

## 5. Загрязнение воздуха

Выбросы закисляющих и эвтрофирующих веществ и предшественников озона в приземном слое атмосферы значительно уменьшились с 1990 г., в частности, в Центральной и Восточной Европе и 12 странах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии (ВЕКЦА) в результате реструктуризации экономики. Снижение уровня выбросов в Западной Европе обусловлено главным образом переходом на другие виды топлива, очисткой отходящих газов и внедрением трехступенчатых каталитических установок на легковых автомобилях.

В результате этого большинство европейских экосистем в настоящее время защищено от дальнейшего кислотания, но отстают ряд подверженных риску районов с горячими точками кислотания, особенно в Центральной Европе. Эвтрофикация остается серьезной проблемой для больших незащищенных территорий в Европе, особенно, в западных регионах Европы, а также в Центральной и Восточной Европе. Более того, большая часть контролируемой растительности и сельскохозяйственных культур в Западной Европе, а также в Центральной и Восточной Европе подвержена воздействию озона при концентрациях, превышающих целевые уровни по долгосрочным обязательствам Европейского союза.

Загрязнение воздуха остается проблемой для большинства городов. Долгосрочная средняя концентрация озона в приземном слое атмосферы продолжает расти, несмотря на то, что краткосрочные пиковые концентрации снижаются. Воздействие твердых частиц может представлять самую большую связанную с загрязнением воздуха потенциальную опасность для здоровья в крупных городах. Хотя концентрация твердых частиц в воздухе снижается с начала мониторинга, значительная часть городского населения испытывает влияние концентрации, превышающей предельные уровни. Соприкосновение с двуокисью азота и двуокисью серы при концентрациях, превышающих предельные значения, снизилось с 1990 г. и ожидается дальнейшее значительное снижение. Это снижение в большей степени привлечет внимание к городам в странах ВЕКЦА, где загрязнение воздуха продолжает оставаться серьезной проблемой и требуется внедрение более совершенных методов, мониторинга и оценок.

Базовый прогноз на 2010 г. предполагает, что хотя соприкосновение с озоном приземного слоя атмосферы при концентрациях, превышающих пороговые уровни ЕС, уменьшится почти во всех западноевропейских, а также центрально-европейских и восточноевропейских городах, тем не менее, маловероятно, что будут достигнуты целевые уровни. Аналогичным образом, концентрация твердых частиц останется выше предельных значений. Доля городского населения, подвергаемая воздействию двуокиси азота в воздухе в концентрациях, превышающих самые строгие предельные значения, снизится примерно наполовину по сравнению с 1995 г., а превышение пороговой величины для двуокиси серы будет наблюдаться только в странах ВЕКЦА.

Базовый прогноз на 2010 г. также предполагает, что реструктуризация экономики и переход на более чистые виды топлива позволят Российской Федерации и западным странам ВЕКЦА выполнить свои обязательства по предельным уровням выбросов. Внедрение законодательства ЕС в Центральной и Восточной Европе позволит странам этого региона достичь предельных уровней выбросов всех загрязнителей воздуха, кроме аммиака. В Западной Европе для достижения национальных предельных уровней выбросов окислов азота, летучих органических соединений и аммиака, понадобятся помимо действующих правовых норм дополнительные меры.

Те же прогнозы предполагают, что общая территория экосистем, защищенных от дальнейшего кислотания, увеличится и охватит почти всю площадь экосистем. Однако не следует ожидать быстрого восстановления после прошлых воздействий. Защита от дальнейшей эвтрофикации также улучшится, хотя примерно половина территорий в Западной, а также Центральной и Восточной Европе будет оставаться незащищенной. Региональная концентрация озона в приземном слое атмосферы снизится ниже порогового уровня для растительности.

Если предположить, что обязательства по снижению выбросов углекислого газа по Киотскому протоколу будут выполнены, то можно ожидать значительный дополнительный эффект, связанный с дополнительным снижением выбросов загрязнителей воздуха и снижением затрат на уменьшение загрязнения воздуха. Использование гибких механизмов для реализации Киотского протокола по сравнению с реализацией в основном с помощью внутренних мер сдвинет дополнительное снижение выбросов загрязнителей воздуха из Западной Европы в Центральную и Восточную Европу, Российскую Федерацию и западные страны ВЕКЦА. Это также уменьшит дополнительный эффект, связанный с затратами на контроль воздушных загрязнений в Европе и приведет к улучшению защиты экосистем во всей Европе. Использование избытка квот на выбросы уменьшит дополнительный эффект, в частности, в Центральной и Восточной Европе, Российской Федерации и западных странах ВЕКЦА.

### 5.1 Введение

#### 5.1.1 Проблема

Загрязнение воздуха – трансграничная экологическая проблема, связанная со многими по-разному действующими загрязнителями. Хотя существенные и четко нацеленные действия на протяжении более двух десятилетий привели к снижению выбросов, воздушное загрязнение в Европе продолжает представлять опасность и оказывает неблагоприятное влияние на здоровье человека, а также на природную и антропогенную среду.

В рамке 5.1 представлены различные важные проблемы загрязнения воздуха. Они

связаны либо с осаждением загрязнителей из атмосферы, либо с прямым воздействием загрязнителей при окружающих концентрациях, т.е. качеством воздуха.

В этом разделе рассматриваются следующие основные проблемы в связи с осадениями:

- кислотание почвы и пресной воды в результате осаждения серных и азотных соединений;
- эвтрофикация наземных, пресноводных и морских экосистем за счет осаждения азотных питательных веществ.

Рассмотрены следующие основные вопросы качества воздуха:

- влияние на здоровье человека озона приземного слоя атмосферы (тропосферы), твердых частиц и других загрязняющих веществ, включая окислы азота, бензол и двуокись серы;
- неблагоприятное воздействие на растительность и сельскохозяйственные культуры озона приземного слоя атмосферы, окислов азота и двуокиси серы.

Озон приземного слоя атмосферы, кислотание и эвтрофикация относятся к проблемам европейского масштаба, учитывая трансграничный атмосферный перенос загрязняющих веществ. Вопросы качества воздуха, связанные с двуокисью азота и бензолом, относятся скорее к субрегиональным или местным проблемам. Твердые частицы и озон имеют как местное, так и трансграничное значение. В связи с этим политические меры могут приниматься на европейском, национальном и местном уровнях. Вопросы истощения озонового слоя стратосферы и рассеивания химикатов, например, органических соединений или тяжелых металлов, рассматриваются в главах 4 и 6, соответственно.



Выбросы закисляющих и эвтрофицирующих веществ и предшественников озона в приземном слое атмосферы значительно сократились с 1990 г., но эти загрязняющие вещества продолжают представлять опасность для здоровья и окружающей среды.

### 5.1.2 Рамочная политика

Вопросы загрязнения воздуха рассматриваются в следующих документах:

- законодательство и стратегия Европейского сообщества;
- конвенции по трансграничному загрязнению воздуха на большие расстояния (КТЗВБР) экономической комиссии ООН по Европе.

Главным элементом законодательства ЕС по выбросам является директива по национальным предельным уровням выбросов (ДНПУВ) (European Community, 2001a), которая устанавливает предельные значения выбросов двуокиси серы (SO<sub>2</sub>), окислов азота (NO<sub>x</sub>), аммиака (NH<sub>3</sub>) и летучих органических соединений (ЛОС). Эти показатели намечается достигнуть при помощи политик и мер как национального уровня, так и масштаба ЕС, направленных на конкретные секторы. Государства-члены обязаны подготовить национальные программы, отражающие их подходы к достижению предельных показателей по выбросам. Законодательство ЕС по отраслевым выбросам устанавливает нормативы по выбросам для конкретных категорий источников. Принято несколько директив ЕС по контролю выбросов от транспортных средств (European Community, 1998), крупных установок для сжигания (European Community, 2001b) и промышленности (директива по ЛОС – European Community, 1999; директива по интегрированному предотвращению и контролю загрязнения – European Community, 1996).

Национальные предельные уровни выбросов для стран, не входящих в ЕС, были согласованы в Готенбургском протоколе КТЗВБР (UNECE, 1999). Эти предельные уровни отражают экономически эффективное

### Рамка 5.1. Проблемы загрязнения воздуха

#### Осаждение загрязнителей воздуха

**Кислотание и эвтрофикация экосистем.** Выбросы, атмосферные химические реакции и последующее осаждение окислов азота (NO<sub>x</sub>), двуокиси серы (SO<sub>2</sub>) и аммиака (NH<sub>3</sub>) вызывают кислотание наземных и пресноводных экосистем. Эвтрофикация является следствием избыточного внесения азотных удобрений (окислы азота и аммиак), которые нарушают структуру и функцию экосистем, вызывая, например, избыточное цветение водорослей в поверхностных водах.

**Повреждение материалов.** Окисляющие загрязнители наносят также ущерб конструкциям и памятникам.

#### Качество воздуха

**Озон приземного слоя атмосферы** является сильным фотохимическим окислителем, который в окружающем воздухе может влиять на здоровье человека и повреждать сельскохозяйственные культуры, растительность и материалы. Озон не выделяется непосредственно, а образуется в нижней атмосфере за счет реакции летучих органических соединений и NO<sub>x</sub> в присутствии солнечного света.

Воздействие **твердых частиц**, измеряемое в концентрации PM<sub>10</sub> или PM<sub>2,5</sub> (частицы диаметром менее 10 и 2,5 мкм, соответственно) в окружающем воздухе, представляет собой одну из самых серьезных опасностей для здоровья человека в результате загрязнения воздуха. Кратковременное вдыхание высокой концентрации может вызвать выраженные симптомы астмы, респираторные симптомы, пониженный объем легких и даже повышенную смертность. Вредные соединения в форме частиц могут повреждать материалы. Взвешенные в воздухе частицы могут выделяться непосредственно в воздух (первичные частицы) или могут образовываться в атмосфере из прекурсорных газов (вторичные частицы), например, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> и аммиак.

**Двуокись серы (SO<sub>2</sub>)** и окислы азота (NO<sub>x</sub> – сочетание монооксидов азота, NO, и двуокиси азота, NO<sub>2</sub>) могут оказывать неблагоприятное воздействие на растительность, здоровье человека и материалы.

и одновременное снижение кислотности, эвтрофикации и содержания озона в приземном слое атмосферы. В случае ДНПУВ предельные уровни были разработаны путем аналогичного подхода.

