

Сценарии выбросов загрязнителей воздуха для Болгарии, базированный на интегрированной модели GAINS

Д-р Тодор Тодоров

Национальный Институт Метеорологии и Гидрологии – Болгарская Академия Наук
Цариградское шоссе 66, София, 1784
todor.todorov@meteo.bg

Аннотация: Модель GAINS (Greenhouse Gas Air Pollution Interactions and Synergies) представляет собой интегрированную модель для оценки загрязнения воздуха, разработанную Международным институтом системного анализа (IIASA) в Австрии, как инструмент для определения таких стратегии выбросов загрязнителей, которые обеспечивают качество атмосферного воздуха и оптимизировании выбросов парниковых газов с наименьшими расходами. Модель рассчитывает следующие загрязнители воздуха – SO₂, NO_x, VOC, NH₃, PM и парниковые газы (ПГ) – CO₂, CH₄, N₂O и F-газы (HFC, PFC, SF₆), выброшенными в разных секторах экономики. В режиме "сценарии" GAINS фокусируется на отдельных мерах по сокращению выбросов и рассчитывает "мульти-эффект многих загрязнителей" данной меры одновременно для загрязнения воздуха и ПГ. Таким образом, исследуя взаимодействие между мерами по сокращению выбросов загрязнителей и парниковых газов достигается экономический эффект. В режиме "оптимизация" модель может быть использована для поиска экономически минимального баланса (цены) контроля загрязнителей и одновременно достичь заданных пользователем целей для здоровья человека и воздействия на экосистемы.

Модель GAINS используется в данной работе для реализации некоторых сценариев выбросов в Болгарии до 2030 года, касающихся национальных выбросов для большинства выше упомянутых загрязнителей и ПГ. Для каждого сценария рассчитываются затраты на сокращение выбросов некоторых загрязняющих веществ. Проведен анализ чувствительности, применяя разные стратегии уменьшения выбросов загрязнителей. Представленные результаты сравниваются и обсуждаются. Использование этой модели в Болгарии находится на ранней стадии.

Ключевые слова: интегрированная модель, сценарий выбросов, контрольная стратегия

1. Введение

Региональная информационная и симуляционная модель загрязнения воздуха (RAINS - Regional Air Pollution Information and Simulation) была разработана в Международном институте прикладного системного анализа (IIASA) как инструмент для интегрированной оценки контрольных стратегий для снижения воздействия загрязнения воздуха следующими загрязнителями: SO₂, NO_x, VOC, PM, NH₃, O₃. С 2007 года она была заменена моделью GAINS (Взаимодействие и синергизм загрязнителей воздуха и ПГ), которая используется Европейской комиссией (ЕК), чтобы разработать, информировать, изменить и установить уровни выбросов для ряда трансграничных загрязнителей воздуха меньше заданных Директивой ЕС по национальным потолочным значениям выбросов (NECD) 2010. GAINS позволяет не только моделирование качества воздуха как это делает RAINS, но исследует выбросы таких парниковых газов (ПГ) как CO₂, CH₄, N₂O и F-газы CFCs, HFC, SF₆, а также дополнительные варианты уменьшения выбросов. Таким образом, кроме воздействия на экосистемы, GAINS используется также для оценки вариантов изменения климата. Еще одной инновационной возможностью модели является то, что она рассматривает как отдельная мера по уменьшению выбросов данной экономической деятельностью воздействует на уменьшение одновременно и других

загрязнителей и ПГ (multi-pollutant multi-effect approach) – так называемый подход мульти-эффект многих загрязнителей. Это позволяет выявить синергетический эффект применения мер контроля, т. е. одновременное изменение выбросов загрязнителей и парниковых газов в результате применения определенной меры. Более подробную информацию о модели можно найти на вебсайте IIASA - www.iiasa.ac.at.

Модель GAINS (Greenhouse Gas Air Pollution Interactions and Synergies) представляет собой интегрированную модель, работающую с большим количеством входных данных для различных отраслей экономики, но в то же время она упрощена в достаточной степени для удобного использования с достаточной точностью. Тем не менее следует признать, что многие аспекты, которые в настоящее время не жестко связаны с GAINS, важны. Именно поэтому, вместо учета всех сложных связей, которые имеют отношение к этим аспектам, в одной супер-модели, по проекту EC4MACS (Европейский консорциум по моделированию загрязнения воздуха и климатические стратегии) - www.ec4macs.eu - была создана сеть специализированных моделей для решения этих аспектов более подробно. Модель EC4MACS включает в себя такие модели как: GAINS - для комплексной оценки загрязнения воздуха, модель PRIMES для энергетики, TREMOVE – для транспорта, CAPRI - для сельского хозяйства, EMEP – атмосферный дисперсионная модель, модели для здоровья людей и воздействия на экосистемы, GEM-E3 - макроэкономическая равновесная модель, ExternE -

для оценки экономической выгоды.

Сеть для интегрированных модельных оценок (NIAM – Network for Integrated Assessment Modelling <http://www.niam.scarp.se/>) создана по Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния. Целью сети NIAM является поощрение сотрудничества между национальными деятельности и ПАСА в интегрированном моделировании, обеспечение форума для обсуждения, для облегчения связи и активизации интегрированного моделирования в помощь ПАСА, а также внесение дополнительных взносов для работы Целевой группы по разработке моделей для комплексной оценки (Task Force on Integrated Assessment Modelling). NIAM поддерживает национальную деятельность по использованию GAINS и поддерживает тесные контакты с рабочими группами, участвующими в проекте EC4MACS. В результате этой деятельности сети NIAM, созданы национальные версии модели GAINS, например, в Италии, Нидерландах, Ирландии и некоторых других странах.

