

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Чурина Дмитрия Александровича

«Мезомасштабная динамика вод в антарктической части Атлантики и ее влияние на распределение криля» представленную на соискание учёной степени кандидата географических наук по специальности 25.00.28 - Океанология.

Традиционные контактные океанологические исследования Южного океана всегда были связаны с большими трудностями и финансовыми затратами из-за отдалённости и суровых погодных условий этого региона Мирового океана. С развитием в последние десятилетия спутниковых методов измерения океанографических характеристик появились новые возможности изучения морских акваторий, в том числе и их биотических полей. Особенно большие перспективы обозначились с применением спутниковых альтиметрических измерений уровня поверхности океанов и морей. Одновременная работа нескольких спутников, несущих альтиметры на борту, позволила улучшить пространственно-временное разрешение альтиметрических данных, открыв возможности для оценки плохо изученных мезомасштабных процессов в океане.

Цель диссертационной работы Дмитрия Александровича Чурина - исследование динамики мезомасштабных вихрей и течений в Антарктической части Атлантики по альтиметрическим измерениям уровня океана и определение их влияния на распределение антарктического криля.

Работа Чурина Д.А. является весьма актуальной, так как сырьевая база антарктического криля в настоящее время недостаточно используется, и для выработки мер по организации рационального промысла криля, управления его ресурсами с учетом решения экологических задач, необходимо исследование закономерностей формирования его промысловых участков, как в традиционных приостровных районах, так и в океанических частях антарктической части Атлантики.

Работа состоит из введения, 5 глав (143 страницы основного текста, включая 60 рисунков и 9 таблиц), заключения и списка используемой литературы из 160 наименований, в том числе 62 на иностранном языке.

Во введении полностью изложена информация, необходимая для представления диссертации к защите: освещены вопросы актуальности и новизны работы, сформулированы цель и задачи исследования; положения, выносимые на защиту; приведены публикации (всего 10, из них 2 в рецензируемых изданиях) и показана апробация работы.

В 1-й главе на основе анализа опубликованных в различных литературных источниках данных, описываются существующие представления о структурных особенностях рельефа дна моря Скотия, водных массах Антарктической части Атлантики, океанологических фронтах, особенностях горизонтальной циркуляции

вод, ледовых условиях изучаемого района, атмосферной циркуляции и особенностях распределения поля приземного ветра. Недостатком является отсутствие раздела, освещающего исторические сведения об исследованиях динамики вод Антарктической части Атлантики в синоптическом диапазоне пространственно-временных масштабов, и описания существующих трактовок мезомасштабной изменчивости океанологических полей.

Вторая глава посвящена описанию используемой в работе контактной и спутниковой гидрометеорологической информации, а также статистическим методам её анализа.

В третьей главе приводятся существующие представления о биологии криля и особенностях его пространственного распределения.

Непосредственно полученные соискателем результаты статистического анализа контактной и спутниковой информации и их интерпретация представлены в главах 4 и 5.

Новым, интересным результатом, представленным в главе 4, является классификация вод исследуемого региона Южного океана по данным абсолютной динамической топографии, выполненная на основе кластерного анализа спутниковых альтиметрических измерений уровня моря. Это позволило соискателю выделить 5 районов, различающихся по изменчивости динамических процессов, основные из которых соответствуют южной и северной частям Антарктической части Атлантики.

В разделе 4.2 автором впервые подробно описаны параметры мезомасштабных вихрей в Антарктической части Атлантики и их статистические характеристики. На основе выполненного анализа сделан важный вывод: наиболее интенсивным районом вихреобразования является ЮПФЗ, для которой характерны вихри с наибольшими амплитудами, горизонтальными размерами, скоростями вращения и передвижения. К недостаткам проведённого статистического анализа следует отнести отсутствие попытки идентифицировать мезомасштабные вихри по механизмам их генерации: анемобарические, топографические, вихри баротропной и бароклинной неустойчивости течений. Такая идентификация способствовала бы более правильному выбору предикторов при разработке прогнозов изменчивости океанологических условий промысла криля в Южном океане.

