

# **Экономически эффективное снижение выбросов с целью улучшения качества воздуха в Европе к 2020 году**

Сценарии для переговоров по пересмотру Гетеборгского Протокола Конвенции о загрязнении воздуха на большие расстояния

**Вспомогательный документ к 48-му заседанию Рабочей Группы по Стратегиям и Обзору**

**Женева, 11-14 апреля 2011**

Версия 2.0 – 28 марта 2011

Markus Amann, Imrich Bertok, Jens Borken-Kleefeld, Janusz Cofala, Chris Heyes, Lena Höglund-Isaksson, Zbigniew Klimont, Peter Rafaj, Wolfgang Schöpp, Fabian Wagner

Centre for Integrated Assessment Modelling (CIAM)  
Центр по разработке моделей для комплексной оценки

International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA)

## РЕЗЮМЕ

В рамках Конвенции о трансграничном переносе загрязнений на большие расстояния начат пересмотр Гетеборгского протокола. В целях информирования участников переговоров о возможностях дополнительных экономически эффективных мер, данный отчет представляет ряд сценариев контроля выбросов, иллюстрирующих варианты экономически эффективных улучшений качества атмосферного воздуха в Европе.

Согласованные прогнозы экономической деятельности в Европе предусматривают значительные изменения в структуре экономической деятельности. Одновременно с продолжающимся внедрением уже согласованного законодательства по контролю выбросов, это окажет значительный эффект на будущие выбросы. Ожидается, что в 2020 году базовые выбросы SO<sub>2</sub> в области моделирования ЕМЕП будут на 35% ниже чем в 2000; выбросы NO<sub>x</sub> и VOC будут на 40% ниже, и выбросы PM<sub>2.5</sub> – на 20% ниже. В то же время, для аммиака значительного изменения выбросов не ожидается. Несмотря на сокращение выбросов, негативное воздействие на загрязнение воздуха остается значительным: в 2020 году в результате загрязнения средняя продолжительность жизни будет снижена на 4,7 месяцев, будет наблюдаться более 24000 случаев преждевременной смерти вызванной воздействием тропосферного озона, биоразнообразие на площади 1,4 млн км<sup>2</sup> европейских экосистем будет находиться под угрозой вследствие высокого уровня выпадений азота, и более 110000 км<sup>2</sup> лесов будут подвержены превышенному уровню подкисления.

Существует значительное пространство для дальнейших улучшений качества окружающей среды с помощью дополнительных технических мер по снижению выбросов. Экономически эффективные сценарии контроля представлены для пяти различных комплексов экологических целей в части качества воздуха. Эти цели охватывают от 25% до 75% достижимых улучшений для каждого типа воздействий, и они задействуют дополнительные затраты на контроль выбросов в диапазоне 0,6-10,6 миллиардов евро в год по всей области моделирования (помимо затрат заложенных в базовом сценарии). 50-60% затрат принадлежат странам ЕС. Однако, с учетом того что ЕС-27 включает 72% общего населения и 88% ВВП в области моделирования, эти сценарии могут включать большие сравнительные усилия для стран, не являющихся членами ЕС.

Анализ чувствительности исследует устойчивость результатов оптимизации по отношению к изменению уровня амбиций для каждого из отдельных типов воздействий. Варьирование целей для озона оказывает наиболее значительный эффект на затраты, связанные с контролем выбросов.

Новым элементом анализа является оценка влияния сценариев контроля на короткоживущее излучающее воздействие, и, для регионов Арктики и Альпийских ледников, выпадение углерода. Согласно проанализированным сценариям, имеется тенденция к повышению излучающего воздействия в области моделирования ЕМЕП на 0,1 Вт/м<sup>2</sup> (по сравнению с теперешним излучающим воздействием около 2,7 Вт/м<sup>2</sup>) в результате снижения охлаждающих выбросов. Анализ чувствительности демонстрирует наличие возможного низкозатратного варианта, который может в некоторой степени снизить это негативное влияние на изменения климата в ближайшее время.

# СОДЕРЖАНИЕ

РЕЗЮМЕ .....	2
1 ВВЕДЕНИЕ .....	4
2. МЕТОДОЛОГИЯ, ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ДОПУЩЕНИЯ.....	6
2.1 Методология .....	6
2.1.1 Модель GAINS .....	6
2.2 Входные данные и допущения/предпосылки .....	9
2.2.1 Прогнозы видов деятельности .....	10
2.2.2 Допущения/предпосылки .....	11
2.3 Изменения после предыдущего отчета .....	12
3. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ К 2020 ГОДУ.....	15
3.1 Дополнительные возможности снижения выбросов.....	15
3.2 Дополнительные возможности улучшения состояния окружающей среды .....	21
4.1 Влияние на здоровье мелкодисперсной пыли .....	28
4.2 Эвтрофикация .....	29
4.3 Подкисление .....	29
4.4 Тропосферный озон .....	29
5. АНАЛИЗ ТРЕХ УРОВНЕЙ АМБИЦИЙ .....	30
5.1 Экологические цели .....	30
5.2 Затраты на контроль выбросов .....	33
5.3 Выбросы .....	38
5.4 Экономически эффективные меры по снижению выбросов.....	44
5.5 Показатели воздействий .....	45
5.6 Побочное влияние на излучающее воздействие.....	58
6. АНАЛИЗ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ.....	61
6.1 Альтернативные сценарии экономического развития.....	61
6.2 Низкозатратные меры по снижению излучающего воздействия .....	66
6.3 Игнорирование более высокой подверженности воздействию выбросов в городах .....	68
7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	71

# 1 ВВЕДЕНИЕ

В рамках Конвенции о трансграничном переносе загрязнений на большие расстояния начат пересмотр Гетеборгского протокола. Пересмотр планируется закончить до конца 2011 года. Было решено, что новый протокол должен следовать подходу основанному на оценке воздействий и должен включать важные меры, предназначенные для повышения возможности ратификации протокола большим числом сторон. В целях информирования участников переговоров о рамках дальнейших экономически эффективных мер, данный отчет представляет ряд сценариев контроля выбросов, иллюстрирующих варианты экономически эффективных улучшений качества атмосферного воздуха в Европе.

Рассмотренные сценарии задействуют оптимизационный блок модели GAINS, идентифицирующий низкозатратные решения для достижения заданных целей качества воздуха. Экологические цели в оптимизационной проблеме представлены как ограничения и оказывают наибольшее влияние на общие затраты экономически эффективного решения, а также на распределение затрат по разным странам и секторам экономики.

В отчете CIAM 1/2010 были представлены четыре альтернативных варианта для переговоров на 47-й встрече WGSR в августе 2010. На основе этого вклада, WGSR:

- *Поддержала подход, основанный на оценке воздействий и отметила особую необходимость дальнейшего исследования вариантов сокращения разрыва по всей Европе и на национальном уровне, а также вариантов достижения равного улучшения состояния экосистем в различных странах.*
- *Предложила Целевой комиссии по разработке моделей для комплексной оценки TFIAM и CIAM продолжить исследование «гибридных» сценариев вариантов 3 и 4 в сочетании с некоторыми элементами варианта 2; предоставить более подробную информацию о других интервалах сокращения разрыва (в рамках 25-75%) к следующей встрече WGSR в апреле 2011.*
- *Предложила TFIAM и CIAM проанализировать чувствительность результатов анализа к различным предположениям базового сценария развития и опубликовать в интернете соответствующие входные данные и результаты сценариев для каждой страны.*
- *Учитывая ключевые меры по снижению выбросов для стран с переходной экономикой, представленных CIAM на 41-й встрече WGSR в 2008 году, предложила TFIAM и CIAM продолжить оценку мер, которые могут внести вклад в достижение экономически эффективных стратегий снижения выбросов.*

В качестве ответа на эти пожелания, в данном отчете представлен ряд сценариев экономически эффективного снижения выбросов к 2020 году, одновременно учитывающий следующие типы воздействий: здоровье населения, подкисление, эвтрофикация, и тропосферный озон. В качестве нового элемента, анализ исследует влияние этих типов воздействий на излучающее воздействие. Версия 1 отчета

обсуждалась на 39-й встрече TFIAM (Стокгольм, 23-25 февраля 2011). В ответ на некоторые вопросы, затронутые в ходе встречи, в отчет были внесены исправления и обновления. Данная версия 2 является вспомогательным документом к 48-й встрече WGSR (Женева, 11-14 апреля 2011).

Оставшаяся часть отчета организована следующим образом: в разделе 2 представлены краткое изложение методологии моделирования, изменения с прошлого отчета CIAM 1/2010, а также описание допущений и граничных условий, использованных в анализе. В разделе 3 представлен обзор дополнительных возможностей снижения выбросов для двух базовых прогнозов, а также возможностей экологических улучшений, достижимых с помощью доступных мер снижения выбросов. В разделе 4 перечислены альтернативные варианты постановки целей для анализа экономической эффективности. В разделе 5 представлены сценарии наименьших затрат для пяти различных комплексов экологических целей, с соответствующими затратами на контроль выбросов, снижением выбросов и воздействием на окружающую среду. В разделе 6 изложены результаты анализа чувствительности, исследующего устойчивость экономически эффективных решений по отношению к различным базовым прогнозам развития, различным количественным выражениям воздействия выбросов в городах, и возможностям дальнейшего улучшения излучающего воздействия, достижимого при низких затратах. В разделе 7 представлено заключение.

Все входные данные и результаты для различных стран доступны в онлайн-версии модели GAINS (<http://gains.iiasa.ac.at>), версия GAINS-Europe, группа сценариев "CIAM 1/2011-March". Сценарии носят следующие названия:

- Data for the year 2000: GOTH\_2000
- PRIMES baseline: GOTH\_PRIMESBL2009\_baseline\_rev1
- LOW case: GOTH\_PRIMESBL2009\_LOW\_rev1
- Low\* case: GOTH\_PRIMESBL2009\_Low-star\_rev1
- Mid case: GOTH\_PRIMESBL2009\_MID\_rev1
- High\* case: GOTH\_PRIMESBL2009\_High-star\_rev1
- High case: GOTH\_PRIMESBL2009\_HIGH\_rev1
- Maximum feasible reductions: GOTH\_PRIMESBL2009\_MFR\_rev1
- National projections, baseline: GOTH\_NAT\_baseline\_rev1
- Maximum feasible reductions: GOTH\_NAT\_MFR\_rev1

## 2. МЕТОДОЛОГИЯ, ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ДОПУЩЕНИЯ

### 2.1 Методология

#### 2.1.1 Модель GAINS

Для идентификации экономически эффективных мер дальнейшего улучшения качества воздуха в Европе, отчет опирается на модель GAINS (Модель оценки взаимодействия и синергизма парниковых газов и загрязнения воздуха), разработанную Международным Институтом прикладного системного анализа IIASA.

Модель GAINS анализирует экономически эффективные стратегии контроля выбросов нескольких загрязнителей, которые обеспечивают достижение экологических целей в части влияния качества атмосферного воздуха на здоровье населения и экосистемы, а также парниковых газов. GAINS сводит вместе данные по экономическому развитию, по структуре, потенциалу и стоимости контроля источников загрязнения, образованию и рассеиванию загрязнителей в атмосфере и оценке воздействия загрязнений на окружающую среду. GAINS учитывает воздействие на здоровье населения мелкодисперсной пыли и тропосферного озона, повреждения растительности вызванные тропосферным озоном, подкисление в наземных и водных экосистемах и превышение выпадения азота на почвы, помимо снижения выбросов парниковых газов. GAINS описывает взаимосвязи множества воздействий и множества загрязнителей (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM, NMVOC, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, F-газы), вносящих вклад в эти воздействия в масштабе Европы (рисунок 2.1).

Модель GAINS оценивает для каждой из 43 стран Европы более 2000 мер по контролю выбросов в атмосферу. Она вычисляет рассеивание загрязнителей в атмосфере и анализирует затраты и воздействия на окружающую среду стратегий контроля выбросов. В Режиме оптимизации, GAINS определяет наиболее низкзатратный баланс мер контроля для различных загрязняющих веществ, секторов экономики и стран, соответствующий заданным пользователем целям качества воздуха и изменения климата. Полное техническое описание методологии модели GAINS доступно по адресу

<http://gains.iiasa.ac.at/index.php/documentation-of-model-methodology/supporting-documentation-europe>

GAINS рассчитывает будущие выбросы для базовых данных о деятельности в секторах энергетики, транспорта и сельского хозяйства, в соответствии с программами моделей PRIMES, TREMOVE и CAPRI. Совместно со специфическими для отдельных стран уровнями доступных технологий контроля выбросов, показатели выбросов GAINS воспроизводят выбросы, переданные странами в UNFCCC и Секретариат КТЗВБР. Последнее обновление модели GAINS было выполнено в рамках проекта EC4MACS ([www.ec4macs.eu/home/review-agenda.html](http://www.ec4macs.eu/home/review-agenda.html)) и руководящего органа ЕМЕП (ECE/ЕВ.AIR/GE.1/2009/2).

	PM (BC, OC)	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	VOC	NH <sub>3</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	ГФУ ПФУ SF <sub>6</sub>
<b>Воздействия на здоровье:</b>										
PM (ожидаемое сокращение продолжительности жизни)	√	√	√	√	√					
O <sub>3</sub> (преждевременная смертность)			√	√		√		√		
<b>Ущерб растительности:</b>										
O <sub>3</sub> (AOT40/потоки)			√	√		√		√		
Подкисление (превышение критических нагрузок)		√	√		√					
Эвтрофикация (превышение критических нагрузок)			√		√					
<b>Излучающее воздействие:</b>										
- долгосрочное (GWP100)							√	√	√	√
- среднесрочное (в Европе и глобально)	√	√	√	√	√	√				
- выпадение сажи (в Арктике)	√		√	√				√		

**Рисунок 2.1** Подход множества загрязнителей/множества воздействий модели GAINS для идентификации экономически эффективных решений контроля загрязнения воздуха и изменений климата.

### **2.1.2 Излучающее воздействие короткоживущих веществ**

В качестве нового элемента, как дополнительное воздействие в модель GAINS включено влияние аэрозолей на климат в форме их излучающего воздействия (рисунок 2.1). Это дополнение используется в отчете для анализа среднесрочных изменений климата сценариев контроля выбросов, обсуждаемых в разделах 5 и 6.

В этой новой версии модели GAINS излучающее воздействие короткоживущих веществ (например SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, BC (black carbon, сажа) и OC (organic carbon) учитываемые как часть снижения выбросов PM<sub>2.5</sub>) вычисляется на основе отношений источник-рецептор, выражающих количественное воздействие изменения выбросов в каждой стране на краткосрочное излучающее воздействие в области ЕМЕП, а также на выпадение углерода в Арктике и Альпийских ледниках. Расчет излучающего воздействия озона, однако, пока не был закончен, и в данном отчете не рассматривается. Ожидается, что включение этого воздействия в дальнейший анализ возможно в течение 2011 года.

#### Отношения источник-рецептор для излучающего воздействия и выпадения углерода

Глобальная версия модели ЕМЕП использовалась для расчета нагрузок тропосферных аэрозолей и вкладов выбросов отдельных стран ЕМЕП в суммарную нагрузку. Более

подробную информацию о структуре модели EMEP и специфическую информацию о моделировании аэрозолей (см. также Tsyro et al., 2007) можно найти в источнике EMEP, 2010.

Расчетные циклы для короткоживущих источников излучающего воздействия проводились с использованием новых глобальных данных по выбросам с разрешением  $1^\circ \times 1^\circ$ . Для европейских источников была задействована инвентаризация выбросов за 2006 год. Эти данные, включающие выбросы  $PM_{2.5}$  и  $PM_{10}$ , были дополнены оценками ОС, ВС и их пропорций к  $PM_{2.5}$ , чтобы обеспечить необходимый вклад ОС, ВС в модель. Данные по ОС, ВС сгенерированы в модели GAINS и предоставлены для уровней секторов SNAP1 по каждой европейской стране. Для стран вне Европы в расчетах EMEP использовались данные сценария RCP 8.5 (Riahi et al., 2007) за 2005 год, вычисленные в рамках одного из заданий по разработке сценариев IPCC. Расчеты проводились с использованием метеорологических условий за 2006 год.

Расчеты зависимостей источник-рецептор проводились для оценки воздействия выбросов каждой из европейских стран на глобальную аэрозольную нагрузку. Для каждого региона-источника был разработан комплекс из четырех сценариев снижения выбросов, в каждом из которых выбросы одного загрязнителя, или ряда загрязнителей, были снижены на 15%. Такая процедура проводилась отдельно с  $SO_2$ ,  $NH_3$  и  $VOC$ , а также с  $NO_x$ , ВС и ОС, для которых можно было применять параллельное снижение выбросов благодаря отсутствию взаимодействия и связи между этими веществами в модели.

Результаты таких расчетов для примерно 50 стран Европы – источников выбросов – были предоставлены IIASA в виде сети  $1^\circ \times 1^\circ$ , покрывающей весь земной шар. Результаты моделирования охватывают широкий спектр параметров в дополнение к необходимым приземным концентрациям и суммарным нагрузкам, и даны в виде как годовых, так и месячных значений.

Нормализованные факторы излучающего воздействия, т.е. отношение излучающего воздействия ( $Вт^{-2}$ ) к суммарной нагрузке определенного типа ( $гм^{-2}$ ), могут использоваться для оценки излучающего воздействия суммарных нагрузок, полученных в модели EMEP. Эти факторы могут быть рассчитаны с использованием моделей переноса излучения, разрабатываемых в течение нескольких лет в Университете Осло/CICERO. Результаты были представлены CICERO для компонентов ВС, ОС,  $SO_4$  и  $NO_3$  – пока в виде среднегодовых значений – на сети  $1^\circ \times 1^\circ$ , соответствующей сети EMEP. Эти данные были основаны на расчетах глобальной модели химических превращений и переноса OsloCTM2, описанной Myhre et al., 2009.

#### Излучающее воздействие как дополнительное ограничение оптимизации в модели GAINS

Рамки оптимизации GAINS были расширены с целью включения излучающего воздействия как дополнительного типа воздействия загрязняющих веществ и парниковых газов. Таким образом среднесрочное излучающее воздействие входит в оптимизационный процесс, помимо уже существующих воздействий на здоровье населения и экосистемы, либо в качестве дополнительного экологического ограничения в (минимизирующей стоимость) оптимизации с одной заданной целью,



либо в многоцелевом режиме. С этой целью коэффициенты переноса излучающего воздействия и прочие необходимые данные были выведены в соответствии с описанием, изложенным ниже.

Излучающее воздействие короткоживущих аэрозольных источников излучения рассчитывается, как и все другие типы воздействий, как линейная функция соответствующих загрязнителей, с помощью отношений источник-рецептор, полученных в ходе ряда полных расчетных циклов модели ЕМЕР. Вещества, выбросы которых вносят вклад в излучающее воздействие и используются в расчетах – SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, BC и OC. Выбросы по всем регионам области ЕМЕР используются как входные данные в расчет воздействия, вклад от остальных регионов-источников входит в константы. Сравнительная магнитуда этих констант может быть значительной, благодаря тому что вклад фонового воздействия может быть доминантным:

$$RF_r = \sum_s \sum_p T_{r,s}^{RF,p} \cdot Em_{s,p} + k_r^{RF}$$

где r – регион-рецептор, s – регион-источник, p – загрязняющее вещество, Em<sub>s,p</sub> – выбросы вещества в регионе-источнике, с матрицей переноса T<sub>r,s</sub><sup>RF,p</sup> и константами для излучающего воздействия k<sub>r</sub><sup>RF</sup>. Среднее излучающее воздействие рассчитывается для четырех различных регионов-рецепторов (область ЕМЕР, северное полушарие, Арктический регион 70+ градусов, Арктический регион 60+ градусов).

Выпадение углерода в регионах покрытых снегом рассчитывается по формуле:

$$C - Dep_r = \sum_s \sum_p T_{r,s}^{C-Dep,p} \cdot Em_{s,p} + k_r^{C-Dep}$$

где соответствующий ряд загрязнителей включает только BC и OC, и рассмотрены только три региона-рецептора: Альпы, Арктический регион 70+ градусов, Арктический регион 60+ градусов). Ограничения показателей данных типов воздействий теперь могут рассматриваться совместно с другими подходами постановки целей модели GAINS для расчета комбинированных оптимизационных сценариев. Цели связаны приведенными выше уравнениями с функцией затрат через выбросы и затраты на меры по снижению выбросов.

## **2.2 Входные данные и допущения/предпосылки**

Анализ, представленный в данном документе, основан на базовых прогнозах развития экономической деятельности, представленных в CIAM Сторонами Конвенции. Эти прогнозы включают национальные сценарии развития энергетики и сельского хозяйства, предоставленные 18-ю странами, а также ряд согласованных прогнозов для европейского региона, составленных на основе различных международных источников (см.таблицу 2.1). Два комплекса сценариев деятельности (европейский и национальный) были приняты WGSР на 46-й встрече в качестве основы дальнейшего анализа экономической эффективности.

## 2.2.1 Прогнозы видов деятельности

Основная часть анализа в данном отчете задействует согласованную картину будущего экономического, энергетического и сельскохозяйственного развития европейского региона и включает прогнозы из международных источников. Анализ чувствительности проведен для национальных сценариев с целью отразить перспективу отдельных государств, без какой-либо гарантии согласованности с международной картиной.

Таблица 2.1 Источники прогнозов деятельности

Table 2.1: Sources of activity projections

	<i>Europe-wide PRIMES 2009 scenario</i>	<i>National scenario</i>
<i>Energy projections</i>		
PRIMES 2009 baseline	EU-27, CR, MK, NO	BE, BG, CY, EE, FR, DE, HU, MK, LV, LT, LU, MT, PL, RO, SK, SI
National projections	CH	AT, CR, CZ, DK, FI, GR, IE, IT, NL, NO, PT, ES, SE, CH, UK
IEA WEO 2009	AL, BY, BA, MD, RU, RS, UA	AL, BY, BA, MD, RU, RS, UA
<i>Agriculture</i>		
CAPRI 2009	EU-27, AL, BA, CR, MK, NO, RS	AL, BA, BG, CY, CZ, DK, EE, FR, DE, GR, HU, LV, LT, LU, MK, MT, NO, PL, PT, RS, SL
National projections	CH	AT, BE, CR, FI, IE, IT, NL, RO, SK, ES, SE, CH, UK
FAO 2003	BY, MD, RU, UA	BY, MD, RU, UA

### Согласованный сценарий развития европейского региона

Сценарий развития европейского региона задействует энергетические прогнозы для 27 стран ЕС и Македонии, разработанные в модели PRIMES в 2009 году для Европейской Комиссии (т.е. обновленные сценарии из Capros et al., 2008). Этот сценарий учитывает влияние финансового кризиса. Подробные прогнозы деятельности доступны на <http://gains.iiasa.ac.at>. Для стран, не являющихся членами ЕС, сценарий задействует энергетические прогнозы EIA, опубликованные в мировом обзоре энергетики World Energy Outlook 2009 (IEA, 2009). Этот сценарий предполагает значительные изменения в использовании различных типов топлива в регионе ЕС-27. Ожидается, что по сравнению с 2005 годом при текущей стратегии использования ВЭИ, потребление биомассы возрастет на 45% к 2030 году, а использование энергии из других возобновляемых источников (солнце, ветер и т.п.) утроится. Потребление угля, наоборот, сократится на 17% к 2030 году, а потребление нефти – на 10%.

Прогнозы развития сельского хозяйства получены для стран ЕС и Норвегии с помощью расчетов в модели CAPRI. Подробные данные о поголовье скота и использовании

удобрений доступны на <http://gains.iiasa.ac.at> . Для Швейцарии, новый национальный прогноз признан наиболее согласующимся со сценариями для других стран. Для всех других стран, были использованы прогнозы развития животноводства, опубликованные Food and Agricultural Organization (FAO) (FAO, 2003).

### Ряд национальных прогнозов

18 сторон Конвенции (КТЗВБР) предоставили свои наиболее обновленные национальные прогнозы экономического развития, энергетики и сельского хозяйства в CIAM (в некоторых случаях эти прогнозы были составлены еще до экономического кризиса). Так как эти прогнозы отражают перспективу отдельных государств, они не обязательно согласуются в своих допущениях с будущим мировым экономическим развитием, ценами на энергию и климатическими стратегиями. Для того, чтобы получить ряд данных, покрывающий всю Европу, прогнозы для остальных стран были взяты из World Energy Outlook 2009 (IEA, 2009) и модели PRIMES (базовый сценарий 2009). Подробные данные доступны на <http://gains.iiasa.ac.at> .

Для 27 стран ЕС эти национальные прогнозы предполагают рост ВВП на 35% в период с 2005 по 2020 год, в то время как общее потребление энергии возрастет всего лишь на 2%. В странах не являющихся членами ЕС, как предполагается, ВВП возрастет на 60%, а потребление энергии увеличится на 12%. Таким образом, предполагается полное отсутствие взаимосвязи между ростом ВВП и потреблением первичной энергии, как следствие реструктуризации экономики в сторону менее энергетически интенсивных секторов, автономного технического прогресса и энергетической политики направленной на повышение энергоэффективности. Тем не менее, в различных секторах экономики ожидаются различные тенденции развития. В ЕС-27 ожидается рост потребления энергии в дорожно-транспортном секторе на 7% в период с 2005 по 2020 год. В частном секторе и промышленности соответствующая цифра составит 2%. В то же время, потребление энергии предприятиями энергетики снизится к 2020 году. Отмена режима квот на молоко в странах ЕС, скорее всего, приведет к снижению поголовья рогатого скота с одновременным ростом поголовья свиней и птицы.

### **2.2.2 Допущения/предпосылки**

В отчете представлены расчеты воздействия качества атмосферного воздуха для двух вариантов базовых прогнозов выбросов. Эти расчеты выполнены в модели GAINS и включают ряд внешних допущений, которые необходимо учитывать при интерпретации результатов.

