

ОТЗЫВ

официального оппонента

доктора физико-математических наук Борзых Владимира Эрнестовича
на диссертацию Барта Андрея Андреевича

«Математическое моделирование загрязнения городского воздуха источниками антропогенной и биогенной эмиссии»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Диссертация А. А. Барта посвящена исследованию процессов загрязнения атмосферного воздуха над урбанизированными территориями методами математического моделирования.

Актуальность выбранной темы не вызывает сомнений, поскольку загрязнение городского воздуха является актуальной проблемой. В большинстве случаев при исследовании загрязненности воздуха предполагается, что основной вклад в загрязнение воздуха привносит промышленная деятельность, но не учитывается поступление в атмосферу углеводородов природного происхождения. В современных исследованиях наряду с мониторингом газового состава воздуха применяется математическое моделирование с использованием вычислительных технологий. Адекватные математические модели позволяют расширить масштаб исследований и позволяют осуществлять прогноз.

Во введении автор работы сформулировал цель, задачи, научную новизну, практическую значимость диссертационного исследования, а также положения, выносимые на защиту, привел информацию об апробации работы, представил краткое содержание работы по разделам.

В первом разделе приведён обзор, включающий в себя общие сведения о характеристиках, определяющих качество атмосферного воздуха в пограничном слое атмосферы. В обзоре показана важность учета метеорологических условий при моделировании качества атмосферного воздуха и в отдельном разделе приведен обзор существующих и активно используемых в настоящее время математических метеорологических моделей и моделей, описывающих перенос примесей. Также приведено описание нескольких механизмов химических реакций, используемых при численном моделировании загрязненности воздуха. Такие математические модели реализуются программно и объединяются в комплексы, в разделе приведены описания информационно-вычислительных систем, базирующихся на математических моделях атмосферных процессов. Отдельное внимание в разделе уделено семантическим моделям городов, автор указывает важность применения онтологий при реализации сложных систем, включающих в себя математические модели физических и химических процессов. На основании анализа рассмотренных источников автором сделаны выводы, исходя из которых сформулирована постановка задачи.

Второй раздел диссертации посвящен постановке задачи, причем, постановка представлена в трех аспектах: физико-химическом, математическом и информационном. Автором описаны рассматриваемые процессы и построена математическая модель. Модель состоит из двух систем, решаемых совместно. Также включены уравнения, описывающие биогенную эмиссию. Первая система описывает перенос примесей с учетом турбулентной диффузии, а вторая – химические реакции с участием компонент примеси. Информационный аспект задачи связан с построением комплекса программ и информационно-вычислительной системы оценки качества городского воздуха.

Третий раздел состоит из трех подразделов. В первом подразделе описывается аппроксимация адвективно-диффузионно-кинетического уравнения, исследована устойчивость полученной явно-неявной разностной схемы и приведен параллельный алгоритм решения сеточных уравнений системы, описывающей перенос примесей с учетом химических реакций. Описано применение и суть двухмерной декомпозиции по данным и технологии асинхронных обменов, показано преимущество по сравнению с одномерной декомпозицией и с синхронными обменами. Также в работе приведен анализ ускорения и эффективности параллельной программы. Автором показано, что использование кластера Томского госуниверситета позволяет значительно сократить время счета. Используемая в программе технология асинхронных обменов или опережающей рассылки дает до 10% сокращение времени работы вычислительной программы.

Во втором подразделе приведено описание предлагаемой автором методики интерполирования данных глобального метеорологического прогноза. В качестве исходных данных автор предлагает использовать выходные прогностические данные, получаемые по глобальной модели ПЛАВ, используемой в Гидрометцентре России. Приведенные автором обоснование и преимущества использования такого подхода не вызывают сомнения. Предлагаемая методика предназначена для задания метеорологических параметров и коэффициентов турбулентной диффузии, входящих в уравнение переноса. Помимо этого в основные уравнения модели однородного атмосферного пограничного слоя автором введены дополнительные слагаемые, обеспечивающие учет крупномасштабных процессов циркуляции атмосферы. Методика позволяет получить значения метеопараметров на более подробной, чем в глобальном масштабе, вертикальной сетке и рассчитать турбулентные характеристики атмосферного пограничного слоя. Предложенная методика может быть использована не только для предлагаемой в работе математической мезомасштабной модели переноса примесей с учетом химических трансформаций, но и для класса задач переноса примесей в атмосферном пограничном слое.

В третьем подразделе приведены результаты сопоставления данных численных расчетов и наблюдений метеопараметров и концентраций примеси для г. Томска с использованием предложенных математической мезомасштабной модели переноса примесей над территорией городов и

интерполирования данных глобального метеорологического прогноза по модели ПЛАВ для трех сезонов. Автором приведена интерпретация результатов. Также в подразделе приведено описание вычислительного эксперимента, показавшего увеличение концентраций озона и формальдегида за счет химических трансформаций изопрена, а, следовательно, и необходимость при моделировании качества воздуха учета поступления изопрена природного происхождения в летнее время года.

