

Резюме проекта, выполненного

в рамках ФЦП

«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»

по этапу № 4/итоговый

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.616.21.0035

Тема: «Долгопериодное прогнозирование экстремальных погодных и климатических условий в Европе на основе моделирования изменений климата в высоком разрешении.»

Приоритетное направление: Рациональное природопользование (РП)

Критическая технология: Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения

Период выполнения: 21.08.2015 - 15.09.2017

Плановое финансирование проекта: 25.20 млн. руб.

Бюджетные средства 12.60 млн. руб.,

Внебюджетные средства 12.60 млн. руб.

Получатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт океанологии им.П.П.Ширшова Российской академии наук

Иностранный партнер: Das Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung

Иностранный партнер: Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement

Ключевые слова: Взаимодействие океана и атмосферы, динамика климата, Северная Атлантика, экстремальные события, предсказуемость.

1. Цель проекта

Цель выполнения исследований

Разработка системы для долгопериодного прогнозирования экстремальных погодных и климатических условий в Европе на основе моделирования изменений климата в высоком разрешении.

1) Данный проект направлен на оценку чувствительности климатической модели к разрешению океанского блока и характеристики климатических изменений в Атлантико-Европейском секторе под влиянием океанского климатического сигнала. В рамках проекта впервые будет выполнен анализ результатов модельных экспериментов, включающий изменения динамики океана, характеристик взаимодействия океана и атмосферы, циклонической активности и влагопереноса и динамики экстремальных осадков на Европейском континенте.

2) Целью данного проекта является построение системы для долгопериодного прогнозирования экстремальных погодных и климатических условий в Европе на основе моделирования изменений климата в высоком разрешении. Эта цель предполагает использование высокоразрешающей модели FESOM-ECHAM6 (Институт Альфреда Вегенера) для выполнения экспериментов по моделированию климата с регионально очень высоким разрешением в Мировом океане, в первую очередь в Северной Атлантике. Результаты численных экспериментов будут валидироваться на основе использования данных о потоках тепла на границе океан-атмосфера, и высокоточных гидрологических наблюдений что позволит оценить эффект использования данной модельной конфигурации. Затем результаты модельных экспериментов при различных сценариях климатических изменений будет проанализированы с точки зрения динамики циклонов в Атлантико-Европейском секторе, их роли в переносе тепла и влаги и формирования экстремальных режимов тепла и увлажнения на Европейском континенте.

2. Основные результаты проекта

Выполнен анализ результатов модельных экспериментов, включающий изменения динамики океана, характеристик взаимодействия океана и атмосферы, циклонической активности и влагопереноса и динамики экстремальных осадков на Европейском континенте. Построена система долгопериодного прогнозирования экстремальных погодных и климатических условий в Европе на основе моделирование изменений климата в высоком разрешении.

Разработаны алгоритмы расчета переносов тепла и влаги по данным модельных экспериментов и получены долгопериодные временные ряды характеристик тепло- и влагопереноса и выполнены оценки отклика частоты и интенсивности экстремальных

погодных и климатических событий на Европейском континенте.

Для выполнения оценок переносов влаги была разработана методология, основанная на эйлеровом подходе, и учитывающая неопределенности расчетов переносов влаги в более ранних работах. При этом традиционный эйлеров подход был модифицирован и адаптирован к использованию данных, как на модельных, так и на гибридных s -уровнях (h -уровни). Был также выполнен анализ и контроль сохранения массы на каждом шаге интегрирования.

Впервые получены согласованные оценки средне климатических переносов влаги и их межгодовой изменчивости за период с 1979 по 2013 гг. на основе семи современных реанализов и данных атмосферного зондирования IGRA. Для района Арктики получено хорошее согласование между реанализами и данными радиозондирования для пространственного распределения потоков влаги, их вертикальной структуры и временной изменчивости. Проанализирован дисбаланс между конвергенцией влаги и величиной «осадки минус испарение». Оценки стандартных отклонений, полученных для разности «осадки минус испарение», в Арктике примерно в десять раз больше, чем для конвергенции потоков влаги (45 мм/год и 5.1 мм/год, соответственно). Поток влаги в Арктике направлен на север везде кроме Канадского архипелага.

Транспорт влаги в Арктику в основном осуществляется с синоптическими вихрями, ответственными за 88-95% общего потока на 70°с.ш. Максимум суммарного меридионального переноса влаги обнаруживается на высотах 900-800 гПа, причем как в области максимума, так и выше до уровня 200 гПа вихревой перенос ответственен за 85-90% суммарного переноса. Анализ межгодовой изменчивости переносов влаги показал уменьшение переноса влаги в Арктику в течение периода 1979-2013 гг. При этом влагозапас атмосферы существенно увеличивался от 1.5 до 1.9% в десятилетие, что говорит о том, что источники увеличения запаса влаги в Арктике преимущественно локальные и связаны в первую очередь, с изменениями неадиабатического испарения (увеличение которого, например, в реанализе NCEP-R2 составляло 9.7% в десятилетие) и относительно небольшим увеличением осадков, не компенсирующим эффект испарения. При этом адвективные процессы, связанные с переносами влаги атмосферными циклонами, играют второстепенную роль.

