



Отзыв

на диссертационную работу ТОРБИНСКОГО А. В.

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 и агрометеорология

Диссертация посвящена актуальной теме – исследованию Indoокеанского Диполя (ИД), который представляет собой моду межгодовой изменчивости крупномасштабного взаимодействия океана и атмосферы в экваториально-тропической зоне Мирового океана и оказывает значительное влияние на климат Indoокеанского бассейна.

Цикл Эль-Ниньо–Южное колебание (ЭНЮК) — это основной межгодовой режим взаимодействия атмосфера – море в Тихом океане, который состоит из чередующихся явлений теплого Эль-Ниньо и холодного Ла-Нинья и может оказывать значительное глобальное воздействие посредством взаимодействия между океаническими бассейнами и атмосферой.

Диполь Индийского океана также является важной модой межгодовых вариаций в Индийском океане, с аномальным понижением температуры поверхности моря (ТПМ) у берегов Суматры и аномальным повышением ТМП над западной экваториальной частью Индийского океана (Saji et al. 1999; Webster et al. 1999). Было установлено, что вариации ТПМ в Индийском океане вызывают аномальную реакцию атмосферы над Восточной Азией (например, Leung et al. 2020). В ряде работ было показано, что ИД, как мода колебаний в Индийском океане, не зависит от ЭНЮК ((Saji and Yamagata 2003; Behera et al. 2006), которое оказывает значительное влияние на азиатский климат (Kripalani et al. 2010; Ashok et al. 2004; Cai et al. 2011; Zhang et al. 2019). Тем не менее, ЭНЮК, как сильнейшее межгодовое колебание в тропиках, весьма вероятно, оказывает влияние на изменчивость ИД (Alexander et al. 2002; Ham et al. 2013 г.). Например, Гуальди и др. (2003) показали, что ЭНЮК может создать благоприятные циркуляционные условия для развития ИД над юго-западной частью Индийского океана. Вопрос о том, является ли ИД независимым от ЭНЮК, обсуждался давно, и было показано, что Индийский океан может генерировать собственный ИД, не подвергаясь внешнему влиянию со стороны Тихого океана.

Диполь Индийского океана представляет собой внутреннюю моду взаимодействия атмосфера-оcean в Индийском океане, которая является аналогом ЭНЮК в экваториальной части восточной

части Тихого океана. Традиционно вариации летних муссонных осадков над Восточной Азией в значительной степени определяются явлениями ЭНЮК. Однако было обнаружено, что ИД также может значительно влиять на летние осадки над Восточной Азией на стадии ее развития.

Диполь Индийского океана определяется разницей температур поверхности моря между двумя областями — в Аравийском море, западная часть Индийского океана и восточной частью Индийского океана на юге Индонезии. ИД влияет на климат Австралии и других стран, окружающих бассейн Индийского океана, и вносит значительный вклад в изменчивость количества осадков в этом регионе.

Как и ЭНЮК, изменение температурных градиентов в Индийском океане приводит к изменениям в предпочтительных областях подъема и опускания влаги и воздуха.

ИД связан с явлениями ЭНЮК через расширение циркуляции Уокера к западу и связанный с ним поток теплых тропических океанских вод из Тихого океана в Индийский океан. Следовательно, положительные фазы ИД часто связаны с Эль-Ниньо, а отрицательные фазы — с Ла-Нинья. Положительная фаза - более высокая температура поверхности моря в западной части Индийского океана по сравнению с восточной, аномалии восточного ветра над Индийским океаном и малая облачность на северо-западе Австралии, меньше осадков над южной частью Австралии и Верхней частью. Отрицательная фаза - более низкая температура поверхности моря в западной части Индийского океана по сравнению с восточной, ветры становятся более западными, что увеличивает облачность на северо-западе Австралии, больше осадков в Верхней части и на юге Австралии. Например, в работе (Yue Zhang et al., 2022) было проведено исследование по сравнению влияния предшествующих ИД и ЭНЮК на летние осадки над восточным Китаем, при этом особое внимание уделялось роли ИД. Частичный корреляционный анализ показал, что ключевые регионы реакции осадков на ИД и ЭНЮК различаются: ЭНЮК модулирует осадки в основном над долиной реки Янцзы, тогда как ИД влияет на осадки дальше на север. В целом результаты отражают тенденцию ИД вызывать большее количество летних осадков в регионах более северных, чем ЭНЮК. В целом можно отметить следующие характеристики событий ИД: эти события происходят нерегулярно и различаются по силе и продолжительности; положительные и отрицательные фазы явления ИД часто совпадают с явлениями Эль-Ниньо и Ла-Нинья, соответственно, но могут происходить независимо друг от друга; одновременные положительные фазы явлений ИД и Эль-Ниньо и отрицательные явлений ИД и Ла-Нинья могут усиливать влияние осадков.

