климата на весеннем заседании Европейского совета министров 9 марта 2007 года; дальнейшая разработка законодательства планируется на основе решений Совета.

Со встречи по РКИК ООН (COP11/MOP1) в Монреале в декабре 2005 года начался процесс дальнейшего совершенствования способов снижения выбросов во всех странах Конвенции и учреждения второго периода выполнения обязательств всеми развитыми

⁽¹⁰⁾ Council conclusions 10 March 2006 (7225/06).

Рисунок 3.10 Относительные расхождения (перевыполнение или невыполнение) между прогнозами и целевыми показателями на 2010 год



Перевыполнение (-) или невыполнение (+) соответствующих целевых показателей выбросов в процентах по отношению к выбросам в исходном году

Примечание: Отрицательное число означает, что киотский показатель предполагается достичь (или перевыполнить). Положительное число показывает, что не прогнозируется достижение (невыполнение) киотского показателя страной. Данные основаны на прогнозах, представленных странами до 6 июня 2006 года (за исключением России и Украины). Прогнозы включают (если были доступны такие данные) ожидаемую эффективность намеченных, но еще не реализованных, внутренних стратегических и политических мер, использование киотских механизмов и абсорбции углерода. Исключения – Норвегия, Лихтенштейн, Польша, Исландия и Литва. Норвегия и Лихтенштейн планируют достичь своих целевых показателей через применение киотских механизмов.

Источники: EEA report No. 9/2006: Greenhouse gas emissions trends and projections in Europe 2006; Ukraine's report on Demonstrable Progress Under the Kyoto Protocol, 2006; Draft of NC4 of the Russian Federation for the Articles 4 and 12 of the UNFCCC and article 7 of the Kyoto Protocol, 2006.

странами. Процесс продолжился во время встречи COP12/MOP2 в Найроби и будет развиваться на будущих встречах COP/MOP.

Некоторые страны в своих национальных сообщениях информировали о долгосрочных прогнозах, вплоть до 2020 года. За немногими исключениями, эти прогнозы предполагают увеличение выбросов после 2010 года, что свидетельствует о сосредоточении программ по

сокращению выбросов лишь на целевых показателях Киотского протокола. То есть, для достижения долгосрочных целей предстоит внедрять новые перспективные стратегии.

3.5 Уменьшение воздействия на климат

Национальные программы, включающие политику и меры по снижению выбросов ПГ, были внедрены в основном для достижения целевых показателей Киотского протокола в странах Приложения Б. Помимо национальных мер, для достижения этих показателей возможно применение гибких механизмов Киотского протокола, включая использование абсорбции углерода. Большинство национальных действий, реализованных в странах ЕС, основаны на стратегических и политических мерах, координируемых ЕС.

3.5.1 Национальные стратегии

В этом разделе рассматриваются стратегии и меры по уменьшению выбросов, предпринимаемые внутри стран. Меры по сокращению выбросов в других странах (Киотские механизмы) обсуждаются в следующем разделе. Существует возможность комплексного решения проблем изменения климата вместе с другими экологическими проблемами, такими, как загрязнение воздуха, например, но этот раздел посвящен специфическим мероприятиям по снижению выбросов ПГ.

Меры по снижению выбросов ПГ необходимо принимать во всех секторах экономики. Они могут быть направлены как на отдельный сектор, так и на несколько сразу. Примером политического инструмента, сосредоточенного на одном секторе, является прямое регулирование выбросов от определенного типа продукции. Например, европейские, японские и корейские производители легковых автомобилей, продаваемых в ЕС, взяли на себя обязательства снизить выбросы CO₂ от новых машин. Более обобщенным инструментом является замена налога на CO₂ на ископаемое топливо в некоторых странах-членах ЕС на Схему торговли квотами на выбросы углекислого газа (СТВ), которая касается одновременно многих энергетических и промышленных установок.

Поскольку энергетика и транспорт являются самыми крупными источниками выбросов ПГ, необходимо уделить особое внимание разработке для них программ по уменьшению выбросов. Успешные примеры применения таких программ есть в энергетическом секторе, меньше успехов – в



транспортном. Опыт создания программ в странах ВЕКЦА и ЮВЕ свидетельствует о наличии большого потенциала для улучшения эффективности энергопользования (см. раздел 7.3, Энергетика).