В четвертом разделе приведено описание разработанных автором информационно-вычислительных систем: «Городская химическая погода» и «Unique». Для ИВС «Городская химическая погода» приведено описание входных данных, промежуточного программного обеспечения для сопровождения расчетов и представления прогностических данных. В ИВС одной из форм представления результатов является отображение в виде полей индекса загрязнения атмосферы, что позволяет лучше оценить качество атмосферного воздуха, чем значения концентраций отдельных примесей.

Вторая ИВС «Unique» является информационной системой и расширением системы «Городская химическая погода». В подразделе приведены описание информационного слоя и слоя знаний, субъектно-предикатные структуры индивидов, образующих слой знаний и описание классов онтологии. Описано прикладное программное обеспечение для накопления фактов (индивидов) и отнесения их к классам с использованием машины вывода.

В ходе выполнения работы автором получены следующие новые результаты:

- разработана модификация математической мезомасштабной модели переноса примесей над территорией городов, учитывающая поступление изопрена биогенного происхождения и образование вторичных загрязнителей за счет химических трансформаций;
- построен параллельный алгоритм численного решения сеточных уравнений мезомасштабной модели переноса примесей на многопроцессорной вычислительной технике с распределенной памятью, использующий принцип двухмерной декомпозиции по данным и технологию асинхронных обменов
- создана методика интерполирования данных глобального метеорологического прогноза по модели ПЛАВ, позволяющая получать значения метеорологических и турбулентных параметров пограничного слоя атмосферы с высоким вертикальным разрешением, используемые при численном решении уравнений переноса примесей;
- спроектирован и реализован комплекс программ для расчета переноса примесей в атмосферном пограничном слое над урбанизированной территорией и представления результатов вычислений в форме онтологических данных.

Достоверность полученных в диссертации результатов подтверждается прежде всего удовлетворительным согласованием результатов моделирования с данными измерений, проводимых на TOR-станции Института оптики

атмосферы СО РАН, не противоречием основным законам природы, а также строгим математическим исследованием.

Основные результаты диссертации отражены в 14 научных работах, в том числе 7 статей опубликованы в журналах, включенных в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций», и 7 публикаций в сборниках трудов и материалов научных форумах различного уровня.

К замечаниям по работе можно отнести следующее:

1. Несмотря на очевидную актуальность исследований, в тесте работы она несколько «размыта».
2. Из текста диссертации не видно, что результаты представлены именно в форме онтологической базы знаний, и тем более существует основа для построения системы поддержки принятия решений (СППР). И вообще непонятно о каких задачах принятия решения может идти речь, если ведется по сути мониторинг распространения примесей и никакого управления быть не может.
3. Достоверность не может быть подтверждена только процессом сравнения. По меньшей мере должно быть удовлетворительное согласование результатов исследования и опытных данных. Кроме того, ничего не сказано о непротиворечии результатов исследования законам природы.
4. Во второй главе автор говорит о физическом аспекте задачи. На мой взгляд, нужно говорить о физико-химическом аспекте.
5. Существует некоторая путаница в понятиях, например, предметной областью не может быть АПС, следовательно, и понятия модели для предметной области быть не может. Не существует понятия поля ветра (наверное, имелось в виду поле скоростей).
6. Есть некоторые опiski и неточности, например, на стр. 68 диссертации указана ссылка на уравнение (3.27), которое показывает значения коэффициентов на нижней границе сеточной области. На некоторых рисунках отсутствует расшифровка обозначений и размерность величин (см., например, рис. 3.5, 3.7 диссертации).
7. Непонятно, откуда в Томске и окрестностях взялась саванна (см. рис. 4.1 диссертации).
8. Про эффективность вычислительного алгоритма можно говорить после детального исследования всех аспектов эффективности, а не только на основе исследования затраченного машинного времени и количества используемых процессоров.
9. Список условных обозначений, сокращений обычно приводится в начале работы.

Заключение

Диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне. В работе представлены научные и практические результаты, позволяющие их

квалифицировать как решение научной задачи, имеющей важное народнохозяйственное значение и связанной с исследованием загрязнения атмосферного воздуха над урбанизированными территориями, вызванного поступлением эмиссии антропогенного и биогенного происхождения.

Работа соответствует паспорту специальности, в работе присутствуют новые результаты одновременно из трех областей: математического моделирования, численных методов и комплексов программ.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Диссертационная работа Барта Андрея Андреевича «Математическое моделирование загрязнения городского воздуха источниками антропогенной и биогенной эмиссии» соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. Автор диссертации Барт А.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Официальный оппонент

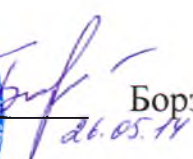
доктор физико-математических наук, профессор,
заведующий кафедрой «Автоматизация и вычислительная техника» ФГБОУ
ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет»

625000, г.Тюмень, ул. Володарского, 38

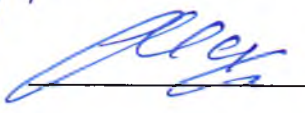
Тел.: +7 (3452) 208763

E-mail: v_borzykh@mail.ru



 Борzych Владимир Эрнестович
26.05.14

Подпись В.Э. Борzych заверяю,
гл.научный секретарь ТюмГНГУ

 Л.Л.Мехришвили