

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Торбинского Антона Викторовича «Индоокеанский диполь: механизм формирования и влияние на региональные климатические аномалии», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.30 – «Метеорология, климатология, агрометеорология»

В диссертационной работе А.В. Торбинского представлены результаты исследования механизмов формирования Индоокеанского диполя (ИД) и его вклада в климатическую изменчивость различных регионов.

Актуальность темы исследований

ИД представляет собой одну из основных мод, характеризующих межгодовую изменчивость крупномасштабного взаимодействия океана и атмосферы в тропической зоне Мирового океана. Это явление характеризуется аномальным понижением температуры поверхностных вод в юго-восточной части экваториальной зоны Индийского океана и нагревом поверхностных вод в его западной части. ИД – не до конца изученная пространственно-временная структура в системе океан-атмосфера. Имеется две точки зрения: 1. ИД представляет собой независимую моду экваториально-тропической системы; 2. ИД является частью системы Эль-Ниньо Южное Колебание (ЭНЮК) – ИД. Пространственно-временные масштабы ИД обычно связывают с характеристиками волн Россби, генерируемыми в восточной части Индийского океана на $5 - 10^{\circ}$ ю. ш. и распространяющимися на запад со скоростью, возрастающей по направлению к экватору.

Актуальность проблемы ИД заключается также и в том, что практически не изучено его влияние на климат Европы, в отличие от его региональных проявлений в странах Индоокеанского бассейна. Известно, что область повышенной конвекции над Северной Африкой, сопровождаемая сильными восточными ветрами, которые возникают в тропической части Индийского океана, может также охватывать Средиземноморский и Черноморский



регионы и вносить определенный вклад в изменчивость климатических характеристик этих регионов.

Структура диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка использованных источников и приложений. Диссертационная работа содержит 171 страницу текста, 3 приложения, 64 рисунков и 18 таблиц в основном тексте работы, 6 таблиц и 3 рисунка в приложениях. Библиографический список содержит 224 наименования.

Основные результаты диссертационной работы

Во введении обоснована актуальность работы, показана степень разработанности проблемы; поставлены цель и задачи исследовании; определены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы; обоснована достоверность полученных результатов; приведены сведения о личном вкладе автора; даны основные положения, выносимые на защиту; представлен перечень публикаций по теме диссертации.

В первой главе дан обзор литературных источников по проблеме ИД. Детальный анализ публикаций, посвященных ИД, показал, что преобладает точка зрения о том, что ИД является независимой модой климатической изменчивости, которая взаимодействует с тихоокеанской модой - ЭНЮК. Причем, события ИД поддерживаются взаимодействием океана и атмосферы в экваториальной области, происходящим на фоне интенсивной сезонной изменчивости гидрофизических полей экваториально-тропической зоны Индийского океана. Детальное изучение явления ИД и сезонной изменчивости указанных гидрофизических полей может способствовать улучшению долгосрочных прогнозов климатических аномалий как в Индоокеанском регионе, так и в общепланетарном масштабе.

Вторая глава включает описание использованных данных и их верификацию для тропической зоны Индийского океана. Рассматриваются межгодовые изменения теплозапаса, турбулентных потоков тепла в различных частях исследуемого региона. Изучается роль зональных течений и

планетарных волн в распространении аномалий температуры в экваториально-тропической зоне.

Выполнено сопоставление данных атмосферных ре-анализов ORA-S5, GLORYS12V1, SODA3. Выявлено, что эти ре-анализы несколько занижают величину зональной компоненты вектора скорости течений. Наименьшим занижением характеризуются данные ре-анализа ORA-S5. По этой причине ре-анализ ORA-S5 был выбран для дальнейшего изучения механизмов формирования ИД.

Анализ межгодовой изменчивости теплозапаса верхнего слоя океана показал наличие значимой взаимосвязи ЭНЮК и ИД только для 35% всех событий ЭНЮК. Скорость адвективного переноса аномалий теплозапаса в зональном направлении имеет порядок 10 см/с, что намного меньше скорости экваториально-захваченных бароклинических волн Россби. Эта оценка согласуется с оценками скорости переноса термических аномалий верхнего слоя экваториальной зоны Индийского океана Южным Пассатным течением. Делается предположение о том, что скорость переноса термических аномалий представляет собой суперпозицию фазовой скорости планетарных волн и скоростей средних течений.

В третьей главе изучается механизм возникновения ИД. Анализируется влияние критических слоев на интенсивность и время начала ИД и проводится типизация событий ИД.