Рамочная директива по качеству воздуха ЕС (Директива 96/62/ЕС) и родственные директивы (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>/NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, Pb, CO, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> и O<sub>3</sub>) устанавливают предельные значения концентрации для защиты здоровья человека и окружающей среды. В случае превышения этих предельных значений государства-члены обязаны подготовить, реализовать и представить планы снижения этих показателей.

Оценка политики воздушной среды ЕС и разработка новых политик проводятся в рамках программы ЕС «Чистый воздух для Европы» (ЧВДЕ), которая является частью шестой программы экологических мероприятий (ПЭМ). Результатом этого должна стать разработка тематической стратегии по борьбе с загрязнением воздуха в 2005 г.

Практически все европейские страны, которые являются сторонами КТЗВБР, подписали протоколы в соответствии с этой конвенцией. Однако во многих странах эти протоколы ожидают ратификации. К январю 2003 г. только четыре стороны ратифицировали Готенбургский протокол 1999 г. (31 подпись) и 14 сторон – протокол по тяжелым металлам 1998 г. (36 подписей) и протокол 1998 г. по стойким органическим загрязняющим веществам (36 подписей).

Долгосрочные экологические цели в рамках политики ЕС и КТЗВБР разработаны с помощью направленной на получение результатов подхода, который основан на критических предельных значениях, определяющих необходимую степень уменьшения осадений и концентраций загрязнителей в окружающей среде для сохранения структуры и жизнедеятельности экосистем. Поэтому обеспечиваемый для экосистем уровень защиты выражается в доле общей площади экосистем, в которых критические предельные уровни не превышаются и которые, следовательно, защищены от дальнейшего воздействия (это не относится к восстановлению от ранее нанесенного ущерба, которое наступает только через продолжительный период времени), (см. ССЕ, 2001; 1999).

Целевые уровни выбросов, установленные ДНПУВ ЕС и Готенбургским протоколом, соответствуют промежуточным экологическим целевым показателям, если защита экосистем улучшается, но критические пороговые величины остаются превышенными в некоторых районах (таблица 5.1).

## 5.2 Современное состояние и тенденции по региональному загрязнению воздуха

### 5.2.1 Кислование – сокращение выбросов и защита экосистем

Сельское хозяйство, энергетика и транспорт – главные секторы, вносящие вклад в кислотность (таблица 5.2).

	Задачи сокращения выбросов на 1990–2010 гг., %		
	Западная Европа	Центральная и Восточная Европа	Восточная Европа, Кавказ и Центральная Азия
Кислование	-56	-40	-40
Эвтрофикация	-36	-10	-25
Предшественники озона	-53	-21	-36

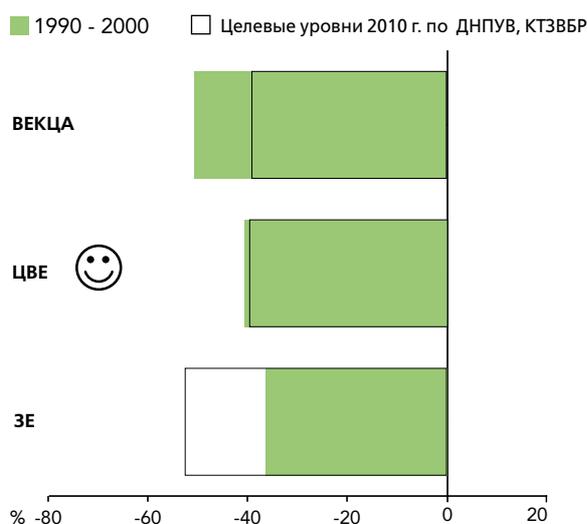
**Примечание.** Изменилось процентуальное соотношение между выбросами в базовом 1990 году и предельными значениями выбросов по ДНПУВ ЕС или протоколом КТЗВБР. Имеются следующие весовые коэффициенты для пересчета кислотных эквивалентов: двуокись серы\*1/32, окиси азота\*1/46 и аммиака\*1/17. Эти коэффициенты представляют собой упрощенный подход к сложным атмосферным процессам. Западная Европа, кроме Исландии; Центральная и Восточная Европа, кроме Кипра, Мальты и Турции; Восточная Европа, Кавказ и Центральная Азия: целевые значения относятся к Беларуси, Республике Молдова, Российской Федерации и Украине.

Источник: ЕМЕП/МСС-В, 2002; ЕЕА-ЕТС/АСС

	Доля закисляющих загрязнителей в 2000 г., % от общего количества выбросов всех секторов		
	Западная Европа	Центральная и Восточная Европа	Восточная Европа, Кавказ и Центральная Азия
Сельское хозяйство	31	13	17
Энергетические предприятия	25	48	41
Транспорт	24	12	21

Источник: ЕМЕП/МСС-В, 2002; ЕЕА-ЕТС/АСС

Изменения выбросов окисляющих веществ в 1990–2000 гг. по сравнению с целевыми уровнями ЕС по ДНПУВ и КТЗВБР на 2010 г.

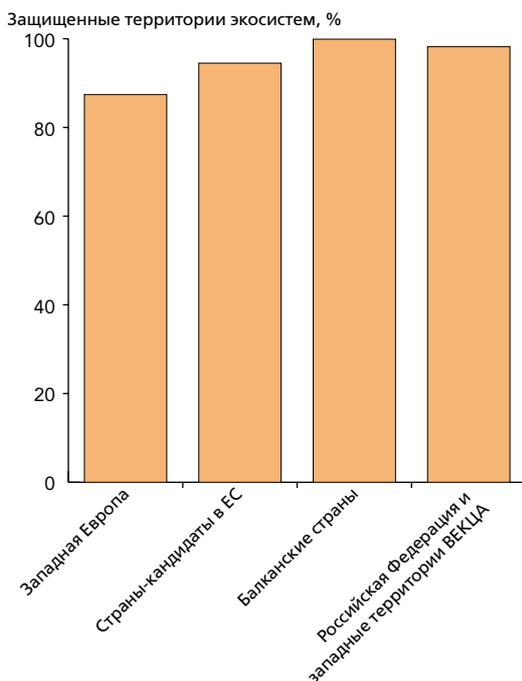


Источник: ЕМЕП/СЛРТАР и ЕЕА-ЕТС/АСС

Рисунок 5.2

Расчетные данные по защищенности экосистем от дальнейшего кислотования в 2000 г.

Источник: ССЕ, 2001; ЕМЕР/МСС-В, 2002



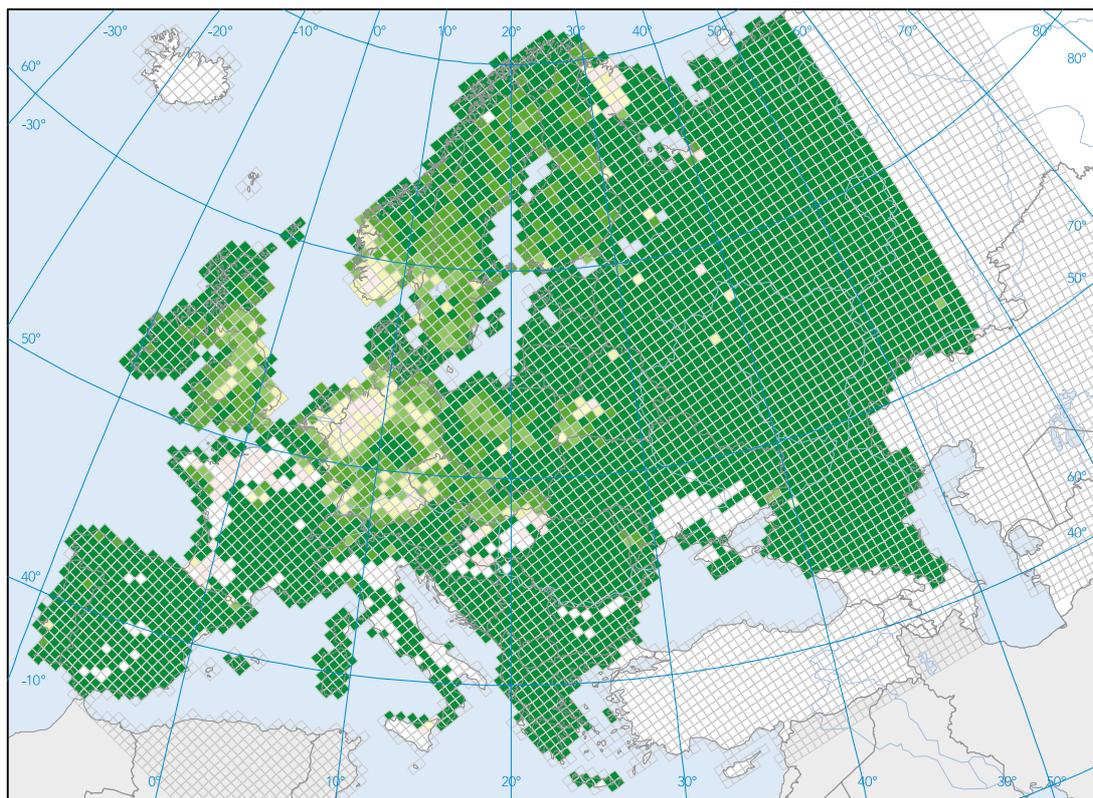
Выбросы закисляющих соединений в Европе значительно снизились с 1990 г. (рис. 5.1). В частности, выбросы в Центральной и Восточной Европе (ЦВЕ) и странах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Европы (ВЕКЦА) снизились на 39% и 52%, соответственно, в основном вследствие реструктуризации экономики, перехода с угля на газ и более эффективной десульфурации выбросов электростанций. В настоящее время выбросы в ЦВЕ и ВЕКЦА ниже установленных целевых значений, а Западной Европе придется продолжить снижение выбросов для достижения целевых показателей 2010 г.

Для 2000 г. было установлено, что более 90% экосистем в ЦВЕ и ВЕКЦА защищены от дальнейшего кислотования (рис. 5.2). В ЗЕ более 10% экосистем остаются незащищенными, т.е. закисляющие осаджения превышают пороговые уровни для этих экосистем.

Географическое распределение защищенности экосистем свидетельствует о существенных региональных различиях (карта 5.1). Считается, что экосистемы юга Скандинавии, Центральной Европы и Великобритании относительно плохо защищены, а экосистемы ЗЕ и стран ВЕКЦА защищены относительно хорошо. Почвы Центральной Азии менее чувствительны по сравнению с почвами Сибири, но ожидается, что кислотование в этих регионах будет усиливаться в результате увеличения выбросов.

