



МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ



#КИМО2024

13 - 17 мая 2024

УДК 551.46

ББК 26.221

К 63

Комплексные исследования Мирового океана. Материалы VIII Всероссийской научной конференции молодых ученых, г. Владивосток, 13–17 мая 2024 г. Владивосток: Приморский океанариум – филиал Национального научного центра морской биологии ДВО РАН, 2024, 637 с. DOI:10.29006/978-5-6045110-3-9.

ISBN 978-5-6045110-3-9.

В сборнике представлены материалы VIII Всероссийской научной конференции молодых ученых «Комплексные исследования Мирового океана» (КИМО-2024), посвященной обсуждению основных научных достижений и открытий молодых специалистов в области изучения Мирового океана. В рамках конференции рассматривались вопросы современной океанологии по секциям: физика океана, биология океана, морская геология и геофизика, химия и биогеохимия океана, физико-биологические исследования океана, экология моря и рациональное природопользование, океанологическая техника и приборостроение.

Редколлегия: д.б.н. чл.-корр. РАН Долматов И.Ю., к.б.н., доцент Шевченко О.Г., к.б.н. Баяндина Ю.С., к.г.н. Босин А.А., к.г.-м.н. Будько Д.Ф., к.ф.-м.н. Будянский М.В., к.ф.-м.н. Буланов А.В., к.г.н. Василенко Ю.П., к.г.н. Жданов И.А., д.г.н. Зимин А.В., к.ф.-м.н. Каплуненко Д.Д., к.г.н. Кивва К.К., к.б.н. Кладченко Е.С., к.б.н. Колючкина Г.А., к.г.н. Коник А.А., к.т.н. Коноплин А.Ю., к.г.н. Котловская Е.В., к.ф.-м.н. Крикун В.А., д.ф.-м.н. Кубряков А.А., к.г.н. Курносова А.С., к.ф.-м.н. Липинская Н.А., к.г.н. Лобанова П.В., к.б.н. Лобус Н.В., к.г.н. Май Р.И., д.ф.-м.н. Макаров Д.В., к.г.-м.н. Мальцева Е.В., к.ф.-м.н. Мысленков С.А., Назарова А.А., к.г.н. Пичугин М.К., к.г.н. Погожева М.П., к.ф.-м.н. Подрезова Н.А., д.т.н. Родионов А.Ю., к.г.н. Рубченя А.В., Салахов Д.О., к.г.н. Свергун Е.И., к.г.-м.н. Сырбу Н.С., к.ф.-м.н. Салюк П.А., к.ф.-м.н. Файман П.А., к.б.н. Хабибулина В.Р., Холмогоров А.О., к.б.н. Челебиева Э.С., к.б.н. Шульгина М.А., к.ф.-м.н. Юровская М.В., к.ф.-м.н. Юшманова А.В., Якимов Т.С.

Материалы публикуются в авторской редакции.

Разработка оригинального макета обложки – Корниенко М.А. (Приморский океанариум – филиал ННЦМБ ДВО РАН)

ISBN: 978-5-6045110-3-9

© ННЦМБ ДВО РАН, 2024

Complex Investigations of the World Ocean. Proceedings of the VIII Russian Scientific Conference of Young Scientists, Vladivostok, May 13–17, 2024 Vladivosyok: Svoe izdatel'stvo, 2024, 637 p.

ISBN 978-5-4386-2269-7

The conference proceedings presents extended abstracts of the participants of the VIII all-Russian Scientific Conference of Young Scientists "Complex Investigations of the World Ocean" (CIWO-2024) dedicated to the discussion of the main scientific achievements and discoveries of young specialists in the oceanology fields. Within the framework of the conference, issues of modern oceanology were considered in eight sections: Ocean Physics, Ocean Biology, Marine Geology and Geophysics, Ocean Chemistry and Biogeochemistry, Physical and Biological Research of the Ocean, Marine Ecology and Environmental Management, Oceanological Technology and Instrumentation.