Чтобы отразить дополнительную подверженность населения в городах загрязнению от низкоуровневых источников, GAINS задействует «повышающий коэффициент для городской среды» для PM<sub>2.5</sub>, рассчитанный по методологии City-Delta (Thunis et al., 2007) для стран ЕС. Работа над возможным применением этого метода в странах не являющихся членами ЕС начата, но вследствие имеющихся несоответствий доступных данных по землепользованию и населению для стран входящих и не входящих в ЕС, результаты для стран не являющихся членами ЕС не использовались в данном отчете. Проведен анализ чувствительности с целью анализа влияния такого повышающего коэффициента на результаты оптимизации потолков выбросов (раздел 6.3).

В количественной оценке превышения критических нагрузок по эвтрофикации использованы оценки выпадений, специфичные для отдельных (типов) экосистем. Так как в более ранних расчетах для Директивы NEC (национальные потолки выбросов) использовались средние выпадения по сети, результаты не являются непосредственно сопоставимыми.

Для оценки воздействий использована база данных Координационного центра по эффектам (CCE) за 2008 год. В более ранних расчетах для Директивы NEC задействовалась версия базы данных за 2006 год.

Расчеты потери продолжительности жизни (YOLLS) вследствие подверженности воздействию тонкодисперсной пыли основаны на актуальных данных о численности населения для рассматриваемых лет. Таким образом, для 2000 года используется численность населения в 2000 году, а то время как для 2020 года – спрогнозированная на этот год численность населения.

Для морских источников, расчеты подразумевают внедрение недавних соглашений по снижению выбросов IMO57.

Затраты выражены в Евро уровня 2005 года.

Оценки выбросов за 2000 год основаны на статистике, опубликованной Евростатом. Для некоторых стран эти оценки не совсем соответствуют национальным оценкам, основанным на национальных статистических данных. В онлайн-версии модели GAINS, данные за 2000 год, использованные в отчете, доступны в виде сценария 'GOTH\_Nat10\_Feb2011'.

Национальные оценки выбросов основаны на количестве проданного топлива в стране.

### ***2.3 Изменения после предыдущего отчета***

После предыдущего отчета CIAM 1/2010 report (Amann et al., 2010), были внесены следующие изменения:

В соответствии с запросом WGSР, Группа экспертов по борьбе с выбросами аммиака (TFRN) готовит ревизию Приложения 9 Гетеборгского протокола с учетом новейшей научно-технической информации. В качестве подготовки, затраты на меры по снижению выбросов аммиака были переоценены на семинаре экспертов «Затраты на снижение выбросов аммиака и позитивный эффект для климата» - мероприятия, сопутствующем встрече TFRN в Париже в октябре 2010 года. Подробности и материалы семинара доступны на [www.clrtap-tfrn.org](http://www.clrtap-tfrn.org).

Наличие более полной информации о затратах на контроль выбросов аммиака, полученной в ходе семинара, позволило пересмотреть расчеты затрат в модели GAINS. Методология модели была разработана в начале 90-х и многократно уточнялась, включая результаты консультаций с отдельными странами, результаты опросов национальных экспертов, и данные, полученные от экспертной группы по аммиаку -- предшественника TFRN. Последнее изменения в модели GAINS на основе консультаций с TFRN представляют значительное улучшение по сравнению с ситуацией ранее.

Вкратце, были внесены следующие изменения (более полный документ находится в стадии разработки – черновик предоставляется по запросу):

- Средний размер фермы был переоценен, и любительские фермы, а также хозяйства с поголовьем скота менее 15 голов были исключены. Таким образом, меры с непомерно высокими затратами на малых фермах сейчас рассматриваются как «неприменимые», и меры по снижению выбросов аммиака сейчас рассматриваются только для ферм с поголовьем более 15. Как следствие, получена более точная оценка потенциала и затрат на контроль аммиака, особенно для стран со значительной долей малых натуральных хозяйств (таких как Польша, Болгария, Румыния).
- Дополнительные расходы на низкопротеиновый корм были значительно снижены (до уровня 0,5 евро на кг снижения выбросов аммиака) в соответствии с опытом представленным на семинаре.
- Затраты и эффективность очистки отработанного воздуха животноводческих помещений теперь основаны на кислотных скрубберах вместо биофильтров. В результате затраты снизились до 10 евро на кг снижения выбросов аммиака. Остальные затраты на жилье не были снижены.
- Затраты на хранение навоза остались неизменными.
- Затраты на внесение навоза были переоценены на основании предположения о том, что подрядчики могли бы работать намного дешевле, так как их инвестиции будут окупаться намного легче. Отчетные затраты лежат ниже уровня 1 евро на кг снижения выбросов аммиака, при этом отмечено что меры снижения выбросов с высокой эффективностью являются более дешевыми. Учитывая, что азот выделяемый не в форме аммиака, вносит вклад в удобрение почв и приводит к экономии минеральных удобрений, с уровнем цен на удобрения около 1 евро на кг снижения выбросов азота, общая стоимость может в некоторых случаях оказаться отрицательной, то есть с точки зрения экономики разумно предотвращать потерю азота в атмосферу в форме аммиака.

Подробности для отдельных стран доступны в онлайн-версии модели.

По сравнению с отчетом CIAM 1/2010, уровни выбросов для базового и максимального технически достижимого (MTFR) сценариев были немного модифицированы для некоторых стран с целью включения новейшей информации, например по максимальным уровням применения мер для аммония и применению мер для аммония при базовом сценарии.

Кроме того, следующие изменения были внесены после презентации первой версии отчета CIAM 1/2011 на 39-й встрече TFIAM в феврале 2011 года:

- В качестве ответа на комментарии некоторых стран ЕС, предоставивших свои энергетические прогнозы в CIAM, ряд национальных прогнозов для этих стран теперь включает энергетический сценарий PRIMES 2009 вместе 2008 (использовавшегося ранее), так как сценарий 2009 года намного лучше согласуется с национальными оценками.
- В секторе внедорожного транспорта, анализ рассматривает вариант мазута и дизеля с низким содержанием серы (по сравнению с предположениями отчета

СИАМ 1/2010). Однако, по сравнению с первой версией отчета СИАМ 1/2011, ускоренное внедрение стандартов Евро в сектор внедорожного транспорта не рассматривается в данном отчете.

- Для Швейцарии, был включен национальный прогноз, предоставленный в СИАМ. Кроме того, были обновлены показатели выбросов и контрольные стратегии в соответствии с действующим законодательством.
- Контрольные стратегии для VOC от растворителей были обновлены для России, Балкан и стран, ранее входящих в состав Советского Союза.
- Показатели выбросов аммиака от минеральных удобрений и ограничения применимости были обновлены для Великобритании в соответствии с комментариями национальных экспертов.

## 3. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ К 2020 ГОДУ

### 3.1 Дополнительные возможности снижения выбросов

В качестве точки отсчета, базовый прогноз предполагает будущие выбросы 2020 года, возникающие в результате предполагаемого развития экономической деятельности и постепенного внедрения мер законодательства по контролю выбросов. Эти базовые прогнозы подробно описаны в отчете CIAM 1/2010.

Для стран ЕС базовый прогноз предполагает:

1. Внедрение законодательства по контролю выбросов в виде национальных законов;
2. Соответствие Директиве NEC (National Emission Ceilings Directive (OJ, 2001))
3. Внедрение технологий контроля выбросов для тяжелых грузовиков (Евро VI, OJ, 2009a), и недавно принятой Директивы о промышленных выбросах для стационарных источников. (OJ, 2010) – см. Бокс 1. Внедрение стандартов Евро VI предполагается начиная с 2014 года. Показатели выбросов для дорожного транспорта в модели GAINS соответствуют показателям COPERT IV (Gkatzoflias et al., 2007).

Однако, в анализе не учитывается влияние других законодательных актов, для которых воздействие будущей деятельности пока не может быть выражено количественно. Это касается соответствия предельным значениям качества воздуха для PM, NO<sub>2</sub> и озона, установленных новой Директивой о качестве воздуха, которое может потребовать, среди прочего, ограничения транспорта в городских районах и как следствие изменений объема транспорта, заложенного в базовых прогнозах. Для некоторых директив, являющихся частью действующего законодательства, таких как Директива о нитратах, существуют неопределенности в количественной оценке их влияния.

Для стран, не являющихся членами ЕС, базовый сценарий рассматривает инвентаризацию действующего национального законодательства в различных странах. Был проведен анализ соответствия предположений о контроле выбросов в энергетике информации из базы данных по угольным электростанциям мира (IEACCC, 2009). Эта база данных содержит информацию о типах мер контроля, применяемых на существующих и строящихся электростанциях. Недавно некоторые страны, не входящие в ЕС (Албания, Босния и Герцеговина, Косово, Хорватия, Македония, Монтенегро и Сербия), подписали соглашение о Европейском «Энергетическом сообществе». В рамках этого сообщества стороны договорились внедрить определенные законодательные акты ЕС, включая Директиву о крупных мусоросжигающих заводах начиная с 2018 года и Директиву о содержании серы в жидких топливах с 2012 года. Для стран, являющихся в этом соглашении обозревателями (Молдова, Турция, Украина) было внедрено только национальное законодательство.

## Бокс 1. Законодательные акты, учтенные в расчете выбросов стран ЕС

Box 1: Legislation considered for air pollutant emissions for EU countries

SO<sub>2</sub>:

- Directive on Industrial Emissions (OJ, 2010)
- Directive on the sulphur content in liquid fuels (OJ, 2009b)
- Directives on quality of petrol and diesel fuels (OJ, 2003), as well as the implications of the mandatory requirements for renewable fuels/energy in the transport sector
- IPPC requirements for industrial processes
- Sulphur content of gasoil used by non-road mobile machinery and inland waterway vessels (reduction from 1000 ppm to 10 ppm) according to the Directive 2009/30/EC (OJ, 2009c)
- National legislation and national practices (if stricter)

NO<sub>x</sub>:

- Directive on Industrial Emissions
- EURO-standards, including adopted EURO-5 and EURO-6 for light duty vehicles
- EURO-standards, including adopted EURO V and EURO VI for heavy duty vehicles
- EU emission standards for motorcycles and mopeds up to Euro 3
- Legislation on non-road mobile machinery
- Higher real-life emissions of EURO-II and EURO-III for diesel heavy duty and light duty diesel vehicles compared with the test cycle
- IPPC requirements for industrial processes
- National legislation and national practices (if stricter)

NH<sub>3</sub>:

- IPPC Directive for pigs and poultry production as interpreted in national legislation
- National legislation including elements of EU law, i.e., the nitrates and water framework directives
- Current practice including the code of good agricultural practice

VOC:

- Stage I directive (liquid fuel storage and distribution)
- Directive 96/69/EC (carbon canisters)
- EURO-standards, including adopted EURO-5 and EURO-6 for light duty vehicles
- EU emission standards for motorcycles and mopeds up to Euro 3
- Fuel directive (RVP of fuels)
- Solvents directive
- Products directive (paints)
- National legislation, e.g., Stage II (gasoline stations)

PM2.5:

- Directive on Industrial Emissions
- EURO-standards, including the adopted EURO-5 and EURO-6 standards for light duty vehicles
- EURO-standards, including adopted EURO V and EURO VI for heavy duty vehicles
- Legislation on non-road mobile machinery
- IPPC requirements for industrial processes
- National legislation and national practices (if stricter)



План внедрения мер контроля выбросов от мобильных источников был составлен для каждой из стран на основе доступной национальной информации и международных исследований (DieselNet, 2009). Согласно этим исследованиям, предельно допустимые выбросы уровня стандартов Евро 4/5 для легких грузовых автомобилей и Евро IV/V для тяжелых грузовых автомобилей могут быть внедрены в странах, не входящих в ЕС, с задержкой в 5-10 лет по сравнению со странами ЕС.

Эти законодательные акты, в совокупности с ожидаемыми изменениями в структуре экономической деятельности, будут иметь значительное влияние на будущие выбросы загрязняющих веществ. В базовом сценарии, к 2020 году ожидаемые выбросы SO<sub>2</sub> в области моделирования снизятся на 60% по сравнению с уровнем 2000 года; NO<sub>x</sub> – на 50%, VOC – на 40%, и PM<sub>2.5</sub> – на 20%. В то же время, для аммиака снижение выбросов в Европе ожидается только на 6% (рисунок 3.1).

В то же время, существуют дополнительные возможности снижения выбросов загрязняющих веществ. Применение мер снижения выбросов, заложенных в GAINS, может снизить выбросы SO<sub>2</sub> на дополнительные 20% по отношению к уровню 2000 года. Еще больший потенциал выявлен для выбросов первичных частиц PM<sub>2.5</sub> и аммиака (от 50 до 35% от уровня 2000 года), в то время как для NO<sub>x</sub> дополнительные технические меры могут сократить суммарные выбросы на еще 15%. Стоит отметить, что на уровне агрегирования Европы эти потенциалы весьма схожи для обоих прогнозов экономической деятельности. Меры для максимального технически достижимого снижения выбросов (MTFR) не включают поведенческие изменения, структурные изменения в транспорте, сельском хозяйстве и энергетике, а также дополнительные климатические стратегии.

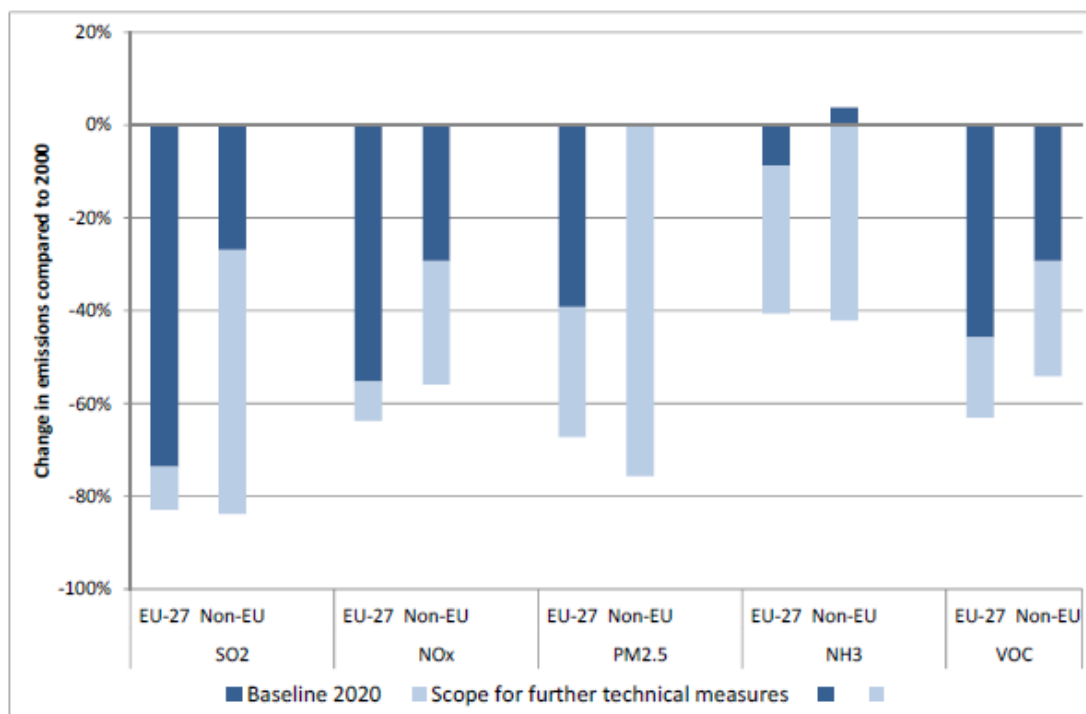


Рисунок 3.1. Базовые прогнозы выбросов в 2020 году и дополнительные возможности снижения выбросов с помощью технических мер, по отношению к 2000 году.

Таблица 3.1 Выбросы SO<sub>2</sub> и NO<sub>x</sub>: оценки для 2000 и 2020 годов. В таблице отражены базовый (BL) и MTRF уровни, для национальных сценариев и PRIMES (в кт)

	SO <sub>2</sub>					NO <sub>x</sub>				
	2000	2020				2000	2020			
		PRIMES		National			PRIMES		National	
	BL	MTRF	BL	MTRF	BL	MTRF	BL	MTRF		
Austria	32	19	16	18	16	195	94	81	95	86
Belgium	176	81	62	81	62	337	170	142	170	142
Bulgaria	888	132	80	132	80	158	68	53	68	53
Cyprus	47	5	2	5	2	22	13	8	13	8
Czech Rep.	294	106	93	101	90	308	151	113	140	99
Denmark	29	11	10	18	14	217	85	74	101	82
Estonia	85	16	12	16	12	33	21	13	21	13
Finland	77	42	37	61	53	221	125	110	127	107
France	633	199	132	199	132	1548	572	472	572	472
Germany	619	329	300	329	300	1707	708	609	708	609
Greece	543	112	45	100	41	330	242	199	232	181
Hungary	452	64	30	64	30	177	86	64	86	64
Ireland	144	28	20	16	12	141	69	53	73	59
Italy	774	234	117	308	127	1433	679	548	763	612
Latvia	11	4	3	4	3	37	22	19	22	19
Lithuania	52	15	7	15	7	54	29	24	29	24
Luxembourg	2	1	1	1	1	44	17	16	17	16
Malta	24	1	1	1	1	9	3	3	3	3
Netherlands	72	32	30	49	42	416	170	150	207	186
Poland	1490	468	299	468	299	823	429	353	429	353
Portugal	285	64	33	68	32	269	106	87	117	91
Romania	776	145	76	145	76	265	156	104	156	104
Slovakia	121	42	22	42	22	102	57	39	57	39
Slovenia	100	17	13	17	13	48	27	25	27	25
Spain	1433	311	168	315	138	1416	695	553	708	545
Sweden	45	29	28	29	28	238	97	87	103	84
UK	1193	227	149	290	196	1859	663	499	723	564
Albania	11	10	5	10	5	17	18	15	18	15
Belarus	172	89	34	89	34	181	150	96	150	96
Bosnia-H.	193	44	22	44	22	38	22	14	22	14
Croatia	75	20	8	44	19	67	46	30	69	46
FYROM	109	15	8	15	8	33	19	14	19	14
R Moldova	9	5	2	5	2	21	19	14	19	14
Norway	26	24	20	24	21	207	136	110	148	119
Russia	2022	1832	412	1832	412	3009	2144	1294	2144	1294
Serbia	452	92	55	92	55	137	91	63	91	63
Switzerland	17	13	10	13	10	94	44	40	44	40
Ukraine	1349	1099	143	1099	143	912	646	393	646	393
EU-27	10398	2732	1783	2889	1828	12407	5553	4495	5767	4639
Non-EU	4436	3245	719	3268	730	4717	3337	2083	3371	2107
Total	14834	5977	2502	6157	2558	17123	8891	6578	9139	6746

Таблица 3.2 Выбросы PM2.5 и NH3: оценки для 2000 и 2020 годов. В таблице отражены базовый (BL) и MTRF уровни, для национальных сценариев и PRIMES (в кт)

	PM2.5					NH <sub>3</sub>				
	2000	2020				2000	2020			
		PRIMES		National			PRIMES		National	
	BL	MTRF	BL	MTRF	BL	MTRF	BL	MTRF		
Austria	22	13	8	15	9	60	55	35	56	36
Belgium	32	20	15	20	15	84	75	67	77	68
Bulgaria	47	33	9	33	9	69	60	50	60	50
Cyprus	3	1	1	1	1	6	6	4	6	4
Czech Rep.	34	25	13	19	11	86	68	49	68	49
Denmark	25	19	8	20	9	91	52	46	52	46
Estonia	20	7	3	7	3	11	11	6	11	6
Finland	32	21	10	22	12	35	30	24	30	24
France	365	207	107	207	107	703	621	358	621	358
Germany	140	83	63	83	63	626	601	365	601	365
Greece	55	33	16	33	15	54	52	37	52	37
Hungary	45	22	10	22	10	77	70	40	70	40
Ireland	14	8	6	7	6	132	98	76	106	82
Italy	160	81	61	125	72	420	384	224	375	221
Latvia	17	15	3	15	3	13	12	9	12	9
Lithuania	14	10	3	10	3	37	45	24	45	24
Luxembourg	3	2	2	2	2	6	5	4	5	4
Malta	1	0	0	0	0	2	2	2	2	2
Netherlands	27	16	13	17	14	150	125	112	131	117
Poland	132	96	69	96	69	315	355	247	355	247
Portugal	95	62	15	62	14	71	69	42	69	42
Romania	141	106	20	107	20	167	150	90	204	122
Slovakia	24	10	6	10	6	30	24	13	28	15
Slovenia	9	6	3	6	3	20	16	11	16	11
Spain	142	90	54	82	51	372	364	208	352	200
Sweden	32	19	15	20	15	54	45	34	43	33
UK	115	53	42	53	43	328	270	214	285	223
Albania	8	8	2	8	2	18	24	15	24	15
Belarus	46	52	16	52	16	117	150	100	150	100
Bosnia-H.	15	13	5	13	5	17	19	11	19	11
Croatia	19	14	5	18	6	29	33	16	36	17
FYROM	14	7	2	7	2	10	9	6	9	6
R Moldova	10	9	2	9	2	16	17	10	17	10
Norway	61	31	15	42	15	24	22	13	23	13
Russia	717	778	194	778	194	552	555	314	555	314
Serbia	70	48	14	48	14	65	56	30	56	30
Switzerland	11	7	4	7	4	51	65	48	65	48
Ukraine	357	368	70	368	70	292	285	172	285	172
EU-27	1743	1059	572	1095	580	4018	3668	2389	3734	2434
Non-EU	1328	1334	330	1349	331	1191	1236	735	1239	737
Total	3071	2393	903	2443	911	5210	4904	3125	4973	3171

Таблица 3.3 Выбросы VOC и суммарные затраты на контроль выбросов: оценки для 2000 и 2020 годов. В таблице отражены базовый (BL) и MTRF уровни, для национальных сценариев и PRIMES (в кт и млн евро в год)

	VOC					<i>Emission control costs (total for all pollutants)</i>				
	2000		2020			2000		2020		
	PRIMES		National		PRIMES		National			
	BL	MTRF	BL	MTRF	BL	MTRF	BL	MTRF		
Austria	184	111	73	115	74	837	1848	2681	1758	2644
Belgium	215	129	108	129	108	1371	2305	2943	2305	2937
Bulgaria	130	79	40	79	40	249	1314	2066	1314	2068
Cyprus	11	5	4	5	4	21	322	374	322	373
Czech Rep.	218	148	82	133	75	1012	2309	3769	1906	2841
Denmark	141	74	45	75	47	614	1200	2090	1181	2058
Estonia	44	21	14	21	14	92	366	585	366	585
Finland	163	90	56	93	63	633	1090	2250	1316	2442
France	1706	720	480	720	480	3356	10749	18946	10749	20736
Germany	1490	870	583	870	583	10058	15606	20669	15606	20687
Greece	296	147	88	151	89	555	2149	3139	2211	3268
Hungary	168	104	59	104	59	244	1442	2140	1442	2128
Ireland	78	49	30	52	31	278	800	1275	759	1229
Italy	1580	777	622	833	606	3943	8966	12402	10326	15816
Latvia	71	49	18	49	18	78	377	1105	377	1114
Lithuania	81	53	29	53	29	51	453	975	453	994
Luxembourg	20	7	6	7	6	102	418	451	418	451
Malta	5	3	2	3	2	14	69	84	69	84
Netherlands	249	156	125	162	131	1705	3161	4133	3977	5028
Poland	616	343	223	343	223	2484	8935	12566	8935	12574
Portugal	276	176	115	162	104	299	1505	2482	1897	2895
Romania	437	301	129	301	129	450	2517	6232	2524	5898
Slovakia	73	56	38	56	38	157	701	1174	705	1193
Slovenia	57	31	17	31	17	124	615	739	615	739
Spain	1042	646	468	608	436	1919	9457	13792	8234	12280
Sweden	256	120	95	117	91	797	1992	2440	1949	2489
UK	1330	673	494	668	495	2748	7178	10180	8922	11407
Albania	29	27	12	27	12	36	112	421	112	417
Belarus	210	178	108	178	108	49	324	1768	324	1766
Bosnia-H.	49	30	13	30	13	66	220	560	220	568
Croatia	101	70	44	66	37	76	426	758	517	943
FYROM	28	14	8	14	8	45	129	261	129	261
R Moldova	25	26	14	26	14	7	56	266	56	266
Norway	381	86	65	88	67	273	1223	1999	1269	2211
Russia	3140	2307	1562	2307	1562	536	5339	15191	5339	15211
Serbia	132	113	50	113	50	176	761	2055	761	2035
Switzerland	146	81	52	81	52	578	1288	1793	1288	1791
Ukraine	636	514	313	514	313	389	1493	6139	1493	5942
EU-27	10938	5939	4045	5941	3994	34187	87845	131683	90637	136962
Non-EU	4876	3446	2241	3444	2236	3519	16451	36291	16589	36490
Total	15814	9385	6286	9385	6230	37707	104296	167974	107225	173451

### 3.2 Дополнительные возможности улучшения состояния окружающей среды

Базовый прогноз выбросов предполагает значительные улучшения показателей воздействий для всех рассматриваемых в анализе экологических эффектов (рисунок 3.2). По всей области моделирования, потеря продолжительности жизни (YOLLS), связанные с мелкодисперсной пылью, снизятся на 40% по сравнению с 2000 годом, а число преждевременных смертей связанных с воздействием тропосферного озона – на 30%. Площадь экосистем, находящихся в неустойчивом состоянии вследствие выпадения загрязнителей, снизится на 70% для подкисления и 30% для эвтрофикации. Превышение критических нагрузок выраженное в виде массы выпадения загрязнителей снизится еще более, более чем на 80% для подкисления и на 50% для эвтрофикации. Несмотря на сокращение выбросов, негативное воздействие на загрязнение воздуха остается значительным: в 2020 году в результате загрязнения средняя продолжительность жизни будет снижена на 4,7 месяцев, будет наблюдаться более 24000 случаев преждевременной смерти вызванной воздействием тропосферного озона, биоразнообразие на площади 1,4 млн км<sup>2</sup> европейских экосистем будет находиться под угрозой вследствие высокого уровня выпадений азота, и более 110000 км<sup>2</sup> лесов будут подвержены превышенному уровню подкисления.