Карта 5.1.

Расчетная оценка распределения защищенности экосистем от дальнейшего кислотования в 2000 г.



Источник: ССЕ, 2001; ЕМЕР/МСС-В, 2002



По оценкам более 90% общей территории экосистем Европы защищено от дальнейшего кислотопада благодаря общему контролю выбросов. Однако остается ряд подверженных риску районов с горячими точками кислотопада, особенно в Центральной Европе.

**5.2.2 Эвтрофикация – снижение выбросов и защита экосистем**

Выбросы эвтрофицирующих веществ в основном связаны с энергетикой, транспортом и сельским хозяйством (таблица 5.3). Выброс азотных соединений, вызывающих эвтрофикацию, снизился с 1990 г. (рис. 5.3). Снижение выбросов окислов азота обусловлено внедрением трехступенчатых каталитических установок в легковых автомобилях, переходом с угля на газ и мерами по повышению энергоэффективности в промышленности и на электростанциях. В странах ЦВЕ и ВЕКЦА главным основополагающим фактором является реструктуризация экономики. Снижение выбросов аммиака в сельскохозяйственном секторе в ЗЕ и ЦВЕ является результатом снижения поголовья животных, а не мер по уменьшению выбросов. Хотя уровни выбросов стабилизировались в настоящее время, они в общем трудно поддаются контролю. Снижение выбросов окислов азота на транспорте было в определенной степени утрачено из-за возрастания дорожного движения.

Предполагается, что в ЗЕ требуется дальнейшее значительное снижение азотных выбросов для достижения в 2010 г. уровня, установленного по Готенбургскому протоколу и ДНПУВ. В 2000 г. защищенность экосистем от эвтрофикации составляла менее 50% в ЗЕ и менее 30% в ЦВЕ. Однако в странах ВЕКЦА защищенность экосистем была существенно выше 80% (рис. 5.4). Следовательно, считавшаяся незащищенной от эвтрофикации территория больше территории, не защищенной от кислотопада. По сравнению с кислотопадением, опасность долгосрочной эвтрофикации больше. Территории с низким уровнем защиты от эвтрофикации распространены больше и встречаются повсеместно в ЗЕ и ЦВЕ (карта 5.2).



Эвтрофикация экосистем продолжает оставаться серьезной проблемой для больших незащищенных территорий в Европе, особенно, в Западной Европе и Центральной и Восточной Европе.

**5.2.3. Озон приземного слоя атмосферы – выбросы и воздействие**

Выбросы предшественников озона исходят главным образом от транспортного сектора, и они составляют в странах ВЕКЦА 38%, в ЦВЕ 37% и ЗЕ 52% общего количества выбросов в этих регионах.

В ЦВЕ и особенно в ВЕКЦА выбросы предшественников озона снизились в

Доля выбросов эвтрофицирующих соединений в 2000 г., %

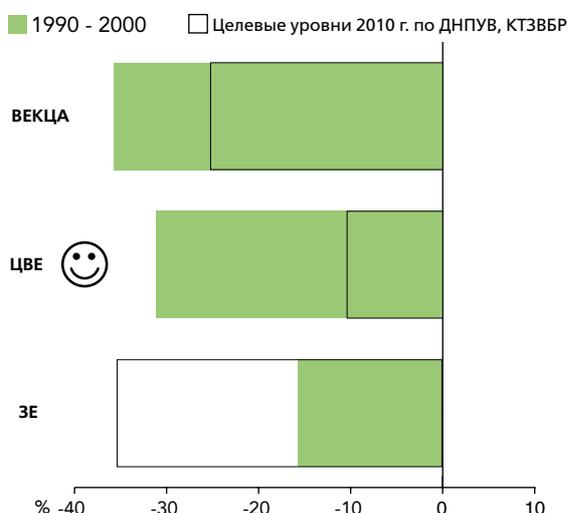
Таблица 5.3.

	Западная Европа	Центральная и Восточная Европа	Восточная Европа, Кавказ и Центральная Азия
Сельское хозяйство	24	20	21
Энергетические предприятия	13	22	41
Транспорт	47	33	16

Источник: ЕМЕП/SC-W, 2002; EEA-ETC/ACC

Изменения выбросов эвтрофицирующих веществ в 1990–2000 гг. по сравнению с целевыми уровнями ЕС по ДНПУВ и КТЗВБР на 2010 г.

Рисунок 5.3.



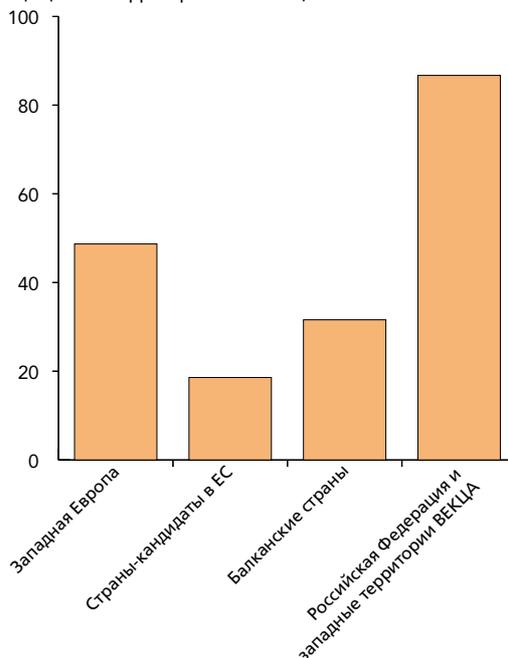
Источник: ЕМЕП/CLRTAP и EEA-ETC/ACC

Расчетные данные по защищенности экосистем от эвтрофикации в 2000 г.

Рисунок 5.4

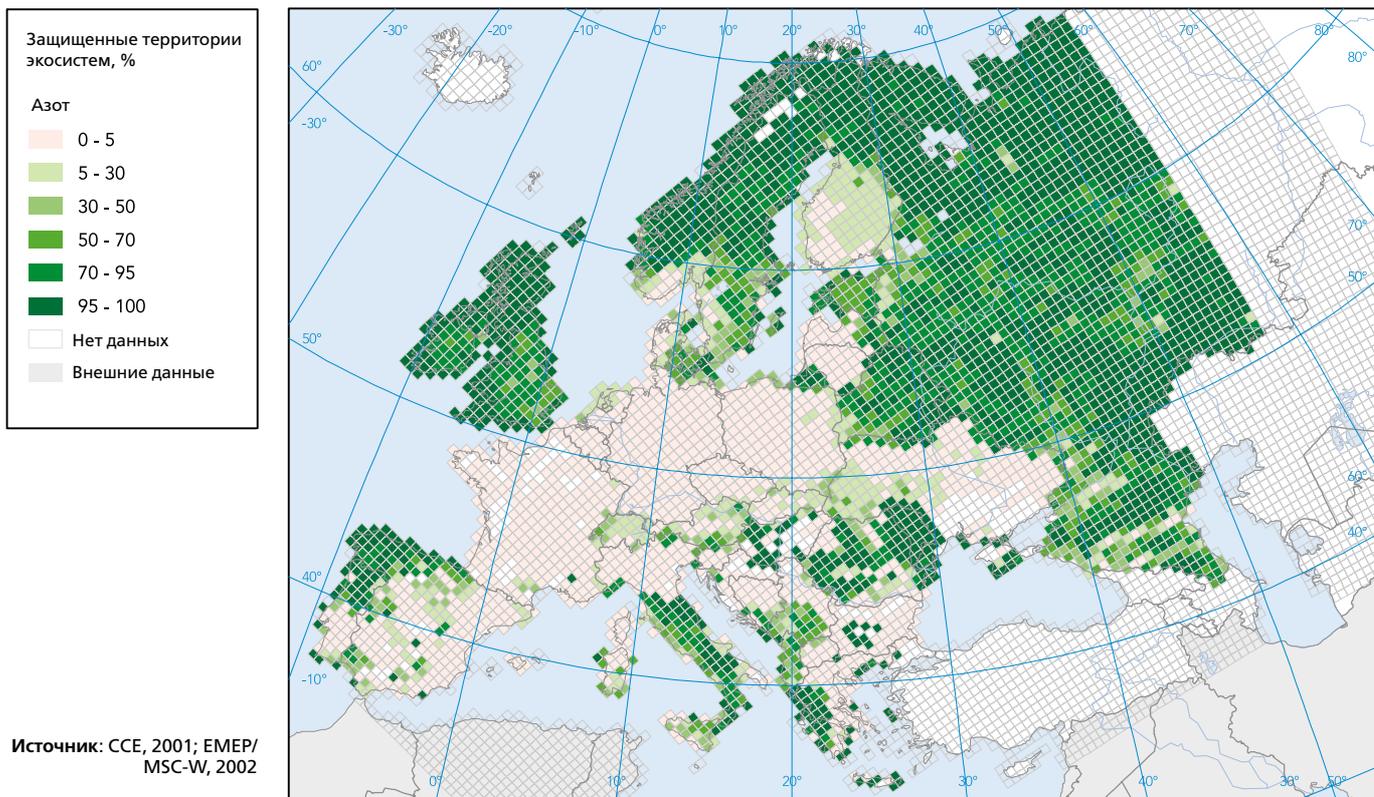
Защищенные территории экосистем, %

Источник: CCE, 2001; ЕМЕП/MSC-W, 2002



Карта 5.2.

Расчетные данные по защищенности экосистем от эвтрофикации в 2000 г.



основном благодаря реструктуризации экономики (рис. 5.5). В ЗЕ снижение связано главным образом с внедрением катализаторов на новых легковых автомобилях и реализацией директивы о растворителях в промышленных процессах и других областях применения растворителей.

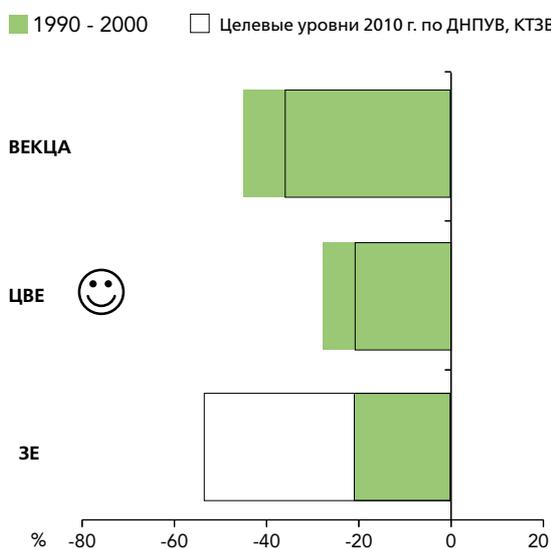
Предполагается, что в ЗЕ потребуется дальнейшее существенное снижение выбросов предшественников озона, в частности, NO<sub>x</sub> и неметановых летучих органических соединений (НМЛОС) для достижения в 2010 г. целевых уровней по Готенбургскому протоколу и ДНПУВ.