Editorial board: Dr. Dolmatov I.Yu., PhD Shevchenko O.G., PhD Bayandina Y.S., PhD Bosin A.A., PhD Budko D.F. PhD Budyansky M.V., PhD Bulanov A.V., PhD Vasilenko Yu.P., PhD Zhdanov I.A., Dr. Zimin A.V., PhD Kaplunenko D.D., PhD Kivva K.K., PhD Kladchenko E.C., PhD Kolyuchkina G.A., PhD Konik A.A., PhD Konoplin A.Yu., PhD Koltovskaya E.V., PhD Krikun V.A., Dr. Kubryakov A.A., PhD Kurnosova A.S., PhD Lipinskaya N.A., PhD Lobanova P.V., PhD Lobus N.V., PhD May R.I., Dr. Makarov D.V., PhD Maltseva E.V., PhD Myslenkov S.A., Nazarova A.A., PhD Pichugin M.K., PhD Pogozhaeva M.P., PhD Podrezova N.A., PhD Salyuk P.A., PhD Fayman P.A., PhD Khabibulina V.R., Kholmogorov A.O., PhD Chelebieva E.C., PhD Shulgina M.A., PhD Yurovskaya M.V., PhD Yushmanova A.V., Yakimov T.S.

Materials are published in the author's edition

Development of an original cover layout – Kornienko M.A. (Primorsky Aquarium FEB RAS)

Сидоров Д.Д., Боджона С.Д., Луньков А.А. О ВОЗМОЖНОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ОБЛАСТЕЙ ВОДОПОДОБНОГО ДНА АКУСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ В МЕЛКОВОДНЫХ РАЙОНАХ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА	208
Силеверстова О.С., Башмачников И.Л. ВЛИЯНИЕ ТРАНЗИТНОЙ ЗОНЫ АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА НА ИЗМЕНЧИВОСТЬ АТЛАНТИЧЕСКОЙ МЕРИДИОНАЛЬНОЙ ОКЕАНИЧЕСКОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ	210
Сильвестрова К.П. ТЕРМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ВОД В ЗАПОВЕДНИКЕ УТРИШ В 2020-2021 ГГ. ПО ДАННЫМ ЗАЯКОРЕННОЙ ТЕРМОКОСЫ	212
Смирнов М.А. КРУПНОМАСШТАБНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ УРОВНЯ ТИХОГО ОКЕАНА	214
Смирнова Д.А., Медведев И.П. ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ НЕПЕРИОДИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ УРОВНЯ ЯПОНСКОГО МОРЯ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ	216
Собаева Д., Зюляева Ю.А. РАЗЛИЧИЯ ТРОПОСФЕРНО-СТРАТОСФЕРНОЙ ДИНАМИКИ ПОД ВЛИЯНИЕМ КАНОНИЧЕСКОГО ЭЛЬ-НИНЬО И ЭЛЬ-НИНЬО МОДОКИ В ИДЕАЛИЗИРОВАННЫХ МОДЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ	218
Соколов А.А., Иванов В.В., Смирнов А.В. ВКЛАД ОТДЕЛЬНЫХ РЕГИОНОВ СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА В БАЛАНС АДВЕКТИВНОГО ТЕПЛА И СОЛИ	219
Соколов Д.Д., Калюжный Д.С., Горячев В.А. ТРИТИЙ В ВОДАХ ЯПОНСКОГО, ОХОТСКОГО МОРЕЙ И СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА В 2022-23 ГОДАХ	221
Файман П.А., Будянский М.В., Солонец И.С., Дидов А.А., Сапогов И.М., Пранц С.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЛАГРАНЖЕВЫЙ АНАЛИЗ ПРИБРЕЖНОГО АПВЕЛЛИНГА В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЯПОНСКОГО МОРЯ	223
Сумкина А.А., Кивва К.К. ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛООВОГО БАЛАНСА В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ	224
Сухонос П.А., Иванов В.В., Дианский Н.А. ДОЛГОПЕРИОДНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОД СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ ПО ДАННЫМ РЕАНАЛИЗОВ	225
Тимофеева А.Б., Май Р.И., Миронов Е.У., Егорова Е.С., Рубченя А.В. ОЦЕНКА ВОЗРАСТНОГО СОСТАВА ЛЬДОВ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ И ОСНОВНЫХ ФОРМИРУЮЩИХ ЕГО ФАКТОРОВ	227
Травкин В.С., Тихонова Н.А., Захарчук Е.А. МОРСКИЕ ВОЛНЫ ТЕПЛА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ	229