В качестве примеров стратегических и политических мер по снижению выбросов ПГ в производственных процессах, в том числе фторсодержащих газов ⁽¹¹⁾, можно привести меры по снижению выбросов N₂O при производстве адипиновой и азотной кислот, использование альтернатив ГФУ в холодильном и климатическом оборудовании; модернизацию сталелитейной и цементной промышленности, например, в Турции и Украине. Прямое регулирование и добровольные соглашения используются во многих странах как основные инструменты экологической политики для сокращения выбросов. Например, в июне 2006 года ЕС предложил законопроект по фторсодержащим газам и передвижным системам кондиционирования воздуха (European Parliament and Council 2006a; 2006b) для дальнейшего снижения выбросов фторсодержащих газов.

В аграрном секторе сокращение использования минеральных удобрений и уменьшение внесения органических удобрений в почву должны сократить выбросы N₂O, в то же время происходящее в ЕС сокращение поголовья крупного рогатого скота и увеличение его продуктивности помогает снизить выбросы CH₄.

Значительное уменьшение поголовья скота и использования удобрений в сельском хозяйстве во многих странах ВЕКЦА, ЮВЕ и ЕС-10, в результате политических преобразований с 1990 года, является главными факторами сокращения выбросов в сельскохозяйственном секторе в этих регионах.

Технологические изменения, повышение экономической эффективности, реализация Директивы ЕС по нитратам и реформы аграрной политики ЕС способствовали сокращению в ЕС выбросов от сельскохозяйственного производства.

Использование менее энергоемких сельскохозяйственных культур и сокращение более энергоемких помогают снизить выбросы ПГ (например, в Украине).

Существенное снижение выбросов CH₄ при обращении с отходами может быть достигнуто путем сокращения захоронений отходов и обязательной переработки CH₄ с мусорных свалок, например, для производства энергии. Это хорошая перспектива для развития весьма эффективной экономической деятельности.

В бывшей югославской Республике Македония и Украине предполагается с 2000 по 2010 год небольшое снижение выбросов при обращении с отходами, во всех других странах ЮВЕ и ВЕКЦА прогнозируется их увеличение, что свидетельствует о существующем потенциале для снижения выбросов ПГ. В ЕС, благодаря Директиве о свалках, выбросы CH₄ сократились примерно на 25 % в период между 1990 и 2004 годами. В ЕС прогнозируется дальнейшее снижение выбросов вследствие увеличения использования CH₄ для производства энергии и перехода от сжигания отходов, поддающихся биологическому разложению, к компостированию или анаэробной очистке.

3.5.2 Киотские механизмы

Киотский протокол предлагает три гибких механизма: проекты совместного осуществления (СО), механизм чистого развития (МЧР) и международная торговля квотами на выбросы, – стороны при определенных обстоятельствах могут использовать их в качестве дополнения к национальным мерам выполнения своих обязательств. Кроме того, приветствуется распространение схем зеленых инвестиций (СЗИ), хотя протокол на них не настаивает. Такие схемы включают торговлю единицами установленного количества (ЕУК) и проекты снижения выбросов, что приводит к общему улучшению состояния окружающей среды, в отличие от торговли разрешениями на выбросы. Схема ЕС торговли квотами на выбросы, представленная в 2005 году и базирующаяся на Киотских механизмах, позволяет ее операторам в пределах ЕС использовать кредиты, созданные СО или МЧР вплоть до максимума, определяемого отдельной страной-членом.

Совместное осуществление

В соответствии со Статьей 6 Киотского протокола, страны Приложения Б могут инвестировать в проекты совместного осуществления (СО), которые создают единицы сокращения выбросов (ЕСВ) путем сокращения выбросов ПГ или увеличения удаления углерода абсорбцией (изменения в землепользовании и лесном хозяйстве) в других странах Приложения Б. Любой такой проект требует одобрения вовлеченных стран и должен привести к сокращению выбросов, которые иным путем сократить невозможно. Созданные ЕСВ переходят к инвестирующей стране, которая может использовать их для выполнения своих обязательств по сокращению выбросов. ЕСВ могут действовать только в течение периода обязательств (2008–2012 годы).

Механизм СО предоставляет странам, испытывающим трудности в достижении целевых показателей по

⁽¹¹⁾ Фторсодержащие газы – это группа парниковых газов, содержащих фтор и характеризующихся очень большим потенциалом усиления глобального потепления.