В 1999 г. почти 90% сельскохозяйственных культур, за которыми наблюдали в ЗЕ и ЦВЕ, подвергалось воздействию озона при концентрациях в приземном слое атмосферы, превышающих критический уровень ЕС для долгосрочных значений (рис. 5.6). В 1999 г. контролируемая территория охватывала более 50% общей площади сельскохозяйственных угодий по сравнению с примерно 30–35% в предшествующие годы. Кроме этого,

Рисунок 5.5.

Изменения выбросов предшественников озона в 1990–2000 гг. по сравнению с целевыми уровнями ЕС по ДНПУВ и КТЗВБР на 2010 г.

**Источник:** EMEP/ CLRTAP и EEA-ETC/ACC



Почти 90% контролируемой растительности и сельскохозяйственных культур в Западной Европе и Центральной и Восточной Европе подвергается воздействию озона при концентрациях, превышающих целевой уровень ЕС для долгосрочных значений.

значительная доля сельскохозяйственных культур подвергалась воздействию озона при концентрациях, превышающих менее строгие промежуточные целевые уровни ЕС в 2010 г., особенно в ЗЕ. Данные по странам ВЕКЦА отсутствуют.

### 5.3 Загрязнение городского воздуха

Сведения для этого раздела получены из исследования качества воздуха Auto-Oil II (European Commission, 2000 г.; EEA, 2001). Качество городского воздуха в Европе регулируется на трех уровнях: европейском, национальном и местном. Страны-члены ЕС и страны-кандидаты должны соблюдать предельные значения качества воздуха для защиты здоровья человека и окружающей среды, указанные в родственных директивах рамочной директивы по качеству воздуха. Эти директивы основаны на рекомендациях по качеству воздуха Всемирной организации здравоохранения для Европы. Если предельные значения превышаются, страны должны подготовить программы по снижению выбросов. Это, как правило, включает местные, в основном городские и иногда промышленные меры, так как национальные предельные уровни выбросов, политики и меры должны включаться в национальные программы в соответствии с ДНПУВ ЕС и Готенбургским протоколом по КТЗВБР. Для твердых частиц не установлены национальные предельные уровни выбросов.

На рис. 5.7 показана доля городского населения ЗЕ и ЦВЕ, подвергаемая воздействию пикового загрязнения воздуха, превышающего предельные уровни ЕС для краткосрочных предельных значений. Эта доля оценивалась по общему числу населения тех городов, которые имеют дни превышения предельных значений, деленного на общее число населения всех городов, имеющих станции мониторинга. От двуокиси серы ( $\text{SO}_2$ ) и двуокиси азота ( $\text{NO}_2$ ) страдает 10% и менее городского населения. В определенные годы превышения краткосрочных предельно допустимых значений не наблюдается (как по  $\text{NO}_2$  в 1996 г.). Примерно половина городского населения подвергается воздействию твердых частиц при повышенных концентрациях и более 95% влиянию избыточной концентрации озона (в основном пороговых значений предыдущей директивы по озону (Директива 92/72/ЕЕС)).

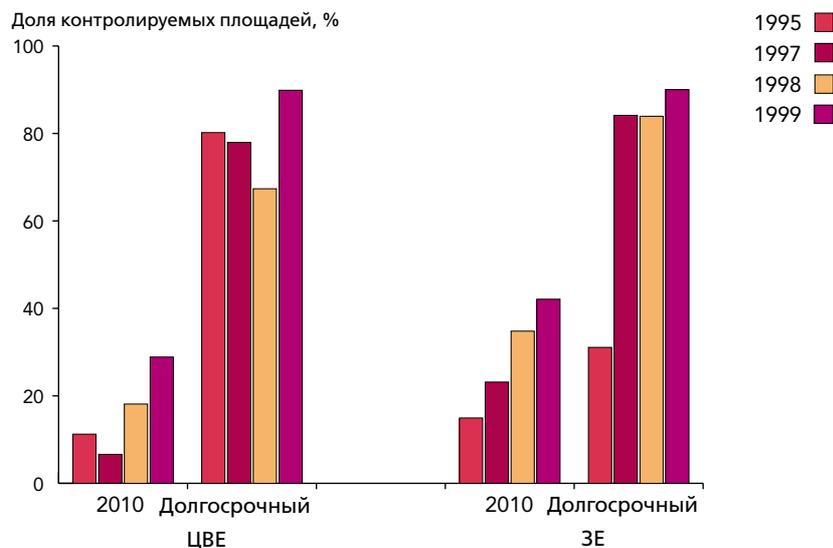
Зона, охваченная станциями мониторинга, данные которых сообщаются на европейском уровне, значительно увеличилась в 1990–1995 гг. частично благодаря созданию сети EuroAirNet (EEA, 2002a). В странах ВЕКЦА доля охвата мониторингом, по-видимому, меньше.

#### 5.3.1 Озон приземного слоя атмосферы

Новый целевой уровень ЕС, т.е.  $120 \text{ мкг}/\text{м}^3$  (8-часовое среднее значение, которое можно превышать не более 25 дней в году) (Директива 2002/3/ЕС) в последние годы редко соблюдается. В 1999 г. треть городского населения подвергалась влиянию повышенного уровня озона более 30 раз в год (концентрация озона в сельских районах, как правило, выше, чем в городских, см. раздел

Расчетные данные о доле контролируемых сельскохозяйственных угодий до 2010 г. и долгосрочный целевой уровень концентрации озона в приземном слое атмосферы для сельскохозяйственных культур

Рисунок 5.6.

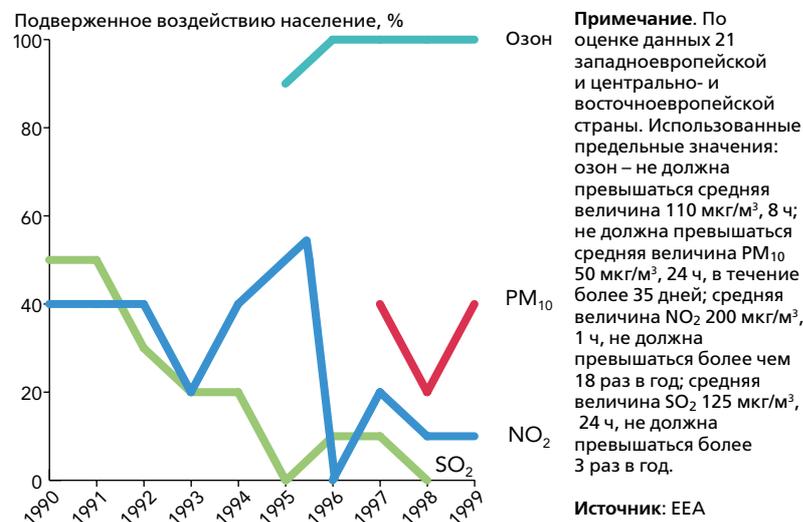


**Примечание.** 2010 = АОТ40  $18 \text{ мкг}/\text{м}^3$ , ч. Долгосрочный = АОТ40  $6 \text{ мкг}/\text{м}^3$ , ч. АОТ40 означает аккумулярованное воздействие на озон выше 40 частей на миллиард

Источник: EEA

Доля городского населения в странах Западной, Центральной и Восточной Европы, подвергающаяся кратковременному воздействию превышения пороговых значений качества воздуха

Рисунок 5.7.



**Примечание.** По оценке данных 21 западноевропейской и центрально- и восточноевропейской страны. Исползованные предельные значения: озон – не должна превышать средняя величина  $110 \text{ мкг}/\text{м}^3$ , 8 ч; не должна превышать средняя величина  $\text{PM}_{10}$   $50 \text{ мкг}/\text{м}^3$ , 24 ч, в течение более 35 дней; средняя величина  $\text{NO}_2$   $200 \text{ мкг}/\text{м}^3$ , 1 ч, не должна превышать более чем 18 раз в год; средняя величина  $\text{SO}_2$   $125 \text{ мкг}/\text{м}^3$ , 24 ч, не должна превышать более 3 раз в год.

Источник: EEA

5.2.3). В большинстве случаев превышение наблюдается в центральных и южных странах Европы. В ЗЕ происходит снижение кратковременных пиковых концентраций, но повышается долгосрочный средний уровень. Это уменьшает число случаев острого воздействия озона, для предотвращения которого предельные уровни установлены, однако усугубляет хроническое влияние низких концентраций.

В проекте качества воздуха Auto-Oil II дан прогноз концентрации озона для основных конурбаций ЕС, стран-кандидатов в ЕС и стран ВЕКЦА в соответствии со сценарием, разработанным на 2010 г. Эти оценки показывают, что снижение выбросов предшественников озона в 1990–2010 гг. приведет к значительному уменьшению риска для здоровья. Превышение 8-часового порогового уровня, равного  $120 \text{ мкг/м}^3$ , должно сократиться на 20–85% в 1990–2010 гг. почти во всех городах благодаря снижению выбросов предшественников азота. Однако маловероятно, что это снижение будет достаточным для достижения целевых уровней концентрации по всей Европе. Ожидается, что в северо-западных частях Европы будет в 2010 г. предельное значение превышено примерно 25 дней в году (см. раздел 5.4).

### 5.3.2 Твердые частицы

Воздействие твердых частиц может представлять собой самую высокую потенциальную угрозу для здоровья от воздушного загрязнения во всех регионах (см. главу 12). ЕС установил следующие предельные значения для  $\text{PM}_{10}$  (частицы диаметром менее  $10 \text{ мкм}$ ): среднегодовой предельный уровень  $40 \text{ мкг/м}^3$  в 2005 г. при снижении до  $20 \text{ мкг/м}^3$  к 2010 г. и превышение 24-часового пикового значения  $50 \text{ мкг/м}^3$  в течение не более 35 дней в году при снижении до 7 дней в году к 2010 г.