Кроме того, влияние ИД на климат Европы, в отличие от его региональных проявлений в странах Индоокеанского бассейна, мало изучено, что также говорит о важности этого исследования.

Объект исследования — экваториально-тропическая часть Индоокеанского бассейна и Средиземноморско-Черноморский регион.

Предмет исследования — механизм формирования Индоокеанского диполя (ИД) и его вклад в климатическую изменчивость Средиземноморско-Черноморского региона.

Цель работы — выявить механизм, определяющий возникновение независимых от Эль-Ниньо —

Южное колебание (ЭНЮК) событий Индоокеанского диполя, и оценить вклад ИД в региональные климатические аномалии.

Для достижения поставленной цели, в диссертационной работе А.В. Торбинского предложено решение **следующих задач**:

1. Дать подробный аналитический обзор литературных источников, касающийся исследованию свойств Индоокеанского диполя, который представляет собой одну из основных мод, характеризующих межгодовую изменчивость крупномасштабного взаимодействия океана и атмосферы в экваториально-тропической зоне Мирового океана. С помощью архивных инструментальных измерений, данных атмосферных и океанических реанализов показать роль планетарных волн и струйных течений в механизме возникновения событий Индоокеанского диполя.
2. Построить, для тропической зоны Индийского океана, пространственно-временное распределение характеристик критического слоя, в котором фазовая скорость волн Россби и средних скоростей зональных течений равны между собой. Показать, что появление критического слоя обычно на один – два месяца предшествует началу события Индоокеанского диполя. Выделить типы ИД, развивающихся независимо от Эль-Ниньо. Показать, что события ИД могут развиваться независимо от Эль- Ниньо в случае наличия протяженного критического слоя.
3. Найти статистически значимую связь между количеством осадков над территорией водосбора р. Дунай и событиями Индоокеанского диполя.

Нет сомнения, что тема диссертации является **актуальной** и направлена на решение важной научной проблемы, имеющей также практическую ценность и новизну. Основные результаты исследований по теме диссертации неоднократно докладывались на международных и всероссийских совещаниях и конференциях, научных семинарах. Результаты диссертации опубликованы в 14 статьях, в том числе 5 статей в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК, 3 статьи, входящих в базы Scopus и Web of Science и 6 статей опубликовано в изданиях, входящих в ядро РИНЦ.

Диссертация состоит из **введения**, где отмечена актуальность выбранной темы, теоретическая и практическая значимость исследования и его новизна, **четырех глав, заключения, списка использованных источников и трех приложений**. Каждая глава разбита на параграфы, включая обзор к главе и выводы к ней. Объем диссертации составляет 171 страницу, в том числе 64 рисунка и 18 таблиц. Список литературы включает 224 наименований.

Следует отметить **новизну полученных результатов** при решении задач в п.2 и п.3., которые изложены во **2, 3 и 4 главах** диссертации. В **первой главе** дан подробный аналитический обзор литературных источников, касающийся исследованию свойств Индоокеанского диполя. **Во второй**

главе следует отметить п. 2.2, где автор представил результаты верификации реанализов тропической зоны Индийского Океана, что очень важно исследования жизненного цикла ИД и его влияние на окружающие регионы.

В Заключении изложены основные результаты диссертационной работы

Замечание по тексту 2 главы:

Во второй главе в п. 2.4, для изучения роли зональных течений и планетарных волн в распространении аномалий в экваториально-тропической зоне ИО автор использовал квазигеострофическое уравнения для возмущения давления или уравнение сохранения потенциального вихря (ПВ) (Pedlosky, 1979)) с соответствующими краевыми условиями.

В ИО важную роль играют волны Россби, которые генерируются аномалиями завихрения напряжения ветра, а также большое значение имеет механизм накачки Экмана, т.е. вынужденные волны Россби. Следует отметить, что квазигеострофичность в приэкваториальной зоне океана отличается от привычной квазигеострофичности в средних широтах.