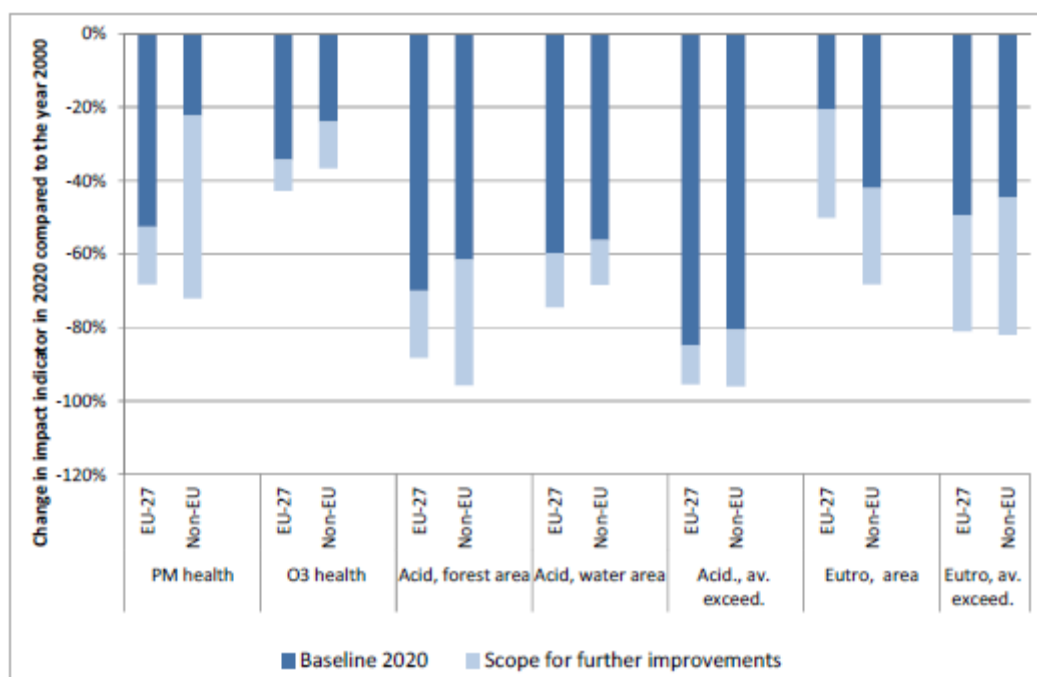


Рисунок 3.2 Показатели воздействий в 2020 по сравнению с уровнем 2000 года для базового сценария (колонки целиком) и сценария MTRF

Анализ показывает, однако, наличие множества конкретных мер, которые могут привести к дополнительному улучшению ситуации в 2020 году. С помощью этих мер потеря продолжительности жизни может быть снижена еще на 25% по сравнению с базовым сценарием, а число преждевременных смертей от воздействия тропосферного озона – на 10%. Эти меры могут также снизить площадь экосистем,

находящихся под угрозой вследствие превышенных выпадений азота, еще на 30%, а площадь лесов страдающих от подкисления – на 20% по сравнению с базовым сценарием для 2020 года.

**Таблица 3.4 Показатели воздействия на здоровье населения вследствие подверженности воздействию PM2.5 для базового сценария (BL) и MTFR. В расчетах учтен повышающий коэффициент для городской среды для стран ЕС, Норвегии и Швейцарии**

	<i>Loss in average life expectancy due to PM2.5 (months)</i>					<i>Years of life lost (million years)</i>				
	2000	2020		National		2000	2020		National	
		PRIMES BL	MTFR	BL	MTFR		PRIMES BL	MTFR	BL	MTFR
Austria	7.9	3.7	2.4	3.8	2.5	3.40	1.77	1.17	1.85	1.21
Belgium	13.7	6.6	4.9	6.8	5.1	7.49	3.94	2.92	4.08	3.04
Bulgaria	8.3	3.9	1.8	4.0	1.8	3.49	1.61	0.75	1.64	0.76
Cyprus	4.5	3.6	3.3	3.6	3.3	0.14	0.17	0.16	0.17	0.16
Czech Rep.	9.6	4.6	3.0	4.6	3.0	4.87	2.70	1.75	2.67	1.73
Denmark	7.1	3.6	2.5	3.7	2.6	2.01	1.08	0.74	1.12	0.77
Estonia	5.6	3.1	1.5	3.1	1.5	0.39	0.22	0.10	0.22	0.10
Finland	3.2	1.9	1.0	2.0	1.1	0.85	0.58	0.31	0.60	0.33
France	8.2	3.8	2.5	3.9	2.5	24.90	13.12	8.50	13.42	8.69
Germany	10.2	4.9	3.5	5.0	3.5	47.15	23.91	16.96	24.51	17.40
Greece	8.1	4.0	2.6	4.1	2.6	4.62	2.73	1.77	2.77	1.76
Hungary	11.6	5.2	2.8	5.4	2.9	5.88	2.91	1.59	2.99	1.63
Ireland	4.3	1.9	1.5	2.0	1.5	0.71	0.48	0.36	0.49	0.38
Italy	8.2	4.0	2.8	4.7	3.1	26.46	13.94	9.95	16.29	10.70
Latvia	6.0	3.9	1.7	4.0	1.7	0.73	0.47	0.21	0.48	0.21
Lithuania	6.2	3.7	1.9	3.7	1.9	1.08	0.65	0.33	0.66	0.34
Luxembourg	10.1	4.7	3.3	4.9	3.4	0.23	0.13	0.09	0.14	0.09
Malta	5.9	4.3	3.7	4.4	3.7	0.11	0.11	0.09	0.11	0.09
Netherlands	13.0	6.2	4.7	6.5	5.0	10.89	5.75	4.42	6.04	4.66
Poland	10.2	5.1	3.2	5.2	3.3	18.09	10.91	6.85	11.00	6.90
Portugal	6.7	3.6	1.9	3.6	1.8	3.56	2.21	1.16	2.23	1.12
Romania	9.6	4.8	1.9	5.0	2.0	10.10	5.65	2.26	5.79	2.34
Slovakia	10.0	4.5	2.7	4.6	2.7	2.43	1.37	0.80	1.40	0.82
Slovenia	8.8	4.1	2.6	4.4	2.7	0.90	0.49	0.31	0.53	0.33
Spain	4.9	2.4	1.8	2.4	1.7	10.30	6.59	4.81	6.49	4.63
Sweden	3.8	2.0	1.4	2.1	1.4	1.79	1.05	0.70	1.08	0.72
UK	7.9	3.3	2.5	3.5	2.6	24.09	11.45	8.45	12.11	9.01
Albania	5.3	2.7	1.6	2.7	1.6	0.73	0.37	0.22	0.38	0.23
Belarus	7.0	4.5	2.1	4.6	2.1	3.58	2.33	1.06	2.35	1.07
Bosnia-H.	6.0	2.8	1.6	2.9	1.7	1.36	0.64	0.37	0.67	0.38
Croatia	8.5	4.2	2.4	4.6	2.6	2.11	1.03	0.59	1.15	0.65
FYROM	6.2	2.7	1.5	2.8	1.5	0.64	0.28	0.15	0.28	0.15
R Moldova	8.1	4.8	1.8	4.8	1.9	1.59	0.94	0.36	0.95	0.37
Norway	2.5	1.3	0.8	1.5	0.8	0.58	0.34	0.21	0.39	0.22
Russia	7.6	6.7	2.3	6.7	2.3	54.85	48.72	16.35	48.83	16.42
Serbia	8.1	3.6	1.8	3.7	1.8	4.34	1.92	0.96	1.97	0.99
Switzerland	6.5	3.0	2.1	3.1	2.1	2.66	1.23	0.84	1.28	0.87
Ukraine	9.2	6.6	2.2	6.6	2.3	22.49	16.09	5.44	16.18	5.49
EU-27	8.6	4.1	2.7	4.3	2.8	216.65	115.99	77.53	120.88	79.92
Non-EU	7.7	6.0	2.2	6.0	2.2	94.94	73.89	26.57	74.44	26.84
Total	8.3	4.7	2.6	4.8	2.6	311.59	189.88	104.10	195.32	106.76

Таблица 3.5 Показатели воздействия на здоровье населения вследствие подверженности воздействию тропосферного озона для базового сценария (BL) и MTFR, для национальных сценариев и PRIMES

	<i>Loss in average life expectancy due to PM2.5 (months)</i>				
	2000	2020		National	
		PRIMES	MTFR	BL	MTFR
Austria	472	280	238	284	241
Belgium	526	336	292	338	293
Bulgaria	550	365	295	367	296
Cyprus	28	26	25	26	25
Czech Rep.	670	367	298	367	296
Denmark	222	150	132	152	134
Estonia	25	18	16	19	16
Finland	61	46	41	47	41
France	2975	1846	1639	1857	1644
Germany	4706	2959	2577	2974	2586
Greece	657	501	438	502	435
Hungary	853	510	409	519	414
Ireland	99	79	74	80	75
Italy	5084	3331	2939	3435	2997
Latvia	60	42	36	42	36
Lithuania	91	62	52	62	52
Luxembourg	42	22	19	23	19
Malta	29	19	17	20	17
Netherlands	520	333	284	336	286
Poland	1678	1008	828	1014	831
Portugal	600	447	407	447	405
Romania	1208	791	615	797	618
Slovakia	296	163	126	165	127
Slovenia	131	73	60	76	62
Spain	2117	1538	1404	1544	1399
Sweden	223	159	143	161	144
UK	2180	1664	1520	1667	1523
Albania	129	91	77	92	78
Belarus	322	221	174	223	175
Bosnia-H.	253	148	117	155	121
Croatia	356	218	178	229	186
FYROM	98	75	66	75	66
R Moldova	182	127	100	128	100
Norway	99	81	76	81	77
Russia	4702	3848	3249	3853	3252
Serbia	499	346	290	351	292
Switzerland	400	245	216	248	218
Ukraine	2543	1882	1529	1890	1533
EU-27	26101	26102	26104	26103	26105
Non-EU	9583	7282	6072	7325	6098
Total	35684	33384	32176	33428	32203

Таблица 3.6 Показатели воздействия, связанного с эвтрофикацией экосистем, для базового сценария (BL) и MTRF, для национальных сценариев и PRIMES

	<i>Ecosystems area with nitrogen deposition exceeding critical loads [1000 km<sup>2</sup>]</i>					<i>Average accumulated excess deposition of nitrogen [eq/ha/yr]</i>				
	2000	2020			2000	2020				
		PRIMES		National			PRIMES		National	
	BL	MTRF	BL	MTRF	BL	MTRF	BL	MTRF	BL	MTRF
Austria	40.2	27.7	3.9	28.7	4.3	418.4	121.0	8.9	128.6	9.8
Belgium	6.2	5.2	3.0	5.4	3.2	959.6	396.3	188.0	423.4	203.8
Bulgaria	45.3	28.6	7.4	29.4	9.6	223.0	67.4	14.2	76.7	15.8
Cyprus	1.6	1.6	1.3	1.6	1.3	114.6	121.1	91.0	121.5	90.9
Czech Rep.	27.6	27.6	27.5	27.6	27.5	1055.2	652.5	381.3	657.4	383.6
Denmark	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	1125.9	630.9	475.4	649.8	490.6
Estonia	16.9	8.0	2.5	8.3	2.5	86.2	26.4	6.7	27.9	6.9
Finland	113.6	63.4	27.1	65.7	28.0	55.2	18.5	6.2	19.3	6.4
France	176.3	154.9	86.2	155.3	87.7	584.1	272.4	79.3	277.4	81.9
Germany	87.9	65.9	36.4	66.6	37.2	658.0	299.4	92.0	307.5	96.2
Greece	52.6	51.8	45.7	51.9	45.6	276.6	187.9	97.2	191.1	96.5
Hungary	20.8	20.5	12.6	20.7	12.7	549.7	301.1	102.1	326.7	111.3
Ireland	2.2	1.9	1.7	1.9	1.8	668.8	332.8	192.8	379.0	225.0
Italy	87.9	61.5	26.9	64.4	27.5	367.1	160.1	31.2	164.2	33.8
Latvia	35.6	32.9	21.8	33.0	22.1	267.4	151.4	55.9	155.8	57.7
Lithuania	19.0	19.0	18.1	19.0	18.1	491.5	380.8	163.3	386.7	166.8
Luxembourg	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1121.1	660.4	375.1	674.6	387.2
Malta										
Netherlands	4.2	3.8	3.6	3.9	3.6	1493.7	893.3	602.0	965.3	663.3
Poland	90.2	88.9	78.7	89.2	79.0	732.1	492.4	234.3	500.6	238.7
Portugal	29.9	19.1	3.7	19.4	3.6	163.2	50.4	4.0	52.7	4.0
Romania	20.1	1.6	0.0	9.8	0.0	23.0	0.9	0.0	6.5	0.0
Slovakia	20.5	20.5	19.8	20.5	19.8	649.3	367.9	148.5	395.3	162.6
Slovenia	10.8	6.3	0.1	7.3	0.2	373.0	65.4	0.6	82.3	0.8
Spain	176.9	165.5	114.4	165.2	111.2	321.9	185.4	63.5	181.3	60.2
Sweden	83.1	55.3	40.1	56.4	40.8	134.8	62.0	33.9	64.2	35.1
UK	23.8	14.3	9.3	15.6	10.3	146.9	46.7	19.4	54.5	23.7
Albania	16.9	16.7	13.3	16.7	13.5	302.5	232.5	93.5	239.8	96.6
Belarus	63.9	62.0	49.4	62.1	49.6	390.1	311.4	116.2	316.4	118.6
Bosnia-H.	28.2	23.0	14.0	23.5	14.6	267.0	132.2	40.3	143.6	44.9
Croatia	31.7	31.2	28.5	31.3	29.5	534.9	310.4	104.1	341.3	123.5
FYROM	13.9	13.9	10.1	13.9	10.3	311.0	188.4	73.3	193.5	74.3
R Moldova	3.4	3.2	1.9	3.2	2.0	333.4	227.1	89.8	255.4	98.5
Norway	27.7	12.3	5.1	13.4	5.6	28.0	6.7	2.2	7.6	2.5
Russia	483.9	181.1	43.5	182.7	43.9	29.9	11.1	3.0	11.3	3.0
Serbia	39.7	32.9	15.4	34.3	15.8	289.7	138.8	41.7	149.3	44.7
Switzerland	9.6	9.2	6.3	9.2	6.5	692.9	407.9	104.7	413.2	108.9
Ukraine	72.2	72.2	63.8	72.2	66.7	507.4	337.6	113.2	352.6	121.6
EU-27	1197.9	950.3	596.2	971.5	602.3	334.0	168.8	63.6	173.4	65.4
Non-EU	790.9	457.8	251.4	462.5	258.0	77.8	43.0	14.1	44.8	14.9
Total	1988.9	1408.1	847.5	1434.0	860.3	185.2	95.8	34.8	98.7	36.1



Таблица 3.7 Показатели воздействия, связанного с подкислением лесных почвы, для базового сценария (BL) и MTRF, для национальных сценариев и PRIMES

	<i>Forest areas with acid deposition exceeding critical loads [1000 km<sup>2</sup>]</i>					<i>Average accumulated excess deposition of acidifying compounds [eq/ha/yr]</i>				
	PRIMES 2020			National 2020		PRIMES 2020			National 2020	
	2000	BL	MTRF	BL	MTRF	2000	BL	MTRF	BL	MTRF
Austria	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Belgium	1.9	0.9	0.5	1.0	0.6	568.6	98.1	40.2	112.1	47.2
Bulgaria	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cyprus	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Czech Rep.	7.5	5.0	3.0	5.0	3.0	372.9	94.1	31.3	94.8	31.0
Denmark	1.8	0.3	0.2	0.5	0.2	649.4	30.6	10.0	37.7	11.8
Estonia	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Finland	5.9	1.8	1.0	2.0	1.1	4.5	0.8	0.3	0.9	0.4
France	19.5	4.6	0.9	4.7	1.0	58.3	9.0	0.7	9.4	0.7
Germany	61.8	20.6	6.1	21.5	6.6	467.8	67.5	12.4	72.6	14.0
Greece	1.5	0.2	0.0	0.2	0.0	45.6	1.0	0.1	1.0	0.1
Hungary	5.6	0.9	0.0	1.2	0.0	315.8	9.5	0.0	12.7	0.0
Ireland	1.9	0.4	0.2	0.4	0.2	245.6	18.9	5.5	19.0	5.5
Italy	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Latvia	7.2	1.2	0.0	1.3	0.0	70.6	5.9	0.0	6.3	0.0
Lithuania	6.3	5.7	1.8	5.7	1.8	294.6	105.8	7.2	108.8	7.8
Luxembourg	0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	258.6	54.8	0.2	58.4	0.3
Malta	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
Netherlands	4.8	4.4	4.1	4.4	4.2	2589.9	1116.6	735.0	1278.8	857.5
Poland	72.5	33.6	15.6	34.1	15.9	871.1	159.9	36.2	163.5	37.2
Portugal	3.0	0.9	0.1	0.9	0.1	124.8	7.8	0.3	9.8	0.3
Romania	53.0	4.2	0.1	5.4	0.1	282.7	2.6	0.0	4.3	0.0
Slovakia	3.7	1.4	0.0	1.5	0.0	132.3	11.7	0.0	14.4	0.0
Slovenia	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	38.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Spain	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	48.3	0.3	0.1	0.3	0.0
Sweden	27.5	2.2	0.8	2.3	0.9	26.5	1.2	0.3	1.4	0.4
UK	10.9	2.6	1.4	3.1	1.7	551.6	51.6	20.4	67.8	27.3
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
Albania	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Belarus	11.9	4.7	0.0	4.8	0.0	66.3	8.3	0.0	8.9	0.0
Bosnia-H.	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	67.8	0.0	0.0	0.2	0.0
Croatia	1.3	0.5	0.0	0.5	0.0	48.9	4.1	0.0	8.1	0.0
FYROM	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	47.6	0.0	0.0	0.0	0.0
R Moldova	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Norway	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
Russia	22.8	14.9	2.2	15.0	2.2	2.3	1.1	0.0	1.1	0.0
Serbia	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	88.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Switzerland	0.8	0.3	0.1	0.3	0.1	36.3	9.5	1.9	9.9	2.0
Ukraine	5.9	1.0	0.0	1.0	0.0	24.1	1.9	0.0	1.9	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
EU-27	303.5	91.2	35.9	95.4	37.4	174.6	27.2	7.8	29.2	8.7
Non-EU	55.8	21.5	2.4	21.6	2.4	7.4	1.3	0.0	1.4	0.0
Total	359.2	112.7	38.3	117.0	39.7	72.0	11.3	3.0	12.1	3.4

Таблица 3.8 Показатели воздействия, связанного с подкислением пресноводных водоемов, для базового сценария (BL) и MTRF , для национальных сценариев и PRIMES

	<i>Catchment area with acid deposition exceeding critical loads [1000 km<sup>2</sup>]</i>					<i>Average accumulated excess deposition of acidifying compounds [eq/ha/yr]</i>				
	PRIMES 2020			National 2020		PRIMES 2020			National 2020	
	2000	BL	MTRF	BL	MTRF	2000	BL	MTRF	BL	MTRF
Finland	1971	827	274	827	299	6.0	1.2	0.2	1.4	0.2
Italy	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sweden	44309	14822	9109	14954	9460	22.6	2.5	1.4	2.8	1.5
UK	7709	6090	4359	6122	5876	532.2	89.4	39.6	114.6	53.0
Norway	28026	12234	8843	12703	9263	46.2	10.1	5.0	11.2	5.6
Switzerland	146	100	67	105	71	603.0	245.9	93.0	260.2	97.3
EU-27	53989	21738	13741	21903	15635	43.4	6.2	2.9	7.6	3.6
Non-EU	28172	12334	8910	12808	9334	46.7	10.4	5.1	11.4	5.7
Total	82160	34072	22651	34711	24969	44.5	7.6	3.7	8.9	4.3

## 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕЙ ДЛЯ ЭКОНОМИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНОГО СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ

В то время как имеются значительные возможности для дополнительного улучшения состояния окружающей среды за счет технических мер по снижению выбросов, такие улучшения определенно потребуют значительных затрат. По всей области моделирования, для максимального технически достижимого снижения выбросов соответствующие затраты возрастут на 70% по сравнению с базовым сценарием, то есть на 65 миллиардов евро в год. Эти дополнительные затраты соответствуют 0,3% ВВП для стран ЕС и 1,2% ВВП для стран, не входящих в ЕС.

Анализ эффективности затрат модели GAINS позволяет идентифицировать комплексы мер, ведущих к экономически эффективным улучшениям. Такой анализ может определить меры, позволяющие достичь высокого процента возможных улучшений на долю общих затрат.

С этой целью, оптимизационный блок модели GAINS подыскивает набор наименее затратных мер, который минимизирует суммарные затраты на контроль выбросов в Европе и удовлетворяет ряду установленных экологических ограничений (Wagner et al., 2007). Очевидно что в такой системе оптимизации любое экономически эффективное решение определено выбором экологических ограничений, т.е. выбранным уровнем амбиций экологических целей и их пространственным распределением по Европе. Более строгие ограничения и более пространственно-специфичные цели отразятся на более высоких затратах. Цели, которые могли бы эффективно направлять международные переговоры по дальнейшему снижению выбросов, должны удовлетворять следующим двум критериям:

- Они должны быть достижимы во всех странах (иначе ни один набор мер ни приведет к достижению целей)
- Они должны привести к международному балансу затрат и выгод, что повысит их одобрение и политическое признание всеми сторонами.

В конечном счете, выбор набора экологических целей, которые могли бы послужить полезной отправной точкой для переговоров, потребует оценочных суждений, и таким образом всегда будет всегда оставаться политической задачей для участников переговоров. Он не может быть заменен научными моделями, если только они не задействуют (в явном или неявном виде) количественное выражение структуры предпочтений сторон.

Для иллюстрации различных вариантов стратегий при выборе экологических целей для пересмотра Гетеборгского протокола, в отчете CIAM 1/2010 проанализированы следующие четыре концепции:

**Вариант 1:** Цели, основанные на *равных ограничениях качества окружающей среды* (равномерные ограничения качества окружающей среды). Примером являются значения предельных показателей качества воздуха, применяемые по всей Европе.

**Вариант 2:** Цели, призывающие к равномерному относительному улучшению качества окружающей среды *по сравнению с базовым годом* (сокращение разрыва), например равномерное относительное (равная доля) снижение площади экосистем с

превышением критических нагрузок в базовом году (такая концепция применялась для более ранних протоколов Конвенции).

**Вариант 3:** Цели, направленные для всех стран на равное относительное улучшение качества окружающей среды *по сравнению с доступным потенциалом дополнительных мер*, т.е. равномерное сокращение разницы между результатами базового и MTRF сценариев. Эта концепция использовалась в программе Clean Air for Europe (CAFE) для целей связанных с экосистемами (см. Amann et al., 2005).

**Вариант 4:** Наименее затратный вариант достижения улучшения качества окружающей среды *по Европе в целом*, например, минимизация суммарной потери продолжительности жизни в Европе (общеевропейский подход). Эта концепция использовалась в программе Clean Air for Europe (CAFE) для целей связанных со здоровьем населения.

Эти альтернативные варианты обсуждались на 47-й встрече WGSR, которая в своих заключениях:

- *Поддержала подход, основанный на оценке воздействий и отметила особую необходимость дальнейшего исследования вариантов сокращения разрыва по всей Европе и на национальном уровне и оптимизационных вариантов 3 и 4, а также варианта 2 достижения равного улучшения состояния экосистем в различных странах.*
- *Предложила Целевой группе по разработке моделей для комплексной оценки TFIAM и CIAM продолжить исследование «гибридных» сценариев вариантов 3 и 4 в сочетании с некоторыми элементами варианта 2; предоставить более подробную информацию о других интервалах сокращения разрыва (в рамках 25-75%) к следующей встрече WGSR в апреле 2011.*

В качестве ответа на эти пожелания, в данном отчете представлен ряд комбинированных сценариев, объединяющих различные варианты постановки целей для отдельных типов воздействий следующим образом:

#### ***4.1 Влияние на здоровье мелкодисперсной пыли***

Сценарии, проанализированные в отчете, используют в качестве показателя воздействия на здоровье населения потерю продолжительности жизни ('Years of Life Lost', YOLL), которые рассчитываются как произведение числа подверженных людей, средней концентрации PM2.5, которой они подверглись, и функции концентрация-эффект. Для оценки численности использовано число людей старше 30 лет в 2020 году.

Постановка целей и оптимизация производится в соответствии с «общеевропейским подходом» (вариант 4). В масштабе Европы вначале рассчитывается показатель для базового и MTRF сценариев. Разница между этими сценариями является разрывом, то есть пространством для улучшения, к которому затем применяется процедура сокращения разрыва. В частности, нет значений цели для отдельных стран, и оптимизация определяет общее наиболее экономически эффективное решение независимо от того, где именно в реальности происходит улучшение показателя воздействия на здоровье населения.

## **4.2 Эвтрофикация**

Для эвтрофикации, показатель воздействия суммирует для всех экосистем в стране общее количество осаждаемого азота, превышающего критические нагрузки (Accumulated Average Exceedance AAE). Затем процедура сокращения разрыва применяется к показателю отдельно в каждой стране (вариант 3). Это значит, что вначале превышения критических нагрузок рассчитываются для базового и MTFR сценариев, причем в сценарии MTFR выбросы устанавливаются на самом низком технически достижимом уровне *для всех стран*. Так как все расчеты связаны с воздействиями, подход сокращения разрыва также рассматривает трансграничное воздействие. Его привязка к конкретным странам обеспечивает достижение улучшения биоразнообразия в локальном масштабе в каждой стране, а не в общем и целом по Европе, где может быть задействовано множество очень различающихся экосистем. Превышения критических нагрузок аппроксимированы в виде кусочно-линейных функций в модели GAINS, таким образом расчеты оптимизации затрат могут проводиться с большой эффективностью.

Однако, следуя общепринятой практике, направленной на более эффективное информирование широкой общественности, достижения охраны экосистем представлены в виде площади экосистем с наблюдающимся превышением критических нагрузок. Этот показатель рассчитывается на основе полученных результатов оптимизации для каждой страны.

