

Лаборатория математического моделирования процессов в атмосфере и гидросфере

Зав. лабораторией – д.ф.-м.н. Кузин В. И.

Важнейшие достижения

Некоторые особенности общей циркуляции атмосферы в условиях глобальных изменений климата.

Проведено исследование реакции тропосферы на усиление стратосферного полярного вихря. Показана роль главной моды североатлантической осцилляции в процессах взаимодействия тропосферы и стратосферы. Изменение температурной стратификации при усилении выхолаживания в стратосфере оказывает заметное влияние только в верхней тропосфере, где стратификация определяется радиационными процессами. В нижних слоях тропосферы значительный вклад в стратификацию вносят потоки тепла бароклинных нестационарных вихрей. Уменьшение градиента приземной температуры в результате потепления климата влечет за собой ослабление зональной циркуляции Гадлея. Широта границы ячейки Гадлея представляет собой начало среднеширотной бароклинной зоны, где формируются шторм-треки, передающие в средних широтах потоки явного тепла к полюсу. На рис. 1 представлены результаты расчетов потоков тепла в доиндустриальный, индустриальный (потепление) и в период сокращения CO_2 .

Д.ф.-м.н. Крупчатников В. Н., к.ф.-м.н. Мартынова Ю. В., к.ф.-м.н. Боровко И. В.

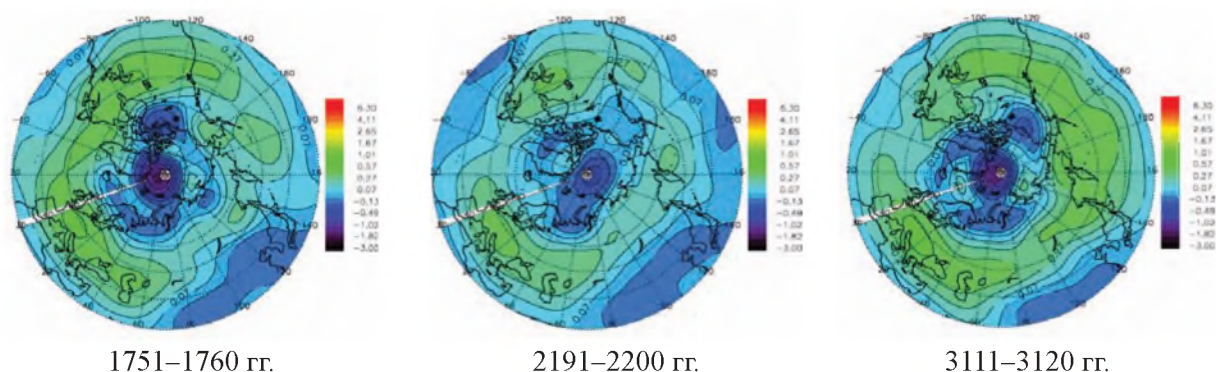


Рис. 1. Декабрь – февраль: направленный к полюсу поток явного тепла ($v'T$) на 700 mb

Отчет по этапам научно-исследовательских работ, завершнным в 2014 г. в соответствии с планом НИР института

Проект НИР I.3.1.2 "Решение задач физики атмосферы, гидросферы и окружающей среды методами математического моделирования".

Номер государственной регистрации НИР 0120137022.

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

Руководитель – д.ф.-м.н. Кузин В. И.

Проведено исследование изменчивости траектории движения тихоокеанских вод в Северном Ледовитом океане (СЛО) в численных экспериментах на основе региональной

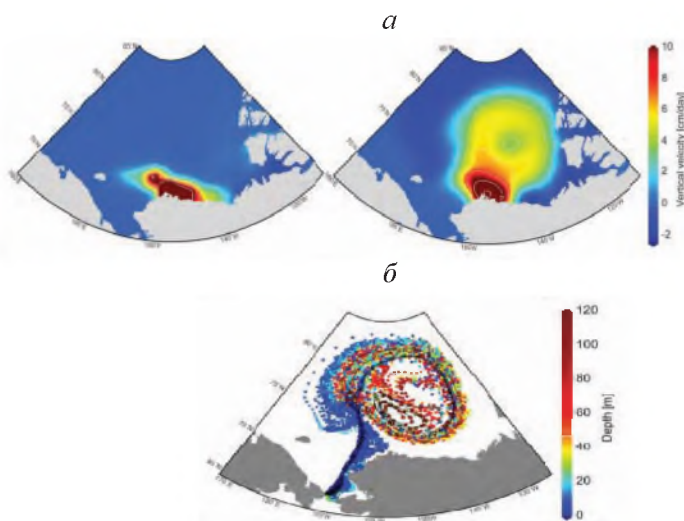


Рис. 2. Результат модельного эксперимента (после 48 месяцев) по распространению трассеров из Берингова пролива: *а* – вертикальная скорость (см/сут) при отсутствии ветра (слева) и для идеализированного антициклонического поля ветра (справа); *б* – траектория частиц для идеализированного антициклонического поля ветра

модели СЛО и Северной Атлантики с использованием данных атмосферного реанализа. Проанализированы физические механизмы, определяющих траекторию распространения вод в Канадском бассейне на основе тестовых экспериментов с океанической моделью и сравнения с данными наблюдений.

