

Аннотация проекта (ПНИЭР), выполняемого в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»

Номер Соглашения о предоставлении субсидии/государственного контракта: 14.616.21.0035

Название проекта: Долгопериодное прогнозирование экстремальных погодных и климатических условий в Европе на основе моделирования изменений климата в высоком разрешении.

Основное приоритетное направление: Рациональное природопользование

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

Руководитель проекта: Гулев Сергей Константинович

Должность: зав. Лабораторией

E-mail: olgar@sail.msk.ru

Ключевые слова: взаимодействие океана и атмосферы, динамика климата, северная атлантика, экстремальные события, предсказуемость.

Цель проекта

1. Долгосрочный прогноз региональных климатических изменений.
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.

Основные планируемые результаты проекта

1. Краткое описание основных результатов (основные практические и экспериментальные результаты, фактические данные, обнаруженные взаимосвязи и закономерности).
1. Количественная оценка чувствительности климатической модели к разрешению океанского блока и характеристики климатических изменений в Атлантико-Европейском секторе под влиянием океанского климатического сигнала.
2. Долгопериодные результаты расчетов потоков энергии на границе океан-атмосфера по данным модельных экспериментов для современного климата и различных сценариев его изменений в будущем, а также по данным наблюдений, результаты валидации модельных экспериментов.
3. Долговременный массив характеристик циклонической активности в результатах модельных экспериментов FESOM-ECHAM6 (для современного климата и его прогнозов на период 21-го столетия) и данных современных реанализов (для современного климата, 1979-2015), результаты анализа изменений параметров жизненного цикла атмосферных циклонических образований.
4. Алгоритмы расчета переносов тепла и влаги по данным модельных экспериментов и долгопериодные временные ряды характеристик тепло- и

влажнопереноса в модельных экспериментах с различным разрешением.

5. Характеристики отклика частоты и интенсивности экстремальных погодных и климатических событий на Европейском континенте (экстремальные осадки, продолжительность засушливых периодов, засухи, наводнения) на диабатический океанский сигнал и атмосферный тепло- и влажноперенос.

6. Оценки предсказуемости изменений экстремальных режимов тепла и увлажнения на Европейском континенте за счет океанских процессов и система для долгосрочного прогнозирования экстремальных погодных и климатических условий в Европе на основе модели FESOM-ECHAM6.

2. Основные характеристики планируемых результатов (в целом и/или отдельных элементов), научной (научно-технической, инновационной) продукции.

В рамках проекта впервые будет выполнен анализ результатов модельных экспериментов, включающий изменения динамики океана, характеристик взаимодействия океана и атмосферы, циклонической активности и влажнопереноса и динамики экстремальных осадков на Европейском континенте. Все это позволит впервые построить систему долгопериодного прогнозирования экстремальных погодных и климатических условий в Европе на основе моделирования изменений климата в высоком разрешении.

Краткая характеристика создаваемой/созданной научной (научно-технической, инновационной) продукции

1. Описание конечного продукта, создаваемого с использованием результатов, планируемых при выполнении проекта, места и роли проекта и его результатов в решении задачи/проблемы.

Будут выполнены численные эксперименты с моделью климата FESOM-ECHAM6 с различным разрешением (от относительно грубого до сверхвысокого) в Северной Атлантике для современного климата и различных сценариев его изменений и формирования ансамбля модельных расчетов, что позволит провести анализ межгодовой и междекадной динамики процессов взаимодействия океана и атмосферы в модельных экспериментах и их влияния на изменения циклонической активности и диабатических притоков в атмосфере. Это станет основой для оценки предсказуемости изменений экстремальных режимов тепла и увлажнения на Европейском континенте за счет океанских процессов и построения системы для долгопериодного прогнозирования экстремальных погодных и климатических условий в Европе на основе модели FESOM-ECHAM6;

2. Оценка элементов новизны научных (технологических) решений, применявшихся методик.

Предложенные решения обладают существенной новизной. Впервые будут выполнены эксперименты с моделью климата в очень высоком разрешении. Кроме того, впервые для диагностики модельных результатов будут использованы такие подходы как анализ экстремальных потоков тепла, циклонической активности и продолжительности влажных и засушливых периодов.