Киотскому протоколу, возможность финансировать проекты, ориентированные на сокращение выбросов ПГ в других странах, имеющих целевые показатели по Киотскому протоколу. Затраты на уменьшение воздействия ПГ в таких странах, например, в энергетическом секторе, предположительно будут ниже, чем в Западной Европе. Кроме того, многие из этих стран нуждаются в инвестициях в энергетический сектор. Таким образом, это перспективная взаимовыгодная ситуация.

В принципе, есть два пути создания проекта СО. Путь I предполагает, что принимающая страна сама может решить, каким образом осуществлять мониторинг, проверять и выдавать ЕСВ. Чтобы получить полномочия на осуществление этого, страна должна обеспечить определенные условия. Одно из них – наличие национальной системы инвентаризации и отчетности по снижению ПГ. Путь II предполагает, что проекты должны пройти обязательную международную аттестацию, соответствующую РКИК ООН. В этом случае специальный наблюдательный комитет СО должен проверить созданные ЕСВ.

Некоторые страны-члены ЕС уже создали организационные структуры и распределили государственное финансирование проектов СО. Например, Румыния и Болгария подписали Меморандум о взаимопонимании с несколькими странами-членами ЕС (ЕЕА, 2006). Страны ВЕКЦА, Беларусь и Украина, информируют о начале процесса создания проекта СО, направленного на получение полномочий для его осуществления путем I.

Механизм чистого развития

Согласно Статье 12 Киотского протокола, страны Приложения Б могут использовать механизм чистого развития (МЧР) для инвестиций в проекты по снижению выбросов ПГ в развивающихся странах (страны, не входящие в Приложение I). В зависимости от достигнутого сокращения выбросов, выдаются единицы сертифицированного сокращения выбросов (ССВ), которые страны Приложения Б могут использовать для выполнения своих обязательств. Проекты МЧР, как и СО, должны способствовать сокращению выбросов, которое другим путем не было бы достигнуто. Их дополнительная цель – содействие устойчивому развитию в принимающей стране путем предоставления современных технологических решений.

Проекты МЧР по сокращению выбросов в большинстве случаев предположительно менее затратны, чем многие национальные стратегии и

политические меры. Многие европейские страны, которые не в состоянии достичь киотских целевых показателей, а также Япония и, возможно, Канада рассчитывают частично использовать МЧР для их достижения. В связи с тем, что странам ЮВЕ и ВЕКЦА, не входящим в Приложение Б, необходимы инвестиции, в частности, в энергетический сектор, здесь имеется большой потенциал для МЧР. В последние годы странам ВЕКЦА была предложена финансовая и техническая поддержка, в том числе, финансирование через программу TACIS для укрепления их потенциальной возможности стать принимающими странами в проектах МЧР. В результате, улучшилась организационная структура, определились возможные будущие проекты и даже были случаи подписания меморандумов о взаимопонимании между странами ЕС и ВЕКЦА. Однако, к началу 2007 года Исполнительным комитетом МЧР зарегистрировано незначительное количество проектов, где страны ВЕКЦА выступают в качестве принимающей стороны (см. вставку 3.3).

Многие проекты МЧР мелки по масштабу, что может препятствовать желаемому их распространению. Поэтому внедряются специальные процедуры для «связывания» таких малых проектов и уменьшения их административных издержек.

Международная торговля квотами на выбросы

Статья 17 Киотского протокола позволяет странам Приложения Б передавать друг другу единицы установленного количества (ЕУК) посредством торговли квотами на выбросы. Страны, которые достигли сокращения выбросов сверх целевых показателей по Киотскому протоколу, имеют право продавать излишки ЕУК.

В Российской Федерации и Украине было относительно большое количество выбросов в 1990 году: Российская Федерация – 2 961 миллионов тонн CO_2 -эквивалента (ссылка: NC4) и Украина – 925 миллионов тонн (ссылка: Report on demonstrable progress), информация из обеих стран без учета выбросов, связанных с изменением землепользования (LULUCF) ⁽¹²⁾. Затем, в первой половине 1990-х годов, выбросы сократились вследствие реструктуризации экономики и спада экономической активности. Хотя экономика с того времени восстановилась, выбросы Российской Федерации и Украины, по прогнозам, будут намного ниже их целевых показателей по Киотскому протоколу (обязались сохранить выбросы ПГ на уровне 1990 года). Их суммарный излишек по сравнению с целевыми показателями Киотского протокола составит к 2010 году примерно 1 100

⁽¹²⁾ Изменения в землепользовании и лесном хозяйстве.



