**ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ПРИПОВЕРХНОСТНОГО ВЕТРА НА ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТЕРМОХАЛИННОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ**

***Левонян К.А.1, Багатинский В.А.1,2,3,4, Дианский Н.А.1,3,4***

*Студент, научный сотрудник, профессор*

*1 Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, физический факультет, кафедра физики моря и вод суши. Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 2  
2 Институт океанологии имени П. П. Ширшова РАН.   
Россия, 117218, Москва, Нахимовский пр., 36   
3 Институт вычислительной математики им. Г. И. Марчука  
 РАН Россия, 119333, Москва, ул. Губкина, 8  
4 Государственный океанографический институт им. Н. Н. Зубова   
Россия, 119034, Москва, Кропоткинский пер., 6*

[*levonyan.ka@gmail.com*](mailto:levonyan.ka@gmail.com)*,* [*vladbagat@vladbagat.ru*](mailto:vladbag38@gmail.com)*,* [*nikolay.diansky@gmail.com*](mailto:nikolay.diansky@gmail.com)

*Ключевые слова: Северная Атлантика, АМОЦ, INMOM, моделирование, климат*

Взаимодействие океана и атмосферы является важнейшим фактором во многих аспектах, включающих в себя прогнозирование погоды, климата, процессов на границе среды вода-воздух, в структуре поверхностных течений. Масштабные движения водных масс внутри океанов, которые связаны между собой глобальным океанским конвейером (ГОК), играют ключевую роль в формировании особенностей свойств климата, а их анализ позволяет выявить объяснения происходящих явлений и более полно понимать будущие состояния этой системы. Особую роль в климатической системе Земли играет Атлантический океан — район Северной Атлантики (СА) отвечает за более мягкий и оптимальный климат Европы, восточного побережья США, России. Более теплые воды на экваторе, двигаясь на север посредством ветрового воздействия, высвобождают тепло в атмосферу и греют окружающие части суши. К настоящему моменту опасность краха термохалинной циркуляции довольно высока в связи с интенсивным глобальным потеплением. Об ослаблении циркуляции в СА написано множество детальных научных статей, как например [3] и [5], в то время как в других работах [4] подчеркивается, что во время разных геологических эпох наблюдается корреляция средней палеотемпературы на Земле и состояния циркуляции.

Для количественной оценки вклада термохалинных факторов в тренды меридиональной опрокидывающей циркуляции Северной Атлантики (АМОЦ) были проанализированы данные модели INMOM и архива EN4 (MetOffice, UK) за периоды 1951–2023, 1951–1990 и 1991–2023 гг. Данные о поверхностном ветре (меридиональная и зональная компоненты обособленно) на уровне 10 метров анализируются на основе японского реанализа JRA-55. Метод «диагноз – адаптация» позволил реконструировать пространственно-временную изменчивость АМОЦ и выделить влияние потенциальной температуры, солености и двух компонент приповерхностного ветра на ее динамику. Это дало возможность разделить вклады изменений термических, соленостных и ветровых изменений в формирование трендов функции тока АМОЦ. Были рассчитаны коэффициенты линейной регрессии, отражающие вклад каждого отдельного фактора в общий тренд изменений АМОЦ. Эти коэффициенты оказались близкими к единице, что позволяет рассматривать влияние изменений всех анализируемых факторов на общую изменчивость АМОЦ как простую сумму.

Анализ выявил, что общий тренд АМОЦ коррелирует с трендом АМОЦ, обусловленным зональным ветром, который составляет до 30% от общего тренда. В периоды 1951–1990 и 1951–2023 гг. доминирующим фактором оказалась изменчивость потенциальной температуры, тогда как с 1991 по 2023 г. ключевой стала изменчивость соленостного режима. Так, ослабление ядра АМОЦ в конце XXI века связано с соленостными изменениями, а его усиление в середине века — с термическими. Полученные результаты подтверждают, что термохалинная циркуляция адаптируется к ветровым воздействиям, обеспечивая устойчивость климатической системы. Это подчеркивает необходимость комплексного учета как атмосферных, так и океанических факторов в моделях прогнозирования климата.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ № 22-17-00267П.

**Литература**

1. В.А.Багатинский, Н.А.Дианский. Вклады климатических изменений температуры и солености в формирование трендов термохалинной циркуляции Северной Атлантики в 1951-2017 гг. ВМУ. Серия 3. 2022. № 3. С. 73–88. ФИЗИКА ЗЕМЛИ, АТМОСФЕРЫ И ГИДРОСФЕРЫ.

2. Дианский Н.А. // Моделирование циркуляции океана и исследование его реакции на короткопериодные и долгопериодные атмосферные воздействия. М., 2013.

3. Caesar L., McCarthy G. D., Thornalley D. J. R., Cahill N., Rahmstorf S. Current Atlantic Meridional Overturning Circulation weakest in last millennium // Nature Geoscience. — 2021. — Vol. 14. — P. 118–120. — DOI: 10.1038/s41561-021-00699-z.

4. Rahmstorf S. Ocean circulation and climate during the past 120,000 years // Nature. — 2002. — Vol. 419. — P. 207–214. — DOI: 10.1038/nature01090.

5. Thornalley, D. J. R. et al. Anomalously weak Labrador Sea convection and Atlantic overturning during the past 150 years. Nature 556, 227–230 (2018).