

## ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Селезнева А.Ф. на тему «Развитие методов эмпирической реконструкции распределенных систем с внешними воздействиями и их приложение к исследованию динамики явления Эль-Ниньо» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 – Радиофизика**

Диссертация посвящена актуальной научно-исследовательской задаче: разработке новых методов исследования пространственно распределенных динамических систем, имеющих высокоразмерную динамику, в частности явлений, формирующихся в климатической системе Земли. Данная задача решается с помощью оригинального подхода, а именно путем построения оптимальной эмпирической модели оператора эволюции, учитывающего пространственную неоднородность, нелинейность, нестационарность моделируемой системы, а также наличие внешних воздействий. При построении эмпирической модели выполняется редукция размерности исходных данных с учетом нелинейности связей между процессами и различных характерных временных масштабов эволюции системы. Редукция размерности позволяет значительно сократить затрачиваемые вычислительные мощности при моделировании того или иного явления.

К наиболее важным и интересным результатам исследования можно отнести следующие:

1. Предложен универсальный подход к реконструкции динамических систем по многомерным наблюдаемым данным, основанный на построении оптимальных редуцированных стохастических моделей оператора эволюции. Продемонстрирована универсальность данного подхода на примерах из совершенно разных научных областей, а именно: на примере построения эмпирических прогностических моделей потребительской активности населения Российской Федерации в условиях пандемии COVID-19 и на примере построения моделей явления Эль-Ниньо для различных временных масштабов.
2. Показано, что совместный учет новых атмосферных и океанических предикторов (предиктора, отражающего изменчивость крупномасштабной атмосферной циркуляции в субтропических широтах северного Тихого океана, температуры поверхности (ТПО) и теплосодержания (ТО) верхнего слоя тропического Тихого океана) в эмпирической модели позволяет преодолеть сезонные барьеры предсказуемости характеристик явления Эль-Ниньо и существенно улучшить качество их прогноза на внутригодовых масштабах.
3. Впервые продемонстрировано, что взаимосвязи между ТПО и ТО верхнего слоя тропического Тихого океана эволюционируют с течением времени и переходят от линейных в начале 20 века к нелинейным в современном климате.

Автором обработан значительный объем информации с использованием современного математического аппарата. Анализ данных выполнен на современном научно-методическом уровне.

Однако хотелось бы отметить ряд замечаний:

1. Учитывая разнообразие явлений Эль-Ниньо, а именно наличие восточно-тихоокеанского и центрально-тихоокеанского типов, было бы интересно оценить, насколько хорошо разработанная модель способна воспроизводить каноническое явление и Эль-Ниньо Модоки.

2. Весенний барьер предсказуемости во многих исследованиях связывается со стохастическим влиянием атмосферы, а именно с форсингом со стороны колебаний Маддена-Джулиана и экваториальных волн Россби, формирующих западные аномалии ветра. В ряде работ показано, что учет данных предикторов в статистической модели позволяет существенно улучшить качество прогноза. Так как данные явления плохо прогнозируются в моделях общей циркуляции на масштабах сезонов, то невозможность предсказать их интенсификацию весной в прогнозах, стартующих в зимний период, и создает весенний барьер предсказуемости. В данной работе весенний барьер предсказуемости не связывается с этими явлениями. Представляется интересным сопоставить, как полученные автором выводы о барьере предсказуемости, вызванном сезонными циклами изменчивости ТО и ТПО, согласуются с со стохастическим форсингом атмосферы

3. Непонятно, почему в качестве атмосферного предиктора выбрано только изменение давления в районе Гавайского антициклона. Качественно понятно, что с интенсивностью Гавайского антициклона связана интенсивность пассатов, играющих ключевую роль в формировании Эль-Ниньо. Но почему тогда не рассматривается Южно-Тихоокеанский антициклон, а также изменения давления в районе Индонезии, входящие в индекс Южного Колебания?

4. Если причиной перехода к нелинейным связям между ТПО и ТО является увеличение количества экстремальных событий в второй половине 20 века, то почему переход отмечается в начале 20 века?

5. Небольшое стилистическое замечание – в русскоязычной литературе общепотребим термин «заблаговременность прогноза», а не «времена предсказания».

Указанные недостатки не снижают общего уровня и качества работы и скорее могут рассматриваться как пожелания для дальнейшего развития исследования.

Работа «Развитие методов эмпирической реконструкции распределенных систем с внешними воздействиями и их приложение к исследованию динамики явления Эль-Ниньо» отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор,

**Селезнев Алексей Федорович**, заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических по специальности 1.3.4: радиофизика.

Я, **Гущина Дарья Юрьевна**, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Д.г.н., профессор кафедры  
метеорологии и климатологии  
географического факультета МГУ  
имени М.В.Ломоносова, профессор РАН,  
Москва 119991, Ленинские горы, 1,  
Тел. +74959392942  
e-mail: [dasha155@mail.ru](mailto:dasha155@mail.ru)

Гущина Дарья Юрьевна

Подпись руки Гущиной Д.Ю. заверяю

Начальник отдела кадров географического  
Факультета МГУ имени М.В.Ломоносова



Степаненко Л.А.