

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.238.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО НАУЧНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК» ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 12.12.2022 № 167

О присуждении Селезневу Алексею Федоровичу, гражданину РФ,
ученой степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Развитие методов эмпирической реконструкции распределенных систем с внешними воздействиями и их приложение к исследованию динамики явления Эль-Ниньо» по специальности 1.3.4 – радиофизика принята к защите 10 октября 2022 г., протокол №164, диссертационным советом 24.1.238.01 на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПФ РАН), 603950, Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46, приказ Министерства образования и науки РФ о создании совета №717/нк от 09.11.2012.

Соискатель, Селезнев Алексей Федорович, 1993 года рождения, в 2016 году окончил ННГУ им. Н.И. Лобачевского, в 2020 году окончил аспирантуру ИПФ РАН, работает младшим научным сотрудником в ИПФ РАН.

Диссертация выполнена в отделе физики атмосферы и микроволновой диагностики ИПФ РАН.

Научный руководитель – кандидат физ.-мат. наук Мухин Дмитрий Николаевич, зав. лабораторией моделирования климатических систем ИПФ РАН.

Официальные оппоненты, Смирнов Дмитрий Алексеевич, доктор физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник, Саратовский филиал ФГБУН Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, и Володин Евгений Михайлович, доктор физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник ФГБУН

Институт вычислительной математики им. Г.И. Марчука РАН, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация, ФГБУН Институт физики атмосферы им. А.М.Обухова РАН (ИФА РАН), в своем положительном заключении, подписанном старшим научным сотрудником, кандидатом физ.-мат. наук Чернокульским Александром Владимировичем и утвержденном директором ИФА РАН доктором физ.-мат. наук Куличковым Сергеем Николаевичем, указала, что диссертация А. Ф. Селезнева представляет собой законченную научно-исследовательскую работу и удовлетворяет требованиям "Положения о присуждении учёных степеней", предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 — "радиофизика".

Соискателем по теме диссертации опубликовано 6 статей в рецензируемых журналах, получено 4 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, опубликовано 23 работы в трудах всероссийских и международных конференций. Наиболее значимыми работами являются:

1. Gavrilov A.S., Seleznev A.F., Mukhin D.N., Loskutov E.M., Feigin A.M., Kurths J. Linear dynamical modes as new variables for data-driven ENSO forecast // *Climate Dynamics*. — 2019. — feb. — Vol. 52, no. 3-4. — Pp. 2199–2216.
2. Селезнев А.Ф., Гаврилов А.С., Мухин Д.Н., Лоскутов Е.М., Фейгин А.М. Моделирование сложных систем по наблюдаемым данным на основе рекуррентных искусственных нейронных сетей // *Известия ВУЗов. Радиофизика*. — 2018. — Том 61, №. 12. — С. 1005–1021.
3. Seleznev Aleksei, Mukhin Dmitry, Gavrilov Andrey, Loskutov Evgeny, Feigin Alexander. Bayesian framework for simulation of dynamical systems from multidimensional data using recurrent neural network // *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*. — 2019. — Vol. 29, no. 12. — P. 123115.
4. Mukhin Dmitry, Gavrilov Andrey, Seleznev Aleksei, Buyanova Maria. An Atmospheric Signal Lowering the Spring Predictability Barrier in Statistical ENSO Forecasts // *Geophysical Research Letters*. — 2021. — Vol. 48, no. 6. — Pp. 1–10.

5. Мухин Д. Н. Селезнев А. Ф. Гаврилов А. С. Фейгин А. М. Оптимальные эмпирические модели динамических систем с внешними воздействиями: общий подход и примеры из климата // Известия ВУЗов. Прикладная нелинейная динамика.— 2021. — Вып. 29, №. 4. — С. 571–602.
6. Seleznev Aleksei, Mukhin Dmitry. Improving statistical prediction and revealing nonlinearity of ENSO using observations of ocean heat content in the tropical Pacific // Climate Dynamics. — 2021. — no. 0123456789.

На диссертацию и автореферат поступило 6 отзывов. Все отзывы положительные, в них отмечаются актуальность диссертации, научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В положительном отзыве ведущей организации, помимо редакционных, сделаны следующие замечания: 1) используемый в разделе 2.2.1 статистический тест может приводить к ложным срабатываниям; 2) на рис. 3.9.а не проявляется 11-летний цикл солнечной активности — наиболее известный и наиболее надежно определяемый; 3) не вполне обоснованной представляется интерпретация результатов раздела 3.3.2, связанная с влиянием накопления CO₂ в атмосфере на динамику явления Эль-Ниньо, поскольку сами реконструкции данных температуры поверхности океана (ТПО) до середины 19 века могут занижать частоту экстремальных событий.