Кроме того, в тексте уравнение ПВ имеет номер (2.7) на стр. 67 и в нем следует исправить (-) на (+). На этой же странице следует исправить в предложении «Решение задачи (3.1) - (3.1а)» на «(2.7) - (2.7а)».

Замечания по тексту 4 главы: В этой главе представлен один из основных новых результатов о влиянии ИД на аномалии осадков в Европе, на водосборе р. Дунай. Это действительно новый и очень интересный вывод, который был получен на основе высокой статистически значимой связи между осадками на территории водосбора и динамикой ИД. Этот, статистически значимый результат был получен при взаимодействии ИД с важными модами атмосферной изменчивости, например NAO. Для оценки влияния ИД на осадки в Европе, необходимы эксперименты по чувствительности с совместными моделями атмосфера – океан.

Приведенные замечания не снижают общего положительного впечатления о представленной диссертационной работе «Индоокеанский диполь: механизм формирования и влияние на региональные климатические аномалии».

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

Суммируя вышесказанное, можно сделать вывод, что данная кандидатская диссертация является законченной научно-исследовательской работой, выполнена на современном научном уровне и отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Торбинский Антон Викторович заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.30 – метеорология, климатология и агрометеорология.

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

Официальный оппонент:

Доктор физико-математических наук,

ФГБУН «Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук»,



09.09.2022

Подпись д-ра физ.-мат. наук Крупчаникова В.Н. заверяю

Ученый секретарь ФГБУН «Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук»,
кандидат физико-математических наук

Л. В. Вшивкова

ФИО: Крупчаников Владимир Николаевич

Ученая степень: д.ф.-м.н., 04.00.22 - геофизика

Год присуждения ученой степени и научная специальность, по которой присуждена ученая степень:
1995

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт
вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской
академии наук

Подразделение: Лаборатория математического моделирования процессов в атмосфере и гидросфере

Должность: Главный научный сотрудник

Контактная информация: e-mail ukrprchatnikov@yandex.ru, tel. +7 (913) 921 5499

*С отзывом одноколен
13.09.22 Тергинский АВ*

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	Крупчаников Владимир Николаевич
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 «Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук»
Сокращенное наименование организации в соответствии с уставом	ИВМиМГ СО РАН
Ведомственная принадлежность организации	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Должность	Главный научный сотрудник
Структурное подразделение	Лаборатория математического моделирования процессов в атмосфере и гидросфере ФГБУН «Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН»
Почтовый индекс, адрес	630090, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 6.
Веб-сайт	https://icmimg.nsc.ru/
Телефон	+7 (383) 330 83 53
Адрес электронной почты	krupchatnikov@sscc.ru
Список основных публикаций в рецензируемых научных изданиях, монографии за последние 5 лет по теме диссертации (не более 15 публикаций)	1. Мартынова Ю.В., Крупчаников В.Н., Гочаков А.В., Антохина О.Ю. Взаимосвязь аномалий интенсивности формирования снежного покрова в Западной Сибири с динамическим состоянием атмосферы в северном полушарии в осенне-зимний период // Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и

- океана. 2022. Т. 58. № 1. С. 109-124. DOI: 10.31857/S0002351522010072.
2. Гочаков А.В., Антохина О.Ю., Крупчаников В.Н., Мартынова Ю.В. Долговременная изменчивость опрокидывания волн Россби в районе субтропического струйного течения // Метеорология и гидрология. 2022. № 2. С. 5-19. DOI: 10.52002/0130-2906-2022-2-5-19.
 3. Platov G.A., Krupchatnikov V.N., Gradov V.S., Borovko I.V., Volodin E.M. The role of arctic ice reduction in the formation of climatic trends // Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. 27. Сеп. "27th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics, Atmospheric Physics" 2021. С. 119166J. DOI: 10.1117/12.2603421
 4. Zuev V.V., Savelieva E., Borovko I.V., Krupchatnikov V.N. Influence of the subtropical stratosphere on the Antarctic polar vortex during spring 2019 // Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. 27. Сеп. "27th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics, Atmospheric Physics" 2021. С. 1191677. DOI: 10.1117/12.2599029
 5. Зарипов Р.Б., Павлюков Ю.Б., Крупчаников В.Н. Исследование процессов развития черноморских квазитропических циклонов с использованием модели атмосферы с высоким пространственным разрешением // Метеорология и гидрология. 2021. № 7. С. 5-19. DOI: 10.52002/0130-2906-2021-7-5-19.
 6. Zaripov R.B., Pavlyukov Y.B., Krupchatnikov V.N. Studying physical mechanisms of development of Black Sea quasi-tropical cyclones using a high-resolution atmosphere model // Russian Meteorology and Hydrology. 2021. Т. 46. № 7. С. 423-433. DOI: 10.3103/S1068373921070013.
 7. Градов В.С., Боровко И.В., Крупчаников В.Н. Влияние сокращения морского льда в Арктике на структуру циркуляции атмосферы // Интерэспо Гео-Сибирь. 2021. Т. 4. № 1. С. 103-110. DOI: 10.33764/2618-981X-2021-4-1-103-110
 8. Platov G., Krupchatnikov V., Gradov V.,