Выполнено исследование долгопериодной изменчивости характеристик экстремальных осадков на территории Евразии за последние десятилетия. Показано, что максимальное увеличение экстремальных осадков наблюдается в районе Альп, в северных районах европейской части России и в южной части Дальневосточного округа в бассейне реки Амур (более 8% в десятилетие). Анализ групповой значимости показал устойчивый рост экстремальных осадков на всей территории Европы и России на уровне более 98% в зимний период.

В Центральной Европе летом обнаружен устойчивый кластер отрицательных трендов экстремальных осадков (7% в десятилетие), что свидетельствует о наличии сезонности в трендовых изменениях экстремальных осадков. Была исследована долгопериодная изменчивость относительной экстремальности, показавшая повсеместное увеличение индекса $R95tt$ (в среднем 4-5% в десятилетие). Показано, что климатический сигнал для индекса $R95tt$ менее устойчив по сравнению с характеристиками абсолютной экстремальности осадков: количество станций со статистически значимыми трендами намного меньше, что снижает групповую значимость обнаруженного сигнала.

Показано, что в течение последних десятилетий существенно изменилась временная структура осадков – дни с осадками консолидировались в более продолжительные периоды, длительность которых увеличивалась на 4-8% в десятилетие. Было показано, что увеличение количества дней с осадками не влияет на это увеличение длительности периодов с осадками. Увеличение общего количества осадков за последние 60 лет происходило за счет осадков, выпавших в течение более длинных периодов. При этом происходила перестройка функции распределения длин влажных периодов: увеличение количества длинных периодов с осадками сопровождалось уменьшением числа коротких периодов.

Совместное исследование динамики сухих и влажных периодов позволило впервые выявить феномен одновременного увеличения или сокращения продолжительности и влажных, и сухих периодов. Были выявлены районы (Нидерланды и северо-восток Европейской части России), где наблюдается одновременное увеличение длительности как влажных, так и сухих периодов, что свидетельствует об одновременном увеличении риска выпадения продолжительных сильных дождей и возникновения засух. Также были выявлены районы одновременного уменьшения длительности влажных и сухих периодов (южная Скандинавия в летний сезон).

Предложена концептуальная модель, легко иллюстрируемая перераспределением фиксированного числа бус на нитке, когда перегруппировка отдельных бус в серии (увеличение длительности влажных периодов) приводит к одновременному увеличению расстояний между сериями (длительность сухих периодов). И наоборот, фрагментирование консолидированных серий бус на более короткие серии приводит к одновременному уменьшению расстояний между ними.

3. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки

Подана заявка на изобретение "Атмосферная энергетическая установка. Уведомление ФИПС от 28.06.2017. Регистрационный номер 2017122739.

4. Назначение и область применения результатов проекта

На основе результатов проекта будут выполнены прогнозы климатических изменений интенсивности и повторяемости экстремальных погодных явлений на территории Европы с достоверностью, превышающей достоверность существующих прогнозов, выполненных на основе моделей, включающих океанский блок в грубом разрешении. Эти результаты войдут в следующий отчет Межправительственной Группы Экспертов по Климатическим Изменениям (МГЭИК) и в национальный Российский Доклада об изменениях климата.;

2) Полученные результаты позволят разработать рекомендации для государственных органов по долгосрочному стратегическому планированию экономики, организации энергетики, планированию структурных преобразований сельского хозяйства с учетом влияния процессов взаимодействия океана и атмосферы на климат России;

3) На международном уровне результаты проекта будут использоваться страховыми компаниями, в первую очередь осуществляющими вторичное страхование от ущерба от природных рисков (Munich Re, Swiss Re). У нас уже имеется опыт эффективного сотрудничества с этими компаниями в рамках проекта IMILAST. Кроме того, результаты проекта станут важны

для оптимизации работ по предупреждению чрезвычайных ситуаций, связанных с катастрофическими наводнениями, например в Германии и Франции, а также для оценки запасов и оптимизации использования пресной питьевой воды как речного, так и грунтового происхождения. В условиях аномальных осадков и экстремальных засух эти ресурсы подвергаются стрессам, преодолеваемым годами. Это особенно важно для Германии, где цена питьевой воды одна из самых высоких в мире.

5. Эффекты от внедрения результатов проекта

Результаты проекта станут важны также для Министерства по чрезвычайным ситуациям в части оптимизации деятельности по предупреждению последствий природных катастроф и планированию соответствующих мероприятий. Результаты проекта будут также переданы для использования компаниям, ведущим разведку и добычу полезных ископаемых, включая эту деятельность в Арктике (Роснефть, ЛУКОЙЛ) и осуществляющих строительные операции в различных регионах европейской России.

6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

- 1) Создание новых моделей прогноза климата и оценки влияния его изменений на хозяйственную деятельность
- 2) Новые базы данных о характеристиках климатических изменений.

7. Наличие соисполнителей

На данном этапе соисполнители не привлекались.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт океанологии им.П.П.Ширшова Российской академии наук

Врио. директора

(должность)

(подпись)

Соков А.В.

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель работ по проекту

заведующий лабораторией

(должность)

(подпись)

Гулев С.К.

(фамилия, имя, отчество)

М.П.