Положительный отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. Д.А. Смирнова содержит, наряду с редакционными, следующие замечания: 1) важно ли в итоговой прогностической модели трех компонент с форсингом учитывать взаимодействие между этими компонентами; 2) в главе 2 при обработке данных автор удаляет из рядов ТПО составляющую, связанную с ростом концентрации углекислого газа в атмосфере, а в главе 3 этого не делается; 3) в главе 2 показано, что прогноз Эль-Ниньо улучшается статистически значимо при учете двух найденных новых предикторов, однако не обсуждается, насколько это важно с практической точки зрения; 4) в главе 3 при обсуждении моделей явления Эль-Ниньо, построенных по разным наборам данных, уместно было бы привести значения коэффициентов для форсинга CO₂ и провести сопоставление моделей с учетом только солнечной активности и с добавлением CO₂. Положительный отзыв

официального оппонента д.ф.-м.н. Е.М. Володина, кроме редакционных, содержит следующие замечания: 1) в главе 3 при рассмотрении воздействий на климатическую систему не учитываются стратосферные вулканические извержения; 2) целесообразно главу 3 дополнить рассмотрением результатов численного моделирования климата для 850 - 1849 гг. с помощью климатических моделей; 3) в разделе 2.2 нет контрольной и обучающей выборки, поэтому о качестве построенной модели нельзя судить в полной мере; 4) было бы желательно объяснить, почему существует весенний барьер предсказуемости Эль-Ниньо.

Положительный отзыв на автореферат д.г.н. Д.Ю. Гузиной (МГУ, г. Москва) содержит замечания о желательности: 1) проверки возможности моделирования разных типов Эль-Ниньо, 2) учета в прогностических моделях Эль-Ниньо информации об изменчивости Южно-Тихоокеанского антициклона, 3) сопоставления выводов о барьере предсказуемости со стохастическим форсингом атмосферы, 4) пояснения временного положения начала перехода к нелинейным связям теплосодержания и поверхностной температуры. В положительных отзывах на автореферат д.ф.-м.н. Г.В. Осипова (ННГУ им. Н.И.Лобачевского, г. Нижний Новгород) и д.ф.-м.н. И.В. Сысоева (СГУ им. Н.Г. Чернышевского, г. Саратов) сделаны редакционные замечания.

На все вопросы и замечания, содержащиеся в отзывах, А.Ф. Селезневым были даны удовлетворительные ответы и комментарии.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован тем, что оппоненты являются признанными высококвалифицированными специалистами в области радиофизики и моделирования климатических процессов, а одним из направлений деятельности ведущей организации является анализ и прогнозирование изменчивости климатической системы Земли в присутствии и под влиянием внешних воздействий.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– предложен универсальный подход к реконструкции динамических систем по многомерным наблюдаемым данным, основанный на построении оптимальных

редуцированных стохастических моделей оператора эволюции в рамках байесова формализма решения обратных задач и с использованием методов проверки статистических гипотез на основе суррогатных данных;

– выявлены новые атмосферные и океанические предикторы, учет которых в эмпирических моделях позволяет преодолеть сезонные барьеры предсказуемости характеристик явления Эль-Ниньо и существенно улучшить качество их прогноза на внутригодовых масштабах;

– продемонстрировано, что межгодовые зависимости между аномалиями температуры поверхности и теплосодержания верхнего слоя тропического Тихого океана эволюционируют с течением времени и переходят от линейных в начале 20 века к нелинейным в современном климате;

– построена эмпирическая модель вековой изменчивости явления Эль-Ниньо, с помощью которой подтверждена противофазная зависимость между индексом солнечной активности и индексом Nino3.4 на масштабах порядка 200 лет.

Теоретическая значимость исследования обусловлена тем, что разработанные в диссертации методы эмпирической реконструкции распределенных систем могут найти свое применение при решении широкого круга актуальных задач, включая сопоставление выходных данных глобальных климатических моделей с реальными данными и определение путей усовершенствования этих моделей для их лучшего соответствия реальному климату.

Практическая значимость работы обусловлена созданием прогностической модели явления Эль-Ниньо, которая была включена в список ведущих мировых моделей Эль-Ниньо, составленный институтом физики Земли при Колумбийском университете (США), а также планируемым использованием прогностической модели потребительской активности населения в качестве дополнительного блока для агентной модели развития эпидемий, разработанной во ВНИИТФ им. академика Е. И. Забабахина.

Достоверность результатов исследования обоснована применением признанных численных методов, а также демонстрацией статистической обоснованности получаемых результатов и их устойчивости по отношению к различным типам используемых данных.

Личный вклад соискателя состоит в участии в выборе и постановке задач, реализации и проведении численных расчетов, на основе которых были получены представленные в диссертации результаты. Исследования данных теплосодержания тропического Тихого океана с целью учета содержащейся в них информации в эмпирической модели явления Эль-Ниньо были инициированы и проведены непосредственно соискателем.

На заседании от 12.12.2022 г. диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи, имеющей значение для развития радиофизики, присудить Селезневу А.Ф. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 24 человек, из них 11 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 31 человека, входящего в состав совета, проголосовали: за – 24, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета

академик РАН



Литвак Александр Григорьевич

Ученый секретарь диссертационного совета

доктор физ.-мат. наук

Абубакиров Эдуард Булатович

«12» декабря 2022 г.