Автор этой работы имеет опыт в интегрированном моделировании в результате участия в проекте DECADES Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), связанного с исследованиями устойчивого развития болгарской энергетики (с использованием модели WASP); участия в проекте FP5 MERLIN (мульти-загрязнители и их мульти-эффект в оценке европейского качества воздуха - комплексный подход). Автор поддерживает контакты с ПАСА и некоторыми членами NIAM.

В данной работе рассматриваются три сценария выбросов, касающихся национальных выбросов загрязнения, а также и затраты (цены) на меры для уменьшения большей части вышеупомянутых загрязняющих веществ и парниковых газов. Выбросы от энергетического сектора Болгарии, представлены отдельно. Результаты сравниваются и обсуждаются.

2. GAINS МЕТОДОЛОГИЯ

GAINS рассматривает следующие обычные загрязнители воздуха: SO_2 , NO_x , VOC, NH_3 , PM, а также и 6 Киото парниковых газов: CO_2 , CH_4 , N_2O , CFCs, HFC, SF_6 .

Основными важными нововведениями в методологии модели, по сравнению с RAINS, кроме добавления парниковых газов, являются следующие. Последние научные достижения открывают новые возможности для интегрированной (комплексной) оценки, которые потенциально могут привести к более систематическому и экономически эффективному подходу в рассматривании традиционных загрязнителей воздуха одновременно с парниковыми газами, поскольку они имеют общие источники. Именно поэтому есть возможность проводить комплексные и комбинированные анализы наиболее распространенных загрязняющих веществ и парниковых газов, ответственных за загрязнение окружающей среды и изменения

климата, и соответственно, сочетать меры по их снижению и смягчению их последствий (это так называемый подход учета многообразия видов воздействия от различных загрязнителей - multi-pollutant multi-effect approach). В ходе этого процесса выявляются важные синергические связи мер по ограничению выбросов, которые могли бы иметь большое значение в политике этого ограничения. Синергические эффекты основаны на связи между мерами по сокращению выбросов и смягчения потенциала парниковых газов. Это означает, что приложения, например, одной контрольной меры по сокращению выбросов одного загрязняющего вещества или ПГ может сократить выбросы также одного или нескольких загрязняющих веществ или другого ПГ, и это приводит к экономическим выгодам.

Модель GAINS рассматривает контрольные технологии (меры по снижению выбросов) иначе, чем RAINS. В RAINS затраты на эти меры связаны с одним видом загрязняющего вещества, а в GAINS - с несколькими видами. Это может привести к другому выбору технологий: меры, которые не были экономически эффективны в случае одного загрязнителя могут стать рентабельными в случае с многими загрязнителями. Таким образом GAINS позволяет смоделировать различные гибкие механизмы для уменьшения парниковых газов и выбросов загрязнителей в атмосферу. Модель GAINS работает приблизительно с 1500 технологическими мерами по сокращению выбросов SO_2 , NO_x , VOC, NH_3 и PM и несколькими сотнями вариантов сокращения выбросов парниковых газов.

Модель GAINS описывает количественно полный DPSIR (спрос (дема́нд)-давление-состояние-воздействие-реакция) цепи для выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов. Она включает в себя данные и информацию обо всех различных элементах в цепи DPSIR и определяет связи между этими различными аспектами. В частности, GAINS оценивает количественно DPSIR цепочку загрязнения воздуха: начиная с вызывающих загрязнения деятельности (виды экономической деятельности, энергии сгорания, сельскохозяйственное производство, и т.д.) и кончая здоровьем людей и воздействием на экосистемы. Эта процедура похожа на аналогичную процедуру в RAINS.

Модель GAINS позволяет оценить, при заданном энергетическом и сельскохозяйственном сценарии, затраты и воздействие на окружающую среду для указанной пользователем политики уменьшения выбросов (режим "анализ сценария"). В режиме "оптимизация" модель может быть использована для определения такого набора мер контроля за выбросами, который имеет минимальную стоимость и одновременно не превышает заданный пользователем уровень (целей) качества воздуха и/или выбросов парниковых газов, с учетом региональных различий в выбросах, а также контролировать затраты и дисперсионные характеристики атмосферы. Оптимизация позволяет развивать многообразные стратегии для уменьшения

загрязнения, учитывая многообразные эффекты от различных загрязнителей.

Итак, для того, чтобы моделировать синергетический эффект мер, направленных на выбросы парниковых газов и загрязнения воздуха, модель RAINS была расширена и ее методология оптимизации была усовершенствована. Оригинальная модель RAINS использует кривые стоимости для каждого загрязнителя, чтобы найти экономически эффективные способы сокращения выбросов для достижения экологических целей. Новая модель GAINS, основана на индивидуальных мерах, которые могут снизить одновременно один или несколько загрязнителей, например, замена топлива и структурные изменения в производстве энергии, а также применения дополнительных контрольных методов, которые оказывают влияние на один или несколько загрязняющих веществ.

Методология и теоретическая основа модели GAINS хорошо описываются Amann M. et al., 2008, Klaassen G. et al., (2005). Информацию об оптимизации можно найти у Wagner, F. et al., (2007).