Для региона южнее экватора получены пространственно-временные распределения критических слоев, в которых фазовая скорость волн Россби близка к средней скорости зональных течений. Выявлено, что эти критические слои возникают в два раза чаще и с большей протяженностью в годы положительной фазы ИД. При этом чаще всего протяженные слои формируются весной. Это может быть признаком неустойчивости системы зональных течений, вследствие возникновения критических слоев перед началом развития положительной фазы ИД.

Показано, что, если явление Эль-Ниньо не сопровождается формированием критического слоя, то событие ИД развивается с некоторым

запаздыванием относительно положительной фазы ЭНЮК. Это может быть свидетельством того, что волны Россби, генерируемые на восточной окраине Индийского океана, распространяются на запад и вызывают отклик в Индийском океане в виде ИД.

Выполнена типизация событий ИД в разрезе распределения критических слоев и ЭНЮК и продемонстрировано, что образование протяженных критических слоев является возможной причиной возникновения события ИД, не зависящего от Эль-Ниньо.

Глава 4 посвящена исследованию региональных проявлений ИД. Как показал анализ, климатические вариации, связанные с событиями ИД, оказывают существенное влияние на параметры атмосферы в прилегающих к Индийскому океану районах. Определено проявление событий ИД в полях приземной температуры воздуха (ПТВ) и приземного давления (ПД) Средиземноморско-Черноморского региона.

Показано, что вклад ИД прослеживается для первых трех эмпирических ортогональных мод полей ПТВ и в ПД в летний период. При этом ИД вносит соответственно 9% и 15% в дисперсию первой и третьей мод. Прослеживается влияние ИД на аномальные осадки над территорией водосбора р. Дунай. Максимальные по модулю коэффициенты корреляции между индексом ИД и величинами среднемесячных расходов р. Дунай приходятся на июнь-июль месяцы, когда коэффициенты достигают 0.3.

В **заключении** сформулированы основные результаты, полученные в работе, и представлены рекомендации для практического использования.

Достоверность и научная новизна

Достоверность выводов диссертационной работы обеспечивается использованием современных данных независимых массивов атмосферных ре-анализов и данных контактных наблюдений из Мирового банка океанографических данных; применением результатов теории планетарных волн; корректным использованием современных методов статистического анализа океанографических данных; соответствием и непротиворечивостью полученных результатов с результатами других исследований.

Диссертационная работа имеет практическое значение, поскольку ее результаты могут быть использованы при разработке среднесрочных атмосферных прогнозов в Индоокеанском и Черноморском регионах.

Вопросы и замечания

1. Во введении при описании достоверности полученных результатов (стр. 6) указывается, что «все полученные в диссертации результаты дополняют друг друга и развиваются современные представления о динамике системы океан-атмосфера и их региональных проявлениях». Не ясно, какое это имеет отношение к достоверности результатов исследования?
2. Глава 1, описывающая состояние изученности, перегружена чрезмерным количеством иллюстраций, позаимствованных из различных источников с соответствующими ссылками. Подписи на рисунках даны на английском языке, что несколько не согласуется с правилами оформления диссертаций. Некоторые рисунки сложны для восприятия (например, рисунок 1.15), некоторые имеют низкое разрешение (например, рисунок 1.3).
3. Название главы 2 не вполне удачное. В него включены названия параграфов этой главы.
4. На стр. 44 указывается, что использовались данные из открытых источников, общедоступные данные и данные с ограниченной доступностью. Нет пояснения, что это за 3 типа данных.
5. На стр. 49 при описании атмосферного реанализа JRA-25 упоминаются некоторые параметры А и В, смысл которых не поясняется.
6. Параграф 2.3, посвященный межгодовым изменениям температурных характеристик, начинается с анализа коэффициентов вейвлет-разложения временных рядов. Было бы не лишним дать вначале некоторую информацию о целесообразности использования вейвлет-анализа и его преимуществах по сравнению с классическим спектральным анализом. Почему используется материнский вейвлет Мейера? В приложении В эта информацию также отсутствует.
7. В параграфе 2.4 имеются несоответствия в нумерации формул. Не ясно, откуда взято дисперсионное соотношение (2.18).

8. В тексте диссертации имеются стилистические шероховатости и не вполне удачные термины и словосочетания. Например, «нисходящие экваториальные волны Россби» (стр.34), «даунвеллинг волны Кельвина» (стр. 36), «сигнал пересекает океан» (стр. 36).