Ещё одно замечание связано с взаимным корреляционным анализом рядов ежесуточных значений аномалий уровня моря в пяти точках моря Скотия (таблица 6, стр. 93). Этот анализ был проведён соискателем в стационарном приближении и не выявил корреляции между рядами. Учитывая, что мезомасштабные колебания уровня моря - выраженный нестационарный случайный процесс, такой анализ обязательно следовало провести и с учетом не стационарности процессов.

Основное замечание, которое возникло при знакомстве с 4-й главой диссертационной работой, связано с тем, что автор использует только вихревую интерпретацию мезомасштабной изменчивости динамических полей АЧА, без учета других её трактовок. Следует напомнить, что в ряде работ мезомасштабная

изменчивость полей уровня в Южном океане, оцененная по спутниковым альтиметрическим данным, интерпретируется как проявление динамики различных видов низкочастотных волн (Young-Hyang Park, 1990; Hughes, 1995; Hughes, 1996; Захарчук, 1997; Белоненко и др., 2004). Сам, Челтон до начала 2000-х г. связывал мезомасштабную изменчивость в альтиметрических полях уровня моря с бароклинными волнам Россби (Chelton, D.V., Schlax, M.G., 1996; Fu, L.-L., Chelton, D.V., 2001). Переход от волновой к вихревой трактовке полей уровня моря был связан, прежде всего, с улучшением пространственного разрешения альтиметрических данных и оценками параметров нелинейности, которые показали, что мезомасштабные возмущения уровня моря в альтиметрических полях имеют выраженную нелинейную структуру. Однако, мезомасштабные колебания уровня в океане представляют собой сложный, многофакторный полициклический нестационарный процесс. В аномалиях уровня моря, оцененных по спутниковым альтиметрическим данным, присутствуют вклады не только мезомасштабных вихрей, но и различных видов низкочастотных волн, а также колебаний, связанных с изменчивостью ветровых и бароградиентных течений. Поэтому наиболее правильные оценки характеристик низкочастотных волн (в том числе и параметров нелинейности) могут быть получены только на основе анализа трёхмерного спектра различных океанологических характеристик. Такого анализа при обосновании вихревой интерпретации альтиметрических полей уровня моря в работе (Chelton et al., 2011) не было проведено. Поэтому вопрос о доминировании вихрей в мезомасштабных полях уровня Антарктической части Атлантики остаётся дискуссионным и требует более репрезентативных исследований. В диссертационной работе соискатель совершенно не уделил внимания спорным моментам в вихревой трактовке мезомасштабной изменчивости динамических полей в атлантическом секторе Южного океана.

Несомненный научный интерес имеют результаты 5-й главы, показывающие, что согласно совместному анализу спутниковой альтиметрической информации и данных международной судовой съёмки антарктического криля, его наиболее плотные скопления находились не в центрах циклонических или антициклонических вихрей, а на их перифериях. Интересно отметить, что подобный результат был получен при анализе пространственного распределения хлорофилла "А" в океане (Chelton, D. V., Gaube, P., Schlax, M. G., Early, J. J., & Samelson, R. M. The influence of nonlinear mesoscale eddies on near-surface oceanic chlorophyll, *Science*, 2011, Vol. 334, I. 6054, pp. 328-332), скоплений сайры и кальмара в Тихом океане (Старицин и др. Вопросы промысловой океанологии. - М.: Изд-во ВНИРО, 2007. - Вып. 4, № 2. - С. 159-177), а также по данным аналитического моделирования распределения субстанции в синоптических вихрях (Т. В. Белоненко, Е. А. Захарчук, В. Р. Фукс. Волны или вихри? Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7, вып. 3, (№ 21), 1998 г., с. 37- 44).