3. Сценариях выбросов

3.1. Общие принципы

На этом этапе модель GAINS может быть использована только в режиме онлайн на веб-сайте IIASA после регистрации. Таким образом, пользователи получают возможность напрямую взаимодействовать с базами данных модели, изменять, создавать и/или обновлять данные и издавать свои собственные сценарии. Основные принципы использования базы данных для расчета выбросов и затрат на меры контроля в модели являются следующие.

Выброс = деятельность* коэффициент выбросов * реализация контрольной технологии

Затраты = деятельность* удельная затрата* реализация контрольной технологий

Точные формулы приведены в Amman M. (2008).

Компоненты с правой стороны представляют три категории данных. Экономические деятельности (активности), генерирующие загружающие эмиссии, организованы в так называемые пути деятельности. Деятельности делятся на пять групп: энергия (ENE), передвижные источники (MOB), сельское хозяйство (AGR), процессы (PROC) и VOC-специфические (VOC). Коэффициенты выбросов (эмиссионные факторы) и удельные затраты (unit costs) на контроль технологии, а также вся исходная информация, образуют так называемые вектор выбросов (эмиссионный вектор). Наконец, реализация контрольной технологии для каждого вида деятельности указана в контрольной стратегии.

Каждый сценарий выбросов создается при помощи сочетания следующих трех категорий данных: путь деятельности, векторы выбросов и

контрольные стратегии. Путь деятельности зависит от эволюции экономической деятельности во времени и указывает каким образом деятельность (потребление энергии, животноводство, производство энергоемких продуктов, отходов и т.д.) будет развиваться в будущем. На этом этапе изменения в эмиссионном векторе, используя онлайн-базируемый GAINS, возможны только с разрешения администратора данных. Контрольной стратегией является набор данных, который содержит предположение о приложении технологий контроля за выбросами в том или ином сценарии выбросов. Она включает в себя информацию о мерах контроля, применяемых во всех отраслях экономики по всем загрязнителям за рассматриваемый период. Обычно этот период до 2030 года с интервалом в пять лет. Дополнительные входные данные, такие как макроэкономические показатели, например, также можно рассматривать как элемент базы данных. В онлайн-использования GAINS, пользователь имеет разрешение на создание / изменение только пути деятельности и контрольной стратегии.

Энергетическая база данных модели GAINS, включает в себя следующие компоненты энергосистемы:

- Сектор производства электричества и теплоэнергии в электростанциях и районного теплоснабжения (PP);
- Использование энергии для производства первичного топлива, преобразование первичной во вторичную энергию, кроме преобразования в электрическую и тепловую энергию в электростанциях и районных отопительных котельнях, а также для доставки энергии конечным потребителям (CON);
- Конечное использование энергии в: промышленности (IN), бытовом секторе (DOM), транспорте (TRA) и неэнергетическое использование топлива (NONEN). Бытовой сектор охватывает жилой и коммерческий сектор, а также сельское хозяйство, лесное хозяйство, рыболовство и услуги.

В базе данных модели GAINS содержатся также альтернативные пути использования энергии (энергетические сценарии) из национальных и международных энергетических прогнозов, например, сценарии, разработанные для Европы, используя модели PRIMES; прогнозы Международного энергетического агентства (IEA); сценарии, основанные на национальных исследованиях. Общее потребление энергии в данной стране может быть получено путем суммирования использованного топлива в секторе преобразования (CON), в секторе энергетики (PP) и в секторах конечного использования энергии, т. е., IN, DOM, TRA и NONEN. Хотя эта общая сумма является суммой первичной и вторичной энергий, она равна первичному энергетическому спросу (деманда) на государственном уровне. GAINS включает в себя довольно подробные характеристики энергоносителей. Это потому, что коэффициенты выбросов (эмиссионные факторы)

загрязняющих веществ и парниковых газов во многом зависят от вида и качества используемого топлива. Потребление топлива в данном секторе экономики, используемое в расчетах выбросов, определяет уровень деятельности связанной с энергетикой. Это потребление измеряется в PJ.

3.2. Эмиссионные сценарии

Модель GAINS существует в разных вариантах: GAINS для стран из Приложения I (Annex I countries), GAINS Европы, GAINS южной Азии, GAINS Китая (GAINS России и GAINS Остальной мир еще не общедоступны). Права пользователя в управлении (изменить сценарий или создать новый) дает администратор модел только для версии Приложения I. На данном этапе это означает, что можно работать только в режиме "сценарий", но не и в режиме "оптимизации". Каждая версия содержит множество различных сценариев выбросов. Как уже было сказано выше, каждый сценарий состоит из пути деятельности, эмиссионных векторов и стратегий контроля (эмиссионными векторами можно управлять лишь по специальному разрешению). Следует отметить, что модель постоянно совершенствуется. ПАСА, а также различные пользователи, постоянно увеличивают количество сценариев, хранящихся в базе данных. Это причина единственной возможности использования модели в настоящее время только онлайн.

Три сценария рассматриваются в этой работе. Они заключаются в следующем.

Сценарий 1: Сценарий называется "IEA WEO 2008; текущей политики" создан ПАСА и рекомендуется для использования в качестве сценария-источника. Причина в том, что этот сценарий был недавно обновлен и используется в качестве основной (цель) для стран из Приложения I. Деятельности в энергетике для стран из Приложения I, не входящих в ЕС, исходят из IEA World Energy Outlook 2008. Для ЕС-27 стран был использован 2007 PRIMES Базовый сценарий. Источники для сельскохозяйственной деятельности являются: для ЕС – сценарии, созданные моделью CAPRI; для остальных стран – ФАО (FAO) прогнозы. Сценарий включает в себя "текущие политики" в каждой стране по отношению к мерам уменьшения загрязнения воздуха (контрольные меры).

