

## ГЛУБОКАЯ КОНВЕКЦИЯ В ЛОФОТЕНСКОЙ КОТЛОВИНЕ НОРВЕЖСКОГО МОРЯ

А.М. Федоров<sup>1,2</sup>, Т.В. Белоненко<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Научный фонд «Международный центр по окружающей среде и дистанционному зондированию имени Нансена», Санкт-Петербург, Россия

## DEEP CONVECTION IN LOFOTEN BASIN OF THE NORWEGIAN SEA

A.M. Fedorov<sup>1,2</sup>, T.V. Belonenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Saint-Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup>Scientific Foundation “Nansen International Environmental and Remote Sensing Centre”, St. Petersburg, Russia

*Рассматриваются особенности пространственно-временной изменчивости глубокой конвекции в Лофотенской котловине Норвежского моря. Даны оценки интенсивности конвекции, посредством определения глубины ВКС (верхнего квазигомогенного слоя) методом Духовского по данным контактных измерений буев ARGO и результатам гидродинамического моделирования MITgcm.*

*The features of space-time variability of deep convection in The Lofoten basin of the Norwegian sea are considered. The convection intensity is estimated by determining the MLD (mixed level depth) by Dukhovskoy method using the data of ARGO buoys contact measurements and the results of hydrodynamic modeling of MITgcm.*

### **Введение.**

Лофотенская котловина Норвежского моря характеризуется наличием в ней квазипостоянного антициклонического Лофотенского вихря, расположенного в центре котловины между 68°-72° с.ш. и 2° з.д.-10° в.д., распространяющегося до самого дна (до 3250 м) [1-3]. Одним из ключевых механизмов поддержания термохалинной структуры квазипостоянного Лофотенского вихря является динамическая активность Норвежского течения, генерирующего множество мезомасштабных вихрей, отрывающихся от его восточной ветви и переносящих на запад теплые и соленые воды, которые, перераспределяясь по котловине, значительно влияют на образование глубинных океанских вод. Этот процесс определяет Лофотенскую котловину как основной тепловой резервуар субарктических морей. Также Лофотенская котловина одновременно является энергоактивной зоной, которая напрямую влияет на климат Европы и условия судоходства по северному морскому пути в экономической зоне России.

Глубокая конвекция выступает другим важнейшим механизмом, оказывая непосредственное воздействие на формирование линзообразной структуры в центре Лофотенской котловины [3]. Глубина верхнего квазигомогенного слоя (ВКС) характеризует интенсивность глубокой конвекции.

### **Данные и методы.**

Мы анализируем глубокую конвекцию в акватории Лофотенской котловины на основе данных гидродинамического моделирования при помощи MITgcm (предоставлены Д.Л. Волковым (Cooperative Institute for Marine and Atmospheric Studies University of Miami NOAA/AOML/PHOD)) с пространственным разрешением 4x4 км за период 1993-2012 гг. [4] и профилей температуры и солёности буев ARGO (<https://www.nodc.noaa.gov/argo/>) за период 2002-2017 гг. Глубина ВКС рассчитывалась методом Духовского (не опубликован). Проведено сравнение метода Духовского с методом Kara et al. [5] и показано, что метод Духовского для оценки глубокой конвекции является более точным. Положение Лофотенского вихря определялось по данным абсолютной динамической топографии AVISO (Archiving, Validation, and Interpretation of Satellite Oceanographic data) (<http://www.aviso.altimetry.fr/en/data.html>) на основе методики, описанной в Bashmachnikov et al. [6].

### **Результаты.**

Проведен T,S-анализ профилей ARGO вне и внутри Лофотенского вихря. Всего за зимний период в исследуемом районе отмечалось около 1500 профилей, и только 71 из них наблюдался внутри Лофотенского вихря. Получены оценки межгодовой изменчивости максимальных глубин ВКС в Лофотенской котловине. Установлено, что по данным модели MIT конвекция может

охватывать слой до 950 м, а по данным ARGO до 1100 м. Рассмотрено пространственное распределение максимальных за весь период глубин ВКС по данным ARGO и данным MITgcm: в обоих случаях максимальные глубины ВКС наблюдаются в районе, где чаще всего отмечается Лофотенский вихрь. Определено количество профилей с глубиной ВКС более 300 и 500 метров в процентах от общего числа по данным модели и в штуках по данным контактных измерений. До 35 % процентов профилей под данным MITgcm может перемешиваться до 300 метров и до 15% до 500 в области, приуроченной к наиболее частому нахождению Лофотенского вихря. Показано, что наибольшей интенсивности конвективные процессы в Лофотенской котловине достигают в марте. Описаны особенности формирования конвекции в течение зимнего сезона по среднемесячным полям ВКС, рассчитанным по данным MITgcm.

### Литература

1. Белonenko Т.В., Волков Д.Л., Норден Ю. Е., Ожигин В. К. // Циркуляция вод в Лофотенской котловине Норвежского моря. Вестник СПбГУ. 2014. Сер. 7. № 2. С. 108–121.
2. Volkov D.L., Belonenko T.V., Foux V.R. Puzzling over the dynamics of the Lofoten Basin - a sub- Arctic hot spot of ocean variability // Geophys. Res. Lett. 2013. V. 40. N. 4. P.738-743. doi:10.1002/grl.50126.
3. Блошкина Е.В., Иванов В.В. Конвективные структуры в Норвежском и Гренландском морях по результатам моделирования с высоким пространственным разрешением // Труды гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации. 2016. № 361. С. 146–168.
4. Колдунов А.В., Колдунов Н.В., Волков Д.Л., Белonenko Т.В. Применение спутниковых данных для валидации гидродинамической модели Северного Ледовитого океана. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 6. С. 111–124.
5. Kara, A.B., Rochford, P.A., Hurlburt, H.E. Mixed layer depth variability over the global ocean // J. Geophys. Res. 2003. V. 108. N. C3. P. 3079. doi:10.1029/2000JC000736.
6. Bashmachnikov, I. L., Sokolovskiy, M. A., Belonenko, T. V., Volkov, D. L., Isachsen, P. E., Carton, X. On the vertical structure and stability of the Lofoten vortex in the Norwegian Sea // Deep-Sea Res. I. 2017. V. 128, P. 1–27. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr.2017.08.001>.  
*Работа выполнена при поддержке РФФ, грант № 18-17-00027.*

*This work was supported by the Russian Science Foundation, grant number 18-17-00027.*