

ОТЗЫВ

**председателя диссертационного совета на диссертацию
Новоселовой Елены Владимировны на тему:
«Мезомасштабная вихревая динамика Лофотенской котловины»,
представленную на соискание ученой степени кандидата
географических наук по научной специальности 1.6.17. Океанология**

Актуальность темы

Лофотенская котловина, будучи транзитной зоной для теплых и соленых атлантических водных масс на их пути в Арктику, играет важную роль в поддержании глобальной термохалинной циркуляции во всем Мировом океане. Здесь атлантические воды, поступающие из субтропиков, отдают тепло атмосфере, охлаждаются, перемешиваются с окружающими водами и претерпевают трансформацию, необходимую для образования глубинных вод. Многолетние изменения крупномасштабной циркуляции и термохалинных характеристик вод в области котловины являются ключевым звеном для понимания роли океанографических процессов, влияющих на изменения, происходящие в Северном Ледовитом океане. Поэтому представляется весьма актуальным проведение исследований пространственной, сезонной и межгодовой изменчивости характерных изопикнических поверхностей Лофотенской котловины с использованием данных современных реанализов, в которых вихреразрешающая гидродинамическая модель ассимилирует поступающие на регулярной основе спутниковые и контактные измерения.

Динамическая активность в Лофотенской котловине традиционно связывается с изменчивостью антициклонического круговорота, который отмечается в ее центре. Этот квазипостоянный антициклонический вихрь хорошо детектируется по линзе теплой и соленой воды в интервале глубин 300–1000 м и имеет горизонтальные размеры около ста километров. Сохранение пространственного положения вихря в пределах Лофотенской котловины связано с его циклоническим дрейфом под влиянием донной топографии. Однако пространственное положение и характеристики данной структуры испытывают значительные колебания. Ведется интенсивная научная дискуссия о причинах формирования и регенерации Лофотенского вихря. Соответственно исследование пространственной, сезонной и межгодовой мезомасштабной вихревой изменчивости Лофотенской котловины представляется актуальной задачей важной для расширения фундаментальных знаний о физических процессах в Мировом океане.

Оценка структуры и содержания работы

Текст диссертации состоит из введения, шести глав и заключения.

В первой главе приведено физико-географическое описание исследуемого Северо-Европейского бассейна и Лофотенской котловины. Проведен анализ литературных источников, посвященных водным массам и вихревой динамике вод Лофотенской котловины.

Глава воспринимается хорошо, однако в ней не хватает заключительного раздела, обобщающего все представленные в ней материалы.

Во второй главе описаны используемые данные, методы их анализа. Рассмотрены методические вопросы оценки бароклиного радиуса деформации Россби, расчета потенциальной завихренности, а также оригинальная методика детектирования границ Лофотенского вихря.

Текст главы хорошо структурирован, все методики изложены четко и последовательно. Несмотря на то, что глава носит технический характер, она показывает высокий уровень подготовки работы.

В третьей главе рассматриваются оценки бароклинного радиуса деформации Россби, а именно его пространственная, сезонная и межгодовая изменчивость в Норвежском и Гренландском морях.

Глава написана четко и последовательно. Полученные оценки бароклинного радиуса деформации Россби неплохо согласуются с оценками других исследователей. Однако не ясно, почему в главе отсутствует обобщающий вывод, хотя его можно найти в разделе заключение.

В четвертой главе проводится результаты изопикнического анализ вод Лофотенской котловины. Рассмотрены глубины залегания изостерических поверхностей и термохалинные характеристики на них. Рассмотрена сезонная и межгодовая изменчивость температуры и солености на указанных поверхностях.

Глава является одной из ключевых в данной работе. Особенно интересен вывод о том, что заглупление атлантических вод в котловине происходит в направлении, противоположном доминирующему направлению вихрей, переносящих воды Норвежского склонового течения в центральную часть котловины, что приводит к увеличению продолжительности нахождения атлантических вод в Лофотенской котловине.

В пятой главе, посвящённой исследованию сезонной и межгодовой изменчивости характеристик вихрей в Лофотенской котловине, представлены оценки орбитальной скорости, относительной и потенциальной завихренности, размеров вихрей (диаметр, высота, объём) и характеристик вод в них (профили потенциальной плотности и частоты Вейселя-Брента).

Глава, как и предыдущая, является одной из ключевых в данной работе. Она производит благоприятное впечатление. Наиболее интересен вывод о том, что усиление вихря происходит не в период зимней конвекции, которая является одной из причин его регенерации, а летом.

В шестой главе рассматривается вопрос трансформации (вытягивания) вихревых структур в Мировом океане с акцентом на область расположения Лофотенского вихря. Описана изменчивость параметра, характеризующего возможность вытягивания вихрей в филаменты в пространстве и времени.