ВЛИЯНИЕ ТРАНЗИТНОЙ ЗОНЫ АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА НА ИЗМЕНЧИВОСТЬ АТЛАНТИЧЕСКОЙ МЕРИДИОНАЛЬНОЙ ОКЕАНИЧЕСКОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

Силеверстова О.С.¹, Башмачников И.Л.^{1,2}

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург

² Фонд "Нансен-центр", г. Санкт-Петербург

Ключевые слова: Атлантическая меридиональная океаническая циркуляция, глобальный ре-анализ, Северная Атлантика, межгодовая изменчивость.

Атлантическая меридиональная океаническая циркуляция (АМОЦ) представляет собой сложную систему горизонтальных и вертикальных движений вод Атлантического океана, уменьшающую контраст между водными массами экваториальных и полярных широт. Конвекция в океане обусловлена уменьшением плавучести воды на поверхности, главным образом в полярных широтах – здесь водные массы охлаждаются, их плотность увеличивается, из-за чего они погружаются вниз. В этих областях конвекции формируются глубинные воды Северной Атлантики. Далее глубинные воды вновь выходят на поверхность благодаря апвеллингу в Южном океане, а также вертикальному турбулентному теплообмену в тропических широтах. В Атлантическом океане существуют две ячейки циркуляции, исходящие от обоих полюсов. Ячейка, берущая начало в Северной Атлантике, образует «верхнюю ячейку» Меридиональной океанической циркуляции (МОЦ). Верхняя ячейка АМОЦ охватывает верхние 4 км океана. Более глубокая «нижняя ячейка» берет начало из Антарктиды и поставляет жидкость в придонный слой океана.

Теплые воды Гольфстрима, текущие на северо-восток, встречаются с холодными, текущими на юг водами Лабрадорского течения. Большинство приповерхностных вод Лабрадорского течения соединяются с Гольфстримом, образуя Северо-Атлантическое течение к востоку от Большой Ньюфаундлендской банки. Данный район слияния вод (37–47° с.ш., 40–55° з.д.) оказывает существенное влияние на АМОЦ и называется «транзитной зоной» [1].

Известно, что АМОЦ демонстрирует большую изменчивость во внутригодовых и сезонных временных масштабах и гораздо меньшую изменчивость в межгодовых и десятилетних временных масштабах [2]. Аномалии плавучести верхних слоев (0-1000 м) в районе Транзитной зоны играют значительную роль в изменчивости АМОЦ. Транзитная зона – важный регион, контролирующей изменчивость Североатлантической циркуляции. Это место, где динамика океана, включая геострофическую адвекцию, вихри и диффузию, играет важную роль в бюджете тепла верхнего квазиоднородного слоя океана (ВКС). В Транзитной зоне встречаются рециркулирующие воды из субтропического круговорота и транзитные воды, связанные с АМОЦ. Аномалии плавучести в Транзитной зоне могут передаваться как субтропическому, так и субполярному круговороту. Кроме того, Транзитная зона не является пассивным каналом для аномалий плавучести, поскольку непосредственно в этом регионе происходят сильные изменения свойств водных масс. В Транзитной зоне имеется значительная низкочастотная изменчивость температуры поверхности океана, уровня морской поверхности, а также интенсивности морских течений [3].