Сожаление вызывает, что соискатель для исследования механизмов формирования промысловых концентраций криля не использовал спутниковые

данные по хлорофиллу "А". Учитывая, что распределение криля в целом согласуется с крупномасштабным распределением фитопланктона в Южном океане (Масленников, 2003), можно ожидать, что совместный анализ спутниковых данных по уровню моря и хлорофиллу "А" позволил бы на более представительном уровне оценить механизмы формирования зон высокой концентрации и рассеяния антарктического криля.

По тексту работы имеются также незначительные замечания:

1. Сравнение течений, рассчитанных в рамках геострофического соотношения по спутниковым альтиметрическим уклонам уровня, с их контактными измерениями на горизонте 50 м, полученными с помощью ADCP, является некорректным (стр. 107-109). По альтиметрическим данным рассчитываются интегральные по глубине течения, поэтому при сравнении течения, измеренные ADCP нужно усреднять по вертикали.
2. Не понятно, почему в результатах статистического анализа различных океанологических характеристик, представленных в таблицах 1, 2, 3, 5, 8, 9 значения дисперсии не равны квадрату среднего квадратического отклонения?
3. В разделе 4.2 для более полного исследования сезонных изменений аномалий уровня моря помимо средних многолетних сезонных оценок, представленных на рис. 34, полезно было бы привести сезонные изменения статистических характеристик аномалий уровня моря, полученные с помощью квантильного анализа.
4. В разделе 4.3 дисперсия и ср. квадратическое отклонение морских течений рассчитывались только по их модулю. Это методическая ошибка. Дисперсия двухкомпонентного векторного процесса есть тензор 2-го ранга, имеющий 4 компоненты. Для правильной и полной оценки дисперсии такого процесса следует оценивать линейный инвариант тензора дисперсии, а также характеристики эллипса дисперсии (большую и малую его оси и их направления).

В целом приведенные замечания не снижают уровень основных результатов диссертации. Диссертационная работа Чурина Д. А. является законченным научным исследованием, посвященным раскрытию основных закономерностей динамики мезомасштабных вихрей в Антарктической части Атлантики и определению их влияния на распределение антарктического криля.

Степень достоверности основных научных положений и результатов работы обеспечивается большим объемом обработанных спутниковых данных, применением современных методов их статистического анализа, сопоставлением динамических характеристик полученных на основе спутниковой альтиметрической информации с контактными методами их измерения.

На отзыв представлен также автореферат диссертации. Содержание автореферата в полной мере отражает основные положения и результаты исследования.

Диссертационная работа обобщает исследования автора, опубликованные в 10 научных статьях, 2 из которых опубликованы в рецензируемых

журналах, рекомендованных ВАК, что свидетельствует о достаточном представлении полученных результатов российской и зарубежной научной общественности. В диссертации приводятся сведения о практическом использовании полученных автором научных результатов.

Не вызывает сомнения, что диссертация Чурина Д. А является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей значение для развития прикладных океанологических исследований. Работа обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку (пункты 9 и 10 "Положения о присуждении ученых степеней" от 24.09.2013 г. №842).

Диссертация Чурина Дмитрия Александровича «Мезомасштабная динамика вод в антарктической части Атлантики и ее влияние на распределение криля» является завершенным квалификационным исследованием, удовлетворяющим требованиям ВАКа, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.28 - Океанология (Науки о Земле).

Я, Захарчук Евгений Александрович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент

доктор географических наук
(специальность 25.00.28 - океанология),
профессор, и. о. зав. кафедры океанологии,
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
"Санкт-Петербургский государственный университет",
директор Санкт-Петербургского
отделения ФГБУ "Государственный
океанографический институт им. Н.Н. Зубова",
199034, Санкт-Петербург,
Университетская набережная д.7-9,
тел. +7(812) 328-97-09
E-mail: e.a.zaharchuk@spbu.ru
Сайт организации <http://spbu.ru/>

Захарчук
Евгений Александрович

Подпись руки
Е. А. Захарчука
У доверенности
Инспектор отдела кадров
СПбФГБУ "ГОИИ"
Клеванов И. П.
25 мая 2016 г.