В целом в главе представлены интересные результаты. В частности показано, что в ядре антициклонического Лофотенского вихря вытягивание отсутствует. Однако часть результатов главы несколько выходит за рамки данного исследования, их включение в диссертацию было не обязательно.

В целом диссертационная работа показывает способность автора выполнить широкий комплекс научных исследований в области использования большого объема данных, его обработки и анализа и интерпретации полученных результатов. Структурно диссертационное исследование выстроено логично и последовательно.

Степень обоснованности положений и выводов

Диссертационная работа показывает способность автора выполнить значительное и разноплановое научное исследование от сбора и синтеза данных до их обработки с применением принципиально различных методов анализа.

Научные результаты диссертации достаточно четко обоснованы и аргументированы, хотя отдельные их части требуют дополнительных пояснений. Обоснованность научных положений, сформулированных в диссертации, доказывается использованием обширного объема разнородных массивов данных. Выводы логически вытекают из материалов исследований и отражают поставленные задачи.

Формулировки защищаемых положений в полной мере отражают результаты работы. При этом тезисы о научной новизне работы и формулировки основных результатов заключения диссертационной работы раскрывают и дополняют понимание защищаемых положений.

Достоверность и новизна результатов

Основные положения и результаты диссертационной работы оригинальны, четко обоснованы и доказаны. В работе использовались верифицированные данные глобальных океанических реанализов GLORYS12V1, GLORYS2V4 и ARMOR3D. Анализ данных выполнялся при помощи преимущественно общепринятых методов анализа, апробированных другими исследователями.

Автором было: впервые показано, что заглупление атлантических вод в Норвежском море в области идет в направлении, противоположном преобладающему движению вихревых структур, переносящих воды Норвежского склонового течения в центральную часть Лофотенской котловины, вследствие чего увеличивается продолжительность нахождения атлантических вод в котловине и усиливается ее роль как теплового резервуара в регионе; разработан оригинальный алгоритм выделения местоположения и границ Лофотенского вихря, определены особенности его геометрической структуры; установлено, что усиление вихря происходит не в период зимней конвекции, а в теплый сезон года; показано, что в область соответствующая центральной части Лофотенского вихря является динамическим образованием в рамках которого деформация вихревого поля ограничена.

Значительный личный вклад автора в исследование, так же как достоверность и новизна научных результатов работы, подтверждаются одиннадцатью публикациями в ведущих рецензируемых журналах (индексируемых базами Scopus и Web of Science) и значительным числом выступлений на конференциях (материалы которых также были опубликованы).

В качестве замечаний можно отметить следующее:

- Представленный во введении раздел «актуальность» написан неудачно. Он не раскрывает степень важности данной работы в свете решения современных задач океанологии. Желательно заполнить этот пробел.
- В конце первой главы не хватает раздела, обобщающего результаты литературного обзора, в рамках которого были бы кратко причислены проблемы в изучении вихревых структур в Лофотенской котловине, решению которых посвящено дальнейшее исследование.
- Во второй главе (раздел 2.2.4) приводятся эмпирические критерии, задаваемые для выделения Лофотенского вихря. Желательно пояснить причины их выбора именно этих величин.
- В третьей главе для описания обобщенного характера межгодовой изменчивости бароклинного радиуса деформации Россби использована функция линейного тренда (см. рис.3.4). Почему сделан данный выбор при наблюдаемых периодических колебаниях?
- В четвертой главе отмечается, что среднемноголетняя глубина δ -поверхностей в среднем на 100 м больше чем в работе (Rossby et al., 2009a). Желательно пояснить с чем связаны столь существенные различия.
- В описании результатов шестой главы сделан вывод о том, что в ядре антициклонического Лофотенского вихря вытягивание отсутствует. Однако значительная трансформация - растяжение вихря показаны в работе (Жмур и др., 2022b). Кроме того, одной из основных причин регенерации Лофотенского вихря считается слияние с другими мезомасштабными вихрями, отрывающимися от Норвежского течения (Зинченко и др., 2019; Fedorov, Belonenko, 2020; Fer et al., 2018; Gordeeva et al., 2020; Köhl, 2007; Raj et al., 2015; Travkin, Belonenko, 2019; Trodahl et al., 2020; Volkov et al., 2015). Желательно пояснить данный момент.

Отмеченный ряд замечаний не снижает впечатление от проведенного обширного и интересного исследования.

Заключение

Диссертация Новоселовой Елены Владимировны на тему: «Мезомасштабная вихревая динамика Лофотенской котловины» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Новоселова Елена Владимировна заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по научной специальности 1.6.17. Океанология. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не установлены.

Председатель диссертационного совета:
доктор географических наук, доцент, профессор кафедры океанологии
Санкт-Петербургского государственного университета

12.11.2023



Зимин Алексей Вадимович