Значительная часть городского населения ЗЕ в настоящее время подвергается воздействию  $\text{PM}_{10}$  при превышении среднего 24-часового значения  $50 \text{ мкг/м}^3$  более 35 дней в году (рис. 5.7).

Анализ данных  $\text{PM}_{10}$  Европейской информационной системы качества воздуха AIRBASE (van Aalst, 2002) показывает, что концентрации почти на всех местах расположения станций мониторинга в последние годы снизились (рис. 5.9).

Тем не менее, прогноз, выполненный по программе Auto-Oil II, показывает, что концентрация  $\text{PM}_{10}$  в большинстве городских районов ЕС останется до 2010 г. намного выше предельных допустимых значений.

### 5.3.3 Двуокись азота

Самая строгая норма ЕС для  $\text{NO}_2$  – предельная среднегодовая концентрация, равная  $40 \text{ мкг/м}^3$ , так как соблюдение этого порогового значения в общем предполагает соблюдение также предельных уровней для краткосрочных значений. Концентрация двуоксида углерода в горячих точках городского движения уменьшается с конца 1980-х годов в результате большего использования катализаторов в автомобилях. Воздействие  $\text{NO}_2$  снизилось и в настоящее время может оставаться неизменным. Тем не менее, сегодня предельный уровень годовых значений превышает в примерно 30 европейских городах, представляющих данные, и значительное число людей подвергается воздействию при концентрациях  $\text{NO}_2$ , превышающих безопасный для здоровья уровень.

По данным исследования Auto-Oil II ожидается, что концентрация  $\text{NO}_2$

#### Рамка 5.2. Атмосферные выбросы в городах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии

Быстрорастущий личный транспорт является главной проблемой городской среды в странах ВЕКЦА. В столичных городах, например, в Ашгабаде, Душанбе, Москве, Тбилиси и Ташкенте транспорт является основным источником атмосферных загрязняющих веществ – более 80% общего количества, рис. 5.8. Передвижные источники являются основным источником выбросов также в других крупных городах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии, включая Баку, Бишкек, Кишинев, Киев, Минск и Ереван. Главные причины – возраст автомобильного парка, низкое качество топлива, высокое содержание серы в топливе, сокращение общественного транспорта. Вклад промышленных источников снизился, но сохраняется и плохо контролируется.

Рисунок 5.8.

Динамика общих выбросов загрязнителей воздуха в Москве в 1990–96 гг.



Источник: WHO, 2002

#### Меры по снижению загрязнения

Уровень внедрения мер по снижению загрязнения в Восточной Европе, на Кавказе и в Центральной Азии существенно различается. Меры по снижению загрязнения от передвижных источников начали вводиться в Москве в 1996 г. и включали контроль технического состояния легковых автомобилей старше 15 лет. В Душанбе выдаются разрешения на выбросы для транспортных средств, которые отвечают установленным нормативам. Туркменистан поставил задачу снижения выбросов от передвижных источников к 2005 г. Однако в Киеве предполагается, что загрязнение воздуха дорожным транспортом будет оставаться проблемой в течение по меньшей мере 10–15 лет из-за медленного развития автомобильного парка. Перед стационарными источниками загрязнения стоит задача реконструкции и модернизации, нередко с международной помощью, но экологический контроль в условиях неустойчивой работы усложняется. Недостаток финансирования и внимания к энергетическим вопросам означает, что экологические программы в Тбилиси не существуют.

Ожидаемый сейчас экономический рост не приведет к немедленному внедрению новых технологий для промышленных источников. Можно ожидать рост транспорта и увеличение доли новых транспортных средств, но повышение качества воздуха займет многие годы. В некоторых странах серьезные экономические проблемы мешают внедрению серьезных мер по снижению загрязнения. Поэтому предполагается, что выбросы будут расти при соответствующем воздействии на качество воздуха.

значительно снизится к 2010 г. Предполагается, что доля городского населения, подверженная воздействию, к 2010 году снизится на 45–60% ниже уровня 1995 г. (ЕЕА, 2001).

### 5.3.4 Двуокись серы

Расширение использования топлива с низким содержанием серы и успешное внедрение мер по снижению загрязнения значительно снизило концентрацию двуокиси серы в ЗЕ с 80-х годов. Предельные значения в ЕС снизились примерно наполовину до 125 мкг/м<sup>3</sup> (98- процентиль суточных значений). С 1995 г. менее 20% населения подвергается воздействию SO<sub>2</sub> при концентрациях, превышающих предельные значения, и число дней превышения продолжает снижаться. В последнее время аналогичное снижение происходит в странах ЦВЕ и ВЕКЦА вследствие реструктуризации экономики и мер по снижению загрязнения. Несмотря на скудную информацию, известно, что значения, рекомендованные Всемирной организацией здравоохранения, повсеместно превышаются.

Дальнейшее уменьшение соприкосновения с SO<sub>2</sub> в городах ЗЕ к 2010 г. переключит внимание на страны ЦВЕ и ВЕКЦА. В некоторых городах в 2010–2020 гг. качество воздуха может ухудшиться, если в соответствии с прогнозом увеличатся выбросы от транспорта и отопления.

Национальные планы снижения выбросов могут не оказать заметного влияния на местное качество воздуха, так как главные промышленные выбросы из высоких дымовых труб оказывают незначительное влияние на концентрации в городе.

## 5.4 Загрязнение воздуха в Европе в 2010 г.

### 5.4.1 Региональное загрязнение воздуха в 2010 г. – базовый сценарий

В этом разделе представлен базовый сценарий на 2010 г., который разработан для оценки влияния применения действующего законодательства. Он включает политические принципы, определенные в декабре 2001 г., национальные предельные значения будущих выбросов загрязнителей воздуха и меры защиты экосистем. Основу раздела составляет исследование, выполненное Европейским экологическим агентством (ЕЕА, 2003). Базовый сценарий охватывает страны ЗЕ, ЦВЕ и Российскую Федерацию, а также западные страны ВЕКЦА.

Сценарий включает политические принципы и меры контроля выбросов, в том числе топливные стандарты с учетом действующего законодательства и предельные значения выбросов по ДНПУВ ЕС и Готенбургскому протоколу. Для каждой страны использованы предусмотренные действующим законодательством наиболее строгие значения и национальные предельные уровни. Базовый сценарий не включает недавно принятые или намечаемые политические меры по климатическим изменениям после 1999 г. (этот вопрос рассматривается в разделе 5.4.2).

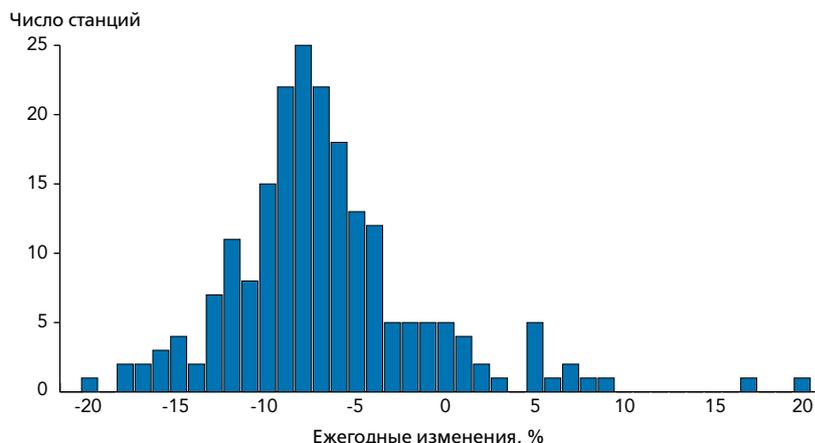
 Установленный ЕС целевой уровень озона в приземном слое атмосферы превышает во многих городах Европы. Среднее содержание озона продолжает расти с 1995 г., но кратковременные пиковые значения падают.

 Значительная часть городского населения Европы подвергается воздействию мелких твердых частиц, PM<sub>10</sub>, при концентрациях, превышающих предельные значения. Однако эти концентрации снизились после того, как начался мониторинг.

 Соприкосновение городских жителей Западной Европы, а также Центральной и Восточной Европы с двуокисью азота и с двуокисью серы при концентрациях, превышающих предельные значения ЕС, уменьшается с 1990 г.

Распределение коэффициентов изменений по 210 станциям мониторинга PM<sub>10</sub> в 12 странах Западной Европы, Центральной и Восточной Европы

Рисунок 5.9.



Примечание. Временной ряд ежедневных данных с 1999 г. или до 2000 г.  
Источник: ЕЕА

### Рамка 5.3. Качество городского воздуха в Восточной Европе, на Кавказе и в Центральной Азии

Загрязнение воздуха относится к одной из самых серьезных экологических проблем, которые стоят перед городами Восточной Европы, на Кавказе и в Центральной Азии.

Недостаток контрольных данных не позволяет дать всестороннюю оценку состояния качества воздуха в этом регионе, хотя качество воздуха контролируется во всех этих странах в течение многих лет. После децентрализации названные страны пересмотрели свои системы мониторинга, но нехватка средств замедлила любой заметный прогресс. Поэтому продолжают широко использоваться устаревшие методы измерений. Мониторинг находится под контролем различных органов власти, обязанности которых четко не обозначены (WHO, 2002) и/или они имеют совершенно разную компетенцию.

В 90-х годах концентрация загрязняющих веществ снизилась во многих государствах, прежде чем повыситься вновь после возобновления экономического роста и увеличения дорожного транспорта. К 1998 г. в Российской Федерации в 72 наблюдаемых городах были превышены среднегодовые предельные значения концентрации, по меньшей мере, по одному загрязнителю и более чем в 24 городах – по трем и нескольким загрязнителям. Острое воздействие расширялось. В примерно 95 городах были превышены краткосрочные предельные значения, по меньшей мере, по одному веществу. В других местах картина аналогичная. Концентрации, в несколько раз превышающие предельные значения, наблюдались в ряде городов, например, в Тбилиси и Душанбе ( $\text{SO}_2$  и  $\text{PM}_{10}$ ), Бишкеке ( $\text{NO}_x$  и  $\text{PM}$ ), Киеве и Кишиневе ( $\text{NO}_x$ ), Алма-Ате (формальдегид) и Ашгабаде (формальдегид и  $\text{PM}$ ), рис. 5.10. В крупных промышленных центрах регулярно превышаются предельные допустимые значения, например, в Усть-Каменогорске, Риддере и Темиртау в Казахстане и Донецке, Луцке, Одессе, на Украине. Сообщается, что озоновый смог наблюдался в Грузии, но недостаток данных мониторинга означает, что масштабы проблемы не известны.