Вставка 3.3 Механизм чистого развития (МЧР) – благоприятная возможность для реализации взаимовыгодных проектов

Использование механизма чистого развития (МЧР) было предусмотрено в Киотском протоколе для привлечения инвестиций из индустриальных стран в экологически благоприятные технологические системы развивающихся стран. Полученное в результате сокращение выбросов ПГ страны-инвесторы могут использовать для достижения своих целевых показателей по Киотскому протоколу.

Была создана отдельная организация с исполнительным комитетом и несколькими группами экспертов для решения вопросов по методологии мониторинга, способам аккредитации и малым проектам. Эта организация и администрирование предназначены контролировать создание единиц ССВ в ходе проекта.

Обязательные этапы проекта МЧР:

1. разработка проекта;
2. официальное одобрение принимающей и инвестирующей сторон;
3. утверждение и регистрация деятельности по проекту;
4. внедрение и мониторинг;
5. проверка и сертификация;
6. выдача и распределение единиц ССВ.

Для малых проектов предусмотрена упрощенная схема формальных процедур: упрощенная документация по проектной разработке, методология определения базового уровня, планы мониторинга и отчисления средств для проведения анализа воздействия на окружающую среду. Период регистрации также сокращен, и тот же назначенный оперативный орган (НОО) может утвердить, проверить и сертифицировать сокращение

выбросов (РКИК ООН). Кроме того, можно объединить мелкомасштабные проекты для еще большего сокращения административных издержек.

Во избежание создания дополнительных экологических проблем, описание проекта МЧР должно содержать оценку воздействия на окружающую среду.

Проекты МЧР могут создавать ЕСВ с января 2000 года, и они могут накапливаться для использования в течение первого периода обязательств (2008–2012). Правилами МЧР разрешены только определенные типы проектов по стокам – лесонасаждение и лесовозобновление – и не допускается превышение выбросов в базовом году более, чем на 1 %. Страны не имеют права использовать сокращение выбросов по проектам атомной энергетики для достижения целевых показателей по Киотскому протоколу.

К 1 января 2007 года Исполнительный комитет МЧР зарегистрировал 472 проекта. Прогнозируется, что они создадут, по меньшей мере, 700 миллионов ССВ (тонн CO₂-эквивалентов) до конца 2012 года. Ведущими принимающими странами по количеству проектов являются Индия – 29,9 %, Бразилия – 18,6 % и Мексика – 15,3 %. Китай, доля которого составляет 43 %, несомненно, добился самых больших успехов по количеству созданных ССВ.

Учитывая необходимость и потенциал, например, более эффективного энергопользования в странах ВЕКЦА и ЮВЕ, применение МЧР в Европе, безусловно, приводит к взаимовыгодным результатам. Тем не менее, на 1 января 2007 года было зарегистрировано только пять проектов МЧР, в которых страны ВЕКЦА и ЮВЕ являются принимающими сторонами.

Таблица 3.4 Проекты МЧР, в которых страны ВЕКЦА и ЮВЕ являются принимающими сторонами, по состоянию на 1 января 2007 года

Обозначение	Принимающая сторона	Вторая сторона	Сокращения CO ₂ -эквивалента тонн/год	Суть
Проект 0452 11/09/06	Армения	Дания	62 832	Улавливание и сжигание метана при обработке птичьего помета
Проект 0173 29/01/06	Республика Молдова	Нидерланды	11 567	Энергосбережение
Проект 0159 20/01/06	Республика Молдова	Нидерланды	17 888	Отопление биомассой
Проект 0160 20/01/06	Республика Молдова	Нидерланды	17 888	Отопление биомассой
Проект 0069 28/11/05	Армения	Япония	135 000	Улавливание испарений газа со свалок мусора

миллионов тонн. Поэтому Российская Федерация и Украина и, в меньшей степени, некоторые страны ЮВЕ, вероятно, будут иметь излишек квот на выбросы для продажи в 2008–2012 годах. Кроме того, если Казахстан ратифицирует Киотский протокол, а изменение, предложенное на второй встрече Сторон Киотского протокола (COP12/MOP2) в Найроби относительно Беларуси, вступит в силу, то появится дополнительное количество квот.

