

## Резюме проекта, выполняемого

в рамках ФЦП

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

по этапу № 1

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: Науки о жизни; Индустрия наносистем; Рациональное природопользование

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: 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

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

В ходе выполнения работ на первом этапе был подготовлен аналитический обзор современной научно-технической литературы по проблеме прогнозирования изменений климата. Были проанализированы существующие методы идентификации циклонической активности и определения потоков тепла над океаном. Выполнены патентные исследования для определения уровня создаваемых в России и за рубежом методов долгопериодного прогнозирования экстремальных погодных и климатических условий в Европе на основе моделирования изменений климата в высоком разрешении. Было выполнено обоснование направления исследований. Установлено, что диагностика циклонической активности сводится как к оценке общих характеристик циклонической активности, так и к детальному анализу интегральной роли циклонов в климатической системе и оценке неопределенностей, связанной с идентификацией и построением траекторий циклонов, как с применением различных методов трекинга, так и с использованием моделей общей циркуляции океана и атмосферы

различного пространственно-временного разрешения. Были выполнены численные интегрирования модели FESOM-ECHAM6 для установления влияния уменьшения ледового покрова на динамику высокоширотной атмосферы. Эксперименты были спланированы так, что сначала было выполнено контрольное интегрирование (100 членов ансамбля, численный расчет с июля по июнь), а затем 100 интегрирований с уменьшением объема Арктических льдов на 80% по отношению к контрольному эксперименту. Были выполнены массовые расчеты характеристик потоков явного и скрытого тепла в модельных экспериментах по воспроизведению современного и будущего климата ансамбля моделей CMIP5. Всего было проанализировано 27 моделей. В своем большинстве модели имеют тенденцию завышения турбулентных потоков тепла по сравнению с натурными данными от 15 до 35%

*Г* Обзор характеризует современное состояние проблемы и описывающий основные подходы к созданию системы для долгопериодного прогнозирования экстремальных погодных и климатических условий в Европе на основе моделирования изменений климата в высоком разрешении. Установлено, что диагностика циклонической активности сводится как к оценке общих характеристик циклонической активности, так и к детальному анализу интегральной роли циклонов в климатической системе и оценке неопределенностей, связанной с идентификацией и построением траекторий циклонов, как с применением различных методов трекинга, так и с использованием моделей общей циркуляции океана и атмосферы различного пространственно-временного разрешения. Результаты экспериментов были использованы для оценки динамики атмосферных процессов в контрольном интегрировании и в интегрировании с уменьшением количества льда. Были обнаружены сильные изменения температурной структуры атмосферы, однако значимого отклика в динамике циклонической активности обнаружено не было. Была также обнаружена отрицательная корреляция потоков явного и скрытого тепла в моделях (преимущественно в низких широтах), что не наблюдается в данных наблюдений. Для исследования этого феномена запланированы работы по исследованию роли частоты объединения атмосферного и океанского блоков моделях, что может служить объяснением неожиданного результата.

2) *Полученные результаты отличаются существенной новизной. В частности впервые для решения проблемы достоверного воспроизведения динамики океана в модели климата в рамках данного проекта мы предлагаем использование глобальной модели климата FESOM-ECHAM6, которая имеет пространственное разрешение от 1/12 до 1/24 градуса, что позволяет достоверно описывать синоптическую и мезомасштабную динамику океана. Что особенно важно, что FESOM-ECHAM6 позволяют реализовывать сверхвысокое разрешение в отдельных областях океана, например в западных пограничных течениях, и, таким образом, детально изучать роль региональных сигналов в формировании долгопериодной климатической изменчивости.*

3) *Полученные результаты полностью соответствуют ТЗ и ПГ работ по ПНИ; они создают основу для дальнейшего расчета циклонической активности и проведения численных экспериментов на втором этапе.*

4) *В отличие от нашего проекта современные климатические модели, имея пространственное разрешение океанского блока в большинстве случаев примерно 1 градус, а в отдельных случаях ¼ 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. Все это делает недостоверным описание отклика атмосферных процессов на долгопериодные океанские сигналы, включая частоту и повторяемость экстремальных событий на континентах, которые также воспроизводятся неадекватно.*

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

*На данном этапе РИД не разрабатывались*

### **4. Назначение и область применения результатов проекта**

1) *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 позволяют 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 IMLAST. Кроме того, результаты проекта станут важны для оптимизации работ по предупреждению чрезвычайных ситуаций, связанный 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

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт географии Российской академии наук

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

зам. директора

*(должность)*

*(подпись)*

Соков А.В.

*(фамилия, имя, отчество)*

### Руководитель работ по проекту

зав. Лабораторией

*(должность)*

*(подпись)*

Гулев С.К.

*(фамилия, имя, отчество)*

М.П.