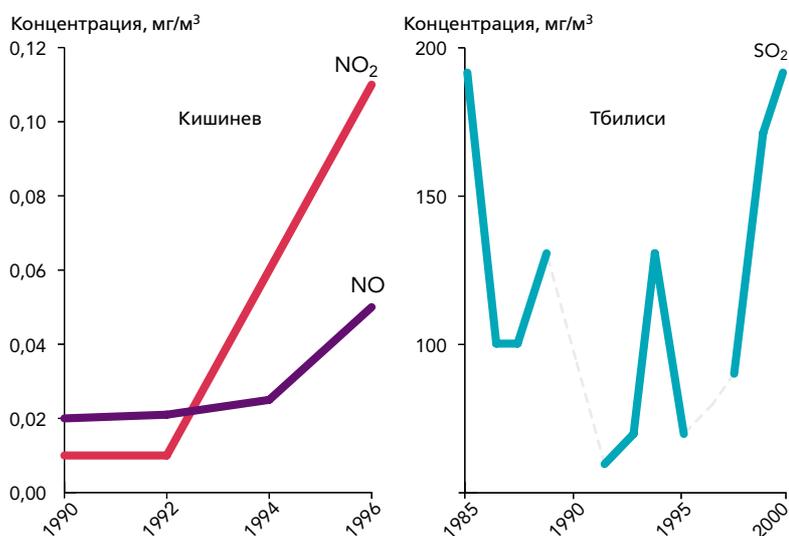
В настоящее время нельзя оценить влияние на здоровье частично из-за недостатка данных мониторинга, например, по  $\text{PM}_{10}$  и  $\text{PM}_{2,5}$ . Есть определенные свидетельства того, что респираторные заболевания в таких городах как Киев в два раза выше по сравнению с другими контролируруемыми городами. Однако связь с загрязнением воздуха можно только предполагать, но не доказать. Отчеты из Тбилиси показывают рост заболеваний, в основном связанных с загрязнением воздуха.

Примерно в 30% российских городов в 1998 г. были превышены предельные допустимые значения содержания твердых частиц. На Украине в 2000 г. в более 40% контролируемых городов были превышены предельные значения ТЧ. Предельные значения превышались в центрально-азиатских республиках, где повышенные природные концентрации в результате опустынивания, пыли из пустыни и дна высыхающего Аральского моря усиливают влияние твердых частиц дешевого низкокачественного угля, используемого для производства электроэнергии и дорожного транспорта. Ожидается, что выбросы ТЧ в Центральной Азии будут увеличиваться с ростом использования энергии, так как меры контроля сжигания низкокачественного угля не приведут к значительному снижению выбросов.

**Источник:** отчеты о состоянии окружающей среды, другие данные.

Рисунок 5.10.

Качество окружающего воздуха в Кишиневе (Молдова) и Тбилиси (Грузия)



**Источник:** 'State of the environment in Tbilisi', 2000 (Tbilisi); 'Summary environment state in the Republic of Moldova', 1998 (Chişinău)

### Главные предположения

Базовый сценарий характеризуется продолжением преобладающих тенденций 1990-х годов: дальнейшая глобализация и либерализация, и предполагаемые средние показатели по росту населения и экономики и технологическому развитию (ЕЕА, 2002b). Базовый сценарий подготовлен для того, чтобы обеспечить согласованность прогнозов по  $\text{CO}_2$  на уровне ЕС и предыдущих энергетических прогнозов, подготовленных для Европейской комиссии и использованных в нескольких других сценариях оценок по Европе (ЕЕА, 2002c; Capros, 1999; Criquie and Kouvaritakis, 2000; IMAGE-team, 2001). Базовый прогноз показывает несколько более высокие выбросы  $\text{CO}_2$  по сравнению с самыми последними прогнозами, которые учитывают самые последние меры, утвержденные государствами-членами.

Базовый сценарий включает следующие наиболее важные изменения в потреблении первичной энергии и законоположениях по контролю выбросов в отдельных регионах. *Западная Европа.* В 2000–2010 гг. продолжится рост потребления энергии в абсолютном выражении и на душу населения. Наивысшими темпами будет возрастать потребление природного газа, но нефть останется самым важным топливом. Доля угля будет и далее снижаться. Реализация действующих нормативных актов (включая директиву по крупным установкам для сжигания, утвержденную в 2001 г.) позволит достичь национальных предельных уровней выбросов  $\text{CO}_2$ . По другим загрязняющим веществам ( $\text{NO}_x$ , ЛОС и  $\text{NH}_3$ ) потребуются принять и реализовать дополнительные меры. *Центральная и Восточная Европа.* Ожидается, что общее потребление энергии значительно вырастет после 2000 г., но не достигнет уровня конца 1980-х годов. Уголь заменится природным газом в жилищном секторе и на электростанциях. Потребление нефти вырастет за счет быстрого развития дорожного транспорта. В регионе будут приняты нормативы ЕС по выбросам и топливу для передвижных и стационарных источников в 2006–08 гг.

*Российская Федерация и западные страны ВЕКЦА.* Природный газ стал самым важным энергоносителем с начала 1990-х годов. С 2000 по 2010 гг. использование угля продолжит снижаться, и потребление природного газа и нефти будет умеренно расти. Общее потребление энергии в 2010 г. будет оставаться на одну треть ниже уровня 1990 г. По выбросам  $\text{CO}_2$  предполагается, что будут введены нормативы для новых источников и газового масла с низким содержанием серы (второй протокол по сере, КТЗВБР). В Готенбургском протоколе не указаны национальные предельные уровни по выбросам для Российской Федерации, а только предусмотрен контроль выбросов на территориях управляемого выброса загрязнителей (ТУВЗ). Предельные уровни выбросов будут достигнуты в основном за счет реструктуризации экономики и перехода на более чистые виды топлива. Объемы выбросов на транспорте остаются вне контроля.

**Выбросы и их воздействие на экосистемы в 2010 г.**

Базовый сценарий показывает, что выбросы загрязнителей воздуха будут существенно снижаться в Европе (таблица 5.4), что является продолжением предшествующей тенденции. В частности, выбросы CO<sub>2</sub> снизятся до 25% от уровня 1990 г. в основном в результате осуществления политики контроля выбросов. Выбросы NO<sub>x</sub> и ЛОС снизятся более чем на 40%, а мелких твердых частиц – более чем на 35%. Снижение выбросов аммиака менее выражено (примерно на 15%) и будет главным образом обусловлено сокращением животноводства. В отличие от регионального загрязнения воздуха, выбросы CO<sub>2</sub> будут расти во всех регионах по сравнению с 2000 г., но в ЦВЕ, Российской Федерации и западных странах ВЕКЦА их уровень еще не возвратится к уровню 1990 г. Выбросы CO<sub>2</sub> в ЗЕ вырастут на 8% по сравнению с 1990 г.

В Европе в целом внедрение национальных предельных уровней выбросов (в дополнение к действующим правовым нормам) снизит выбросы NO<sub>x</sub> и SO<sub>2</sub> на 2%, а выбросы ЛОС на 7%.

Меры по выбросам, которые будут внедрены до 2010 г., значительно увеличат территорию экосистем, защищенных от кислотания и эвтрофикации. Уровень защищенности от кислотания будет в Европе в 2010 г. высоким и незащищенными останется лишь 1,5% площади экосистем. Однако относительно большие территории (более 57%) останутся незащищенными от эвтрофикации, особенно, в странах ЦВЕ. Реализация базового сценария также уменьшит соприкосновение растительности и населения с озоном при повышенных региональных концентрациях на 50% и 74%, соответственно.

**Затраты на контроль выбросов**

Затраты на контроль выбросов в каждом регионе (таблица 5.5) включают затраты на меры, необходимые для достижения степеней снижения выбросов, показанных в таблице 5.4. Затраты на контроль всех загрязнителей воздуха по базовому сценарию вырастут до примерно 89 миллиардов евро в год в 2010 г. Высокие затраты на контроль NO<sub>x</sub> и ЛОС обусловлены относительно дорогими мерами контроля передвижных источников (57% общих затрат). Затраты на контроль мелких твердых частиц из стационарных источников составляют примерно 11% и CO<sub>2</sub> – 21%. Политика и предельные уровни по выбросам аммиака относительно либеральны и затраты на контроль аммиака составляют всего 2% от общих затрат.

Западная Европа несет 81% общеевропейских затрат. Это обусловлено более строгими предельными уровнями выбросов по сравнению с другими частями Европы и высоким уровнем выбросов в базовом году. Затраты на маргинальное снижение выбросов в ЗЕ выше по сравнению с ЦВЕ и Российской Федерацией и западными странами ВЕКЦА.

Побуждающий фактор затрат на контроль выбросов в странах ЦВЕ – внедрение законодательства ЕС, в основном в связи с выбросами NO<sub>x</sub> и ЛОС из передвижных

	Изменения выбросов в 2010 г. по сравнению с 1990 г., %					
	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	VOC	PM <sub>10</sub>
Западная Европа	+8	-52	-81	-15	-54	-56
Центральная и Восточная Европа	-10	-42	-68	-15	-22	-67
Российская Федерация и страны ВЕКЦА	-32	-32	-71	-36	-26	-68
Итого	-7	-45	-74	-18	-44	-64

Таблица 5.4.

**Примечание.** К Западной Европе относятся ЕС, Норвегия и Швейцария, кроме Исландии, Лихтенштейна, Андорры, Монако и Сан-Марино. К Центральной и Восточной Европе не относятся Кипр, Мальта и Турция. Российская Федерация включает европейскую часть в регионе ЕМЕР. Энергетические прогнозы строились с помощью энергетической модели PRIMES. Результаты модели PRIMES и результаты модели TIMER/RAINS, использованные в этом исследовании, согласуются достаточно хорошо с оценками стран. Подробности см.: EEA, 2003.

Источник: IIASA, RIVM

	Ежегодные затраты на контроль выбросов по базовому сценарию в ценах 1995 г.					
	Распределение затрат на контроль загрязнения воздуха, %					
	Затраты, млрд. евро (1995)/год	NO <sub>x</sub> + ЛОС (только стационарные источники)	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>	Передвижные источники
Западная Европа	72	11	22	1	8	59
Центральная и Восточная Европа	14	2	14	7	15	61
Российская Федерация и страны ВЕКЦА	3	2	35	1	63	0
Итого	89	9	21	2	11	57

Таблица 5.5.

