

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Кубрякова Арсения Александровича «Изменчивость динамики вод Черного моря на сезонных и временных масштабах и ее влияние на морскую экосистему»**, представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.6.17 – Океанология

Диссертация А.А. Кубрякова посвящена малоисследованным вопросам сезонной и межгодовой изменчивости динамики вод Черного моря под влиянием атмосферных воздействий и ее влияния на гидробиологические процессы. Тема исследования, безусловно, актуальна. Для решения поставленных задач автор использовал обработку и анализ большого массива различных данных (гидрологических измерений, спутниковых данных видимого и ИК-диапазонов спектра и альтиметрии, измерений дрейфующих буев Арго и заякоренных буев, биооптических данных буя Био-Арго, заякоренного буя «Аквалог», данных реанализа атмосферных полей), численное моделирование циркуляции вод и ряд разработанных им методов обработки данных.

Основные результаты работы изложены в 4-х разделах автореферата. **Раздел 1** посвящен исследованию изменчивости крупномасштабной (ОЧТ) и мезомасштабной (вихри) динамики вод на основе данных альтиметров. Выявлен положительный тренд завихренности ветра в 1992–2019 гг., приведший к интенсификации ОЧТ и снижению водообмена между шельфовой зоной и открытой частью моря (и к снижению водообмена между Черным и Азовским морями). На основе разработанного автором метода идентификации вихрей за период 1992–2011 гг. идентифицировано более 10000 циклонических (Ц) и антициклонических (АЦ) вихрей со временем жизни более 4-х недель, рассчитаны траектории их движения, впервые получено пространственное распределение их характеристик (радиусы, орбитальные скорости и т.д.) и исследованы изменения этих характеристик в процессе эволюции вихря. Показано, что важнейшим источником энергии для АЦ является аккумуляция ими опресненных шельфовых вод.

В **разделе 2** на основе разработанных автором методики параметризации поверхностной дрейфовой скорости течения и лагранжевых методов расчета перемещения плавающих объектов на поверхности моря с использованием данных альтиметров исследуется межгодовая изменчивость путей распространения вод Дуная в летний период в зависимости от преобладающих направлений ветра. Показано, что эта изменчивость в значительной степени влияет на пространственное распределение хлорофилла в западной части Черного моря. Установлено, что ослабление/усиление кросс-шельфового водообмена при росте/уменьшении циклонической завихренности ветра и, соответственно, усилении/ослаблении ОЧТ определяет межгодовую изменчивость концентрации хлорофилла *a* в районах, наиболее подверженных влиянию речного стока.

**Раздел 3** посвящен исследованию (на основе детального анализа массива гидрологических и спутниковых измерений) влияния интенсивности ветрового и динамического воздействия на изменчивость термохалинной структуры и стратификации вод Черного моря. Показано, что выявленное резкое увеличение солености в верхнем слое вод (до глубин 200–250 м), приводящее к ослаблению халинной стратификации верхнего слоя, может оказывать влияние на вовлечение биогенных элементов из слоя их подповерхностного максимума. Исследована эволюция динамической и термохалинной

структуры в течение времени жизни в Ц и АЦ вихрях и оценены вертикальные скорости в вихрях. Выполнен анализ сезонной и межгодовой изменчивости толщины ВКС под влиянием ветра, температуры поверхности, интенсификации летних штормов, средней по бассейну скорости течений.

В разделе 4 на основе спутниковых измерений, данных буев Био-Арго и полученных в разделе 3 сведений об изменчивости термохалинной структуры исследуется изменчивость биооптических характеристик вод Черного моря. В частности, ростом солености и ослаблением халинной стратификации объясняется мощное цветение кокколитофорид в теплые 2012 и 2017 годы. Исследовано влияние штормов в зимний и летний периоды года на цветение кокколитофорид.

Совместный анализ изменчивости биотических процессов с абиотическими (физическими) является большим достоинством исследования диссертанта. Диссертация обладает внутренним единством. Пять положений, выносимых автором на защиту, обоснованы изложением в тексте автореферата. Все основные результаты исследования отражены в многочисленных публикациях автора. Список представленных в автореферате публикаций **впечатляет**: из общего количества 125 научных работ (из них 65 – в сборниках материалов конференций) **35** работ – в рецензируемых изданиях, входящих в наукометрические базы WoS/Scopus, из них **12** опубликованы в изданиях первого квартиля (Q1).

***Замечания по тексту автореферата:***

1. На рис. 3 автореферата показаны примеры идентифицированных вихрей по данным альтиметров: АЦ 17 сентября 2008г. (а) и Ц 3 февраля 2010 г (б). Напрашивается вывод о сезонности образования вихрей: АЦ в теплый сезон и Ц в холодный. Вопрос сезонности не затронут в автореферате, дано общее и в отдельности количество идентифицированных Ц и АЦ. Но, может быть, он обсуждается в тексте диссертации.
2. Механизмы образования антициклонов в Черном море обсуждались в литературе, и автором диссертации предложен новый механизм сезонной (в теплый сезон) генерации АЦ, связанный с оттоком опресненных вод с шельфа в центральную часть моря (пункт 1.4.3 автореферата). А каков механизм генерации циклонических вихрей и как он связан с интенсификацией циклонической завихренности ветра над бассейном в холодный сезон? Может быть, этот вопрос тоже обсуждается в тексте диссертации.
3. Замечание редакционного характера по Списку публикаций по теме диссертации. В тех случаях, когда работа сначала опубликована в отечественном журнале на русском языке и потом переведена на английский, правильнее давать в Списке ее исходный вариант на русском и в скобках – в переводном. У автора – наоборот: русский вариант – в скобках после переводного (работы 2, 3, 4, 7, 8 и т.д.).

Высказанные вопросы/замечание не умаляют общего положительного впечатления от представленной работы. Диссертационное исследование актуально, выполнено на высоком научном уровне, представляет научный и практический интерес, соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Кубряков

Арсений Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук.

Кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук

20.10.2023

Гинзбург Анна Ивановна

Я, Гинзбург Анна Ивановна, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

**Специальность**, по которой защищена диссертация, – 11.00.08 (Океанология).

**Адрес места работы:** 117997, г. Москва, Нахимовский проспект, д. 36.

**Организация, структурное подразделение:** Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук, Лаборатория экспериментальной физики океана.

**Тел.:** +7 916 434-95-24

**E-mail:** [Ginzburg@ocean.ru](mailto:Ginzburg@ocean.ru)

Подпись Гинзбург Анны Ивановны заверяю:

Ученый секретарь ФГБУН Института океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук

20.10.2023



Фалина Анастасия Сергеевна