## **4.3 Подкисление**

Для подкисления использована та же концепция что и для эвтрофикации.

## **4.4 Тропосферный озон**

Индикатор SOMO35 применяется в качестве показателя воздействия на здоровье населения подверженности тропосферному озону, с использованием функции концентрация-эффект, количественно определяющей зависимость между подверженностью воздействию тропосферного озона и преждевременной смертностью. На основе этого показателя, для каждой страны применена концепция сокращения разрыва (вариант 3), т.е. одинаковое относительное улучшение (между базовым сценарием и MTFR), которого нужно достигнуть каждой стране.

Ущерб от тропосферного озона, нанесенный лесным деревьям, полунатуральной растительности и зерновым культурам, будет проанализирован в ходе анализа на основе фактических величин (с использованием подхода потоков) в сотрудничестве с Координационным центром по воздействиям и Рабочей группой по воздействиям.

## 5. АНАЛИЗ ТРЕХ УРОВНЕЙ АМБИЦИЙ

### 5.1 Экологические цели

Принимая такой выбор показателей воздействия и вариантов постановки целей, остается определить подходящие уровни амбиций относительно отдельных воздействий и их объединений в ряд значимых сценариев, которыми можно оперировать. Очевидно, что комбинирование уровней амбиций для различных типов воздействий требует политических оценочных суждений от участников переговоров и не может быть однозначно и недвусмысленно выполнено с помощью научных моделей. (В принципе, строгий анализ затрат-выгод с полной оценкой денежного выражения воздействия на здоровье и окружающую среду мог бы предоставить разумные рамки для сравнения уровня амбиций для различных воздействий; на практике, однако, точная количественная оценка выгод для здоровья и экосистем ставится под сомнение).

Учитывая пожелания WGSR *предоставить более подробную информацию о других интервалах сокращения разрыва (в рамках 25-75%),* в анализе применен прагматичный подход к идентификации трех различных комплексов уровней амбиций. В соответствии с такой позицией, в отчете установлен для начального раунда переговоров средний уровень амбиций, предполагающий 50% сокращения разрыва для воздействия на здоровье. Эта цель предполагает затраты на сокращение выбросов около 1,1 миллиарда евро в год по всей области моделирования (помимо затрат, заложенных в базовом сценарии). При таком же желании платить, анализ исследует возможности достижения прогресса для каждого из остальных типов воздействий при тех же затратах. Округленные цифры составили 50% сокращения разрыва для подкисления, 60% для эвтрофикации и 40% для тропосферного озона (рисунок 5.1). Необходимо отметить, что выбор среднего уровня амбиций являлся всего лишь прагматичным решением рабочей группы с целью определения отправной точки анализа эффективности затрат. Ни рабочая группа, ни IASA не подразумевают никаких оценочных суждений по поводу адекватных целей для переговоров.

В то время как каждая отдельная цель достигается за счет средств около 1,1 миллиардов евро в год, экономически эффективная оптимизация затрат, позволяющая достичь всех этих целей одновременно, предполагает стоимость около 2,3 миллиарда евро в год, как следствие дополнительной выгоды от снижения выбросов, оказывающих множественные воздействия на окружающую среду.

Так как выбор комбинации сокращения разрыва на уровне 50/50/60/40% был произвольным решением рабочей группы, был проведен анализ чувствительности с целью выявления того, как изменения уровня амбиций для одной из целей будут влиять на суммарные затраты. С этой целью, был проведен (комбинированный) оптимизационный анализ для варьирования уровня амбиций отдельных целей, результаты которого представлены на рисунке 5.2. Было установлено, что затраты наиболее чувствительны к варьированию цели сокращения разрыва для тропосферного озона. Например, «сжатие» цели сокращения разрыва на 10

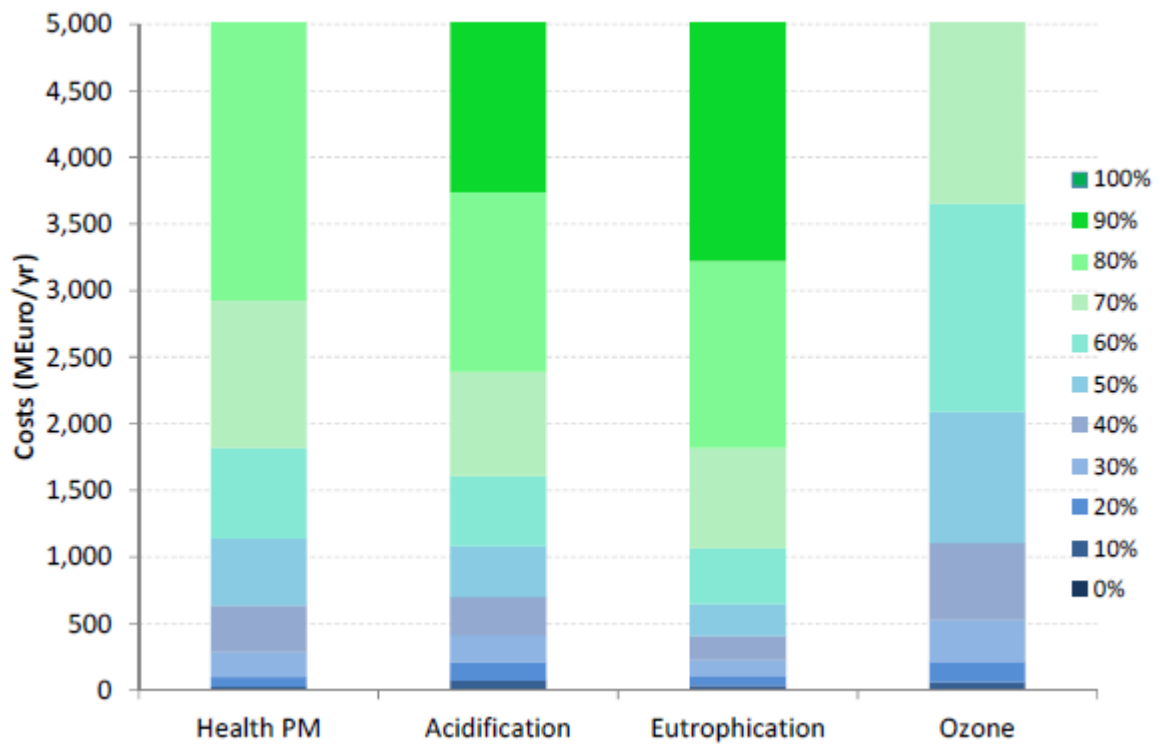
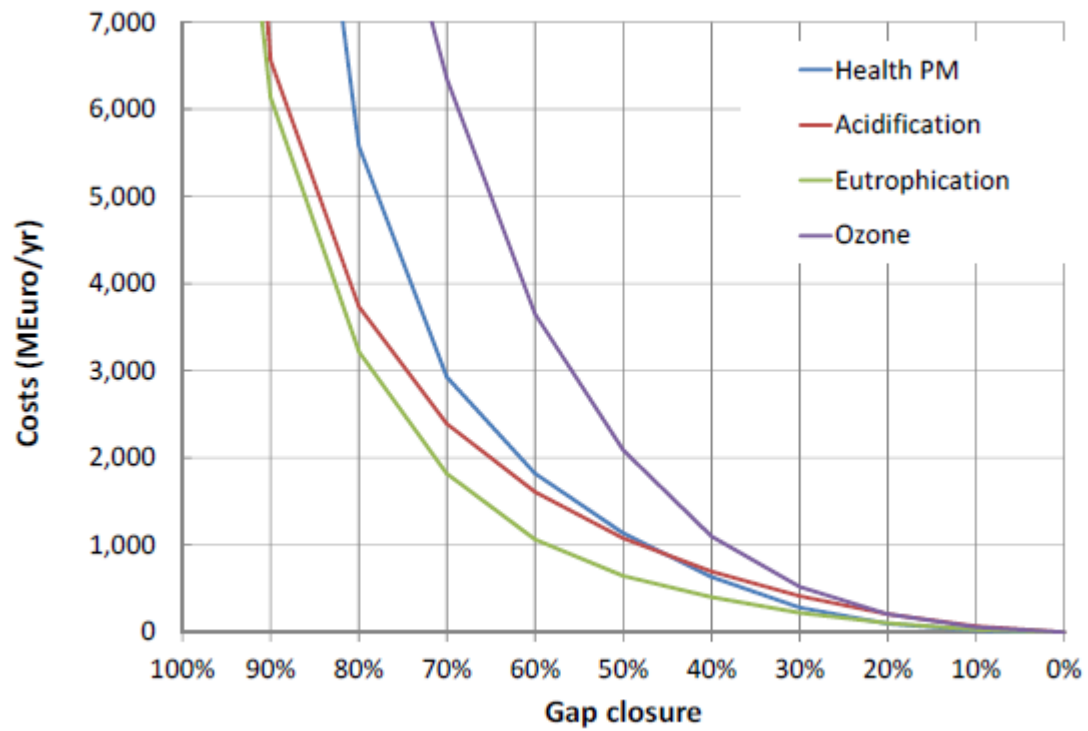


Рисунок 5.1 Верхняя часть: Затраты на контроль выбросов для целей сокращения разрыва при достижении этих целей для каждого типа воздействия по отдельности. Нижняя часть: Процент сокращения разрыва для различных типов воздействий, достижимых за одинаковые средства (оптимизация по одному типу воздействий)

процентных единиц (при неизменных целях для остальных типов воздействий) приводит к повышению затрат с 2,3 до 3,2 миллиардов евро в год, то есть на 40%. Аналогичное изменение цели на 10% в сторону уменьшения сокращения разрыва ведет к снижению затрат с 2,3 до 1,8 миллиардов евро в год, то есть на 22%. Варьирование целей для остальных типов воздействий ведет к гораздо менее ощутимому изменению суммарных затрат. Таким образом, рассматривая средний ряд целей, лица принимающие решения должны критически относиться к особому вниманию уделяемому тропосферному озону по сравнению с другими целями. В то же время очевидно, что меры, необходимые для достижения целей по озону, принесут дополнительный вклад в устранение других воздействий.

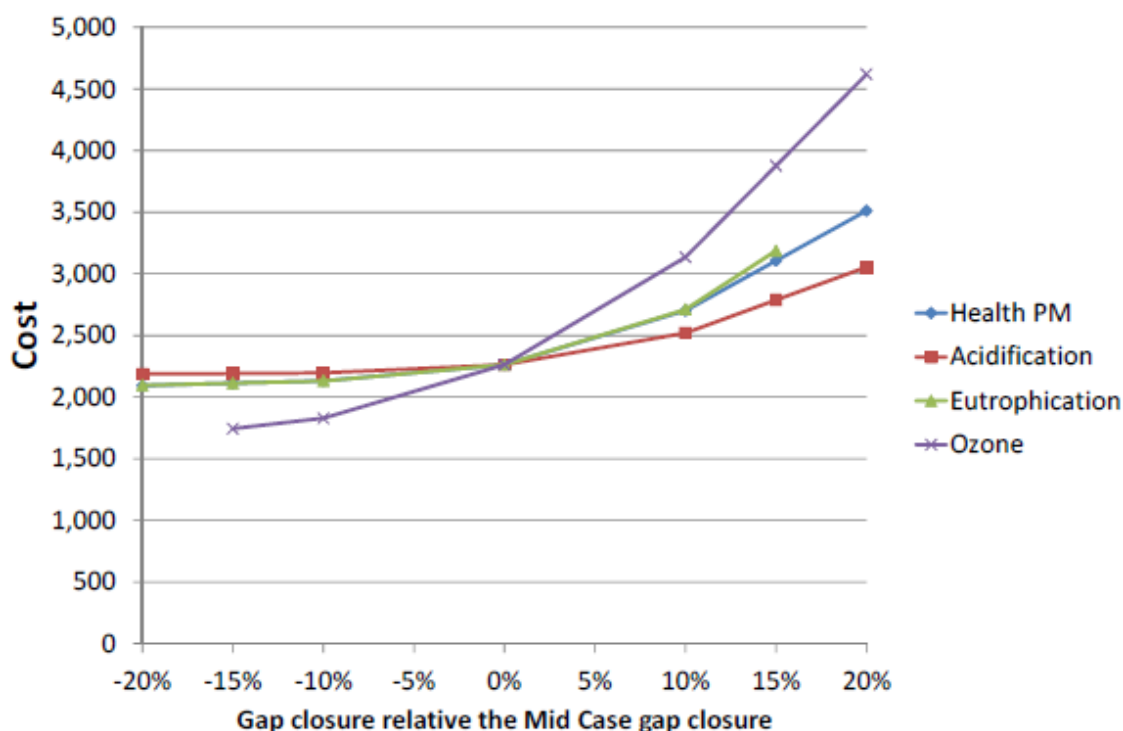


Рисунок 5.2 Затраты на решение в случае варьирования цели сокращения разрыва для одного из типов воздействий, в то время как три остальных типа воздействия находятся на среднем уровне (50% для здоровья, 60% для подкисления, 40% для озона). Затраты в миллиардах евро в год.

Учитывая пожелания WGSР, в анализе уровни 25% и 75% сокращения разрыва приняты как соответственно низкий и высокий уровни амбиций для всех типов воздействий. Одновременное достижение этих целей для всех типов воздействий приведет к дополнительным затратам (помимо заложенных в базовом сценарии) для всей области моделирования 0,6 и 10,6 миллиардов евро в год соответственно (сравните с 2,3 миллиардами для среднего уровня). Анализ чувствительности исследует изменение затрат вследствие варьирования отдельных целей. Для низкого уровня амбиций, затраты возрастают наиболее круто при варьировании строгости цели по озону, и наиболее полого для эвтрофикации. Для высокого уровня затраты также наиболее чувствительны к варьированию уровня амбиций по озону (рисунок 5.3).



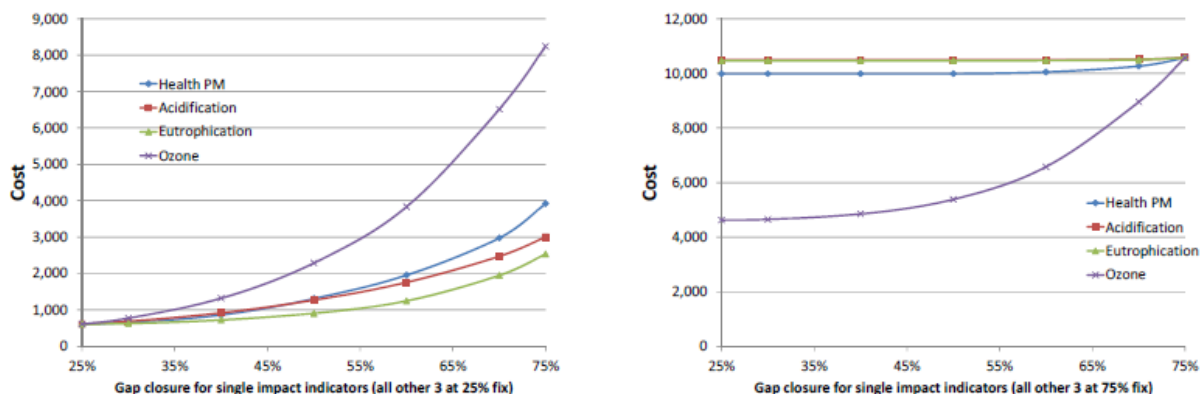


Рисунок 5.3 Затраты на решение в случае варьирования цели сокращения разрыва для одного из типов воздействий, в то время как три остальных типа воздействия остаются неизменными. Слева: варьирование от 25% сокращения разрыва (низкий уровень амбиций). Справа: варьирование от 75% сокращения разрыва (высокий уровень амбиций).

На основе анализа чувствительности, в дополнение к «чистым» уровням с унифицированными целями сокращения разрыва в 25% и 75%, были разработаны два варианта: один, повышающий для низкого уровня уровень амбиций для эвтрофикации до 50% и второй, понижающий для высокого уровня уровень амбиций для озона до 50% (таблица 5.1). Эти модифицированные уровни амбиций обозначены как high\* и low\*, в отличие от «чистых» уровней HIGH и LOW. Затраты на контроль выбросов варьируют от 0,6 до 0,9 миллиардов евро в год для низкого уровня и от 10,6 до 5,4 миллиардов евро в год для высокого уровня.

Таблица 5.1 Сводная таблица сокращения разрыва в % для описанных сценариев

Table 5.1: Summary of gap closure percentages for the impact indicators for the scenarios discussed

	Health-PM	Acidification	Eutrophication	Ozone
HIGH	75%	75%	75%	75%
High*	75%	75%	75%	50%
Mid	50%	50%	60%	40%
Low*	25%	25%	50%	25%
LOW	25%	25%	25%	25%

## 5.2 Затраты на контроль выбросов

Описанные пять сценариев охватывают интервал затрат от 0,6 (низкий уровень), через 0,9 (низкий\* уровень), 2,3 (средний уровень), 5,4 (высокий\* уровень) до 10,6 (высокий уровень) миллиардов евро в год, помимо затрат заложенных в базовом сценарии (таблица 5.2). В зависимости от уровня амбиций, от 57 до 65% суммарных затрат приходится на долю ЕС-27 (0,4 миллиардов евро в год для низкого уровня, 1,4 – для среднего, и 6,8 – для высокого). От 35 до 43% затрат ложится на страны, не входящие в ЕС. Однако с учетом того что в странах, не являющихся членами ЕС, сосредоточено всего 28% населения и 12% ожидаемого ВВП, относительные затраты в этих странах

будут выше чем в ЕС. Это является следствием более мягкого базового законодательства по контролю выбросов и более низкого ВВП в странах не входящих в ЕС, что требует больших усилий по достижению сопоставимых экологических улучшений. Например, для среднего уровня амбиций затраты на контроль выбросов достигают 0,01% от ВВП в ЕС-27, и 0,05% от ВВП в странах не входящих в ЕС (рисунок 5.4). Затраты для высокого\* уровня возрастают до 0,02% для стран ЕС и до 0,12% для стран не входящих в ЕС (рисунок 5.3). Для сравнения, 0,01% от ВВП соответствует 10 минутам работы в год для каждого гражданина (при условии 250 рабочих дней в году по 8 часов в день). В то же время, суммарные расходы на контроль выбросов (включая расходы заложенные в базовом сценарии), выраженные в % от ВВП, вполне сопоставимы между странами входящими и не входящими в ЕС (рисунок 5.5).

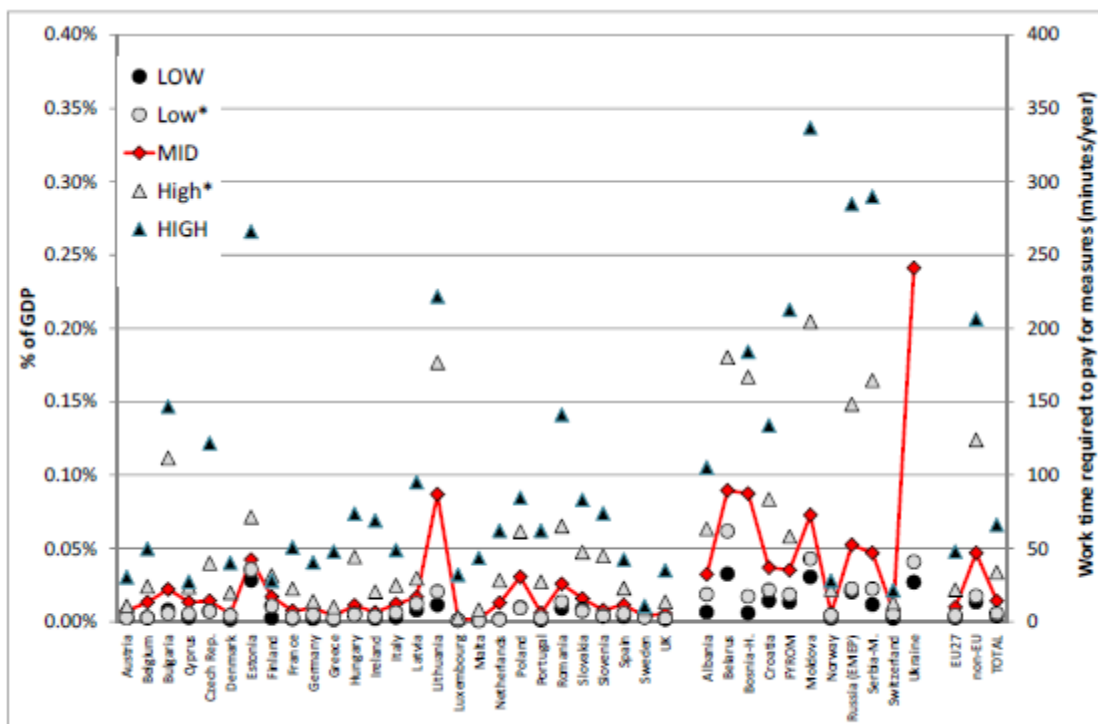


Figure 5.4: Additional air pollution control costs (on top of baseline), as a percentage of GDP in 2020, and expressed as work time required to pay for the measures (minutes per year per person)

Рисунок 5.4 Дополнительные затраты на контроль выбросов помимо заложенных в базовый сценарий, в % от ВВП в 2020 году и как рабочее время (мин в год на человека)

Таблица 5.2 Дополнительные затраты на контроль выбросов помимо заложенных в базовый сценарий, миллионы евро в год

Table 5.2 Additional air pollution control cost above the baseline level (million €/yr).

	LOW	Low*	Mid	High*	HIGH
Austria	7.2	8.2	23.1	33.1	94.3
Belgium	10.5	9.3	51.6	93.5	194.1
Bulgaria	2.7	1.8	7.6	38.7	50.9
Cyprus	0.6	1.2	3.0	5.4	6.1
Czech Rep.	11.2	10.7	21.7	61.5	187.8
Denmark	3.6	9.8	12.9	48.7	98.6
Estonia	4.3	5.5	6.5	11.0	41.1
Finland	4.9	21.4	34.3	63.5	56.4
France	39.3	59.8	157.1	482.5	1088.2
Germany	51.5	124.2	251.2	380.8	1101.0
Greece	3.8	6.5	12.0	29.3	138.9
Hungary	5.7	5.3	12.6	50.6	84.5
Ireland	4.4	7.5	14.2	45.3	153.1
Italy	48.4	102.1	201.7	416.9	819.7
Latvia	1.4	2.1	2.9	5.2	16.6
Lithuania	3.4	6.2	26.3	53.6	67.3
Luxembourg	0.4	0.4	0.8	1.4	15.2
Malta	0.0	0.0	0.1	0.6	2.9
Netherlands	10.1	9.4	81.5	179.9	395.2
Poland	39.1	37.1	124.2	249.6	343.1
Portugal	2.0	4.3	10.6	48.8	111.4
Romania	12.1	18.3	34.7	88.1	190.5
Slovakia	6.3	5.1	11.6	34.8	60.9
Slovenia	1.5	1.7	3.5	19.8	32.5
Spain	43.1	69.8	147.1	294.5	544.2
Sweden	11.8	10.9	14.2	34.6	40.6
UK	36.2	46.8	131.3	321.2	829.6
Albania	0.7	2.1	3.7	7.3	12.1
Belarus	13.8	26.1	37.9	76.2	186.5
Bosnia-H.	0.9	2.6	13.2	25.2	27.8
Croatia	6.6	10.1	17.3	39.1	62.8
FYROM	1.1	1.5	2.9	4.8	17.4
Moldova	1.3	1.8	3.0	8.6	14.1
Norway	6.9	13.9	18.7	71.6	91.3
Russia (EMEP)	168.2	185.4	436.3	1234.8	2372.6
Serbia-M.	4.6	8.8	18.5	65.1	114.6
Switzerland	9.0	18.9	28.2	52.0	86.0
Ukraine	31.7	47.9	284.1	703.2	821.9
EU-27	365.5	585.5	1398.4	3092.7	6764.5
Non-EU	244.7	319.1	863.7	2287.7	3807.1
TOTAL	610.1	904.7	2262.1	5380.4	10571.6

Таблица 5.3 Дополнительные затраты на контроль выбросов помимо заложенных в базовый сценарий, % от ВВП в 2020 году

Table 5.3: Additional air pollution control costs (on top of the baseline) as percentage of GDP in 2020

	LOW	Low*	Mid	High*	HIGH
Austria	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%	0.03%
Belgium	0.00%	0.00%	0.01%	0.02%	0.05%
Bulgaria	0.01%	0.01%	0.02%	0.11%	0.15%
Cyprus	0.00%	0.01%	0.01%	0.02%	0.03%
Czech Rep.	0.01%	0.01%	0.01%	0.04%	0.12%
Denmark	0.00%	0.00%	0.01%	0.02%	0.04%
Estonia	0.03%	0.04%	0.04%	0.07%	0.27%
Finland	0.00%	0.01%	0.02%	0.03%	0.03%
France	0.00%	0.00%	0.01%	0.02%	0.05%
Germany	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%	0.04%
Greece	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.05%
Hungary	0.00%	0.00%	0.01%	0.04%	0.07%
Ireland	0.00%	0.00%	0.01%	0.02%	0.07%
Italy	0.00%	0.01%	0.01%	0.02%	0.05%
Latvia	0.01%	0.01%	0.02%	0.03%	0.10%
Lithuania	0.01%	0.02%	0.09%	0.18%	0.22%
Luxembourg	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%
Malta	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.04%
Netherlands	0.00%	0.00%	0.01%	0.03%	0.06%
Poland	0.01%	0.01%	0.03%	0.06%	0.08%
Portugal	0.00%	0.00%	0.01%	0.03%	0.06%
Romania	0.01%	0.01%	0.03%	0.07%	0.14%
Slovakia	0.01%	0.01%	0.02%	0.05%	0.08%
Slovenia	0.00%	0.00%	0.01%	0.04%	0.07%
Spain	0.00%	0.01%	0.01%	0.02%	0.04%
Sweden	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%
UK	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%	0.03%
Albania	0.01%	0.02%	0.03%	0.06%	0.11%
Belarus	0.03%	0.06%	0.09%	0.18%	0.44%
Bosnia-H.	0.01%	0.02%	0.09%	0.17%	0.18%
Croatia	0.01%	0.02%	0.04%	0.08%	0.13%
FYROM	0.01%	0.02%	0.04%	0.06%	0.21%
Moldova	0.03%	0.04%	0.07%	0.20%	0.34%
Norway	0.00%	0.00%	0.01%	0.02%	0.03%
Russia (EMEP)	0.02%	0.02%	0.05%	0.15%	0.28%
Serbia-M.	0.01%	0.02%	0.05%	0.16%	0.29%
Switzerland	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%	0.02%
Ukraine	0.03%	0.04%	0.24%	0.60%	0.70%
EU-27	0.00%	0.00%	0.01%	0.02%	0.05%
Non-EU	0.01%	0.02%	0.05%	0.12%	0.21%
TOTAL	0.00%	0.01%	0.01%	0.03%	0.07%