- Borovko I., Volodin E. Analysis of the northern hemisphere atmospheric circulation response to arctic ice reduction based on simulation results // Geosciences (Switzerland). 2021. T. 11. № 9. DOI: 10.3390/geosciences11090373
9. Мартынова Ю.В., Матюхина А.А., Воропай Н.Н., Крупчаников В.Н. Особенности формирования снежного покрова в Сибири и их связь с аномалиями динамики атмосферы северного полушария // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. 2021. Т. 1. № 6. С. 118-125. DOI: 10.23885/2500-395X-2021-1-6-118-125
10. Krupchatnikov V.N., Borovko I.V. Rossby wave breaking and blocking events associated with some atmospheric circulation regimes in the northern hemisphere based on a climate system model (plasim-icrnmg-1.0) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 11. Cep. "International Conference and Early Career Scientists School on Environmental Observations, Modeling and Information Systems" 2020. С. 012015. DOI: 10.1088/1755-1315/611/1/012015.
11. Зуев В.В., Боровко И.В., Крупчаников В.Н., Савельева Е.С. Влияние температуры нижней субтропической стратосфера на динамику антарктического полярного вихря // Оптика атмосферы и океана. 2020. Т. 33. № 5. С. 415-418. DOI: 10.15372/AOO20200512
12. Zuev V.V., Savelieva E.S., Borovko I.V., Krupchatnikov V.N. Influence of the temperature of the lower subtropical stratosphere on Antarctic polar vortex dynamics // Atmospheric and Oceanic Optics. 2020. Т. 33. № 6. С. 708-711. DOI: 10.1134/S1024856020060160
13. Platov G., Iakshina D., Krupchatnikov V. Characteristics of atmospheric circulation associated with variability of sea ice in the Arctic // Geosciences (Switzerland). 2020. T. 10. № 9. С. 1-27. DOI: 10.3390/geosciences10090359
14. Borovko I.V., Zuev V.V., Krupchatnikov V.N. Reaction of the stratospheric polar vortex on

	<p>the eruption of tropical volcanoes // Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. 25th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. Novosibirsk, 2019. C. 112089L DOI: 10.1117/12.2540956</p> <p>15. Platov G., Krupchatnikov V., Borovko I. A study of feedbacks and the formation of climate trends in the Arctic climate system // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 9th International Conference on Computational Information Technologies for Environmental Sciences, CITES 2019 and International Young Scientists School 2019. 2019. C. 012004. DOI: 10.1088/1755-1315/386/1/012004</p>
Являешься ли Вы работником ФБГНУ “Институт природно-технических систем” или ФГАОУ ВО “Севастопольский государственный университет” (в том числе по совместительству)?	Не являюсь
Являешься ли Вы работником (в том числе по совместительству) организации, где работает соискатель ученой степени или его научный руководитель?	Не являюсь
Являешься ли Вы работником (в том числе по совместительству) организаций, где ведутся научно-исследовательские работы, по которым соискатель ученой степени является руководителем или работником организации-заказчика или исполнителем (соисполнителем)?	Не являюсь
Являешься ли Вы членом Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования науки Российской Федерации?	Не являюсь
Являешься ли Вы членом экспертных советов Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования науки	Не являюсь

Российской Федерации?	
Являетесь ли Вы членом диссертационного совета, принялшего диссертацию к защите?	Не являюсь
Являетесь ли Вы соавтором соискателя степени по опубликованным работам по теме диссертационного исследования?	Не являюсь

Верно

Ученый секретарь Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН», к.ф.-м.н.

«08» сентября 2022 г.

М.П.



Крикунников В.И. / (A) /