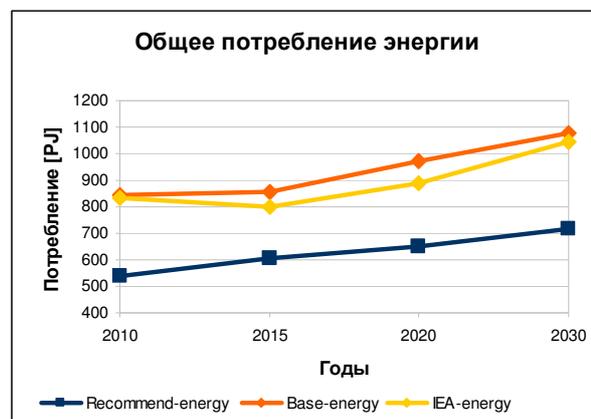
Новый сценарий выбросов, соответствующий путь деятельности и контрольная стратегия может быть пустым, то есть все необходимые исходные данные должны быть введены в них. Но желательно, новый сценарий, путь деятельности и контрольная стратегия создать из уже существующих, которые в дальнейшем могут быть изменены, с тем чтобы создать уникальный сценарий. Причина в том, что большинство из существующих данных является актуальной и пользователь должен изменить только остальное по его собственным прогнозам.

Используя этот подход и сценарий "IEA WEO 2008 года, текущие политики" и соответствующие пути и контрольные стратегии, созданы следующие два дополнительных сценария.

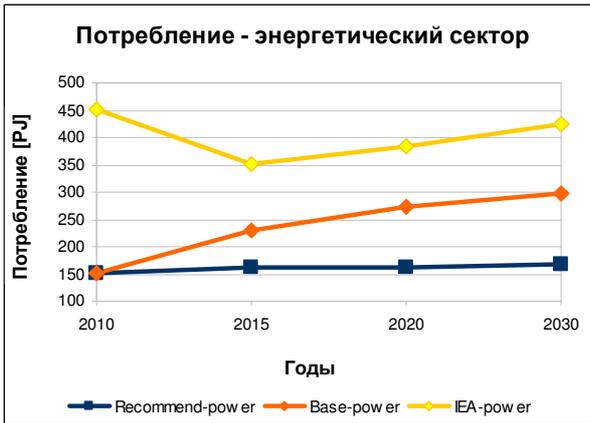
Сценарий 2: Этот сценарий называется "базовым". Результаты проекта CASES для Болгарии (Tzvetanov P. et al., (2008)) используются в качестве входных данных. Эти результаты касаются энергетического сектора с акцентом на электропроизводство. Сценарий, представленный в этой работе, является разумным и актуализирован обзор всех существующих сценариев в Болгарии в этом секторе. Дальнейшее усовершенствование этого сценария приводится теми же участниками проекта CASES (Tzvetanov, P. 2009) и практически эти данные используются для реализации указанного выше базового сценария. Остальные данные такие же, как в Сценарии 1, используемый в качестве сценарий-источник. Контрольная стратегия такая же, как по сценарию IEA 2008 года. Различные анализы чувствительности проведенны в этой контрольной стратегии, изменяя лишь некоторые параметры, касающиеся сокращения выбросов некоторых загрязняющих веществ. Наконец, результаты, представленные здесь связаны с первоначальной стратегией управления для сценария IEA 2008 года.

Сценарий 3: Этот сценарий называется "рекомендуемый". Практически, это продолжение работы болгарской группы, участвующей в проекте CASES, сделанное после закрытия проекта, и описано в Tzvetanov P., et al., (2009). Это на самом деле одна передовая версия развития болгарского энергетического сектора, с сильным акцентом на электроэнергетический подсектор. Этот сценарий был предложен болгарскому Парламенту для реализации в энергетическом секторе. Вот почему он считается здесь одной из последних, актуальных и интересных национальных концепций.

На рис. 1а представлено общее для страны потребление энергии (demand) в соответствии с выше упомянутыми тремя сценариями и на рис. 1б – аналогично для электроэнергетического сектора.



2a



1b

Рис.1 Прогнозы общего потребления энергии (1a) и потребления только в электропроизводственном секторе (1b) для Болгарии, в PJ

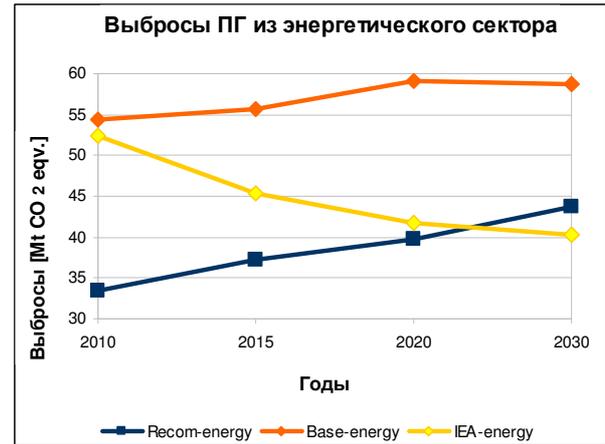
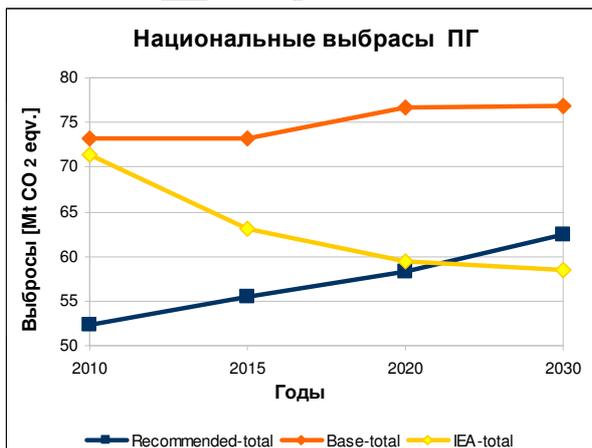
4. Результаты