На основе анализа данных показано, что свойства летних водных масс Чукотского шельфа влияют на термохалинные свойства слоя тихоокеанских вод в центральной части Канадского бассейна. Это происходит в результате погружения вод и определяется наклоном и выклиниванием изопикн в Чукотском море.

На основе океанической модели ИВМиМГ СО РАН проведены идеализированные численные эксперименты, подтвердившие важность механизма Экмановской конвергенции для вентиляции халоклина. Траектория тихоокеанских вод, поступающих в СЛО через Берингов пролив, оценивалась на основе анализа перемещений частиц трассера в ячейках модельной сетки (рис. 2). Горизонтальные градиенты соленности интенсифицируются во фронтальной зоне за счет конвергенции пресных поверхностных вод в центральной части циркуляции моря Бофорта, а осолонение поверхностных вод Чукотского моря вызвано апвеллингом у побережья. Даунвеллинг усилен во фронтальной зоне, что способствует переносу вод вдоль изопикн в центральную часть бассейна.

Проведена серия экспериментов с совместной моделью океана и льда Северного Ледовитого океана и Северной Атлантики по исследованию чувствительности модели к параметризациям потока длинноволновой и коротковолновой радиации и реологии морского льда. Проведена оценка тенденций, возникающих при долгопериодном моделировании (более 50 лет) при реализации модели с тем или иным набором указанных параметризаций.

Проведен анализ данных расчетов атмосферных характеристик по проекту СМIP-5 программы IPCC (МГЭИК) по моделям CNRM (Meteo France) и ИВМ РАН. На основе этих данных проведены расчеты стока сибирских рек в XXI веке (рис. 3). Из данных расчетов следует, что за указанный период наблюдается устойчивый положительный тренд для двух моделей. Для модели CNRM тренд более выражен, это связано с особенностями циркуляции, осадков и испарения в каждой модели.

Продолжена работа с численной моделью сложно разветвленного устья р. Лена. В результате исследования получены долевые пропорции перераспределения полного расхода по протокам, согласующиеся с широко известными оценками расходов.

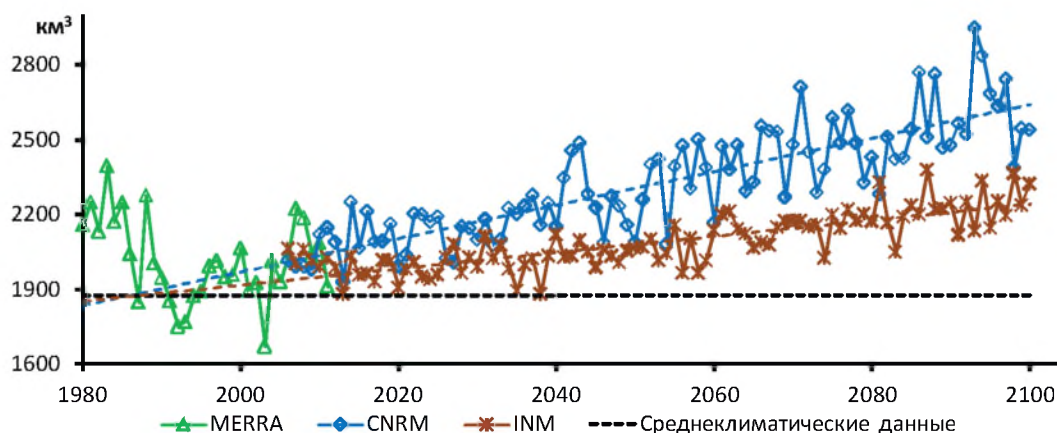


Рис. 3. Межгодовая изменчивость стока сибирских рек в бассейн СЛО в XXI в.

Проведен численный анализ данных сопряженных исследований многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха и снежного покрова в ряде крупных городов юга Западной Сибири. В рамках линейного корреляционного анализа установлены количественные связи между концентрациями ряда компонентов примеси в снежном покрове и их газовыми и аэрозольными предшественниками в атмосфере городов, включая взвешенные вещества, сажу, бенз(а)пирен, оксиды азота и серы.

На основе решения уравнения переноса тяжелой неоднородной примеси в атмосфере разработана модель реконструкции поля поверхностной концентрации примеси по данным наблюдений. Для расчета поля ветра использована гидродинамическая модель, основанная на решении уравнений пограничного слоя атмосферы. Показана необходимость учета сведений о повторяемости направлений ветра во всем слое распространения примеси. Из проведенных исследований для Барнаула (рис. 4) следует вывод, что в зимний период доминирующий вынос бенз(а)пирена происходит в сторону города, что указывает на неудачное размещение промплощадки ТЭЦ-3, что в итоге приводит к заметному дополнительному загрязнению атмосферы Барнаула.



Рис. 4. Восстановленное поле концентрации бенз(а)пирена (нг/кг) в снеге за зимний сезон 2009/10 гг. Красным треугольником указано положение высотной трубы

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 14-05-00730-а "Исследование формирования и баланса водных масс Северного Ледовитого океана на основе численного моделирования".

Руководитель проекта – д.ф.-м.н. Кузин В. И.

Проведен анализ гидрологических характеристик атмосферы во второй половине XX в. на основе данных реанализов ERA40 и MERRA для верификации модели речного стока по данным наблюдений на гидропостах для сибирских рек. На основе модели речного стока