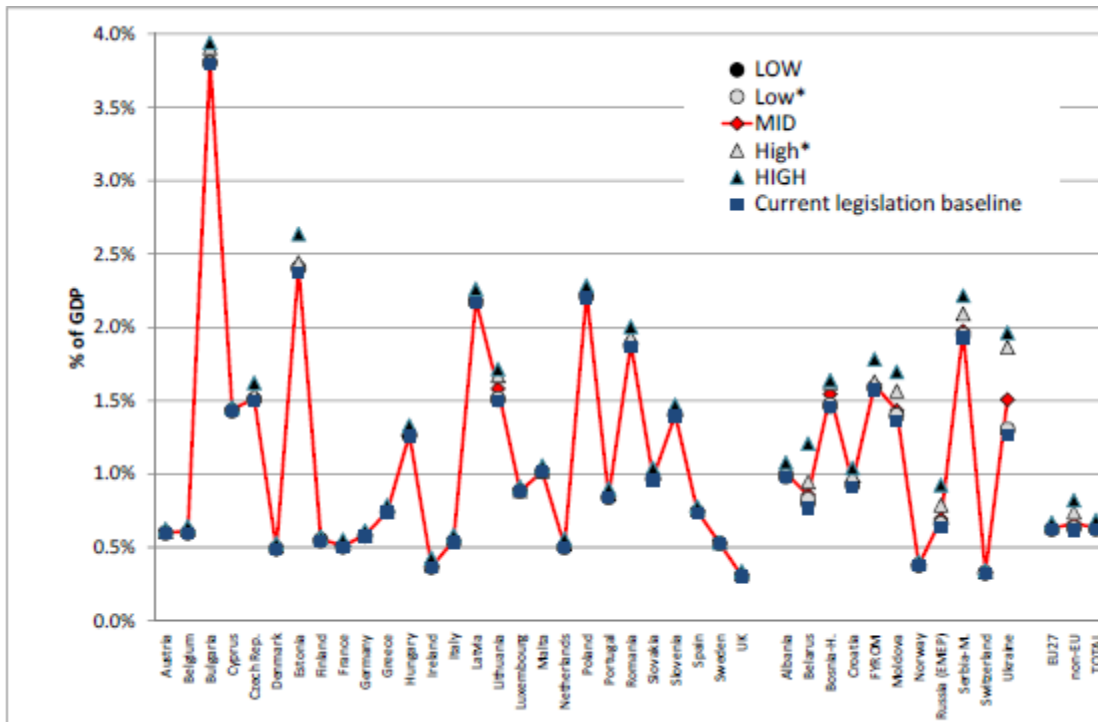


Figure 5.5: Total air pollution control costs (including current legislation) as percentage of GDP in 2020

Рисунок 5.5 Суммарные затраты на контроль выбросов (включая действующее законодательство) в % от ВВП в 2020

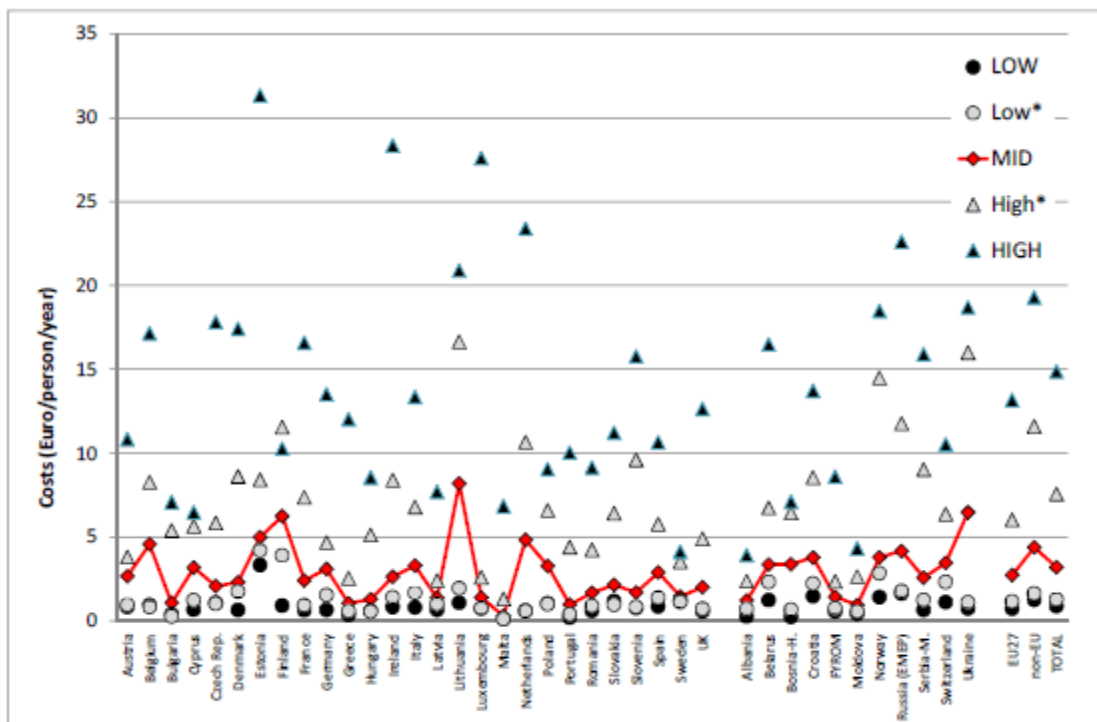


Figure 5.6: Air pollution control costs (on top of the costs for the baseline), on a per-capita basis (€/cap/yr)

Рисунок 5.6 Затраты на контроль выбросов помимо заложенных в базовый сценарий, в евро на душу населения в год

### 5.3 Выбросы

В то время как уровни амбиций установлены с учетом четырех типов воздействий, соответствующие изменения выбросов являются результатом оптимизации затрат в модели GAINS. Для стран ЕС-27, сокращение выбросов SO<sub>2</sub> помимо предусмотренного базовым сценарием составляет 0-7% (по отношению к выбросам 2000 года), в зависимости от уровня амбиций. Аналогичные цифры для других веществ составляют 2-9% для NO<sub>x</sub>, 7-13% для PM<sub>2.5</sub>, 9-24% для NH<sub>3</sub>, и 4-11% для VOC (таблица 5.4).

Большие относительные изменения ожидаются в странах не входящих в ЕС, где выбросы SO<sub>2</sub> будут сокращены на 7-46% ниже базового уровня, NO<sub>x</sub> – на 7-23%, PM<sub>2.5</sub> – на 22-66%, NH<sub>3</sub>—на 9-33% и VOC – на 8-16% (рисунки 5.7).

Результаты для отдельных стран даны в таблицах 5.5 - 5.9. Нужно отметить, что в некоторых случаях требования к сокращению выбросов возрастают не монотонно по отношению к «стягиванию» уровня амбиций, в особенности при переходе от низкого к низкому\* уровню. Это является следствием изменений уровня амбиций для озона, которое влияет на меры контроля NO<sub>x</sub>. В результате более строгих целей по снижению выбросов NO<sub>x</sub>, меры для аммиака могут быть наоборот ослаблены при одном и том же уровне выпадения азота (и наоборот).

Таблица 5.4 Изменения в уровнях выбросов для сценариев контроля выбросов, по сравнению с 2000 годом

Table 5.4: Change in emission levels for the emission control scenarios compared to the year 2000

	Baseline	Ambition level					
		LOW	Low*	Mid	High*	HIGH	MTFR
<b>EU-27</b>							
SO <sub>2</sub>	-74%	-75%	-74%	-76%	-80%	-79%	-83%
NO <sub>x</sub>	-55%	-57%	-58%	-59%	-60%	-62%	-64%
PM <sub>2.5</sub>	-39%	-46%	-45%	-48%	-52%	-52%	-67%
NH <sub>3</sub>	-9%	-18%	-27%	-30%	-35%	-32%	-41%
VOC	-46%	-49%	-49%	-50%	-51%	-55%	-63%
<b>Non-EU countries</b>							
SO <sub>2</sub>	-27%	-34%	-34%	-51%	-75%	-73%	-84%
NO <sub>x</sub>	-29%	-34%	-35%	-39%	-44%	-52%	-56%
PM <sub>2.5</sub>	0%	-30%	-22%	-53%	-66%	-64%	-75%
NH <sub>3</sub>	4%	-5%	-19%	-18%	-29%	-24%	-38%
VOC	-29%	-38%	-37%	-40%	-40%	-45%	-54%

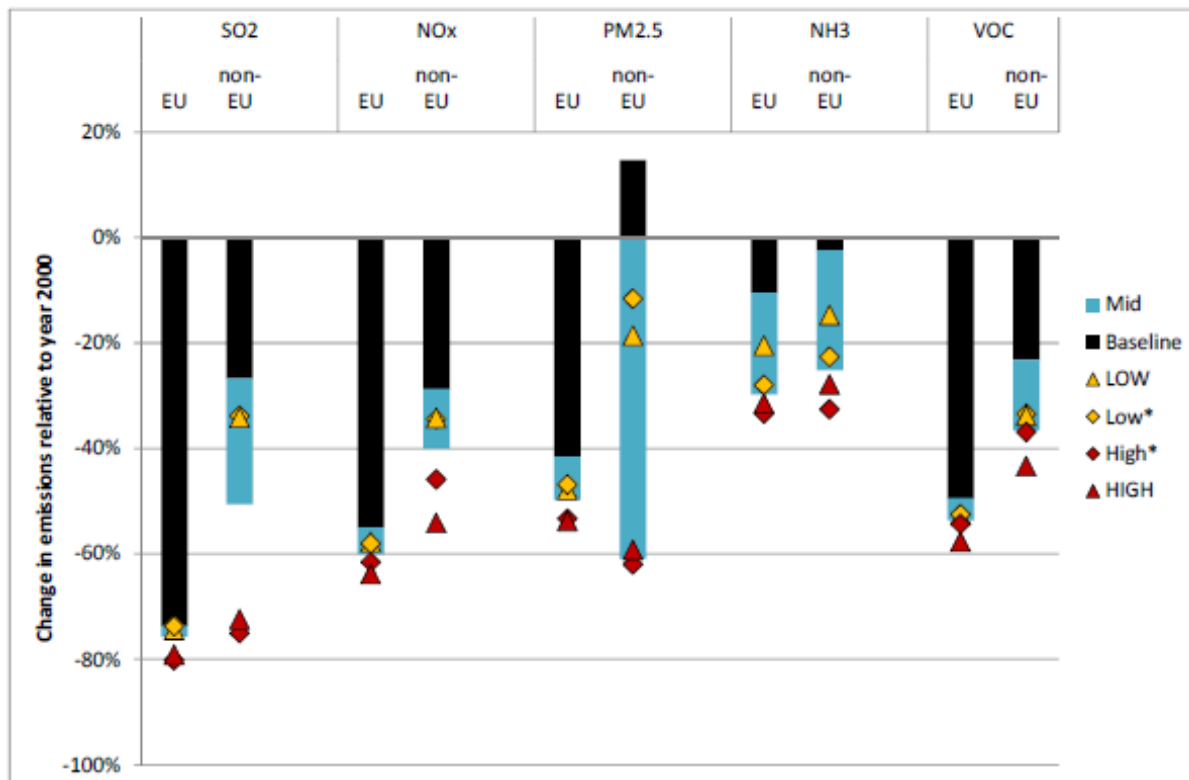


Figure 5.7: Change in emissions relative to the year 2000 for the different ambition levels

Рисунок 5.7 Изменения выбросов по отношению к 2000 году для различных уровней амбиций

Таблица 5.5 Выбросы SO2 по странам (в кт)

Table 5.5: SO<sub>2</sub> emissions by country (in kilotons)

	2000	2020 BL	Ambition level					MTR
			LOW	Low*	Mid	High*	HIGH	
Austria	32	19	19	19	19	18	18	16
Belgium	176	81	76	81	70	67	66	62
Bulgaria	888	132	132	132	132	93	123	80
Cyprus	47	5	5	5	5	5	5	2
Czech Rep.	294	106	106	106	100	95	98	93
Denmark	29	11	11	11	11	10	10	10
Estonia	85	16	14	16	14	14	14	12
Finland	77	42	41	41	40	41	40	37
France	633	199	195	198	193	148	149	132
Germany	619	329	324	329	324	318	319	300
Greece	543	114	113	113	113	113	113	45
Hungary	452	64	59	64	59	32	34	30
Ireland	144	28	27	27	26	22	22	20
Italy	774	234	234	234	234	160	171	117
Latvia	11	4	3	4	3	3	3	3
Lithuania	52	15	13	15	11	9	9	7
Luxembourg	2	1	1	1	1	1	1	1
Malta	24	3	3	3	3	1	1	1
Netherlands	72	32	32	32	32	31	31	30
Poland	1490	468	431	466	364	311	338	299
Portugal	285	64	63	63	63	45	48	33
Romania	776	145	144	144	144	86	95	76
Slovakia	121	42	41	41	41	27	28	22
Slovenia	100	17	17	17	17	14	15	13
Spain	1433	311	275	310	259	206	203	168
Sweden	45	29	28	29	29	29	29	28
UK	1193	227	212	227	203	166	168	149
Albania	11	10	10	10	10	7	10	5
Belarus	172	89	82	86	74	48	50	34
Bosnia-H.	193	44	44	44	43	27	31	22
Croatia	75	20	18	20	18	12	12	8
FYROM	109	15	15	15	15	14	15	8
Moldova	9	5	5	5	5	4	4	2
Norway	26	24	24	24	24	23	23	20
Russia (EMEP)	2022	1832	1521	1523	1307	672	757	412
Serbia-M.	452	92	92	92	89	64	69	55
Switzerland	17	13	13	13	13	11	11	10
Ukraine	1349	1099	1085	1097	589	225	232	143
EU27	10398	2736	2619	2727	2508	2068	2153	1783
Non-EU	4436	3245	2910	2930	2188	1107	1213	719
Total	14834	5980	5529	5656	4696	3175	3366	2502



Таблица 5.6 Выбросы NOx по странам (в кт)

Table 5.6: NO<sub>x</sub> emissions by country (kilotons)

	2000	2020 BL	Ambition level					MTFR
			LOW	Low*	Mid	High*	HIGH	
Austria	195	94	91	91	89	89	85	81
Belgium	337	170	165	163	158	153	152	142
Bulgaria	158	68	65	66	63	59	54	53
Cyprus	22	13	12	12	11	10	9	8
Czech Rep.	308	151	140	141	137	132	117	113
Denmark	217	85	81	79	78	76	74	74
Estonia	33	21	16	15	15	15	13	13
Finland	221	125	123	119	118	114	114	110
France	1548	572	540	541	520	501	476	472
Germany	1707	708	695	695	662	646	624	609
Greece	330	242	224	224	218	212	200	199
Hungary	177	86	80	80	78	74	71	64
Ireland	141	69	62	62	60	58	53	53
Italy	1433	679	644	644	617	603	561	548
Latvia	37	22	21	21	21	21	20	19
Lithuania	54	29	26	26	26	26	24	24
Luxembourg	44	17	17	17	17	17	16	16
Malta	9	3	3	3	3	3	3	3
Netherlands	416	170	170	170	169	168	168	150
Poland	823	429	411	410	387	378	361	353
Portugal	269	106	102	101	97	91	88	87
Romania	265	156	138	138	131	126	112	104
Slovakia	102	57	50	53	49	46	42	39
Slovenia	48	27	26	26	26	26	25	25
Spain	1416	695	644	642	610	606	559	553
Sweden	238	97	91	91	90	88	87	87
UK	1859	663	635	627	596	571	548	499
Albania	17	18	17	17	16	16	15	15
Belarus	181	150	129	129	123	121	100	96
Bosnia-H.	38	22	21	21	15	15	14	14
Croatia	67	46	38	38	36	33	31	30
FYROM	33	19	17	17	16	16	14	14
Moldova	21	19	18	18	17	17	15	14
Norway	207	136	125	125	123	114	111	110
Russia (EMEP)	3009	2144	2025	2009	1858	1698	1431	1294
Serbia-M.	137	91	85	85	80	70	63	63
Switzerland	94	44	43	43	42	41	40	40
Ukraine	912	646	585	586	540	484	439	393
EU27	12407	5553	5273	5256	5046	4909	4656	4495
Non-EU	4717	3337	3103	3087	2866	2625	2275	2083
Total	17123	8891	8376	8343	7912	7534	6931	6578

Таблица 5.7 Выбросы PM2.5 по странам (в кт)

Table 5.7: PM2.5 emissions by country (kilotons)

	2000	2020 BL	Ambition level					MTFR
			LOW	Low*	Mid	High*	HIGH	
Austria	22	13	12	12	12	12	11	8
Belgium	32	20	19	19	19	16	16	15
Bulgaria	47	33	26	29	25	18	18	9
Cyprus	3	1	1	1	1	1	1	1
Czech Rep.	34	25	23	24	23	22	21	13
Denmark	25	19	19	19	18	17	16	8
Estonia	20	7	6	6	6	6	5	3
Finland	32	21	21	21	21	19	18	10
France	365	207	195	196	191	176	176	107
Germany	140	83	79	81	79	77	76	63
Greece	55	33	26	26	25	25	24	16
Hungary	45	22	19	19	19	18	17	10
Ireland	14	8	8	8	8	7	8	6
Italy	160	81	77	77	75	70	71	61
Latvia	17	15	13	13	13	13	13	3
Lithuania	14	10	7	7	7	7	6	3
Luxembourg	3	2	2	2	2	2	2	2
Malta	1	0	0	0	0	0	0	0
Netherlands	27	16	15	16	15	15	15	13
Poland	132	96	90	90	89	86	85	69
Portugal	95	62	48	50	34	28	26	15
Romania	141	106	74	83	65	58	59	20
Slovakia	24	10	8	9	8	8	8	6
Slovenia	9	6	5	5	5	4	3	3
Spain	142	90	76	76	76	71	71	54
Sweden	32	19	19	19	19	18	18	15
UK	115	53	52	52	51	46	47	42
Albania	8	8	6	6	6	6	6	2
Belarus	46	52	32	34	31	29	29	16
Bosnia-H.	15	13	11	12	11	10	10	5
Croatia	19	14	10	11	10	7	7	5
FYROM	14	7	5	6	5	4	4	2
Moldova	10	9	4	6	4	4	4	2
Norway	61	31	31	31	30	29	29	15
Russia (EMEP)	717	778	498	566	331	234	236	194
Serbia-M.	70	48	38	39	37	31	32	14
Switzerland	11	7	6	6	6	6	5	4
Ukraine	357	368	287	314	155	92	122	70
EU27	1743	1059	941	958	907	842	832	572
Non-EU	1328	1334	928	1030	626	451	483	330
Total	3071	2393	1868	1989	1532	1293	1315	903

Таблица 5.8 Выбросы NH<sub>3</sub> по странам (в кт)

Table 5.8: NH<sub>3</sub> emissions by country (kilotons)

	2000	2020 BL	Ambition level					MTR
			LOW	Low*	Mid	High*	HIGH	
Austria	60	55	50	49	46	43	44	35
Belgium	84	75	71	71	69	68	69	67
Bulgaria	69	60	58	57	55	53	54	50
Cyprus	6	6	5	4	4	4	4	4
Czech Rep.	86	68	61	60	59	51	52	49
Denmark	91	52	51	49	49	47	48	46
Estonia	11	11	7	6	6	6	7	6
Finland	35	30	26	25	24	24	26	24
France	703	621	558	482	461	398	424	358
Germany	626	601	535	439	414	407	412	365
Greece	54	52	48	42	41	39	43	37
Hungary	77	70	52	51	48	43	43	40
Ireland	132	98	91	86	85	81	82	76
Italy	420	384	346	298	286	252	269	224
Latvia	13	12	11	9	9	9	9	9
Lithuania	37	45	41	36	33	29	30	24
Luxembourg	6	5	5	5	5	4	4	4
Malta	2	2	2	2	2	2	2	2
Netherlands	150	125	120	119	118	114	114	112
Poland	315	355	309	282	280	271	279	247
Portugal	71	69	62	56	56	48	48	42
Romania	167	150	139	112	105	104	104	90
Slovakia	30	24	20	16	15	15	15	13
Slovenia	20	16	15	15	13	12	13	11
Spain	372	364	328	281	268	244	254	208
Sweden	54	45	38	37	37	36	38	34
UK	328	270	251	234	231	224	228	214
Albania	18	24	22	19	19	17	18	15
Belarus	117	150	139	113	113	107	113	100
Bosnia-H.	17	19	18	14	15	14	14	11
Croatia	29	33	30	23	21	19	19	16
FYROM	10	9	8	7	7	7	7	6
Moldova	16	17	15	13	13	11	12	10
Norway	24	22	19	16	16	14	15	13
Russia (EMEP)	552	555	513	449	465	381	410	314
Serbia-M.	65	56	50	41	39	35	36	30
Switzerland	51	65	60	57	55	53	52	48
Ukraine	292	285	262	217	209	192	208	172
EU27	4018	3668	3301	2921	2819	2628	2718	2389
Non-EU	1191	1236	1136	970	972	851	906	735
Total	5210	4904	4437	3891	3791	3479	3624	3125

Таблица 5.9 Выбросы VOC по странам (в кт)

Table 5.9: VOC emissions by country (kilotons)

	2000	2020 BL	Ambition level					MTFR
			LOW	Low*	Mid	High*	HIGH	
Austria	184	111	107	107	102	101	93	73
Belgium	215	129	123	124	118	117	111	108
Bulgaria	130	79	71	71	70	70	68	40
Cyprus	11	5	5	5	5	5	5	4
Czech Rep.	218	148	137	137	137	134	110	82
Denmark	141	74	72	72	71	70	59	45
Estonia	44	21	20	20	20	20	19	14
Finland	163	90	88	88	88	88	77	56
France	1706	720	705	705	693	672	629	480
Germany	1490	870	774	774	747	738	657	583
Greece	296	147	136	136	135	134	116	88
Hungary	168	104	94	94	94	92	85	59
Ireland	78	49	44	44	43	41	33	30
Italy	1580	777	757	758	748	737	710	622
Latvia	71	49	46	46	44	44	41	18
Lithuania	81	53	49	49	49	49	45	29
Luxembourg	20	7	6	6	6	6	6	6
Malta	5	3	3	3	3	2	2	2
Netherlands	249	156	151	152	142	135	126	125
Poland	616	343	322	322	320	319	295	223
Portugal	276	176	160	160	157	154	139	115
Romania	437	301	268	268	261	259	227	129
Slovakia	73	56	55	55	54	54	51	38
Slovenia	57	31	29	29	29	23	20	17
Spain	1042	646	619	619	600	600	589	468
Sweden	256	120	115	115	114	114	110	95
UK	1330	673	607	607	588	571	525	494
Albania	29	27	25	25	25	25	22	12
Belarus	210	178	160	162	160	159	141	108
Bosnia-H.	49	30	28	28	27	27	24	13
Croatia	101	70	60	60	59	58	51	44
FYROM	28	14	13	13	13	13	12	8
Moldova	25	26	21	21	21	21	20	14
Norway	381	86	78	81	77	77	74	65
Russia (EMEP)	3140	2307	2039	2054	1941	1937	1793	1562
Serbia-M.	132	113	102	102	102	102	92	50
Switzerland	146	81	70	70	70	70	64	52
Ukraine	636	514	439	444	437	437	392	313
EU27	10938	5939	5566	5569	5437	5351	4949	4045
Non-EU	4876	3446	3035	3061	2930	2925	2686	2241
Total	15814	9385	8601	8629	8367	8276	7635	6286

#### 5.4 Экономически эффективные меры по снижению выбросов

Для каждой из стран, модель GAINS рассматривает затраты и воздействия примерно 2000 отдельных мер снижения выбросов, и определяет комплексы экономически эффективных мер, позволяющих достигнуть поставленных целей качества окружающей

среды с наименьшими затратами. В этом подходе минимизации затрат, уровни применения каждой из 2000 мер являются переменными, и решение таким образом устанавливает уровни применения мер в интервале между базовым действующим законодательством и максимальным достижимым снижением выбросов.

Рисунки 5.8 – 5.12 демонстрируют конкретные меры снижения выбросов, включенные в экономически оптимальные решения для низкого\*, среднего, и высокого\* уровней амбиций. Для удобства чтения, меры в диаграммах сгруппированы по секторам. Более подробная информация о том какие именно меры включены для каждого сектора в каждой стране, находится здесь:

[http://gains.iiasa.ac.at/gains/download/Gothenburg/CIAM1-2011-measures-MID\\_case.xlsx](http://gains.iiasa.ac.at/gains/download/Gothenburg/CIAM1-2011-measures-MID_case.xlsx)

### ***5.5 Показатели воздействий***

Как упоминалось выше, показатели воздействий являлись в задаче оптимизации ограничениями, и таким образом, эти цели-показатели полностью достигнуты в оптимизационных сценариях. В некоторых случаях, однако, цели для отдельных стран будут превышены/перевыполнены (если это необходимо для достижения целей в граничащей стране), и, как уже объяснялось выше, цели связанные со здоровьем населения не указывают в какой стране необходимо достигнуть улучшений для достижения целей в целом по области моделирования. Таким образом, показатели воздействий для разных типов воздействий варьируют для различных стран. Результаты по всем странам представлены в таблицах 5.10 – 5.18.