Выбросы следующих загрязняющих веществ рассмотрены ниже: всех ПГ, CO₂, NH₃, NO_x, PM2.5, PM10, PMtsp (общее содержание взвешенных частиц), SO₂ и VOC. Затраты на контрольные технологии представлены для: общих для страны затрат, NO_x, PMtsp и SO₂.

4.1. Выбросы

Модель позволяет получить выбросы каждого рассматриваемого ПГ: CO₂, CH₄, N₂O и F-газов. Здесь представлены только общие выбросы парниковых газов и выбросы CO₂.

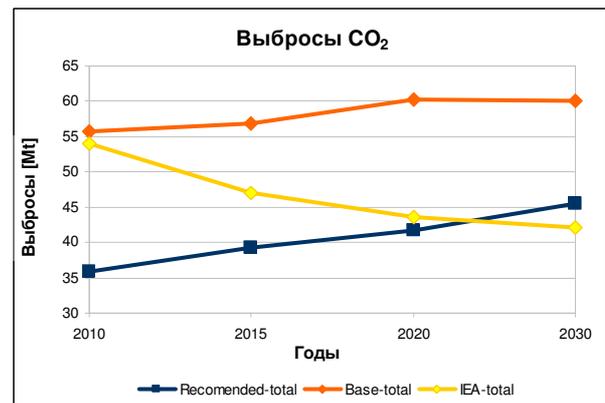
На рис. 2 приведены общие национальные выбросы всех парниковых газов (рис. 2a) и общие выбросы ПГ только от энергетического сектора (рис. 2б) (в CO₂eq./yr.). Как видно, последние представляют 60-70% от общего объема выбросов ПГ. Самые низкие выбросы связаны с рекомендованным сценарием, в котором дается приоритет на возобновляемые источники энергии.



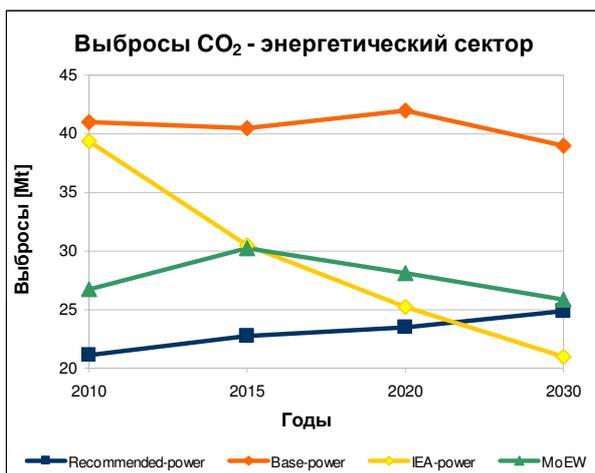
2b

Рис. 2 Общее количество выбросов парниковых газов (рис. 2a) и выбросы от энергетического сектора (рис. 2б) (в Mt CO₂eqv.)

Выбросы CO₂ представлены на рис. 3. На рис. 3a показаны общие выбросы CO₂ и на рис. 3б - выбросы только от энергетического сектора. Как можно отметить, CO₂ занимает значительную часть общего объема выбросов ПГ по сравнению с результатами на рис. 2 и, соответственно, выбросы CO₂ в энергетическом секторе - значительная часть общего объема выбросов CO₂. На рис. 3б приведены также результаты Министерства охраны окружающей среды и водных ресурсов Болгарии (МОСВ), представленная в (Tzvetanov P., et al. (2009)).



3a



3b

Рис. 3 Общие выбросы CO₂ [Mt] (3a) и выбросы CO₂ [Mt] -энергетический сектор (3b),

Национальные выбросы NH₃ представлены на рис. 4, а на рис. 5 - национальные NO_x выбросы. Как можно отметить, NH₃ выбросы очень схожи для всех сценариев и сохраняют тенденцию к росту. Причина в том, что эти выбросы в основном за счет сельского хозяйства, где обеспечиваются не так много мер по снижению выбросов.

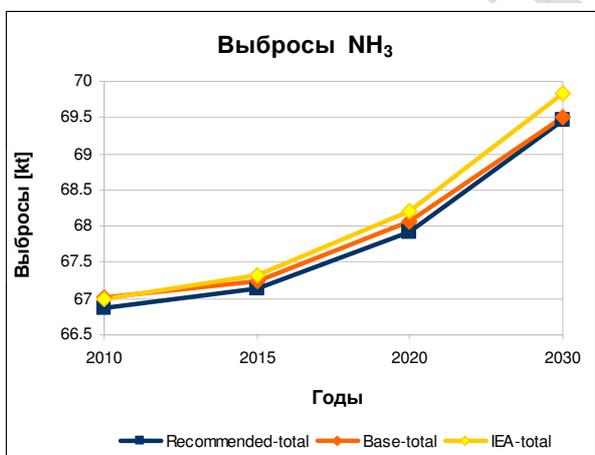


Рис. 4 Национальные NH₃ выбросы [kt].