Целью нашей работы является анализ сезонной и межгодовой изменчивости термохалинных характеристик Транзитной зоны, являющейся важным фактором изменчивости АМОЦ, от поверхности до глубин более 2000 м. В работе используются ежемесячные данные по температуре и солёности за период с 1993 по 2020 гг. глобального океанического реанализа GLORYS12V1, предоставленного Copernicus Marine Service (CMEMS). Реанализ представляет собой ассимиляцию модельных данных, рассчитанных на основе модели NEMO, а также спутниковых, натуральных измерений и данных с буёв и морских глайдеров. Данные имеют пространственное разрешение порядка 1/12° по широте и долготе и 50 уровней по вертикали. Для расчёта плотности морской воды

на основе данных по температуре и солёности использовалось эмпирическое уравнение состояния морской воды TEOS-10. Расчёт корреляции проводился между плотностью в каждой точке на глубине с 1500 до 2000 м и солёностным индексом АМОЦ, который вычислялся как среднегодовое значение солёности Атлантического океана на 45°–65° с.ш. в слое 0–1500 м [4].

Полученные результаты свидетельствуют о ярко выраженной сезонной и межгодовой изменчивости термохалинных характеристик в районе Транзитной зоны Атлантического океана. Сезонные колебания солёности варьируются от 34,5 psu в летний период до 35,0 psu в конце зимнего периода, температурные колебания – от +20,6°С в летний период до +10,5°С в зимний. Наибольшая амплитуда колебаний прослеживается в поверхностном и промежуточном слоях данного района, резко уменьшаясь с увеличением глубины. Анализ термохалинных характеристик свидетельствует о наличии межгодовых линейных трендов, наиболее отчётливо выраженных также на поверхности. В центре Транзитной зоны зафиксирована область с отрицательными значениями линейного тренда температуры до -2,5°С/28 лет, в целом для района характерны отрицательные линейные тренды солёности до -0,5 psu/28 лет. В районе Гольфстрима наблюдаются значительные положительные линейные тренды температуры до +2,5°С/28 лет, также прослеживаются положительные линейные тренды солёности около 1 psu/28 лет. В районе течения Гольфстрима на глубине 1500 м также установлена положительная корреляция между плотностью в каждой точке и солёностным индексом АМОЦ до 0,6, при этом на глубине 2000 м коэффициент корреляции достигает значения 0,7.

Актуальность данного исследования связана с тем, что АМОЦ оказывает существенное влияние на перенос кислорода и биогенных элементов с поверхности Мирового океана в нижележащие слои. Кроме того, интенсивная теплоотдача при конвекции способствует передаче тепла из океана в атмосферу, тем самым смягчая климат Европы в зимний период. Изучение механизмов изменчивости АМОЦ способствует глобальному пониманию климатических процессов, что позволит в будущем предсказывать изменчивость климата и составлять точные климатические прогнозы в глобальном масштабе.

Финансирование отсутствует

Список литературы

- 1) Buckley M. W., Marshall J. Observations, inferences, and mechanisms of Atlantic Meridional Overturning Circulation variability: A review// *Reviews of Geophysics*. Vol. 54. 2016. P. 5–63. doi:10.1002/2015rg000493
- 2) Rayner D., Hirschi J., Kanzow T., Johns W., Wrigh P., Frajka-Williams E., Bryden H., Meinen C., Baringer M., Marotzke J., Beal L., Cunningham S. Monitoring the Atlantic meridional overturning circulation//*Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*. Vol. 58(17–18). 2011. P. 1744–1753. doi:10.1016/j.dsr2.2010.10.056
- 3) Zhang R. Coherent surface-subsurface fingerprint of the Atlantic meridional overturning circulation//*Geophysical Research Letters*. Vol. 35. 2008. L20705. doi:10.1029/2008GL035463
- 4) Chen X, Tung K. K. Global surface warming enhanced by weak Atlantic overturning circulation//*Nature*. Vol. 559(7714). 2018. P. 387–391. doi:10.1038/s41586-018-0320-y