**Примечание.** Затраты на контроль загрязнения (по расчетам модели RAINS) можно сравнить с затратами на выполнение обязательств по Киотскому протоколу в разделе 3, но с осторожностью. Эти затраты определены с помощью модели TIMER и включают затраты на меры в связи с энергетическими системами, например, повышение энергоэффективности и переход на другие виды топлива. Модель RAINS включает только затраты на добавочные технологии. Так как в TIMER и RAINS использованы различные технологические базы данных, предположения и методологии могут быть не полностью сравнимыми.

Источник: IIASA (модель RAINS)

источников. Эти затраты выросли более чем в два раза по сравнению с затратами при действии правовых норм середины 1990-х годов (т.е. при стандартах по выбросам и топливу, принятых до того, как начались переговоры о вступлении в ЕС). Затраты Российской Федерации и западных стран ВЕКЦА побуждаются необходимостью соблюдения стандартов по выбросам и топливу, установленных вторым протоколом по сере.

#### 5.4.2 Анализ дополнительного эффекта реализации Киотского протокола

В этом разделе рассматривается вопрос о том, как различное использование Киотских механизмов может повлиять на выброс загрязнителей воздуха, соответствующие затраты на контроль и защиту экосистем в 2010 г. Рассматриваются только выбросы CO<sub>2</sub> и не учитываются другие парниковые газы. В результате фактический дополнительный эффект может измениться, если будут учитываться другие парниковые газы (особенно метан, CH<sub>4</sub>, двуокись азота, N<sub>2</sub>O). Следует отметить, что выводы имеют описательный характер типа «что было бы, если» и не являются предписывающими для любой будущей реализации Киотского протокола и политики по загрязнению воздуха. Цель заключается в анализе возможного дополнительного эффекта по крупным европейским регионам. В основе этого раздела лежит исследование, выполненное Европейским экологическим агентством (ЕЕА, 2003).

Политика по климату имеет потенциальный дополнительный эффект для уровня регионального загрязнения воздуха в Европе в 2010 г. В частности, снижение выбросов CO<sub>2</sub> за счет структурных изменений в энергетическом секторе и мер по энергоэффективности, вероятно, будет иметь благоприятное побочное влияние на уровень загрязнителей воздуха. Различные способы выполнения обязательств по Киотскому протоколу (связанные с использованием гибких механизмов) повлияют на потенциал этого дополнительного эффекта. В принципе, достижение некоторых требуемых показателей снижения выбросов парниковых газов в ЗЕ за счет торговли разрешениями на выбросы и/или совместного внедрения со странами ЦВЕ или Российской Федерацией и западными странами ВЕКЦА может перенести дополнительный эффект (дополнительное снижение выбросов загрязнителей воздуха или снижение затрат на контроль) в эти регионы.

Существуют важные различия между стратегией уменьшения выбросов с целью предотвращения изменения климата и стратегией уменьшения регионального загрязнения воздуха, которая определяет действительный дополнительный эффект. В принципе, влияние политики по климатическим изменениям на глобальную температуру и другие показатели климатических изменений не зависит от места, где происходит снижение выбросов.

Поэтому политика по климатическим изменениям направлена на экономически наиболее эффективное глобальное снижение выбросов. Политика по региональному /местному уменьшению загрязнения воздуха связана с местонахождением источников выбросов. В Европейских условиях это в основном страны ЗЕ, которым необходимо осуществлять программы для выполнения своих обязательств по Киотскому протоколу, а два других региона уже выполнили свои обязательства по базовому сценарию. Имеется несколько вариантов достижения целевых уровней для ЗЕ (см. главу 3). Сюда относятся снижение выбросов CO<sub>2</sub> энергетическим сектором, сокращение выбросов других парниковых газов (метана, двуокиси азота и газов с сильным потенциальным влиянием на глобальное потепление), расширение поглощающих двуокись углерода территорий и использование Киотских механизмов, например, торговли разрешениями на выбросы, совместных технологических установок и механизма чистого развития. Использование Киотских механизмов ведет к сокращению выбросов в продающих регионах, но также может включать торговлю с т.н. избытком квот на выбросы.

Далее три различных режима политики по климатическим изменениям сравниваются с базовым сценарием (см. раздел 5.4.1). Эти сценарии включают те же предположения по контролю загрязнений воздуха, что и базовый сценарий. Реализация обязательств по Киотскому протоколу ограничивается выбросами CO<sub>2</sub> и не учитывает другие парниковые газы.

Проанализированы и сравнены с базовым сценарием следующие сценарии торговли:

1. Сценарий. *Только внутривыгодноструктурные меры (ТВМ)*. Все стороны Приложения 1 (страны Западной и Центральной Европы, а также страны ВЕКЦА, Канада, Австралия, Новая Зеландия и Япония) выполняют свои обязательства по Киотскому протоколу при помощи внутривыгодноструктурных мер, т.е. без использования киотских механизмов. Исключением является торговля внутри рассматриваемых регионов, например, между странами-членами ЕС.
2. Сценарий. *Торговля без использования избытка квот на выбросы (ТБИ)*. Этот сценарий предполагает полное использование механизмов Киотского протокола сторонами Приложения 1, но без использования «избытка квот на выбросы». В этом сценарии анализируется максимальный дополнительный эффект, который может быть получен при такой торговле.
3. Сценарий. *Торговля с использованием избытка квот на выбросы (ТСИ)*. Этот сценарий предполагает полное использование механизмов Киотского протокола сторонами Приложения 1 и включает использование «избытка квот на выбросы». Однако предложение

таких разрешенных количеств выбросов ограничено уровнем, который обеспечивает максимальные прибыли Российской Федерации и Украины от продажи разрешений на выбросы. По расчетам, выполненным с использованием модели FAIR, предложение продаваемых разрешений из расчета «избытка квот на выбросы» некоторых стран ЦВЕ и ВЕКЦА составляет 25% от общего потенциала.

В итоге, для сценария ТВМ требуются политика по технологии и меры на внутригосударственном уровне, а ТБИ также включает политику по технологии и меры за рубежом, в основном связанные с совместными технологическими установками (в странах ЦВЕ, Российской Федерации и западных странах ВЕКЦА) и механизмом чистого развития (в развивающихся странах).

Сценарий ТБИ уменьшает необходимость использования совместных установок/ механизма чистого развития по сравнению со сценарием ТБИ и расширяет использование торговли разрешениями на выбросы.

В таблице 5.6 показано, что политика по адаптации к климатическим изменениям независимо от сценария может иметь важный дополнительный эффект, связанный с сокращением выбросов загрязнителей воздуха в Европе. По сценарию ТВМ политика по климатическим изменениям реализуется только в Европе, так что дополнительный эффект, связанный с сокращением выбросов, ограничен этим регионом.

По сценариям торговли (ТБИ и ТСИ) дополнительный эффект политики по климатическим изменениям частично переносится в страны ЦВЕ и Российскую Федерацию, а также западные страны ВЕКЦА.

Изменения состава выбросов и структуры энергетики в 2010 г. по сравнению с базовым сценарием, %

Таблица 5.6.

Сценарий	Регион	Выбросы					Использование энергии				Итого
		CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	VOC	PM <sub>10</sub>	Уголь	Нефть	Газ		
Только внутригосударственные меры	ЗЕ	-12	-15	-7	-1	-5	-38	-9	-2	-7	
	ЦВЕ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Российская Федерация и ВЕКЦА	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<b>Итого</b>	-7	-5	-4	-1	-2	-20	-7	-1	-5	
Торговля без использования избытка квот по выбросам	ЗЕ	-4	-7	-3	0	-3	-21	-3	3	-2	
	ЦВЕ	-8	-16	-7	-2	-9	-23	-2	7	-4	
	Российская Федерация и ВЕКЦА	-11	-19	-12	-6	-7	-32	-9	-7	-9	
	<b>Итого</b>	-6	-14	-6	-2	-6	-23	-4	0	-4	
Торговля с использованием избытка квот по выбросам	ЗЕ	-3	-4	-1	0	-2	-14	-2	3	-1	
	ЦВЕ	-5	-11	-4	-1	-7	-17	0	6	-2	
	Российская Федерация и ВЕКЦА	-5	-15	-8	-4	-6	-26	-6	-3	-5	
	<b>Итого</b>	-4	-10	-4	-2	-4	-17	-2	1	-2	

**Примечание.** Сценарии предполагают полное использование мер по землепользованию, изменениям землепользования и ведения лесного хозяйства, а также механизмов чистого развития для достижения установленных нормативов по поглотителям углерода в соответствии с Марракешскими договоренностями в 2001 г. Это означает, что страны Приложения 1 могут использовать все количество нормативов по поглотителям в размере 440 миллионов тонн CO<sub>2</sub>, из которых 270 миллионов тонн может использоваться регионами, включенными в наше исследование. Остальные обязательства по снижению выбросов в Европе после учета этих нормативов по поглотителям углерода составляют примерно 500 миллионов тонн CO<sub>2</sub> (см. также den Elzen and Both, 2002). Было принято, что Соединенные Штаты реализуют цели, указанные в инициативе Буша по климатическим изменениям, которые никоим образом не влияют на улучшение нашего базового сценария. Во время проведения анализа Австралия не заявляла, что она не собирается выполнять Киотский протокол. Однако отказ Австралии от Киотского протокола оказывает лишь незначительное влияние на международный рынок торговли разрешениями и, следовательно, на представленный здесь анализ (см. Lucas et al., 2002). Следует отметить, что общий имеющийся «избыток квот на выбросы» больше по сравнению с требованиями по снижению выбросов для стран Приложения 1 (по основному сценарию), а сценарий, предполагающий полное использование «избытка квот на выбросы» был бы просто равен базовому сценарию.

Основной причиной этого является то, что страны ЗЕ, а также другие промышленно развитые страны применяют экономически эффективные варианты снижения выбросов за счет совместных технологических установок в странах ЦВЕ, Российской Федерации и западных странах ВЕКЦА. Получаемое сокращение выбросов  $\text{CO}_2$  окажет влияние на выбросы загрязнителей воздуха и, в частности,  $\text{SO}_2$ . Часть дополнительного эффекта обусловлена переходом с угля на газ, что приводит к снижению выбросов как  $\text{CO}_2$ , так и  $\text{SO}_2$ . Кроме того, экономия топлива снижает выбросы  $\text{NO}_x$  и мелких твердых частиц, но меньше по сравнению с  $\text{SO}_2$ . Дополнительный эффект по снижению выбросов ЛОС незначителен.