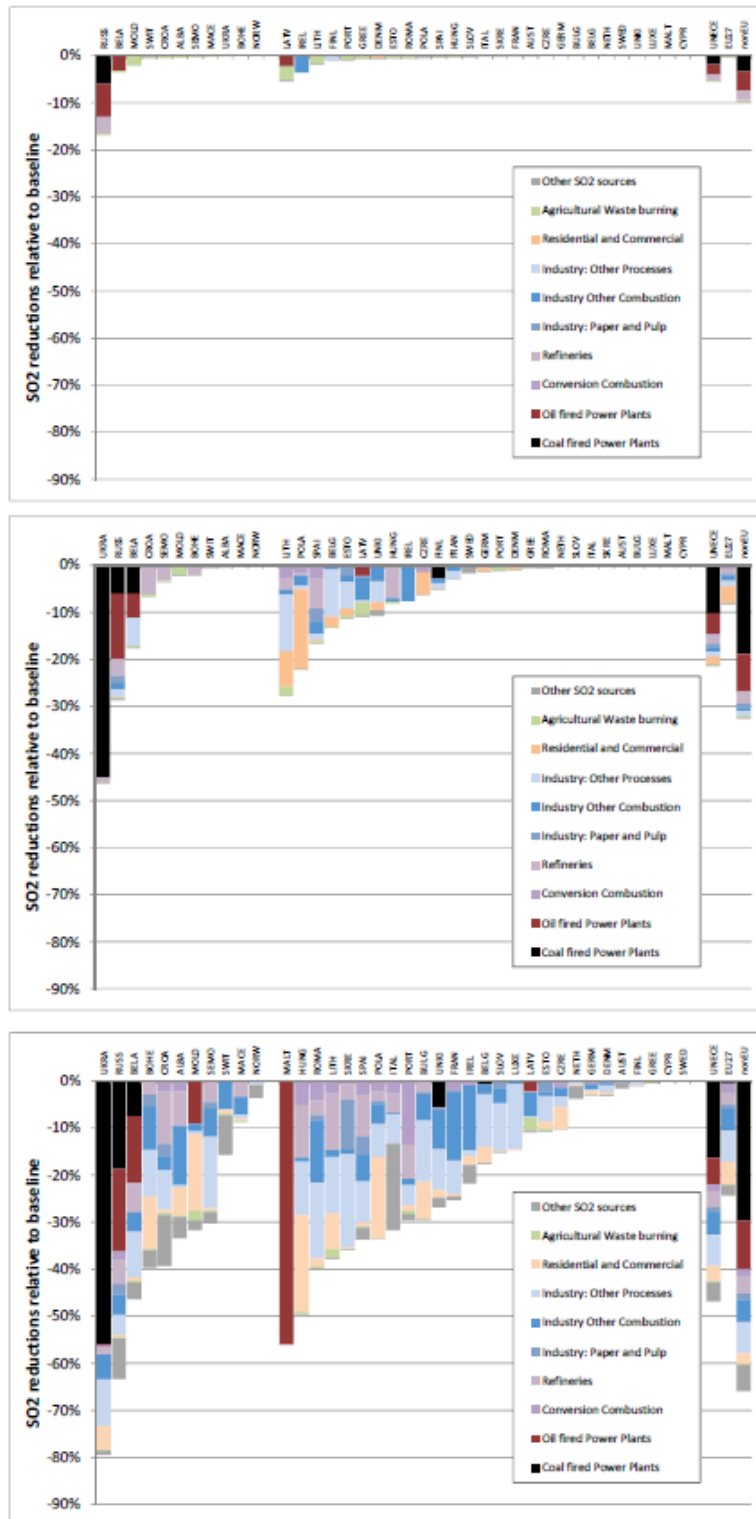


Figure 5.8: Further reductions of SO<sub>2</sub> emissions (beyond the baseline) for the Low\* (upper panel), mid (central panel) and High\* (lower panel) cases, by sector

Рисунок 5.8 Дополнительное снижение выбросов SO<sub>2</sub> (помимо предусмотренного базовым сценарием) для низкого\* (верхняя часть), среднего (средняя часть) и высокого\* (нижняя часть) уровней амбиций, по секторам



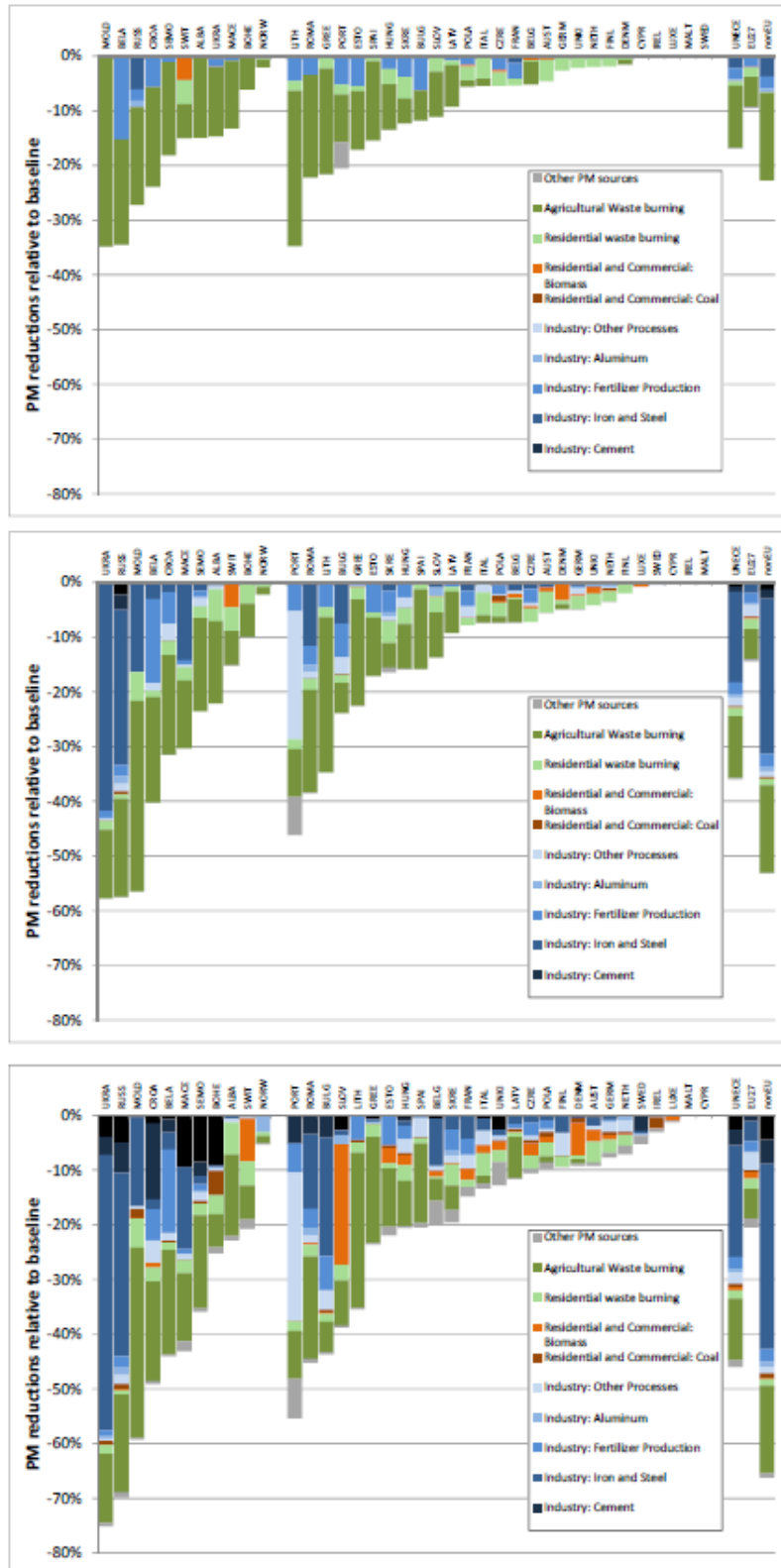


Figure 5.10: Further reductions of PM<sub>2.5</sub> emissions (beyond the baseline) for the Low\* (upper panel), mid (central panel) and High\* (lower panel) cases, by sector

Рисунок 5.10 Дополнительное снижение выбросов PM<sub>2.5</sub> (помимо предусмотренного базовым сценарием) для низкого\* (верхняя часть), среднего (средняя часть) и высокого\* (нижняя часть) уровней амбиций, по секторам



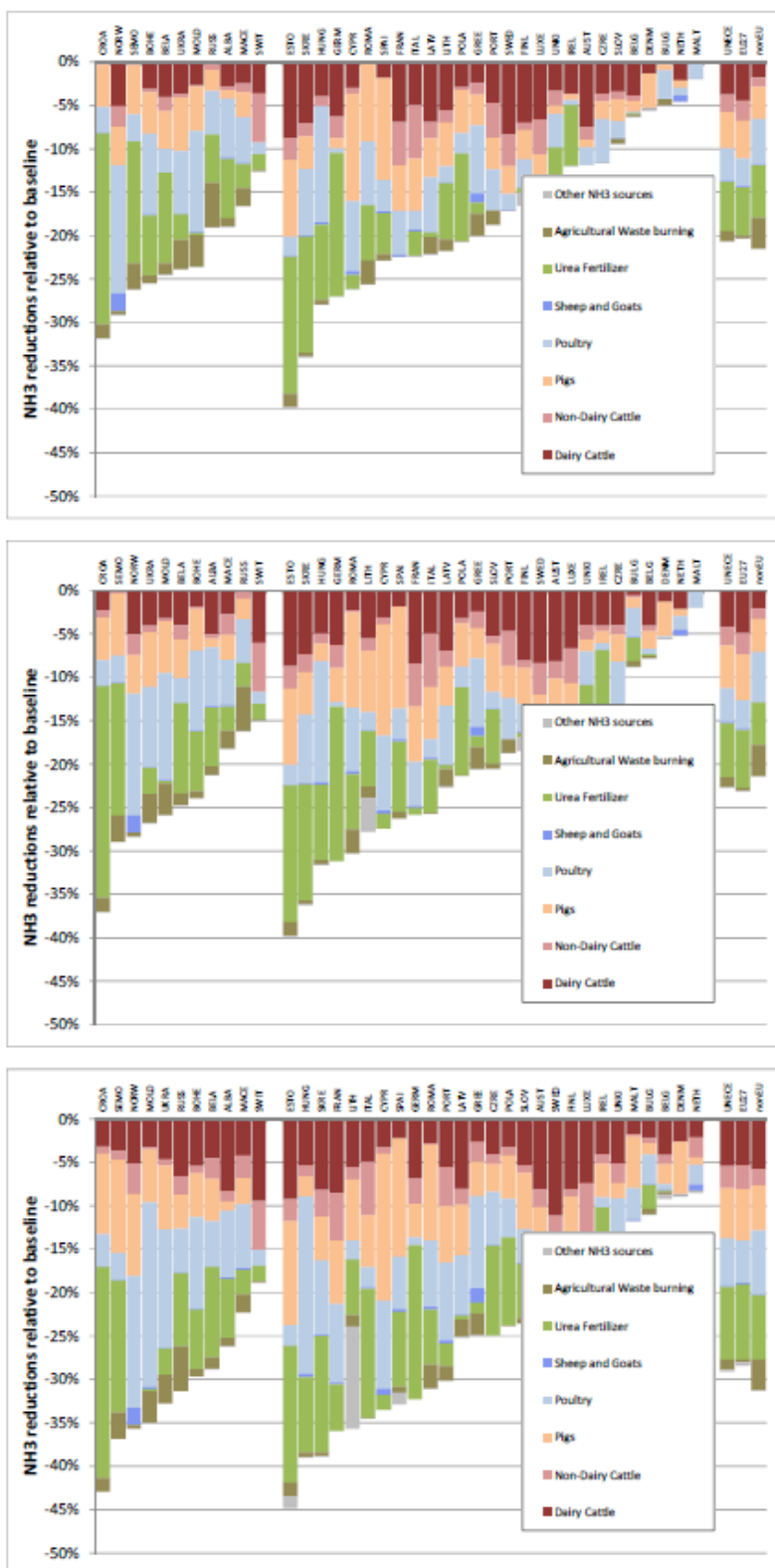


Figure 5.11: Further reductions of NH<sub>3</sub> emissions (beyond the baseline) for the Low\* (upper panel), mid (central panel) and High\* (lower panel) cases, by sector

Рисунок 5.11 Дополнительное снижение выбросов NH<sub>3</sub> (помимо предусмотренного базовым сценарием) для низкого\* (верхняя часть), среднего (средняя часть) и высокого\* (нижняя часть) уровней амбиций, по секторам



Таблица 5.10 Потеря средней продолжительности жизни от воздействия PM2.5 (в месяцах)

Table 5.10: Loss in average life expectancy due to PM2.5 (months)

	2000	2020 BL	Ambition level				
			LOW	Low*	Mid	High*	HIGH
Austria	7.9	3.7	3.4	3.4	3.2	2.9	2.8
Belgium	13.7	6.6	6.2	6.1	5.9	5.5	5.4
Bulgaria	8.3	3.9	3.6	3.6	3.2	2.6	2.6
Cyprus	4.5	3.6	3.6	3.6	3.5	3.4	3.4
Czech Rep.	9.6	4.6	4.3	4.2	3.9	3.6	3.5
Denmark	7.1	3.6	3.4	3.3	3.1	2.9	2.9
Estonia	5.6	3.1	2.7	2.7	2.4	2.1	2.0
Finland	3.2	1.9	1.7	1.7	1.6	1.3	1.3
France	8.2	3.8	3.6	3.5	3.4	3.1	3.0
Germany	10.2	4.9	4.6	4.4	4.2	3.9	3.9
Greece	8.1	4.0	3.8	3.8	3.6	3.3	3.3
Hungary	11.6	5.2	4.7	4.6	4.2	3.6	3.6
Ireland	4.3	1.9	1.8	1.8	1.7	1.6	1.6
Italy	8.2	4.0	3.8	3.7	3.6	3.2	3.2
Latvia	6.0	3.9	3.5	3.5	3.2	2.9	2.8
Lithuania	6.2	3.7	3.2	3.2	2.8	2.4	2.3
Luxembourg	10.1	4.7	4.4	4.3	4.1	3.8	3.8
Malta	5.9	4.3	4.2	4.2	4.1	3.9	3.9
Netherlands	13.0	6.2	5.9	5.8	5.6	5.2	5.2
Poland	10.2	5.1	4.7	4.7	4.2	3.8	3.8
Portugal	6.7	3.6	3.1	3.2	2.7	2.4	2.3
Romania	9.6	4.8	4.3	4.3	3.7	3.0	3.0
Slovakia	10.0	4.5	4.1	4.1	3.7	3.2	3.2
Slovenia	8.8	4.1	3.8	3.7	3.5	3.0	3.0
Spain	4.9	2.4	2.3	2.3	2.2	2.0	2.0
Sweden	3.8	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.6
UK	7.9	3.3	3.1	3.1	2.9	2.7	2.7
Albania	5.3	2.7	2.5	2.5	2.3	2.0	2.1
Belarus	7.0	4.5	3.9	3.8	3.3	2.7	2.6
Bosnia-H.	6.0	2.8	2.6	2.5	2.3	2.0	2.0
Croatia	8.5	4.2	3.8	3.7	3.4	2.9	2.9
FYROM	6.2	2.7	2.5	2.5	2.3	1.9	1.9
R Moldova	8.1	4.8	4.0	4.1	3.2	2.5	2.5
Norway	2.5	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1
Russia	7.6	6.7	5.2	5.4	4.1	2.9	3.0
Serbia	8.1	3.6	3.2	3.2	2.9	2.4	2.4
Switzerland	6.5	3.0	2.8	2.7	2.6	2.4	2.3
Ukraine	9.2	6.6	5.7	5.8	4.1	2.9	3.0
EU-27	8.6	4.1	3.8	3.8	3.5	3.2	3.2
Non-EU	7.7	6.0	4.9	5.0	3.8	2.8	2.8
Total	8.3	4.7	4.1	4.1	3.6	3.1	3.1

Таблица 5.11 Years of life lost (million YOLLs). Расчеты включают повышающий коэффициент для городской среды для стран ЕС, Норвегии и Швейцарии, но не для стран, не являющихся членами ЕС

Table 5.11: Years of life lost (million YOLLs). Note that this calculation includes for the EU countries, Norway and Switzerland the urban increments, but not for the non-EU countries

	2000	2020 BL	Ambition level				
			LOW	Low*	Mid	High*	HIGH
Austria	3.40	1.77	1.65	1.63	1.53	1.40	1.37
Belgium	7.49	3.94	3.72	3.69	3.52	3.28	3.24
Bulgaria	3.49	1.61	1.48	1.49	1.32	1.08	1.09
Cyprus	0.14	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16	0.16
Czech Rep.	4.87	2.70	2.50	2.47	2.29	2.08	2.05
Denmark	2.01	1.08	1.01	0.99	0.94	0.88	0.87
Estonia	0.39	0.22	0.19	0.19	0.17	0.15	0.14
Finland	0.85	0.58	0.52	0.52	0.47	0.40	0.40
France	24.90	13.12	12.31	12.05	11.53	10.52	10.46
Germany	47.15	23.91	22.43	21.80	20.61	19.36	19.14
Greece	4.62	2.73	2.57	2.58	2.43	2.22	2.23
Hungary	5.88	2.91	2.60	2.59	2.35	2.03	2.00
Ireland	0.71	0.48	0.45	0.44	0.43	0.40	0.40
Italy	26.46	13.94	13.22	13.03	12.51	11.30	11.25
Latvia	0.73	0.47	0.43	0.42	0.39	0.34	0.34
Lithuania	1.08	0.65	0.57	0.56	0.50	0.43	0.42
Luxembourg	0.23	0.13	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11
Malta	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10
Netherlands	10.89	5.75	5.47	5.40	5.17	4.88	4.84
Poland	18.09	10.91	9.99	9.95	8.96	8.06	8.03
Portugal	3.56	2.21	1.94	1.98	1.70	1.49	1.45
Romania	10.10	5.65	4.96	5.02	4.29	3.52	3.49
Slovakia	2.43	1.37	1.24	1.23	1.10	0.96	0.96
Slovenia	0.90	0.49	0.45	0.45	0.42	0.36	0.36
Spain	10.30	6.59	6.15	6.19	5.90	5.49	5.46
Sweden	1.79	1.05	0.97	0.96	0.90	0.82	0.83
UK	24.09	11.45	10.80	10.58	10.11	9.37	9.35
Albania	0.73	0.37	0.34	0.34	0.32	0.28	0.28
Belarus	3.58	2.33	1.99	1.98	1.68	1.37	1.36
Bosnia-H.	1.36	0.64	0.58	0.57	0.53	0.45	0.46
Croatia	2.11	1.03	0.93	0.92	0.85	0.72	0.72
FYROM	0.64	0.28	0.25	0.25	0.23	0.20	0.20
R Moldova	1.59	0.94	0.80	0.81	0.63	0.48	0.48
Norway	0.58	0.34	0.32	0.31	0.30	0.28	0.28
Russia	54.85	48.72	37.97	39.29	29.70	21.08	21.41
Serbia	4.34	1.92	1.71	1.70	1.54	1.27	1.28
Switzerland	2.66	1.23	1.14	1.12	1.07	0.98	0.96
Ukraine	22.49	16.09	13.97	14.23	9.93	7.02	7.34
EU-27	216.65	115.99	108.02	106.59	99.89	91.17	90.52
Non-EU	94.94	73.89	60.01	61.53	46.78	34.14	34.77
Total	311.59	189.88	168.03	168.13	146.66	125.31	125.28

Таблица 5.12 Преждевременная смертность вследствие подверженности воздействию озона (случаи в год)

Table 5.12: Premature deaths attributable to ozone (cases/yr)

	2000	2020 BL	Ambition level				
			LOW	Low*	Mid	High*	HIGH
Austria	472	280	269	269	263	259	249
Belgium	526	336	325	325	318	314	303
Bulgaria	550	365	347	347	337	328	312
Cyprus	28	26	26	26	26	26	26
Czech Rep.	670	367	350	350	340	332	313
Denmark	222	150	146	145	143	141	137
Estonia	25	18	18	18	17	17	16
Finland	61	46	45	45	44	44	42
France	2975	1846	1794	1794	1763	1740	1690
Germany	4706	2959	2864	2863	2804	2768	2672
Greece	657	501	484	484	476	470	454
Hungary	853	510	483	484	469	456	434
Ireland	99	79	78	78	77	77	76
Italy	5084	3331	3233	3233	3175	3135	3037
Latvia	60	42	40	40	39	39	37
Lithuania	91	62	59	59	58	56	54
Luxembourg	42	22	22	22	21	21	20
Malta	29	19	19	19	18	18	18
Netherlands	520	333	320	320	313	308	296
Poland	1678	1008	963	963	933	912	869
Portugal	600	447	436	435	430	427	417
Romania	1208	791	743	745	720	700	659
Slovakia	296	163	153	154	148	143	134
Slovenia	131	73	69	69	67	66	63
Spain	2117	1538	1500	1499	1476	1468	1435
Sweden	223	159	155	155	153	151	147
UK	2180	1664	1622	1622	1605	1592	1556
Albania	129	91	87	87	85	84	80
Belarus	322	221	209	208	202	197	184
Bosnia-H.	253	148	140	140	134	130	123
Croatia	356	218	206	207	200	196	187
FYROM	98	75	72	72	71	70	68
R Moldova	182	127	120	120	116	113	106
Norway	99	81	80	80	79	78	77
Russia	4702	3848	3698	3698	3608	3548	3399
Serbia	499	346	332	332	324	316	303
Switzerland	400	245	237	237	233	230	223
Ukraine	2543	1882	1789	1790	1741	1700	1618
EU-27	26103	17135	16563	16563	16233	16008	15466
Non-EU	9583	7282	6970	6971	6793	6662	6368
Total	35686	24417	23533	23534	23026	22670	21834

Таблица 5.13 Площадь экосистем с выпадением азота, превышающем критические нагрузки (в 1000 км<sup>2</sup>)

Table 5.13: Ecosystems area with nitrogen deposition exceeding critical loads [1000 km<sup>2</sup>]

	Total area			Ambition level				
		2000	2020 BL	LOW	Low*	Mid	High*	HIGH
Austria	40.3	40.2	27.7	21.4	15.5	11.8	8.3	8.4
Belgium	6.3	6.2	5.2	4.9	4.5	4.1	3.6	3.6
Bulgaria	48.3	45.3	28.6	19.4	18.2	15.9	13.8	12.9
Cyprus	2.5	1.6	1.6	1.6	1.4	1.4	1.4	1.4
Czech Rep.	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.5	27.5	27.5
Denmark	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Estonia	24.7	16.9	8.0	5.6	4.8	4.4	3.7	3.7
Finland	240.4	113.6	63.4	53.2	47.0	43.7	36.7	35.8
France	180.1	176.3	154.9	140.7	128.8	120.7	100.9	104.4
Germany	102.9	87.9	65.9	59.1	50.2	46.3	43.6	43.6
Greece	52.9	52.6	51.8	50.9	49.7	48.7	47.8	47.4
Hungary	20.8	20.8	20.5	18.5	17.1	15.6	14.0	13.9
Ireland	2.4	2.2	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Italy	124.8	87.9	61.5	53.9	43.0	39.4	34.2	34.9
Latvia	35.8	35.6	32.9	30.9	28.9	28.2	26.3	25.8
Lithuania	19.0	19.0	19.0	18.9	18.7	18.7	18.5	18.5
Luxembourg	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Malta	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Netherlands	4.4	4.2	3.8	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
Poland	90.3	90.2	88.9	86.6	84.3	83.2	81.7	81.8
Portugal	31.0	29.9	19.1	14.6	11.6	10.8	7.2	6.9
Romania	98.0	20.1	1.6	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1
Slovakia	20.5	20.5	20.5	20.2	20.0	19.9	19.9	19.9
Slovenia	11.0	10.8	6.3	4.3	2.2	0.7	0.5	0.5
Spain	187.1	176.9	165.5	159.9	152.0	147.0	135.7	135.6
Sweden	150.7	83.1	55.3	50.4	47.8	46.4	44.1	44.1
UK	92.0	23.8	14.3	12.8	12.0	11.7	10.8	10.8
Albania	17.0	16.9	16.7	16.4	15.9	15.6	14.8	14.7
Belarus	64.0	63.9	62.0	59.1	55.1	54.4	52.5	52.7
Bosnia-H.	31.9	28.2	23.0	21.5	19.4	18.4	16.2	15.9
Croatia	31.7	31.7	31.2	31.0	30.9	30.6	30.2	30.1
FYROM	13.9	13.9	13.9	13.8	13.0	12.0	11.3	11.2
R Moldova	3.5	3.4	3.2	3.2	2.7	2.3	2.1	2.1
Norway	135.3	27.7	12.3	9.6	8.1	7.1	6.4	6.4
Russia	1821.6	483.9	181.1	144.5	108.2	95.8	71.3	65.7
Serbia	41.1	39.7	32.9	28.4	23.2	20.7	17.5	17.2
Switzerland	9.6	9.6	9.2	8.8	8.2	8.0	7.3	7.4
Ukraine	72.2	72.2	72.2	72.2	72.0	71.8	71.6	71.1
EU-27	1618.4	1197.9	950.3	866.1	795.4	756.4	690.3	691.5
Non-EU	2241.7	790.9	457.8	408.5	356.7	336.8	301.3	294.5
Total	3860.1	1988.9	1408.1	1274.6	1152.1	1093.2	991.6	986.0

Таблица 5.14 Среднее суммарное превышение выпадения нагрузок азота (экв/га/год)

Table 5.14: Average accumulated excess deposition of nitrogen loads [eq/ha/yr]

