

**Отчет по этапам НИР, завершённым в 2011 году
в соответствии с планом НИР института**

Проект НИР 1.4.1.2 «Решение задач физики атмосферы, гидросферы и окружающей среды методами математического моделирования»

(№ госрегистрации 01201002447)

(Научные руководители — д.ф.-м.н. В.И. Кузин, д.ф.-м.н. В.В. Пененко)

Раздел 1. «Разработка математических моделей динамики атмосферы, океана и водных объектов суши»

(Руководитель — д.ф.-м.н. В.И. Кузин)

Проведена модификация численной модели динамики океана: а) разработана новая версия модели, включающая уровенную поверхность океана в качестве расчетной характеристики, б) в модель включена параметризация изопикнической диффузии, в) реализована новая версия региональной совместной модели океан–лед на численной сетке с разрешением 10–25 км в полярных районах.

В рамках темы международного проекта АОМIP проведено исследование динамики тихоокеанских вод в зависимости от циркуляционных режимов атмосферы. Полученная в численном эксперименте траектория вод отражает динамику атмосферы. Проведено сравнение модельных полей с аналогичными результатами зарубежных партнеров по проекту АОМIP. Проведенное сравнение показало отсутствие единой картины циркуляции тихоокеанских вод и ее изменчивости в участвующих моделях

Исследована чувствительность региональной численной модели Северная Атлантика–Северный Ледовитый океан к параметризации задания потоков на поверхности океана. Показано, что неопределенность в вычислении потоков тепла и соли в значительной степени влияет на распределение модельных полей температуры и солености, что определяет динамику водных масс, в частности, траектории движения тихоокеанских и атлантических вод.

Проведены численные эксперименты по изучению роли сибирских рек в выносе растворенного метана на шельф Арктики. В качестве океанического блока рассматривалась крупномасштабная модель гидротермодинамики Арктического океана, разработанная в ИВМиМГ СО РАН. Высокие концентрации растворенного метана задавались в эстуари-

ях сибирских рек (Обь, Енисей, Лена, Индигирка, Колыма, Яна) в пределах от 30 до 300 нмоль/л в зависимости от реки в соответствии с данными измерений. Были проведены численные эксперименты с параметризацией в модели дополнительного биохимического процесса — окисления метана в слое воды. Скорости окисления метана задавались в соответствии с данными измерений и зависели от сезона и глубины. В результате численного моделирования получено, что за счет окисления растворенного метана отсутствуют процессы его накопления в течение года и высокие концентрации определяются только в районе речного стока. Показано, что окисление метана обеспечивает его эффективный сток в пределах зоны распространения растворенного газа и может уменьшать его поступление в атмосферу.

В окрестностях крупных угольных ТЭЦ Новосибирска и Барнаула проведены экспериментальные исследования и численный анализ данных наблюдений содержания тяжелых металлов и редкоземельных элементов во мхах деревьев. Для оценки атмосферного загрязнения от выбранных ТЭЦ использовался зеленый эпифитный мох *Pylaisia polyantha* (пилезия многоцветковая), широко распространенный в бореальной зоне. Максимальное удаление точек отбора мха от источника загрязнения для ТЭЦ-5 Новосибирска составило 5 км, для ТЭЦ-3 Барнаула — 4 км. Содержание химических элементов определяли с помощью нейтронно-активационного анализа на реакторе ИРТ-Т ТПУ Томск. В приближении монодисперсного аэрозоля построена малопараметрическая модель реконструкции выпадений тяжелых металлов, дающая возможность численного анализа данных наблюдений по оси следа до десяти километров.

Результаты численного анализа данных наблюдений позволили восстановить поля накоплений химических элементов во мхах деревьев и выявить закономерности между концентрациями ряда тяжелых металлов. Полученные зависимости указывают на различия в выбросах между ТЭЦ, для ТЭЦ-5 характерны выбросы тяжелых частиц, для ТЭЦ-3 — мелкодисперсных частиц, что возможно указывает на различную степень пылеулавливания выбросов. Для рассматриваемых ТЭЦ были прокоррелированы 24 химических элемента. В случае ТЭЦ-3 установлена значительная группа элементов, которые имеют высокие коэффициенты корреляции между собой. Для новосибирской ТЭЦ-5 выделены две группы элементов, которые также имеют высокие коэффициенты корреляции между собой. Проведенные исследования показали, что измеренные уровни содержания во мхах тяжелых металлов и редкоземельных элементов могут быть использованы для оценки длительного техногенного загрязнения атмосферы конкретными источниками.

Проведено исследование формальдегидного загрязнения атмосферы Томска с помощью гибридной статистико-гидродинамической модели. Статистический компонент модели дает среднюю по городу прогностическую концентрацию, детализация пространственного распределения проводится на основе гидродинамического метода. Испытания модели на материалах 2011 г. показали оправдываемость не менее 70%. Гидродинамический блок модели позволяет получать относительные оценки вклада отдельных предприятий или групп источников (в том числе выбросов автотранспорта) в общее загрязнение городской атмосферы. По результатам расчетов вклад автотранспорта в загрязнение формальдегидом атмосферы города можно оценить в 50–80% по отношению к суммарной концентрацией от всех источников.

Проведены исследования изменений подстилающей поверхности в районе Юрубченского месторождения углеводородов в результате антропогенной деятельности. Выявлено изменение показателей альбедо и характеристик подстилающей поверхности на территории месторождения по сравнению с фоновым участком. Эти отличия максимальны в весенний период (составляют 100 % по сравнению с фоновым участком) и минимальны в конце вегетационного периода. При оптимизации системы мониторинга окружающей

природной среды в районах нефтегазовых месторождений необходимо учитывать особенности изменения альbedo подстилающей поверхности.