

Отзыв

на диссертационную работу Неробелова Георгия Максимовича “Оценки антропогенных эмиссий CO₂ мегаполиса Санкт-Петербурга на основе численного моделирования”, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.18. Науки об атмосфере и климате

Современные изменения климата Земли, обусловленные изменениями газового состава атмосферы, требуют регулярного контроля содержания основных парниковых газов (CO₂, метана и т.д.), оценок их временных трендов и эмиссий разной природы. Особенно актуальными в настоящее время являются оценки антропогенных эмиссий CO₂ в мегаполисах планеты. В связи с этим диссертационная работа Неробелова Г.М. представляется очень актуальной. Количественные оценки антропогенных эмиссий CO₂ Санкт-Петербурга впервые осуществляются совместно с помощью численных моделей атмосферного переноса различной сложности (включая трехмерную модель прогноза погоды и состава тропосферы высокого пространственного разрешения WRF-Chem), различного объема априорной информации и данных измерений. Формулировка темы полностью соответствует содержанию диссертации и опубликованным статьям диссертанта, а содержание диссертации полностью описывает полученные результаты.

Диссертация состоит из четырех глав, логически оптимально взаимосвязанных и подробно описывающих полученные результаты. В первой главе диссертации приведен критический анализ современных существующих методов измерений газового состава атмосферы и оценок антропогенных эмиссий CO₂ мегаполисов планеты. Можно отметить большой объем российских и международных публикаций на эти темы, использованных в первой главе.

Во второй главе диссертации приведены результаты оценка антропогенных эмиссий CO₂ Санкт-Петербурга с помощью боксовой модели. В главе подробно описаны особенности боксовой модели, ее преимущества и недостатки, используемая дополнительная информация о состоянии атмосферы, детали проведенных спектроскопических измерений в рамках международной измерительной программы EMMЕ (Emission Monitoring Mobile Experiment) и основные факторы, определяющие погрешности оценки антропогенных эмиссий CO₂.

Боксовая модель атмосферы является достаточно грубым приближением, описывающим атмосферные процессы. Поэтому логично рассмотреть более сложные и точные представления атмосферного переноса. Именно такая численная трехмерная модель подробно рассматривается в третьей главе диссертации Неробелова Г.М. – модель WRF-Chem. Хорошо известно, что качество модели, используемой для решения обратной задачи по определению антропогенных эмиссий CO₂ в существенной степени определяет погрешности в оценкам эмиссий. Эти погрешности могут достигать 30-50% и более. Поэтому проведенная валидация модели и адаптация ее к региону Санкт-Петербурга является важным результатом диссертации. Для этого диссертант использовал различную экспериментальную информацию о пространственно-временных вариациях содержания CO₂, полученную в крупных городах побережья Финского залива - Санкт-Петербурге (Россия) и Хельсинки (Финляндия).

В четвертой главе диссертации Неробелов Г.М. использовал адаптированную модель WRF-Chem для определения антропогенных эмиссий важного парникового газа CO₂ с территории мегаполиса Санкт-Петербурга. Полученные диссертантом результаты имеют

важное научное и практическое значения:

1. Реализована новая методика определения эмиссий по экспериментальным спектроскопическим измерениям с использованием современной трехмерной численной модели состава тропосферы Земли.

2. Новые оценки эмиссий CO_2 заметно отличаются от оценок, полученных с помощью инвентаризационной методики (минимум в 1.5 раза). Учитывая то, что оценки, полученные Неробеловым Г.М., хорошо согласуются с другими оценками, полученными в последние годы, данные имеют важное практическое значение. Достоверность полученных данных Неробелова Г.М. демонстрируется близостью их к независимым оценкам других исследователей.

Значительное внимание в работе уделено объективным оценкам погрешностей экспериментального метода определения эмиссий. В работе рассмотрены факторы, определяющие случайные и систематические погрешности использованных методов. Эти исследования особенно важны в связи с тем, что поставленная задача получения антропогенных эмиссий CO_2 является не корректной (по Адамару) обратной задачей атмосферного переноса.

Все задачи, поставленные перед Неробеловым Г.М. выполнены на высоком уровне, их результаты опубликованы в авторитетных российских и зарубежных журналах, а также доложены на различных российских и международных конференциях.

Таким образом соискатель Неробелов Георгий Максимович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.18. Науки об атмосфере и климате.

Научный руководитель:

доктор физико-математических наук,

профессор СПбГУ,

Тимофеев Юрий Михайлович



Дата 18.10.2023

