

## ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Лубкова Андрея Сергеевича «Долгосрочное прогнозирование явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья с использованием модели на основе нейронных сетей», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.18 – Науки об атмосфере и климате.**

Работа посвящена актуальной проблеме – созданию модели долгосрочного прогноза состояния климатического процесса Эль-Ниньо – Южное колебание (ЭНЮК) с заблаговременностью до 12 месяцев и более на основе искусственных нейронных сетей. Для решения этой проблемы используются глобальные гидрометеорологические поля, которые учитываются при прогностическом моделировании событий Эль-Ниньо/Ла-Нинья в качестве предикторов. Важно подчеркнуть, что в работе также проводится оценка качества прогностических характеристик разработанной модели и сопоставление их с возможностями современных динамических моделей и моделей, основанных на алгоритмах глубокого обучения.

Автор внимательно анализирует современное состояние изученности ЭНЮК, глобальных климатических откликов и проблемы прогнозирования теплой фазы (Эль-Ниньо) и холодной фазы (Ла-Нинья) и их типов. Подчеркивается необходимость создания численной модели менее чувствительной к весеннему порогу предсказуемости, для обучения которой должны использоваться надёжные данные наблюдений.

Далее обсуждаются основные требования к массивам данных, которые использовались для моделирования. В итоге, отобраны наиболее подходящие для анализа массивы данных и разработан алгоритм отбора входных переменных в модель предикторов. После этого приводится описание разработанной модели на основе метода искусственных нейронных сетей.

В последнем блоке диссертации выполнены сравнения с ретроспективными прогнозами ведущих климатических центров и передовыми моделями искусственного интеллекта. В качестве примера адекватности разработанной автором модели приводится успешный прогноз события Эль-Ниньо 2023 года.

Можно было бы спорить о том, что важнее – физическое моделирование столь комплексного процесса, или его прогнозирование на основе малопонятной по структуре связей многослойной нейронной сети (НС). Но в эпоху, когда НС действительно показывают весьма убедительные результаты, применяются в науке и бизнесе, спор об этом не уместен. Тем более что автор прекрасно разбирается и в физической природе явления ЭНЮК и знаком с современными работами по его объяснению.

К автореферату имеется ряд незначительных замечаний грамматического характера (составляет 6-12 месяцев, тесты на основе искусственно созданных рядов, данных, эмитирующих колебания). Не вполне пояснен рис 3, к рис. 4 нет пояснений в каких единицах измерено RMSE. На ст. 10 не прояснено понятие в скобках (только для полей геопотенциала).

Эти замечания не подвергают сомнениям профессиональный уровень работы, их следует рассматривать как не умоляющие её сути.

Работа прошла требуемую апробацию, уровень и количество публикаций достаточны для кандидатской диссертации. В целом можно заключить, что работа отвечает требованиям ВАК, а её автор, Лубков Андрей Сергеевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.18 – Науки об атмосфере и климате.

доктор физико-математических наук,  
старший научный сотрудник  
Государственного астрономического института  
им. П.К. Штернберга Московского государственного  
университета им. М. В. Ломоносова,  
эл. почта: wolftempus@gmail.com

  
Зотов Леонид Валентинович

Я, Зотов Леонид Валентинович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

« 27 » марта 2025 г.

Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, 119234, Москва, Университетский проспект, д. 13, тел. +7(495)9395024

Подпись Зотова Л.В. заверяю:

*Николаевская оториса комиссия*



*Н. Николаев*