После обсуждений в Марракеше некоторым странам разрешено засчитывать выбросы лесного хозяйства в общий объем по исходному году, следовательно, – в разрешения на выбросы на 2008–2012 годы. Таким образом, число квот для международной торговли увеличится. Российская Федерация, например, имеет право засчитывать около 120 миллионов тонн CO₂-эквивалента ежегодно в течение первого периода обязательств за счет лесного хозяйства.

Схемы зеленых инвестиции (СЗИ)

Активная торговля квотами на выбросы, взамен национальных мер, не всегда приводит к сокращению выбросов ПГ в течение первого периода обязательств, так как продающая квоты страна не обязана вкладывать приобретенные средства в сокращение выбросов ПГ. Поэтому «зеленые» инвестиционные схемы СЗИ были предложены для фактического снижения выбросов ПГ как альтернатива международной торговле квотами на выбросы по Киотскому протоколу. Полученная в результате продажи единиц установленного количества прибыль инвестируется в программы, которые включают один или несколько проектов по снижению выбросов ПГ. Преимуществом является то, что средства СЗИ, помимо финансирования конкретных проектов снижения выбросов, могут использоваться на укрепление потенциала управления природопользованием и создание систем инвентаризации и отчетности.

Российская Федерация представила эту концепцию на официальных переговорах по РКИК ООН в 2002 году, а Румыния недавно провела исследования по использованию (СЗИ) (Romania, NC4). Беларусь на (COP12/MOP2) в Найроби заявила, что, при условии вступления в силу предложенного изменения по включению Беларуси в Приложение Б Киотского протокола, она будет инвестировать доходы от продажи избытков установленных количеств в проекты по сокращению выбросов.

3.6 Адаптация к изменению климата

Изменение климата предположительно будет влиять на большинство секторов экономики и природные ресурсы даже при резком сокращении выбросов парниковых газов. То есть, кроме стратегии сокращения выбросов, необходима стратегия адаптации. Адаптация подразумевает применение политических мер, практические действия и проекты, которые могут либо смягчить ущерб, либо, в некоторых особых случаях, реализовать преимущества климатических изменений.

Мероприятия по адаптации

Очевидно, что адаптация необходима на всех уровнях. На глобальном уровне на конференции по РКИК ООН в 2004 году договорились о разработке пятилетней структурированной рабочей программы по научным, техническим и социально-экономическим аспектам влияния, уязвимости и адаптации к изменению климата. Более того, РКИК ООН и Киотский протокол инициировали создание нескольких специальных фондов для решения проблем адаптации в развивающихся странах, – наиболее уязвимых и с низким потенциалом для адаптации.

На уровне ЕС необходимость подготовки и адаптации к последствиям воздействия неизбежных климатических изменений в различных секторах общества была подчеркнута к примеру, Советом по окружающей среде в 2005 году. Проблема адаптации является межсекторальной и международной, поэтому вторая фаза Европейской программы по изменению климата (ЕПИК), начавшаяся в октябре 2005 года, включает рабочую программу по адаптации к изменению климата. ЕПИК аргументирует необходимость масштабной деятельности по адаптации по всей Европе, хотя конкретные мероприятия фактически будут проходить на региональном и местном уровнях. В рамках ЕПИК в первом полугодии 2006 года состоялись встречи заинтересованных сторон из многих секторов и стран; они подтвердили необходимость вовлечения широкого спектра отраслей и организаций в обсуждение вопросов адаптации к изменению климата. Итоги программы опубликованы Европейской Комиссией в «Зеленый документ» в июне 2007 года (European Commission, 2007).

На национальном уровне страны-члены признают необходимость адаптационной стратегии, о чем



свидетельствуют их национальные сообщения по РКИК ООН. Некоторые страны, например, Финляндия, уже разработали национальную стратегию адаптации; другие находятся в процессе ее разработки, например, Дания, Германия, Нидерланды и Великобритания. Во многих странах, в частности, в Швейцарии, адаптационные меры запланированы или внедряются в контексте предотвращения опасных природных явлений, охраны окружающей среды и устойчивого управления ресурсами (ЕЕА, 2005). Более того, многие страны-члены ЕС инициировали научно-исследовательские проекты и программы по уязвимости к изменению климата и адаптации. Но немало и таких стран, которые еще не начали реализовать национальную стратегию адаптации. Это объясняется несколькими причинами, включая тот факт, что они уделяют большее внимание смягчению воздействия на изменение климата, а также неопределенностью в отношении будущего влияния изменения климата, и довольно низким уровнем осознания уязвимости.