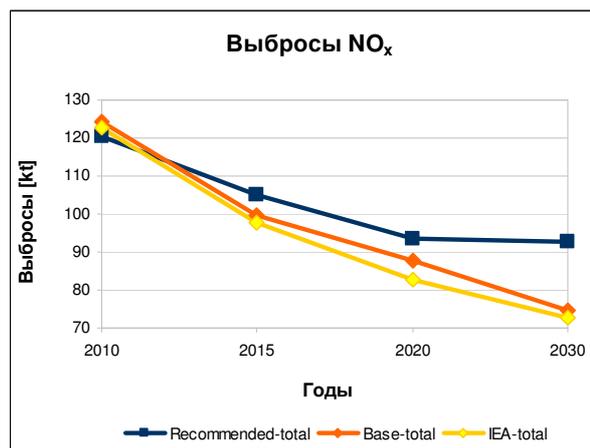


Рис. 5 Национальные NO_x выбросы [kt].

GAINS делит взвешенные частицы на три категории: мелкие частицы PM_{2,5}, более крупные - PM₁₀ и PM_{тsp} - всего взвеси. Общий объем их выбросов представлен на рис 6, 7 и 8, соответственно.

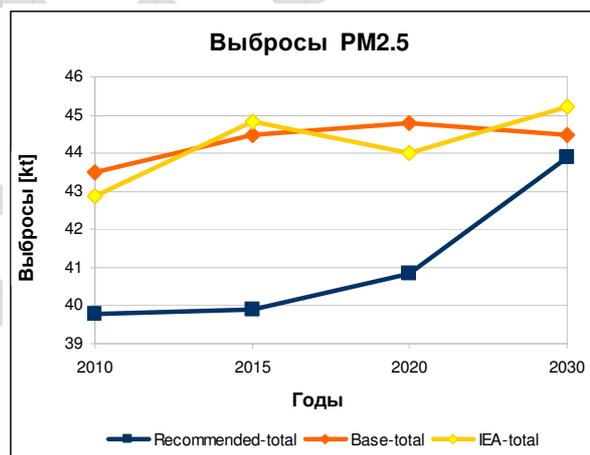


Рис. 6. Национальные PM_{2.5} выбросы [kt].

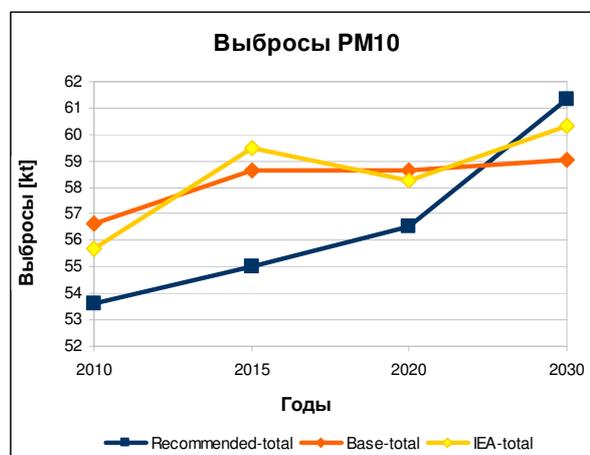


Рис.7. Национальные PM₁₀ выбросы [kt]

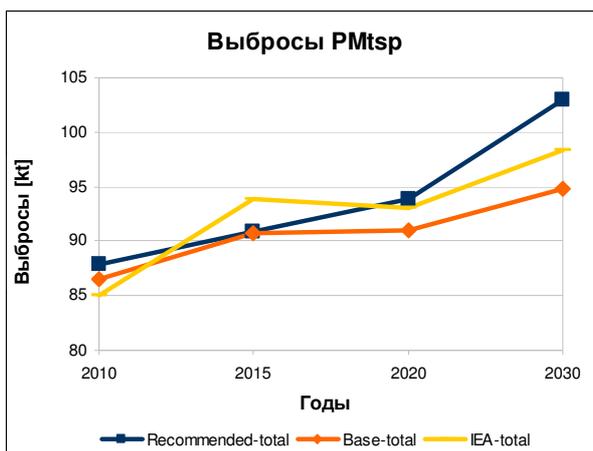


Рис. 8 Выбросы PMtsp [kt]

На рис 9 и 10 представлены (в тыс. т) выбросы SO₂ и VOC, соответственно.