	2000	2020 BL	Ambition level				
			LOW	Low*	Mid	High*	HIGH
Austria	418.4	121.0	72.8	43.9	31.4	21.5	21.6
Belgium	959.6	396.3	323.4	278.3	254.7	225.4	226.2
Bulgaria	223.0	67.4	50.2	40.0	32.0	24.9	23.0
Cyprus	114.6	121.1	112.8	104.3	101.7	97.5	98.1
Czech Rep.	1055.2	652.5	568.4	516.8	488.2	442.7	438.8
Denmark	1125.9	630.9	592.0	553.1	537.6	514.3	514.3
Estonia	86.2	26.4	16.1	12.8	11.3	9.2	9.0
Finland	55.2	18.5	13.4	11.2	10.0	8.3	8.3
France	584.1	272.4	216.1	163.7	144.4	108.4	115.2
Germany	658.0	299.4	231.4	160.5	138.3	125.2	125.0
Greece	276.6	187.9	163.3	141.3	132.3	118.9	119.1
Hungary	549.7	301.1	211.8	178.2	157.8	132.3	129.8
Ireland	668.8	332.8	288.3	261.4	247.5	226.7	226.8
Italy	367.1	160.1	118.5	82.5	70.6	49.7	54.3
Latvia	267.4	151.4	120.7	97.5	88.6	75.7	74.1
Lithuania	491.5	380.8	323.8	270.9	249.2	216.7	216.8
Luxembourg	1121.1	660.4	570.0	505.0	476.8	435.0	439.3
Malta							
Netherlands	1493.7	893.3	806.7	746.1	717.1	667.5	667.2
Poland	732.1	492.4	399.0	341.1	321.4	293.7	295.8
Portugal	163.2	50.4	32.9	20.8	18.1	9.3	8.8
Romania	23.0	0.9	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0
Slovakia	649.3	367.9	293.6	248.7	226.9	198.3	194.3
Slovenia	373.0	65.4	29.8	10.4	4.7	2.3	2.4
Spain	321.9	185.4	151.8	119.6	107.2	89.7	89.8
Sweden	134.8	62.0	51.4	46.7	44.2	40.2	40.3
UK	146.9	46.7	38.1	31.9	29.2	25.3	25.3
Albania	302.5	232.5	196.3	160.6	146.7	126.0	126.3
Belarus	390.1	311.4	258.4	196.6	183.9	158.1	159.3
Bosnia-H.	267.0	132.2	104.8	79.5	70.4	57.7	56.7
Croatia	534.9	310.4	258.1	206.0	180.9	151.1	147.4
FYROM	311.0	188.4	156.2	125.0	113.5	97.5	98.0
R Moldova	333.4	227.1	183.8	142.4	129.9	113.4	114.2
Norway	28.0	6.7	5.0	4.0	3.6	3.0	3.0
Russia	29.9	11.1	8.5	6.7	6.2	4.5	4.2
Serbia	289.7	138.8	106.9	78.9	69.9	57.0	56.1
Switzerland	692.9	407.9	317.1	246.7	216.1	168.2	168.1
Ukraine	507.4	337.6	280.8	224.0	201.4	167.6	167.6
EU-27	334.0	168.8	134.8	107.8	97.6	83.1	84.1
Non-EU	77.8	43.0	34.8	27.3	24.8	20.2	19.9
	185.2	95.8	76.7	61.1	55.3	46.6	46.8

Таблица 5.15 Площадь лесов с превышением критических нагрузок по подкислению (в 1000 км<sup>2</sup>)

Table 5.15: Forest area with deposition exceeding critical loads for acidification [1000 km<sup>2</sup>]

	Total area			Ambition level				
		2000	2020 BL	LOW	Low*	Mid	High*	HIGH
Austria	35.7	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Belgium	6.3	1.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6
Bulgaria	48.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cyprus	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Czech Rep.	21.6	7.5	5.0	4.5	4.4	3.7	3.4	3.5
Denmark	2.3	1.8	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
Estonia	18.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Finland	240.4	5.9	1.8	1.5	1.5	1.5	1.3	1.3
France	170.7	19.5	4.6	3.9	3.3	2.5	1.5	1.5
Germany	99.8	61.8	20.6	16.3	12.9	11.1	9.3	9.4
Greece	17.6	1.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0
Hungary	13.5	5.6	0.9	0.6	0.5	0.4	0.0	0.0
Ireland	4.3	1.9	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3
Italy	88.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Latvia	22.4	7.2	1.2	1.0	0.9	0.6	0.1	0.1
Lithuania	14.4	6.3	5.7	5.4	5.3	4.9	3.7	4.2
Luxembourg	0.7	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Malta	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Netherlands	5.3	4.8	4.4	4.3	4.3	4.2	4.2	4.2
Poland	87.6	72.5	33.6	28.9	27.6	23.5	19.2	20.4
Portugal	17.8	3.0	0.9	0.7	0.6	0.6	0.1	0.2
Romania	98.0	53.0	4.2	3.7	3.9	2.6	0.4	0.6
Slovakia	17.0	3.7	1.4	1.1	0.9	0.3	0.0	0.0
Slovenia	10.8	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Spain	69.5	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sweden	150.7	27.5	2.2	1.7	1.6	1.3	1.1	1.1
UK	19.7	10.9	2.6	2.2	2.1	1.9	1.7	1.7
Albania	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Belarus	57.9	11.9	4.7	2.6	1.5	0.6	0.1	0.1
Bosnia-H.	20.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Croatia	17.8	1.3	0.5	0.5	0.2	0.1	0.0	0.0
FYROM	7.2	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
R Moldova	1.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Norway	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Russia	1821.6	22.8	14.9	12.3	12.3	11.0	4.7	6.3
Serbia	26.8	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Switzerland	9.6	0.8	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Ukraine	71.1	5.9	1.0	0.8	0.7	0.0	0.0	0.0
EU-27	1283.0	303.5	91.2	77.7	71.5	60.7	47.1	49.4
Non-EU	2040.2	55.8	21.5	16.4	14.9	11.8	5.0	6.6
Total	3323.2	359.2	112.7	94.1	86.4	72.5	52.1	55.9



Таблица 5.16 Среднее суммарное превышение выпадения для подкисления лесов (экв/га/год)

Table 5.16: Average accumulated excess deposition for acidification in forests [eq/ha/yr]

	2000	2020 BL	Ambition level				
			LOW	Low*	Mid	High*	HIGH
Austria	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Belgium	568.6	98.1	80.2	80.1	65.1	51.7	51.6
Bulgaria	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cyprus	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Czech Rep.	372.9	94.1	73.8	65.0	54.3	42.5	43.1
Denmark	649.4	30.6	24.4	20.5	17.3	14.1	13.9
Estonia	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Finland	4.5	0.8	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4
France	58.3	9.0	6.1	3.7	2.8	1.3	1.6
Germany	467.8	67.5	48.2	33.0	25.9	20.5	20.7
Greece	45.6	1.0	0.6	0.5	0.4	0.2	0.2
Hungary	315.8	9.5	4.3	3.3	1.5	0.0	0.0
Ireland	245.6	18.9	14.6	12.9	11.1	8.1	8.1
Italy	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Latvia	70.6	5.9	3.6	2.5	0.9	0.1	0.1
Lithuania	294.6	105.8	79.3	63.7	41.7	18.3	20.5
Luxembourg	258.6	54.8	34.8	24.5	16.8	2.3	3.0
Malta							
Netherlands	2589.9	1116.6	1012.8	963.6	908.9	828.2	828.0
Poland	871.1	159.9	118.3	109.8	76.1	52.5	58.7
Portugal	124.8	7.8	6.2	5.4	5.0	0.5	0.6
Romania	282.7	2.6	2.1	2.2	1.4	0.1	0.2
Slovakia	132.3	11.7	5.3	3.2	0.9	0.0	0.1
Slovenia	38.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Spain	48.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1
Sweden	26.5	1.2	0.9	0.8	0.6	0.5	0.5
UK	551.6	51.6	41.9	38.4	33.3	26.5	26.7
Albania	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Belarus	66.3	8.3	4.4	2.3	0.9	0.1	0.2
Bosnia-H.	67.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Croatia	48.9	4.1	2.1	0.6	0.3	0.0	0.0
FYROM	47.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
R Moldova	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Norway							
Russia	2.3	1.1	0.7	0.7	0.5	0.1	0.1
Serbia	88.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Switzerland	36.3	9.5	6.9	5.4	4.7	3.4	3.2
Ukraine	24.1	1.9	1.2	1.0	0.0	0.0	0.0
EU-27	174.6	27.2	20.8	18.1	14.1	10.6	11.1
Non-EU	7.4	1.3	0.9	0.8	0.5	0.1	0.1
Total	72.0	11.3	8.6	7.4	5.7	4.1	4.4

Таблица 5.17 Водосборная площадь с выпадением, превышающим критические нагрузки по подкислению (км<sup>2</sup>)

Table 5.17: Catchment area with deposition exceeding critical loads for acidification [km<sup>2</sup>]

	Total area			Ambition level				
		2000	2020 BL	LOW	Low*	Mid	High*	HIGH
Finland	33231	6.0	1.2	0.8	0.8	0.6	0.3	0.3
Italy	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sweden	292479	22.6	2.5	2.2	2.3	1.9	1.6	1.6
UK	14987	532.2	89.4	75.0	71.7	62.2	48.3	49.3
Norway	177108	46.2	10.1	8.7	8.0	7.2	6.1	6.1
Switzerland	180	603.0	245.9	205.9	173.4	159.2	124.1	129.3
EU-27	340703	43.4	6.2	5.3	5.2	4.4	3.5	3.6
Non-EU	177288	46.7	10.4	8.9	8.2	7.4	6.3	6.3
Total	517991	44.5	7.6	6.5	6.2	5.4	4.4	4.5

Таблица 5.18 Среднее суммарное превышение выпадения подкисляющих веществ в пресноводных экосистемах (экв/га/год)

Table 5.18: Average accumulated excess deposition of acidifying substances for freshwater ecosystems [eq/ha/yr]

			Ambition level				
	2000	2020 BL	LOW	Low*	Mid	High*	HIGH
Finland	1971	827	654	654	522	397	397
Italy	0	0	0	0	0	0	0
Sweden	44309	14822	13478	13665	10696	9527	9956
UK	7709	6090	6058	6052	6045	5168	5168
Norway	28026	12234	11401	10879	10242	9593	9593
Switzerland	146	100	92	80	80	76	78
EU-27	53989	21738	20190	20371	17263	15092	15520
Non-EU	28172	12334	11493	10959	10322	9669	9671
Total	82160	34072	31683	31330	27585	24762	25192

## 5.6 Побочное влияние на излучающее воздействие

В качестве нового элемента анализа сценариев контроля выбросов, в отчете представлено влияние снижения выбросов аэрозоль на излучающее воздействие. Обновленная версия модели рассчитывает количественное выражение влияния снижения выбросов SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, PM и VOC на короткоживущее излучающее воздействие в области моделирования и на выпадение углерода в Арктике и Альпийских ледниках (см.раздел 2.1).

С помощью этой функции модели теперь возможно оценить связь между улучшениями качества воздуха в виде целей для отдельных типов воздействий, и излучающим воздействием. Важно отметить, что для базового сценария в 2020 году загрязняющие вещества, выброшенные в области ЕМЕП, вызовут негативное излучающее

воздействие, оцениваемое в  $-670$  мВт/м<sup>2</sup> в области ЕМЕР (рисунок 5.13). Для сравнения, излучающее воздействие долгоживущих парниковых газов, регулируемых Киотским протоколом, оценивается в  $2.7$  Вт/м<sup>2</sup> (IPCC AR4).

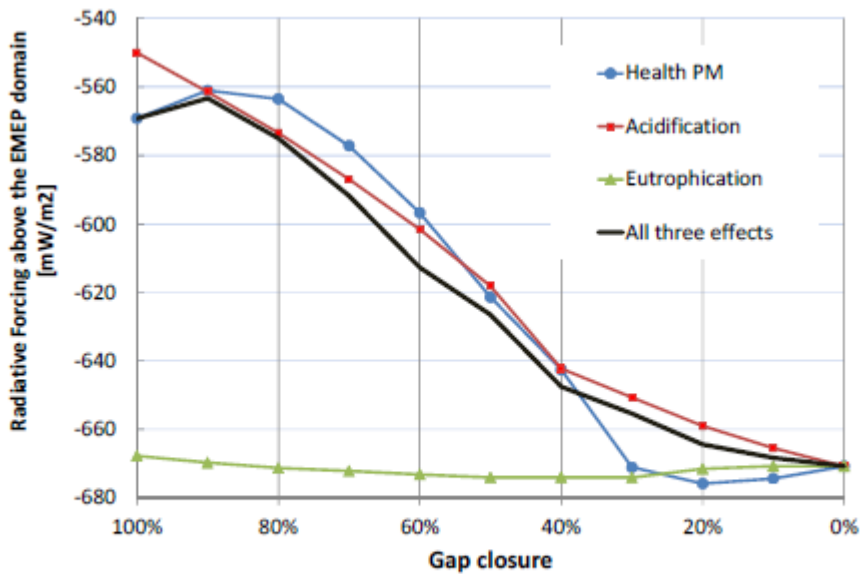


Figure 5.13: Side-effects on instantaneous radiative forcing over the EMEP region from the scenarios optimized for the air pollution targets.

Рисунок 5.13 Побочное влияние на короткоживущее излучающее воздействие в области ЕМЕР для сценариев, оптимизированных для достижения целей улучшения качества воздуха

В оптимизации по одному из типов воздействий, экономически эффективные стратегии с низким уровнем амбиций относительно воздействия на здоровье населения вследствие подверженности мелкодисперсной пыли, приведет к небольшому снижению излучающего воздействия, так как эти стратегии включают низкозатратные меры, направленные на снижение выбросов сажи. Однако, на уровне выше 30% сокращения разрыва, стратегии включают все большее число мер по снижению выбросов SO<sub>2</sub>, понижающих количество вторичных частиц и таким образом увеличивающих излучающее воздействие (т.е. снижающих негативное излучающее воздействие). Например, 90% сокращения разрыва приведет к росту излучающего воздействия на  $100$  мВт/м<sup>2</sup>. Выше уровня 90%, только наиболее затратные меры будут снова снижать излучающее воздействие в некоторой степени.

Экономически эффективные стратегии, направленные на снижение подкисления, будут всегда вести к более высокому уровню излучающего воздействия, так как они всегда направлены на снижение выбросов SO<sub>2</sub>. Стратегии направленные на эвтрофикацию, наоборот, вряд ли повлияют на излучающее воздействие. Необходимо отметить, что модуль модели, рассчитывающий излучающее воздействие, пока не включает количественную оценку излучающего воздействия тропосферного озона.

Комбинированная стратегия, одновременно учитывающая все четыре типа воздействий наиболее экономически эффективным образом, также приведет к росту излучающего воздействия, так как необходимо будет достичь целей для подкисления.

Сценарии, рассматриваемые в отчете, сочетают различные цели по сокращению разрыва для отдельных типов воздействий. В целом, рост излучающего воздействия,

вызванного учитываемыми загрязняющими веществами, составит до 13%. Полное применение всех достижимых мер по максимальному снижению выбросов приведет к росту короткоживущего излучающего воздействия на 15%, в то время как избранная стратегия, направленная конкретно на снижение излучающего воздействия, может снизить его на 5% (таблица 5.19). Эти сценарии снизят выпадение углерода в Арктике (севернее 60°) на 15%, но вызовут только незначительное снижение выпадения углерода в Альпийских ледниках. Стратегии, направленные конкретно на выпадение углерода, могут снизить его на 20%.

**Таблица 5.19 Влияние сценариев контроля выбросов на излучающее воздействие и выпадение углерода**

**Table 5.19: Impacts of the emission control scenarios on radiative forcing and carbon deposition**

	Baseline	LOW	Low*	Middle	High*	HIGH	MTFR	Lowest RF
<b>Radiative forcing from emissions in the EMEP domain [mW/m<sup>2</sup>]</b>								
Northern Hemisphere	-488	-487	-487	-482	-473	-474	-472	-492
EMEP domain	-671	-660	-664	-630	-577	-583	-569	-695
Arctic > 60°	-110	-109	-109	-106	-99	-100	-99	-115
Arctic > 70°	-48	-49	-49	-47	-45	-45	-46	-52
<b>Radiative Forcing - for the EMEP domain, by component [mW/m<sup>2</sup>]</b>								
Total	-671	-660	-664	-630	-577	-583	-569	-695
BC	134	122	124	122	121	120	97	98
OC	-35	-29	-30	-29	-29	-28	-22	-24
SO <sub>4</sub>	-723	-708	-713	-679	-627	-633	-604	-723
NO <sub>3</sub>	-46	-45	-45	-44	-43	-41	-40	-46
<b>Total carbon deposition (BC and OC, dry and wet) [mg/m<sup>2</sup>.yr]</b>								
Arctic > 60°	4.9	4.4	4.4	4.3	4.3	4.3	3.6	3.7
Arctic > 70°	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0
Alps	60.0	56.0	56.1	52.8	54.4	52.8	39.5	43.5

Все эти стратегии были разработаны на основании анализа экономической эффективности, направленного на типы воздействий качества атмосферного воздуха. Это означает, что они минимизируют затраты на достижение заданных экологических целей, но не принимают в расчет влияние на излучающее воздействие или на выпадение углерода. Возможности низкозатратных вариантов по минимизации негативного влияния на излучающее воздействия стратегий, ориентированных на загрязнение воздуха, рассмотрены в разделе 6.2.

## 6. АНАЛИЗ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

### 6.1 Альтернативные сценарии экономического развития

Различные возможности экономического развития приводят к различным уровням деятельности и влечение этого могут потребовать различных усилий для достижения заданного ряда экологических целей. Возникают два ключевых вопроса:

- Какие затраты потребуются для достижения потолков выбросов, установленных на основе сценария, предполагаемого в модели PRIMES, если в реальности развитие будет происходить в соответствии с национальным сценарием?
- Насколько будут отличаться экономически эффективные потолки выбросов, если они будут рассчитаны для национального сценария, т.е. насколько чувствительны потолки выбросов к изменениям предполагаемого прогноза экономического развития?

В соответствии с решением WGSР, основные сценарии снижения выбросов представленные в отчете, основаны на общеевропейском согласованном ряде прогнозов моделей PRIMES (энергетика) и CAPRI (сельское хозяйство). Очевидно, что предположения и спрогнозированные тенденции развития характеризуются неизбежным наличием неопределенности, так же как и доступные альтернативные прогнозы развития. Однако, задание экологических целей для оптимизационных сценариев, так же как и возможности дополнительных мер, в критической степени зависят от лежащих в основе предположений о будущем уровне деятельности.

В принципе, можно провести различные анализы с целью выявить влияние альтернативных предположений о экономическом развитии на результаты оптимизации. Например, различные прогнозы развития энергетики и сельского хозяйства могут предполагать различные уровни выбросов для базового сценария и сценария максимального достижимого снижения выбросов (MTFR) и в результате различные экологические цели для оптимизации в случае если они основаны на концепции сокращения разрыва (так как разница между этими двумя сценариями будет варьировать). Очевидно, что различные экологические цели в абсолютных цифрах приведут к различному распределению сокращения выбросов.

Другой вид анализа чувствительности может исследовать влияние на затраты в странах с случае, если страны не должны превышать потолки выбросов, полученные в результате оптимизации на основании другого прогноза. В таком случае, т.е. если развитие будет происходить не так как предполагается для оптимизации, решение уже не будет являться минимально затратным, хотя разница в затратах зависит от конкретных предположений (т.е. затраты могут быть выше для сценария с более высоким уровнем экономической деятельности и наоборот).

Самым важным в случае как анализа затрат так и анализа соответствия будет вопрос, может ли оказаться так, что потолки выбросов, установленные на основании определенного прогноза развития, будут превышены в случае другого варианта развития. Для исследования этого аспекта, был проведен анализ чувствительности для среднего уровня, направленный на проверку того, будут ли превышать потолки

выбросов, установленные на основе энергетического сценария модели PRIMES, в случае если в реальности развитие будет идти в соответствии с национальным сценарием (см. описание в разделе 2.21). С этой целью, потолки выбросов, представленные выше для среднего уровня, сравнивались с уровнем выбросов при сценарии максимального достижимого снижения выбросов (MTFR) для национальных прогнозов развития. В то время как 15 стран предоставили национальные прогнозы развития, потолки выбросов для среднего уровня для всех пяти загрязняющих веществ, оптимизированные для сценария модели PRIMES, оказались ниже максимального достижимого уровня национальных сценариев в восьми случаях, затрагивающих пять стран. В трех случаях (Дания, Финляндия, Нидерланды и Хорватия) потолки выбросов SO<sub>2</sub> будут превышены в случае реализации национальных прогнозов (рисунок 6.1); несоответствие по NO<sub>x</sub> наблюдается в трех случаях (Дания, Нидерланды и Хорватия, рисунок 6.2); несоответствие по аммиаку наблюдается в Румынии (рисунок 6.4). Потолки выбросов PM<sub>2.5</sub> и VOC не превышаются ни в одном из случаев. В некоторых случаях возникновения этих несоответствий, в национальных сценариях сделаны очень сильно отличающиеся предположения относительно развития в различных секторах. Важно определить причины несоответствий более подробно для того, чтобы установить окончательный вариант потолков выбросов и разработать более согласованную перспективу экономического развития в этих странах.

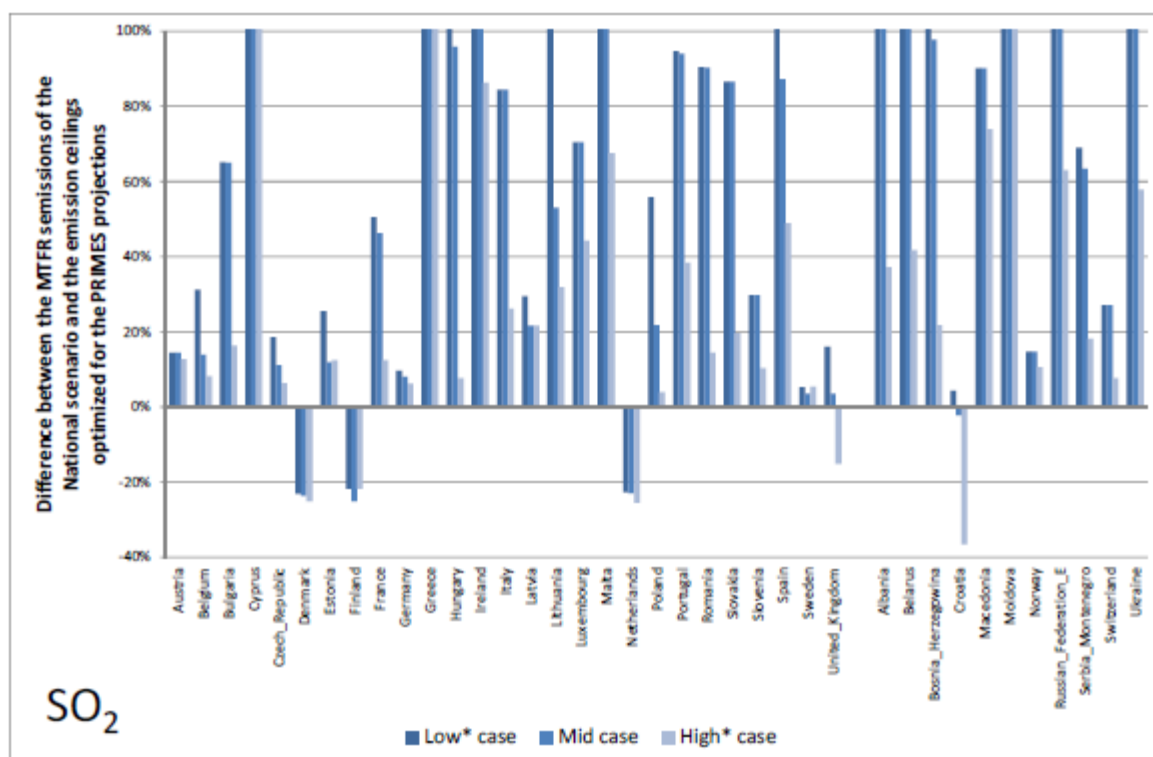


Figure 6.1: Comparison of the cost-optimal emission ceilings for SO<sub>2</sub> for the PRIMES scenarios with the emission levels that could be achieved through application of the maxim technically feasible emission reductions for the National scenarios

Рисунок 6.1 Сравнение экономически оптимизированных потолков выбросов для SO<sub>2</sub> в соответствии со сценариями PRIMES с уровнями выбросов, которые могут быть достигнуты с помощью максимального технически достижимого снижения выбросов в соответствии с национальными сценариями

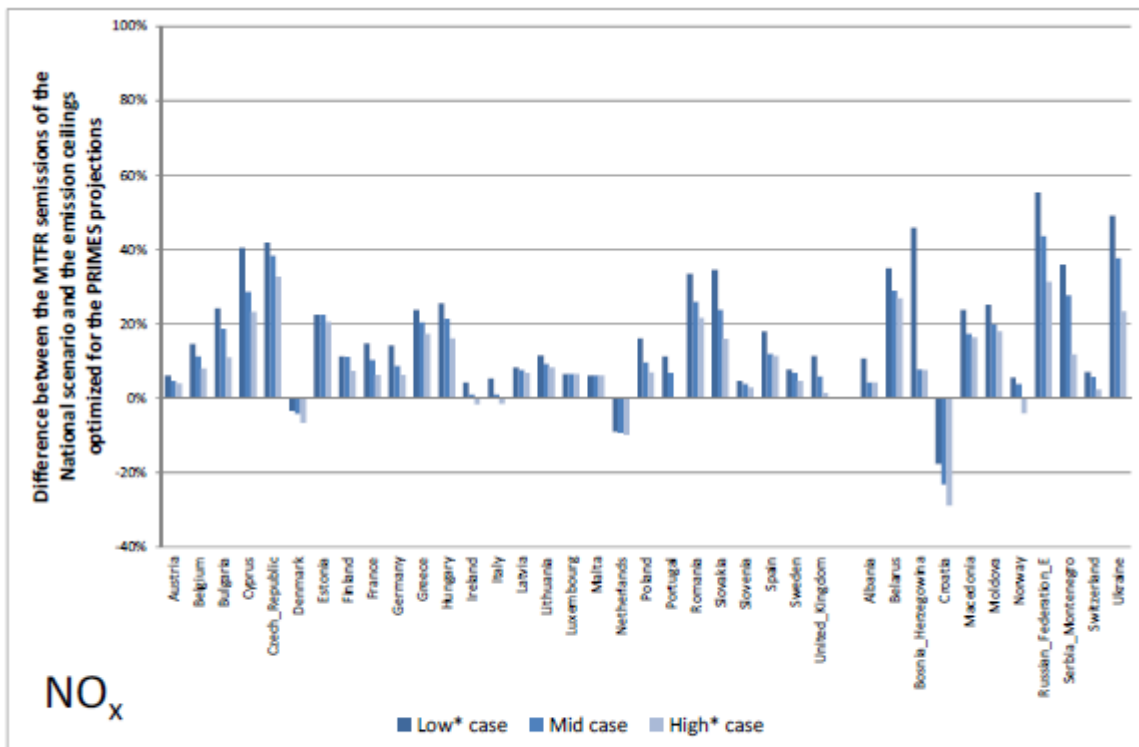


Figure 6.2: Comparison of the cost-optimal emission ceilings for NO<sub>x</sub> for the PRIMEs scenarios with the emission levels that could be achieved through application of the maximum technically feasible emission reductions for the National scenarios