Большинство стран ЮВЕ и ВЕКЦА весьма обеспокоены данной проблемой, о чем свидетельствуют предложения адаптационных мер в их национальных сообщениях и обзорном докладе о реализации Конвенции Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием (КБО ООН). Предлагаются различные меры, в частности, в аграрном секторе, из-за его важности для экономик этих стран. Многие из них связаны со снижением риска опустынивания и засоления. Большинство сосредотачивается на создании или улучшении ирригационных систем в связи с прогнозами сокращения осадков, например, в Армении, Румынии, Российской Федерации, Таджикистане и Узбекистане. Предложены также изменения в управлении растениеводческими хозяйствами, – использование альтернативных типов сельскохозяйственных культур и реализация новых потенциальных преимуществ. Российская Федерация, например, отметила в недавнем NS4 возможность использования новых территорий в центральной и северной России, которые, в результате изменения климата, должны стать более пригодными для растениеводства.

Вода

Предложены различные адаптационные меры для водного сектора, чаще всего их цель – решение проблем нехватки воды (ЕЕА, 2007). Меры, предложенные почти всеми странами, заключаются в рациональном водопользовании, снижении утечек воды и улучшении систем оборотного водоснабжения. Реже предлагается изменение образа жизни, например, Румынией, и перенаправление водных потоков – Узбекистаном.

Различные страны, в том числе Беларусь, Венгрия, Нидерланды и Швейцария, предлагают мероприятия по борьбе с наводнениями, что часто связано с территориальным планированием. Например, это создание изолированных участков на низменностях в Нидерландах для ограничения территории, которой может угрожать наводнение, и определение затопляемых областей в Венгрии. Различные страны предложили мероприятия по борьбе с береговой эрозией, наводнениями и заболачиванием прибрежных низменностей, а также с проникновением соленой воды из-за повышения уровня моря. Есть предложения о создании качественных мониторинговых сетей в Турции, об изменении планирования дамб, гаваней и других строений в Исландии, об усилении защиты прибрежных территорий в Бельгии и Нидерландах, об улучшении состояния окружающей среды морского побережья.

Биологическое разнообразие

Хотя положения об изменении климата не включены в Директивы ЕС о местах обитания и о птицах, про необходимость адаптационных мер говорилось в сообщении Европейской Комиссии 2006 года о биологическом разнообразии.

Были предложены и (или) запланированы различные меры как на европейском, так и на национальном уровнях для содействия адаптации природы к изменению климата. Примеры:

- обмен информацией о серьезности проблемы изменения климата между экспертами по биологическому разнообразию и (или) природоохранными организациями;
- снижение неклиматического давления на биоразнообразие, например, вследствие изменений землепользования;
- развитие и расширение сетей охраняемых территорий, таких как «Натура 2000» в ЕС;
- соединение охраняемых территорий экологическими коридорами, определение дополнительных территорий за пределами охраняемых, которые бы помогали миграции видов;
- объединение и приведение в соответствие стратегий биологического разнообразия с другими стратегиями.

Различные страны ЮВЕ и ВЕКЦА обеспокоены уязвимостью своих природных систем к изменению климата, особенно если это приводит к деградации земельных ресурсов или опустыниванию.

Предложения по адаптации включает в себя создание качественной мониторинговой сети в Албании и Грузии, учет климатических изменений при планировании освоения природы в Беларуси, изменение менеджмента в Российской Федерации, создание новых природных зон в виде «экологических коридоров» в Кыргызстане.

Здоровье человека

Различные страны также сформулировали стратегию адаптации здоровья человека к изменению климата. Стратегические планы предполагают совершенствование мониторинга уязвимости населения в Армении и Франции, улучшение питьевой воды в Албании.

В целом, адаптационные меры на данный момент определены и реализованы хуже, чем меры по уменьшению воздействия на климат. Хотя мероприятия будут реализовываться на национальном и местном уровне, предполагается участие ЕС и ЕЭК ООН, например, для приведения в соответствие различных инициатив и предложений. Недавно начали работу несколько научно-исследовательских программ на европейском уровне по адаптации к изменению климата, они должны способствовать определению и реализации адаптационных мер.