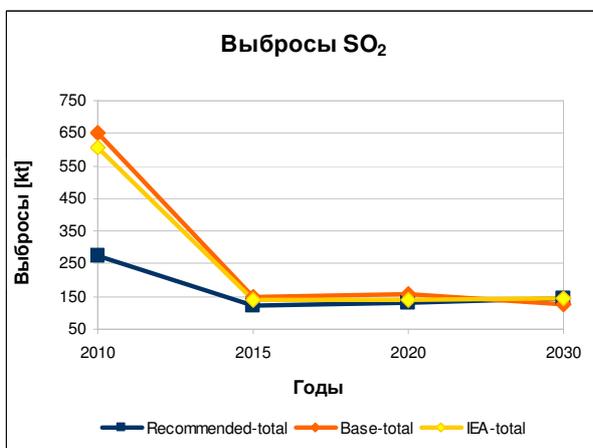


Рис. 9 Полные выбросы SO₂ [kt]

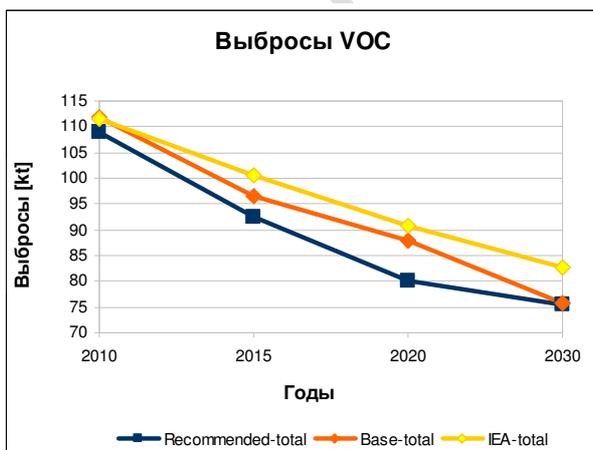


Рис. 10 Полные VOC выбросы [kt]

4.2. Затраты на сокращение выбросов

Этот параметр отображает затраты на контроль выбросов и вычисляется моделью GAINS

для выбранного сценария выбросов. Он также предоставляет подробную информацию об исходных данных для расчетов, имеющих экономический характер. Затраты на снижение выбросов CO₂ за счет внедрения контрольных мер в энергетическую систему могут быть проанализированы с помощью специального калькулятора, содержащийся в GAINS, который вопрос здесь не обсуждается.

Для мер, которые влияют одновременно на более чем один загрязнитель, представлены таблицы на вебсайте GAINS, включающие затраты на эти меры, касающиеся только расходов по основному загрязнителю. В частности, если мера уменьшает NO_x выбросы, все затраты, касающиеся этой меры, представляются по NO_x. Второй приоритет отдается PM (взвешенные частицы), то есть, если мера снижает PM и других загрязнителей (но не NO_x), все расходы отдаются по статье PM.

Однако эти правила применяются только для отчетности затрат в GAINS-онлайн-версии. В GAINS оптимизационной версии, расходы на многообразные контрольные меры не связаны с отдельным загрязнителем, а рассматривается одна специфическая мера, которая воздействует одновременно на несколько загрязнителей (это так называемый "технологический базированный" подход в GAINS). Оптимизационный вариант GAINS не доступен онлайн в настоящее время. Для расчета затрат на контроль за выбросами, GAINS опирается на существующий международный операционный опыт и оборудование для контроля загрязнения и экстраполирует его к конкретным условиям страны. Основные методики описаны в документации модели для загрязнителей воздуха и парниковых газов.

Кроме того, последняя информация о стоимости ограничения выбросов была включена в GAINS на основе докладов, подготовленных Группой экспертов по технико-экономическим вопросам (EGTEI). Фактические данные, которые используются для расчетов могут быть извлечены из меню на этом сайте <http://citera.org>.

Все исходные данные для расчета затрат в евро 2005 год. Пользователь может выбрать уровень расходов (Евро 2005 или Евро-2000) и процентную ставку, чтобы получить соответствующие таблицы с результатами расчетов. Здесь используется 10% процентная ставка. Результаты представлены в миллионах евро в год.

На рис. 11 представлены контрольные затраты по всем загрязнителям воздуха (например, SO₂, NO_x, PM, NH₃ и VOC) для различных сценариев. Значения для выбранных лет не делают двойного учета расходов на применение мер, которые затрагивают более одного загрязнителя одновременно. На рис 12, 13 и 14 представлены затраты на контроль на NO_x, PMtsp и SO₂, соответственно.

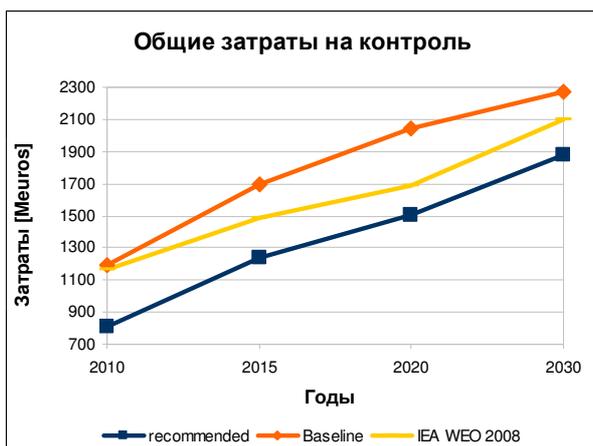


Рис. 11 Затраты на контроль всех загрязнителей [Meuros]

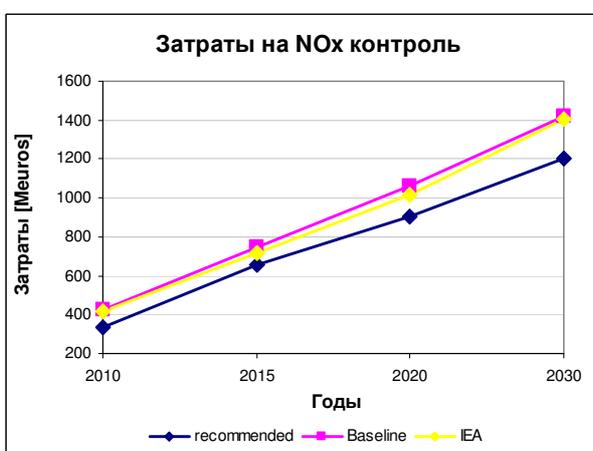


Рис. 12 Затраты на контроль NO_x [Meuros]