Указанные выше замечания не снижают в целом высокой оценки научного содержания диссертационной работы. Полученные результаты соответствуют поставленной цели и задачам работы.

Заключение официального оппонента

Диссертация Торбинского Антона Викторовича «Индоокеанский диполь: механизм формирования и влияние на региональные климатические аномалии» является законченной научно-квалификационной работой, в которой получен ряд научных результатов, развивающих и углубляющих современные представления о климатических процессах планетарного масштаба и их региональных проявлениях. Работа имеет и практическое значение, поскольку ее результаты могут быть использованы при решении задач долгосрочного прогноза погоды.

Научные результаты работы опубликованы в 16 статьях, которые входят в научометрическую базу РИНЦ; 9 из них рекомендованы ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, а 3 статьи, вошли в научометрические базы Scopus и Web of Science. Кроме этого, опубликовано 11 тезиса докладов, представленных на научных конференциях различного уровня, включая международные.

Автореферат диссертации полностью отражает основное содержание выполненных исследований.

Диссертационная работа удовлетворяет требованиям п. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям и соответствует паспорту заявленной специальности, а ее автор, Торбинский Антон Викторович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических

наук по специальности 25.00.30 – «Метеорология, климатология, агрометеорология».

Согласен на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент

Фомин Владимир Владимирович

доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник и заведующий отделом вычислительных технологий и математического моделирования Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Морской гидрофизический институт РАН»

12 сентября 2022 г.

 Фомин Владимир Владимирович

Адрес места работы: 299011, РФ, г. Севастополь, ул. Капитанская 2

телефон/факс: +7 8692 54 52 41

адрес электронной почты: secretary@mhi-ras.ru

Подпись Фомина Владимира Владимировича удостоверяю:

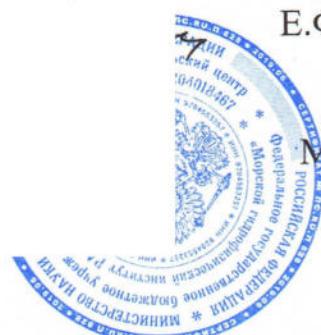
Заместитель директора по научно-методической и образовательной работе
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный
исследовательский центр «Морской гидрофизический институт РАН»

доктор географических наук

Е.Ф. Васечкина

12 сентября 2022 г.

*С отозвано, означено
13.09.22 М.П. Тихоненко А.В.*



М.П.

Сведения об официальном оппоненте
по диссертации Торбинского Антона Викторовича
на тему «Индоокеанский диполь: механизм формирования и влияние на
региональные климатические аномалии»
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 25.00.30 — «Метеорология, климатология, агрометеорология»

Фамилия, имя, отчество	Фомин Владимир Владимирович
Ученая степень и наименования отрасли науки, научных специальностей, по которым защищена диссертация	Доктор физико-математических наук по специальности 04.00.22 – «Геофизика»
Полное наименование организации, являющейся основным местом работы оппонента	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Морской гидрофизический институт Российской академии наук»
Сокращенное наименование организации в соответствии с уставом	ФГБУН ФИЦ МГИ РАН
Ведомственная принадлежность организации	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Должность	Главный научный сотрудник, заведующий отделом
Структурное подразделение	Отдел вычислительных технологий и математического моделирования Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Морской гидрофизический институт РАН».
Почтовый индекс, адрес	299011, г. Севастополь, ул. Капитанская 2.
Веб-сайт	http://mhi-ras.ru
Телефон	+7(978)-796-07-72
Адрес электронной почты	v.fomin@mhi-ras.ru
Список основных публикаций в рецензируемых научных изданиях, монографии за последние 5 лет по теме диссертации (не более 15 публикаций)	1. Belokon A.Y., Fomin V.V. Propagation of a single long wave in the bays with u-shaped cross-section form // Springer Geology. 2022. № 6/н. С. 137-147. DOI: 10.1007/978-3-030-76328-2_15 2. Kochergin S.V., Fomin V.V. Variational identification of the underwater pollution source power // Processes in GeoMedia. Сеп. "Springer Geology" Luxembourg, 2021. С. 55-63. DOI:

	10.1007/978-3-030-53521-6_8
	3. Ratner Yu.B., Fomin V.V., Kholod A.L., Ivanchik A.M. Updated system for the sea wave operational forecast of the Black Sea marine forecasting center // Physical Oceanography. 2021. T. 28. № 5. С. 579-595. DOI: 10.22449/1573-160X-2021-5-579-595
	4. Манилюк Ю.В., Лазоренко Д.И., Фомин В.В. Сейшевые колебания в системе севастопольских бухт // Водные ресурсы. 2021. Т. 48. № 5. С. 526-536. DOI: 10.31857/S0321059621050126
	5. Дивинский Б.В., Косьян Р.Д., Фомин В.В. Климатические поля морских течений и ветрового волнения Азовского моря. ДАН, 2021, т. 501, № 1, с. 94–107 DOI: 10.31857/S2686739721090085
	6. Гуров К.И., Фомин В.В. Математическое моделирование динамики гранулометрического состава донных отложений Балаклавской бухты под воздействием штормового волнения // Морской гидрофизический журнал. 2021. Т. 37. № 1 (217). С. 85-97. DOI: 10.22449/0233-7584-2021-1-85-97
	7. Ратнер Ю.Б., Фомин В.В., Холод А.Л., Иванчик А.М. Модернизированная система оперативного прогноза морского волнения черноморского центра морских прогнозов // Морской гидрофизический журнал. 2021. Т. 37. № 5 (221). С. 623-640. DOI: 10.22449/0233-7584-2021-5-623-640
	8. Белоконь А.Ю., Фомин В.В. Моделирование распространения волн цунами в Керченском проливе // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2021. Т. 14. № 1. С. 67-78. DOI: 10.7868/S207366732101007X
	9. Фомин В.В., Полозок А.А. Особенности ветрового волнения в Балаклавской бухте в экстремальных ветровых условиях // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2021. № 1. С. 5-22. DOI: 10.22449/2413-5577-2021-1-5-22
	10. Divinsky B.V., Kosyan R.D., Fomin V.V., Ratner Y.D. Extreme wind waves in the Black Sea // Oceanologia. 2020. Т. 62. № 1. С. 23-30. DOI:

	<p>10.1016/j.oceano.2019.06.003</p> <p>11. Манилюк Ю.В., Лазоренко Д.И., Фомин В.В. Резонансные колебания в системе смежных бухт // Морской гидрофизический журнал. 2019. Т. 35. № 5. С. 423–436. DOI: 10.22449/0233-7584-2019-5-423-436</p> <p>12. Базыкина А.Ю., Фомин В.В. Моделирование волн цунами в Азово-Черноморском регионе // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2019. Т. 12. № 4. С. 21-31. DOI: 10.7868/S2073667319040038</p> <p>13. Фомин В.В., Дьяков Н.Н., Полозок А.А. Математическое моделирование размыва и затопления Арабатской стрелки в период интенсивных штормов в Азовском море // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2019. № 4. С. 40-50. DOI: 10.22449/2413-5577-2019-4-40-50</p> <p>14. Базыкина А.Ю., Михайличенко С.Ю., Фомин В.В. Численное моделирование цунами в Черном море, вызванного землетрясением 12 сентября 1927 г. // Морской гидрофизический журнал. 2018. Т. 34. № 4 (202). С. 318-328. DOI: 10.22449/0233-7584-2018-4-318-328</p> <p>15. Fomin V.V., Lemeshko E.M., Lazorenko D.I. Modeling of marine inundations in the Kuban river delta // Fundamental and Applied Hydrophysics. 2018. Т. 11. № 1. С. 52-62. DOI: 10.7868/S2073667318010069</p>
Являетесь ли Вы работником ФБГНУ “Институт природно-технических систем” или ФГАОУ ВО “Севастопольский государственный университет” (в том числе по совместительству)?	Не являюсь
Являетесь ли Вы работником (в том числе по совместительству) организации, где работает соискатель ученой степени или его научный руководитель?	Не являюсь
Являетесь ли Вы работником (в том числе по совместительству) организаций, где ведутся научно-исследовательские работы, по	Не являюсь

которым соискатель ученой степени является руководителем или работником организации-заказчика или исполнителем (соисполнителем)?	
Являетесь ли Вы членом Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования науки Российской Федерации?	Не являюсь
Являетесь ли Вы членом экспертных советов Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования науки Российской Федерации?	Не являюсь
Являетесь ли Вы членом докторской диссертационного совета, принявшего диссертацию к защите?	Не являюсь
Являетесь ли Вы соавтором соискателя степени по опубликованным работам по теме докторской диссертации?	Не являюсь

Фомин В.В.

Подпись В.В. Фомина удостоверяю:

Начальник ОК ФГБУН ФИЦ МГИ

Е.Г. Подлипаев

«25» июня 2022 г.