Снижение выбросов загрязнителей атмосферы значительно сильнее связано со снижением выбросов  $\text{CO}_2$  в странах ЦВЕ, чем в ЗЕ (из-за менее строгой экологической политики и более широкого использования угля). Итоговый результат торговых сценариев заключается в том, что дополнительный эффект по снижению выбросов в Европе в целом выше по сравнению со сценарием ТВМ.

Различие дополнительного эффекта в случае торговых сценариев ТБИ и ТСИ заключается в сокращении выбросов  $\text{SO}_2$  на 10% вместо 14% (см. таблицу 5.6). Таким образом, выведение на рынок ограниченного количества избытка квот на выбросы, учитывая максимизацию прибылей, сокращает дополнительный эффект примерно на одну треть. Сценарии торговли усиливают защиту экосистем от кислотания и эвтрофикации по всей Европе. Трансграничный характер загрязнения воздуха отражается в сценарии ТВМ, по которому защита экосистем усиливается в странах ЦВЕ и Российской Федерации, а также западных странах ВЕКЦА, и в торговых сценариях, где основное сокращение выбросов происходит за пределами ЗЕ, но при этом значительно усиливается защита экосистем в ЗЕ.

В сценариях с ограничениями по выбросам  $\text{CO}_2$  затраты на контроль выбросов, усиливающих региональное загрязнение воздуха, определены ниже по сравнению с базовым сценарием (таблица 5.7). Сокращение затрат на контроль загрязнения воздуха еще раз демонстрирует синергетическое влияние глобальной и региональной политики по контролю загрязнения воздуха. По сценарию ТВМ, для которого требуются самые сильные меры внутригосударственной политики по климатическим изменениям, затраты на контроль выбросов  $\text{CO}_2$  оцениваются в примерно 12 миллиардов евро в год. Затраты на уменьшение регионального загрязнения воздуха в ЗЕ в то же время снижаются примерно на 9% (7 миллиардов евро в год в 2010 г.). Как предполагается, торговые сценарии предусматривают меньшие затраты на контроль выбросов  $\text{CO}_2$ . Затраты составляют 7 миллиардов евро в год (из которых 2 миллиарда евро в год приходится на внутренние меры) по сценарию ТБИ и 4 миллиарда евро в год (из которых 1 миллиард евро в год приходится на внутригосударственные меры) по сценарию ТСИ. Это на 5–8 миллиардов евро в год меньше, чем по сценарию ТВМ. В то же время, сокращение затрат на контроль загрязнения воздуха уменьшается: экономится на 2,5 миллиарда евро в год меньше при переходе с ТВМ на ТБИ и еще на 1,6 миллиарда меньше при переходе на сценарий ТСИ.

Основные выводы данного анализа показывают, что:

- Реализация политики по климатическим изменениям для выполнения обязательств по Киотскому протоколу, по-видимому, даст существенный дополнительный эффект, связанный с уменьшением загрязнения воздуха в Европе. Предполагается, что дополнительный эффект выразится в снижении загрязняющих выбросов в

Таблица 5.7.

Изменения затрат на контроль выбросов загрязнителей воздуха в 2010 г. по сравнению с базовым сценарием.

	Миллиардов евро/год			(%)		
	Только внутри-государственные меры	Торговля без использования избытка квот на выбросы	Торговля с использованием избытка квот на выбросы	Только внутри-государственные меры	Торговля без использования избытка квот на выбросы	Торговля с использованием избытка квот на выбросы
ЗЕ	-6.6	-2.9	-1.7	-9	-4	-2
ЦВЕ	0.0	-0.9	-0.6	0	-7	-5
РФ и ВЕКЦА	0.0	-0.2	-0.2	0	-9	-7
Итого	-6.6	-4.0	-2.5	-7	-5	-3

воздух и сокращения затрат на контроль, а также в повышении уровня защищенности окружающей среды. Достижение дополнительного эффекта зависит от того, как используются гибкие механизмы и избыток квот на выбросы для выполнения обязательств по Киотскому протоколу.

- Использование гибкого механизма и избытка квот на выбросы предназначено для снижения затрат на реализацию Киотского протокола. Однако использование гибких механизмов также приведет к сокращению дополнительного эффекта по затратам на контроль загрязнения воздуха в Европе.
- Использование гибкого механизма переместит дополнительный эффект, связанный с уменьшением выбросов загрязнителей воздуха из ЗЕ в страны ЦВЕ и Российскую Федерацию, а также западные страны ВЕКЦА. В Европе торговля разрешениями на выбросы приведет к дальнейшему снижению выбросов региональных загрязнителей воздуха, что также повысит степень защищенности экосистем в Европе. Использование избытка квот на выбросы уменьшит дополнительный эффект, в частности, для стран ЦВЕ и Российской Федерации, а также западных стран ВЕКЦА.

## 5.5 Ссылки

Capros, P., 1999. *European Union energy outlook to 2020*. DG for Energy, European Commission. Brussels.

CCE (Coordination Center for Effects), 1999. Posch, M., de Smet, P. A. M., Hettelingh, J.-P., Downing, R.J. (eds). *Calculation and mapping of critical thresholds in Europe. Status report 1999*. CCE, National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven, The Netherlands.

CCE (Coordination Center for Effects), 2001. Posch, M., de Smet, P. A. M., Hettelingh, J.-P., Downing, R.J. (eds). *Modelling and mapping of critical thresholds in Europe. Status report 2001*. CEC, National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven, The Netherlands.

Criqui, P. and Kouvaritakis, N., 2000. *World energy projections to 2030*. International Journal of Global Energy Issues 14(1, 2, 3, 4): 116-136.

EEA (European Environment Agency), 2001. *Air quality in larger cities in the European Union ó A contribution to the Auto-Oil 11 programme*. Topic report No 3/2001. EEA, Copenhagen.

EEA (European Environment Agency), 2002a. *EuroAirNet status report 2000*. Larsen, S. and Kozakovic, L. European Topic Centre on Air Quality. EEA, Copenhagen.  
EEA (European Environment Agency), 2002b. *Greenhouse gas emission projections for Europe*. Technical report No 10/2002. EEA, Copenhagen.

EEA (European Environment Agency), 2002c. *The ShAir scenario. Towards air and climate change outlooks, integrated assessment methodologies and tools applied to air pollution and greenhouse gasses*. Albers, R., de Leeuw, E., Van Woerden, J. and Bakkes, J. EEA, Copenhagen.

EEA (European Environment Agency), 2003. van Vuuren, D. P., Cofala, J., Eerens, H. C., et al. *Exploring the ancillary benefits of the Kyoto protocol for air pollution in Europe*. EEA, Copenhagen. (Forthcoming.)

den Elzen, M. G. J. and Both, S., 2002. *Modelling emissions trading and abatement costs in FAIR 1.1*. National Institute for Public Health and the Environment, Bilthoven.

European Commission, 2000. AOPH air quality report. Brussels.

European Community, 1996. *EU Council Directive 96/61/EC concerning integrated pollution prevention and control*. OJ L257, 10/ 10/1996.

European Community, 1998. *EU Directive on the quality of petrol and diesel fuels 98/70/EC*. OJ L350.  
European Community, 1999. *EU Directive 1999/13/EC on reduction of emissions of volatile organic compounds from use of organic solvents in certain activities and installations*. OJ L 163 29.06.1999.

European Community, 2001a. *Directive 2001 / 81/ EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2001 on national emissions ceilings for certain atmospheric pollutants*. OJ L309. 27/11/2001.

European Community, 2001b. *Directive 2001/ 80/ EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2001 on the limitation of certain pollutants into the air from large combustion plants*. OJ L309. 27/11/2001.

EMEP/MSC-W, 2002. *Emissions data reported to UNECE/EMEP ó Quality assurance and trend analysis and presentation of WebDab*. Note 1/02, July 2002. Status EMEP/Meteorological Synthesising Centre-West, Oslo.

IMAGE-team, 2001. *The IMAGE 2.2 implementation of the IPCC SUES scenarios. A comprehensive analysis of emissions, climate change and impacts in the 21st century*. National Institute for Public Health and the Environment, Bilthoven.

Lucas, P., den Elzen, M. J. E. and van Vuuren, D. P., 2002. *Multi-gas abatement analysis of the Marrakesh accords*. Paper prepared for the CATEP workshop 'Global Trading' at the Kiel Institute for

- World Economics, Kiel, September 30-October 1, 2002. National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven, The Netherlands
- State of environment reports, various dates.
- Russian Federation, 1998. [http://ceeri.ecoinfo.ru/state\\_report\\_98/eng/introduction/htm](http://ceeri.ecoinfo.ru/state_report_98/eng/introduction/htm); [http://ceeri.ecoinfo.ru/state\\_report\\_98/eng/town/htm](http://ceeri.ecoinfo.ru/state_report_98/eng/town/htm)
- Ukraine, 2000. Kyiv, 2001.
- Uzbekistan, <http://www.grida.no/enrin/htmls/uzbek/report/index.htm>
- Turkmenistan, <http://www.grida.no/enrin/htmls/turkrnen/soe/indexen.htm>
- Kazakhstan, <http://www.grida.no/enrin/htmls/kazahst/soe>
- Tajikistan, <http://www.grida.no/enrin/htmls/tadjik/soe/air>
- Armenia, <http://www.grida.no/enrin/htmls/armenia/soe2000/eng/index.htm>
- State of the environment in Tbilisi, 2000. [http://www.ceroi.net/reports/tbilisi/issues/air\\_quality/sor.htm](http://www.ceroi.net/reports/tbilisi/issues/air_quality/sor.htm)
- 'Summary environment state in the Republic of Moldova', 1998. <http://www.grida.no/enrin/htmls/moldova/soe/urban/air.htm>
- UNECE, 1999. *Protocol to the 1979 Convention on Long-Range Transboundary air pollution (CLRTAP) to abate acidification, eutrophication and ground-level ozone*. 1 December 1999. Gothenburg, Sweden.
- Van Aalst, R., 2002. *Analysis of the PM<sub>10</sub> data in AIRBASE*. European Environment Agency, Copenhagen
- WHO (World Health Organisation), 2002. *Structure of emissions 1990-1996*. <http://www.md.mos.ru> (in Russian).