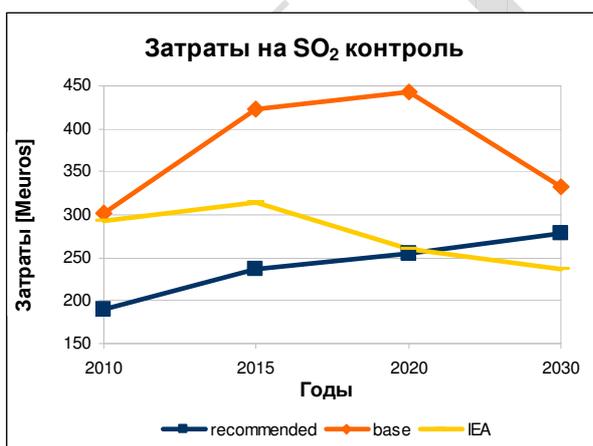


Рис. 13 Затраты на контроль SO₂ [Meuros]

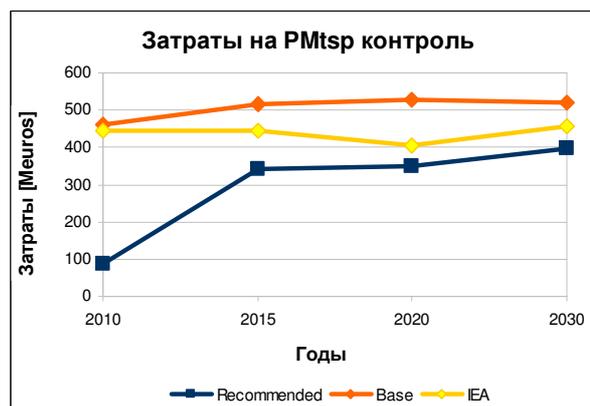


Рис. 14 Затраты на PMtsp контроль [Meuros]

5. Выводы

Настоящее исследование следует рассматривать как предварительное для Болгарии, так как использование модели GAINS в ее начале. Новые сценарии - "базовый" и "рекомендуемый", основаны на современных данных и результатах, полученных болгарскими участниками проекта CASES. Но они касаются преимущественно электроэнергетического сектора Болгарии. Для более подробного описания необходимо собрать дополнительные данные потребления энергии во всех экономических секторах и его прогнозы должны быть получены и для отдельных сценариев. Тем не менее, результаты интересны. Их сравнение показывает, что базовый сценарий, не совсем реалистичен. Он основан на слишком высоком прогнозе потребления. Соответствующие выбросы и затраты на их снижение более крупные по сравнению с другими сценариями. В то же время рекомендуемый сценарий кажется более реалистичным. Он основан на расширении использования возобновляемых источников энергии, но исключает разработку новых ядерных вариантов. Это представляет преимущественно политическое решение. Выбросы и снижение затрат на контроль выбросов являются самыми низкими в этом сценарии. Референтный сценарий IEA WEO 2008, созданный ПАСА на основе национальных и международных входных данных. Это реально, но некоторые параметры ввода в нем необходимо обновить.

Кроме того, будет очень интересно сравнить сценарии, используя модуль оптимизации. Это невозможно в настоящее время онлайн. Такую возможность даст оптимальные результаты, потому что в данном случае используется "технологически-базированный" (синергетический) подход модели GAINS - одна контрольная мера применяется к большему числу загрязнителей. Этот способ позволяет добиться заданных целей выбросов и воздействия при наименьших затратах. Оценка воздействия на здоровье человека и экосистему также недоступна онлайн в настоящее время.

6. Литература

1. Klaassen, G., Amann, M., Berglund, C., Cofala, J., Höglund-Isaksson, L., Heyes, C., Mechler, R., Tohka, A., Schöpp, W., Winiwarter, W. (2004) The Extension of the RAINS Model to Greenhouse Gases. An interim report describing the state of work as of April 2004. IIASA IR-04-015. [Download](#)
2. Klaassen G., Berglund C., Wagner F., (2005), The GAINS model for greenhouse gases-version 1: Carbon Dioxide, Interim report IR-05-053 for IIASA, IIASA, Austria.
3. Markus Amann, 2008, The greenhouse gas-air pollution integration and synergies model (GAINS), Interim report on Modelling technology for European Consortium for modelling of air pollution and climate strategies –EC4MACS, IIASA, Austria
4. Tzvetanov Plamen, Georgy S., Temenuga M., (2008), CASES-Cost Assessment of Sustainable Energy Systems, deliverable No D1.1 – Electricity scenario for Bulgaria, pp. 63, 65, 67
5. Tzvetanov Plamen, Stoilov G., Adjarova L., Manoilova T., Bosev G., (2009), Power sector of Bulgaria- development and public prise (in Bulgarian), ISBN 978-054-322-374-9, p. 69, p. 77, pp. 149-151.
6. Wagner F., M. Amann and W. Schoepp (2007). The GAINS optimization module as of 1 February 2007. Interim Report IR-07-004, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg, Austria, <http://www.iiasa.ac.at/Admin/PUB/Documents>