Рисунок 6.2 Сравнение экономически оптимизированных потолков выбросов для NO<sub>x</sub> в соответствии со сценариями PRIMEs с уровнями выбросов, которые могут быть достигнуты с помощью максимального технически достижимого снижения выбросов в соответствии с национальными сценариями

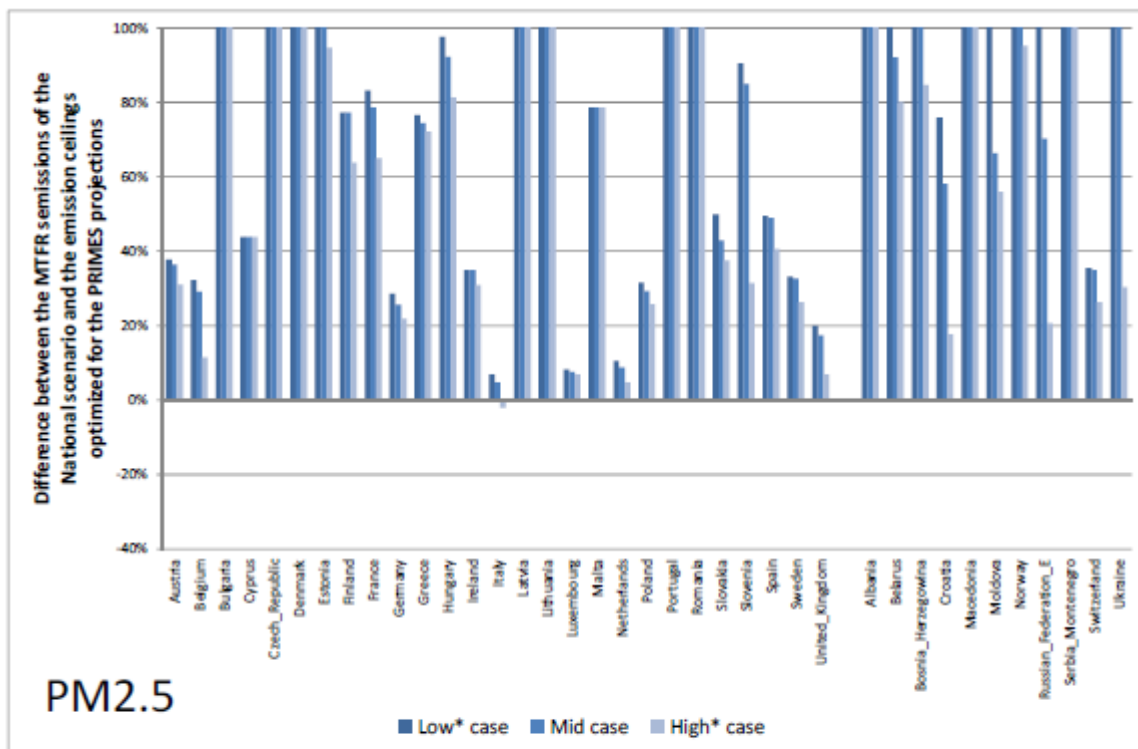


Figure 6.3: Comparison of the cost-optimal emission ceilings for PM2.5 for the PRIMEs scenarios with the emission levels that could be achieved through application of the maxim technically feasible emission reductions for the National scenarios

Рисунок 6.3 Сравнение экономически оптимизированных потолков выбросов для PM2.5 в соответствии со сценариями PRIMEs с уровнями выбросов, которые могут быть достигнуты с помощью максимального технически достижимого снижения выбросов в соответствии с национальными сценариями



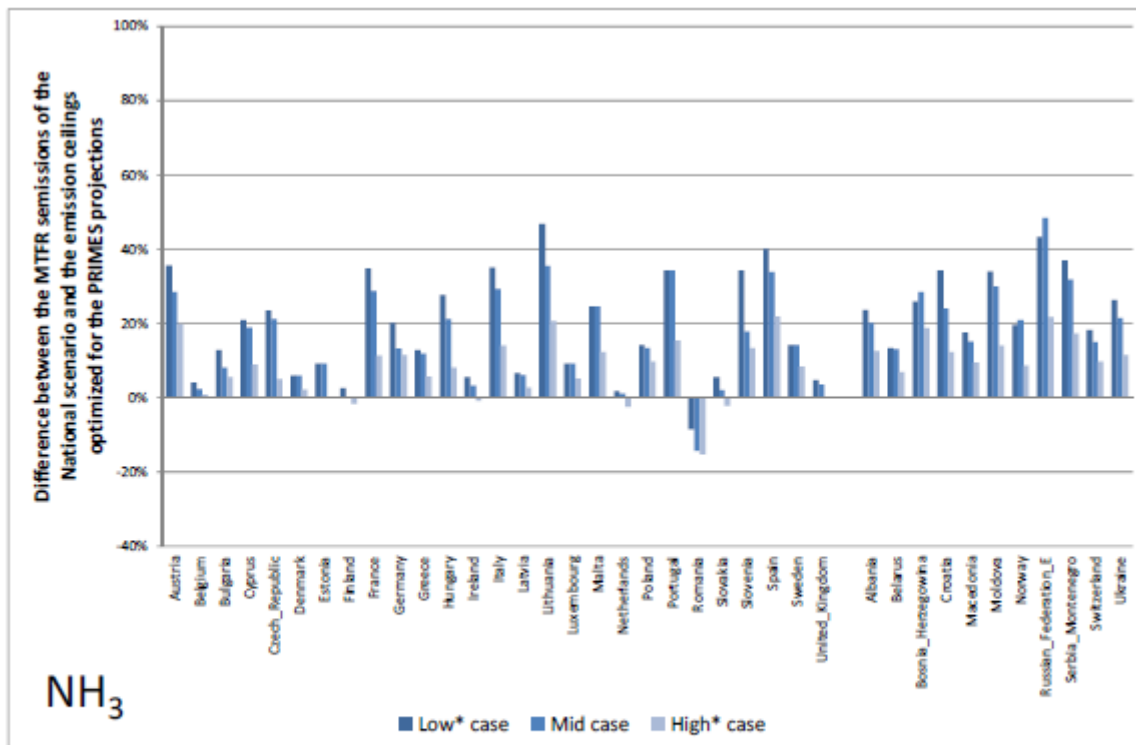


Figure 6.4: Comparison of the cost-optimal emission ceilings for NH<sub>3</sub> for the PRIMES scenarios with the emission levels that could be achieved through application of the maxim technically feasible emission reductions for the National scenarios

Рисунок 6.4 Сравнение экономически оптимизированных потолков выбросов для NH<sub>3</sub> в соответствии со сценариями PRIMES с уровнями выбросов, которые могут быть достигнуты с помощью максимального технически достижимого снижения выбросов в соответствии с национальными сценариями

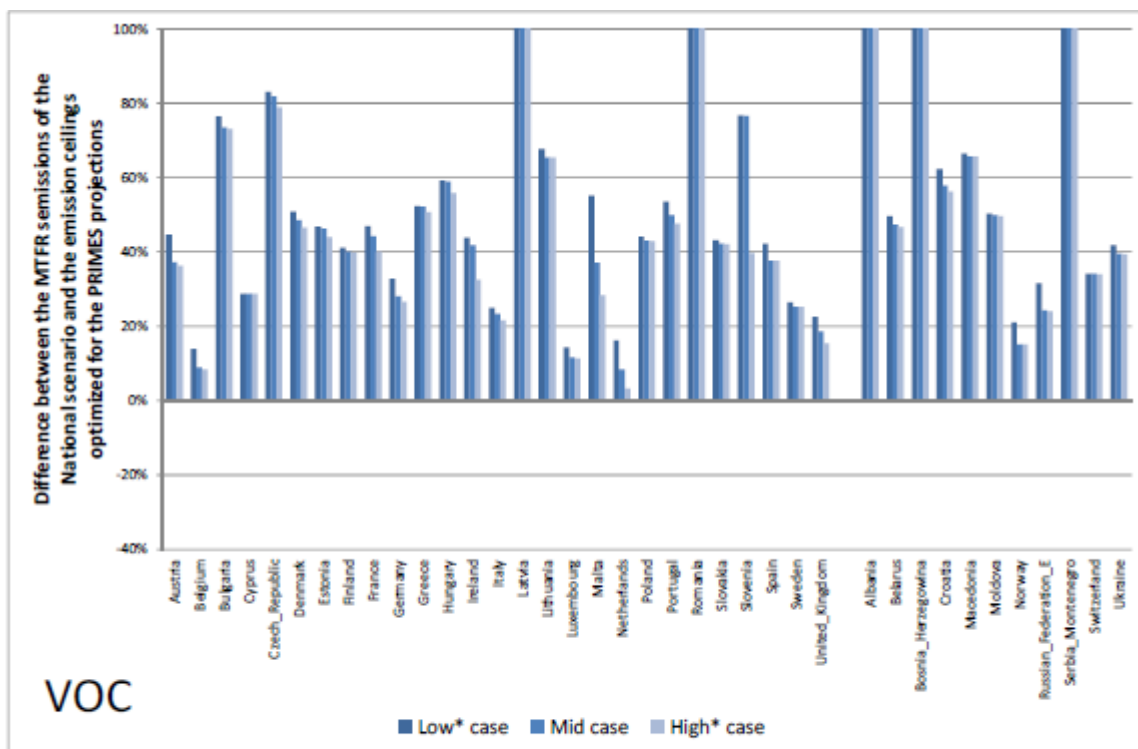


Figure 6.5: Comparison of the cost-optimal emission ceilings for VOC for the PRIMEs scenarios with the emission levels that could be achieved through application of the maxim technically feasible emission reductions for the National scenarios

Рисунок 6.5 Сравнение экономически оптимизированных потолков выбросов для VOC в соответствии со сценариями PRIMEs с уровнями выбросов, которые могут быть достигнуты с помощью максимального технически достижимого снижения выбросов в соответствии с национальными сценариями

## 6.2 Низкозатратные меры по снижению излучающего воздействия

В предыдущем разделе рассматривалось побочное воздействие достижения целей качества воздуха на короткоживущее излучающее воздействие, в результате чего показано, что снижение выбросов охлаждающих веществ (например, SO<sub>2</sub>, OC), предусмотренное экономически эффективными стратегиями контроля, приводит к возрастанию излучающего воздействия по сравнению с базовым сценарием. Возникает вопрос, до какой степени возможно одновременное снижение и излучающего воздействия (в дополнение к достижению экологических целей) без привлечения чрезмерных затрат. С этой целью был проведен ряд анализов чувствительности, в котором экологические цели поддерживались на постоянном уровне (как описано в разделе 4), и при этом постепенно ужесточались ограничения на излучающее воздействие (в области ЕМЕР). Было установлено, что существуют меры, которые могут снизить излучающее воздействие, одновременно достигая целей по качеству воздуха, без значительного возрастания затрат на контроль выбросов. Эти меры не являются экономически эффективными для достижения стандартных целей по качеству воздуха для четырех типов воздействий; однако, они являются экономически эффективным компромиссом в случае наложения дополнительных ограничений на излучающее воздействие. Для низкого уровня амбиций излучающее воздействие может быть

снижено на 0,01 Вт/м<sup>2</sup> без значительного возрастания затрат, для среднего уровня потенциал возрастает до 0,02 Вт/м<sup>2</sup>. Для высокого уровня амбиций нет четкого порога, но низкозатратный потенциал наблюдается (рисунок 6.6).

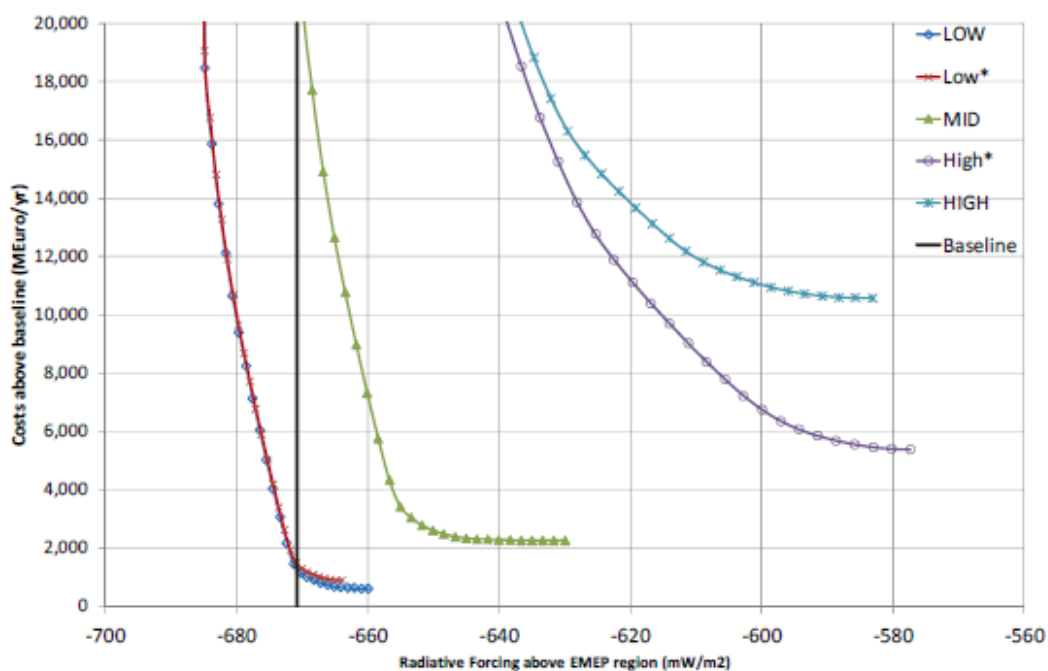


Figure 6.6: Emission control costs (above the baseline) for additional reductions of instantaneous reductions of radiative forcing for the five cost-optimized scenarios that address the four air quality impacts.

**Рисунок 6.6 Затраты на контроль выбросов (помимо заложенных в базовом сценарии) на дополнительное снижение короткоживущего излучающего воздействия для пяти экономически эффективных сценариев (пяти уровней амбиций), рассматривающих четыре типа воздействия на качество воздуха.**

По сравнению со случаями, когда влияние на излучающее воздействие совсем не учитывается, принятие во внимание среднесрочных воздействий на климат постепенно снижает давление на выбросы SO<sub>2</sub> (рисунок 6.7). Взамен, в большей степени снижаются выбросы PM<sub>2.5</sub> и NH<sub>3</sub>, в то время как заметного влияния на выбросы NO<sub>x</sub> не наблюдается. Необходимо отметить, что этот предварительный анализ учитывает только излучающее воздействие от аэрозолей (игнорируя не прямое воздействие), и пока не учитывает воздействие тропосферного озона.

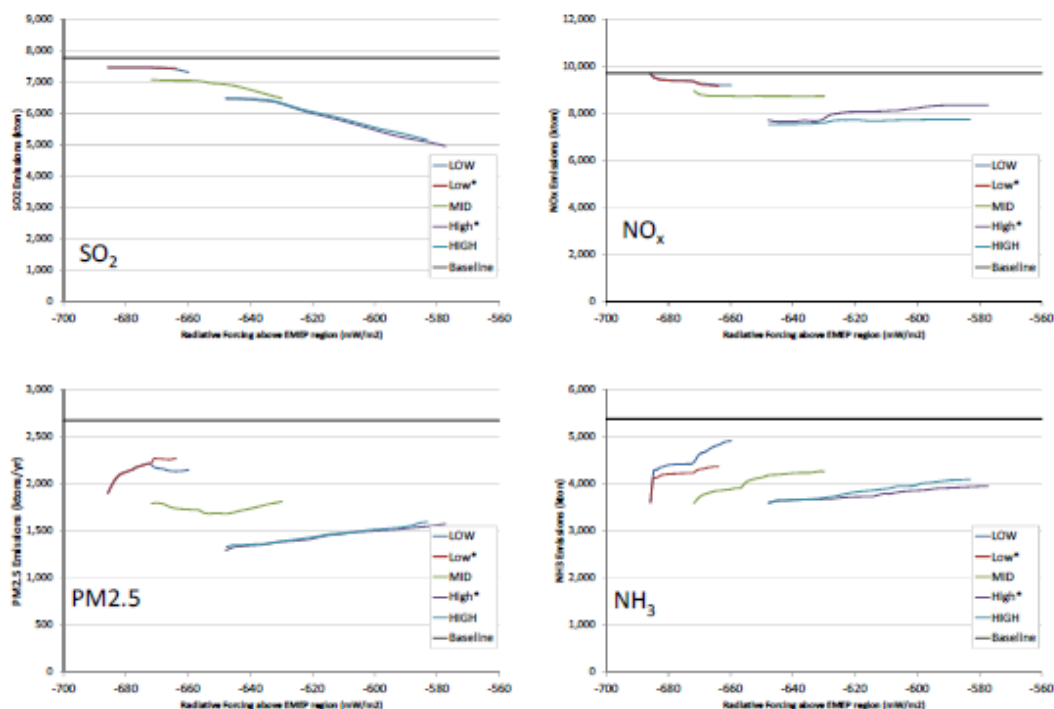


Figure 6.7: Cost-effective changes in emissions for reducing radiative forcing, in addition to the targets for air quality impacts. Note that, as this preliminary analysis addresses only radiative forcing from aerosols, changes in VOC emissions occur only at stringent reductions.

Рисунок 6.7 Экономически эффективные изменения выбросов с целью снижения излучающего воздействия, в дополнение к целям для типов воздействия качества воздуха. Обратите, что так как анализ рассматривает только излучающее воздействие аэрозолей, изменения выбросов VOC наблюдаются только при значительных сокращениях

### 6.3 Игнорирование более высокой подверженности воздействию выбросов в городах

Ранее было показано, что выбросы из низко расположенных источников в городской среде имеют большее влияние на подверженность населения, чем выбросы из высоко расположенных источников или источников, отдаленных от центров скопления населения. В модели GAINS этот факт учитывается с помощью повышающего коэффициента для городской среды, который используется для коммунального/коммерческого и транспортного секторов в городских районах при расчетах воздействия на здоровье мелкодисперсной пыли. Однако, на данной стадии анализа повышающий коэффициент для городской среды может быть применен только для стран ЕС-27 (включая Кипр и Мальту), Хорватии, Норвегии и Швейцарии. Для других стран сбор и контроль качества необходимых данных по землепользованию, метеорологических и демографических данных не мог быть выполнен вовремя, таким образом расчеты в данном отчете не учитывают большее воздействие выбросов твердых частиц на подверженность населения в этих странах. Таким образом, все результаты, представленные в отчете, необходимо считать условными/предварительными.

Вследствие применения разных методологий для стран входящих и не входящих в ЕС, в результатах могут наблюдаться отклонения. С целью оценить потенциальные

отклонения в результате включения повышающего коэффициента только для части стран, входящих в область моделирования, был проведен анализ чувствительности для среднего уровня амбиций, в котором повышающий коэффициент не учитывался и для стран ЕС.

Учет повышающего коэффициента приводит к более высоким цифрам для воздействия на здоровье населения. Однако, в контексте данного исследования возникает вопрос, насколько это повлияет на результаты оптимизации с минимизацией затрат, основанные на подходе сокращения разрыва для относительных изменений в интервале от базового сценария до сценария максимального достижимого сокращения выбросов. В такой ситуации можно применить процедуру сокращения разрыва для двух крайних точек интервала (базовый сценарий и сценарий максимального достижимого сокращения выбросов), с игнорированием повышающего коэффициента для городской среды в обоих случаях. Таким образом, для расчета подверженности воздействию в случае среднего уровня амбиций применялась та же процедура постановки целей и те же цифры в процентах (50/50/60/40% для воздействия на здоровье мелкодисперсной пыли, подкисления, эвтрофикации и тропосферного озона соответственно), но уже без учета повышающего коэффициента. Для показателя воздействия на здоровье мелкодисперсной пыли абсолютная цель отличается в этом случае, в то время как для остальных типов воздействий цели в абсолютных цифрах являются идентичными (таблица 6.1).

**Таблица 6.1 Показатели воздействия на здоровье населения мелкодисперсной пыли для среднего уровня амбиций (центральный сценарий с повышающим коэффициентом для городской среды в ЕС-27) и вариант без повышающего коэффициента (в месяцах потери среднестатистической продолжительности жизни)**

**Table 6.1: Health PM indicators for the mid case (central case with urban increment in the EU-27) and the variant without urban increment (Unit: months of statistical life expectancy lost)**

	Baseline	Target	MTFR
Mid case (original)	4.49	3.52	2.55
Sensitivity case without urban increment	4.36	3.41	2.46

В оптимизированных случаях различия в выбросах между этими двумя вариантами являются небольшими. Даже для ЕС-27, где эти два случая включают различные предположения относительно повышающего коэффициента, выбросы не особо различаются (таблица 6.2).

**Таблица 6.2 Выбросы в ЕС-27 для среднего уровня амбиций и варианта без повышающего коэффициента для городской среды (кт)**

**Table 6.2: Emissions in the EU-27 for the mid case and the variant without urban increment (kilotons)**

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>2.5</sub>	NH <sub>3</sub>	VOC
Mid case (original)	2508	5046	907	2819	5437
Sensitivity case without urban increment	2513	5046	910	2820	5436
<i>Difference (absolute)</i>	-5	0	-3	-2	0
<i>Difference (%)</i>	-0.18%	0.00%	-0.33%	-0.06%	0.00%

Таким образом, из последнего анализа чувствительности можно сделать вывод о том, что экономически эффективные потолки выбросов, рассчитанные с помощью подхода сокращения разрыва, являются устойчивыми по отношению к количественному выражению влияния повышающего коэффициента для городской среды на подверженность населения. Это является следствием относительной природы цели сокращения разрыва, т.е. того, что эта цель отталкивается от двух крайних точек, полученных с помощью одной и той же методологии. Тем не менее, это не означает, что на расчет абсолютных уровней показателей качества воздуха городской среды и соответствующего воздействия на здоровье населения не будет влиять способ учета выбросов в городах. Аналогично, потолки выбросов, основанные на абсолютных целях (например, соответствие целям качества воздуха) будут в очень высокой степени зависеть от выбранной методологии.

## 7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках Конвенции о трансграничном переносе загрязнений на большие расстояния начат пересмотр Гетеборгского протокола. В целях информирования участников переговоров о возможностях дополнительных экономически эффективных мер, данный отчет представляет ряд сценариев контроля выбросов, иллюстрирующих варианты экономически эффективных улучшений качества атмосферного воздуха в Европе.

Согласованные прогнозы экономической деятельности в Европе предусматривают значительные изменения в структуре экономической деятельности. Одновременно с продолжающимся внедрением уже согласованного законодательства по контролю выбросов, это окажет значительный эффект на будущие выбросы. Ожидается, что в 2020 году базовые выбросы SO<sub>2</sub> в области моделирования ЕМЕП будут на 35% ниже чем в 2000; выбросы NO<sub>x</sub> и VOC будут на 40% ниже, и выбросы PM<sub>2.5</sub> – на 20% ниже. В то же время, для аммиака значительного изменения выбросов не ожидается. Несмотря на сокращение выбросов, негативное воздействие на загрязнение воздуха остается значительным: в 2020 году в результате загрязнения средняя продолжительность жизни будет снижена на 4,7 месяцев, будет наблюдаться более 24000 случаев преждевременной смерти вызванной воздействием тропосферного озона, биоразнообразие на площади 1,4 млн км<sup>2</sup> европейских экосистем будет находиться под угрозой вследствие высокого уровня выпадений азота, и более 110000 км<sup>2</sup> лесов будут подвержены превышенному уровню подкисления.

Существует значительное пространство для дальнейших улучшений качества окружающей среды с помощью дополнительных технических мер по снижению выбросов. Экономически эффективные сценарии контроля представлены для пяти различных комплексов экологических целей в части качества воздуха. Эти цели охватывают от 25% до 75% достижимых улучшений для каждого типа воздействий, и они задействуют дополнительные затраты на контроль выбросов в диапазоне 0,6-10,6 миллиардов евро в год по всей области моделирования (помимо затрат заложенных в базовом сценарии). 50-60% затрат принадлежат странам ЕС. Однако, с учетом того что ЕС-27 включает 72% общего населения и 88% ВВП в области моделирования, эти сценарии могут включать большие сравнительные усилия для стран, не являющихся членами ЕС.

Анализ чувствительности исследует устойчивость результатов оптимизации по отношению к изменению уровня амбиций для каждого из отдельных типов воздействий. Варьирование целей для озона оказывает наиболее значительный эффект на затраты, связанные с контролем выбросов.

Новым элементом анализа является оценка влияния сценариев контроля на короткоживущее излучающее воздействие, и, для регионов Арктики и Альпийских ледников, выпадение углерода. Согласно проанализированным сценариям, имеется тенденция к повышению излучающего воздействия в области моделирования ЕМЕП на 0,1 Вт/м<sup>2</sup> (по сравнению с теперешним излучающим воздействием около 2,7 Вт/м<sup>2</sup>) в результате снижения охлаждающих выбросов. Анализ чувствительности демонстрирует наличие возможного низкочрезмерного варианта, который может в некоторой степени снизить это негативное влияние на изменения климата в ближайшее время.