3. Сопоставление с результатами аналогичных работ, определяющими мировой уровень.

Современные климатические модели, имея пространственное разрешение океанского блока в большинстве случаев примерно 1 градус, а в отдельных случаях $\frac{1}{4}$ градуса, неадекватно описывают динамику океана. Это не позволяет воспроизводить реальную динамику океанских мезомасштабных и синоптических вихрей, а, следовательно, их роль в формировании долгопериодной изменчивости океана. Как следствие, долгопериодная изменчивость Мирового океана на масштабах нескольких десятилетий оказывается также недостоверно воспроизведенной, поскольку именно океанские вихри ответственны за формирование долгопериодных собственных колебаний океана, в первую очередь в областях западных пограничных течений (Biastoch et al. 2008, Kwon et al. 2010, Penduff et al. 2011). Все это делает недостоверным описание отклика атмосферных процессов на долгопериодные океанские сигналы, включая частоту и повторяемость экстремальных событий на континентах, которые также воспроизводятся неадекватно.

4. Пути и способы достижения заявленных результатов, ограничения и риски.

Основными путями достижения заявленных результатов являются численное моделирование динамики атмосферы и климата с использованием конфигурации высокоразрешающей модели FESOM-ECHAM, а также выполнение диагностических расчетов с использованием статистических и численных методологий диагностики.

Назначение и область применения, эффекты от внедрения результатов проекта

1. Описание областей применения планируемых результатов (области науки и техники, отрасли промышленности и социальной сферы, в которых могут использоваться результат или планируемая на их основе инновационная продукция).

Для указанных выше результатов проекта существуют широкие возможности вовлечения в хозяйственный оборот и коммерциализации. В частности, 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. С одной стороны эти результаты войдут в следующий отчет Межправительственной Группы Экспертов по Климатическим Изменениям (МГЭИК) и в национальный Российский Доклада об изменениях климата. С другой стороны, это позволит 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. Эти рекомендации должны быть основаны на прогностических оценках изменений климата Европейской России под влиянием аномалий океанских процессов и энергообмена океана и атмосферы на период ближайших десятилетий и 21-го столетия.

2. Описание практического внедрения планируемых результатов или перспектив их использования.

Возможными потребителями ожидаемых результатов являются Росгидромет в части обеспечения долгосрочными прогнозами организаций, осуществляющих хозяйственную деятельность на территории России, Минэнерго РФ в части долгосрочного планирования хозяйственной деятельности, энергопотребления и урожайности. 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.

3. Оценка или прогноз влияния планируемых результатов на развитие научно-технических и технологических направлений, разработку новых технических решений; на изменение структуры производства и потребления товаров и услуг в соответствующих секторах рынка и социальной сферы.

Разрабатываемые на основе выполнения проекта рекомендации позволят существенно улучшить учет роли океана в климатических моделях, а следовательно создать новые климатические модели нацеленные на более достоверный прогноз климата.

4. Оценка или прогноз влияния планируемых результатов на развитие исследований в рамках международного сотрудничества, развитие системы демонстрации и популяризации науки, обеспечение развития материально-технической и информационной инфраструктуры.

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.

Текущие результаты проекта

С использованием данных судовых наблюдений в 1990-х-2000-х гг. и сведений об изменениях солёности вод с середины XX века заявителями была дана количественная оценка многолетних изменений термохалинных характеристик в толще вод субарктической Атлантики и исследованы причины этих изменений. Это позволило выявить тесную связь между термохалинными характеристиками вод и Североатлантическим колебанием и предложить объяснение механизма воздействия аномалий состояния атмосферы на температуру и солёность вод в масштабе десятилетий. Это также позволит выполнить эффективную валидацию модельных результатов, полученных с помощью FESOM-ECHAM6.

Созданы новые параметризации потоков явного и скрытого тепла, а также радиационных потоков на поверхности океана. Кроме того впервые оценены ошибки репрезентативности и предложены методы описания потоков энергии на границе океан-атмосфера на основе интегрирования функций распределения. Все это позволило разработать методологию реконструкции долгопериодных рядов тепловых потоков в Северной Атлантике.