

УДК 639.2.053.1(269)+551.465(265.7)

**Е. В. Бородин, Д. А. Чурин, П. П. Чернышков**

**ВЛИЯНИЕ ДИНАМИКИ ВОД НА БИОМАССУ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ  
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ПЕЛАГИАЛИ  
ЮЖНЫХ ЧАСТЕЙ АТЛАНТИЧЕСКОГО И ТИХОГО ОКЕАНОВ**

142

*Исследованы сезонные и межгодовые изменения мезомасштабных параметров динамики вод в верхнем 200-метровом слое океана в связи с биомассой и распределением биологических ресурсов, а также с особенностями динамики атмосферных процессов. Установлены и описаны масштабы и механизмы влияния океанологических условий на биомассу и распределение промысловых скоплений ставриды в южной части Тихого океана и антарктического криля в антарктической части Атлантики. Показаны возможности использования полученных результатов для рационального промысла биологических ресурсов в исследуемых районах Мирового океана.*

*This article examines seasonal and interannual changes in the parameters of mesoscale water dynamics in the upper 200 m layer of the ocean due to the biomass and biological resources distribution, as well as the specific dynamics of the atmospheric processes. The authors identify the scope and mechanisms of the impact of oceanological conditions on the biomass and distribution of commercial horse mackerel concentrations in the southern part of the Pacific Ocean and the Antarctic krill in the Antarctic part of the Atlantic. The possibilities of using the results obtained for the rational commercial use of biological resources in the studied areas of the global ocean are described.*

**Ключевые слова:** южные части Атлантического и Тихого океанов, альтиметрия, криль, температура, соленость, промежуточная водная масса антарктического происхождения.

**Key words:** sothern parts of the Atlantic and Pacific Oceans, altimetry, krill, temperature, salinity, intermediate water of Antarctic origin.

**Введение**

Вылов биологических ресурсов в традиционных районах промысла в океанах и морях в последние годы практически достиг предельного уровня (около 90 млн т в год) и, несмотря на увеличение спроса, совершенствование способов добычи и технологий переработки, не увеличивается. В настоящее время резерв для увеличения вылова существует только в южных частях Атлантического и Тихого океанов, где имеются недоиспользуемые ресурсы.



Эти районы промысла открыты и исследованы отечественными учеными; была создана и научная основа рационального рыболовства. В 1979–1991 г. там осуществлялся стабильный промысел с годовым выловом до 1,5 млн т. С 1992 г. промысел прекращен по причинам, не связанным с состоянием сырьевой базы.

Сегодня, по оценкам международных организаций по управлению рыболовством, общий допустимый улов в названных районах составляет: 5,2 млн т антарктического криля (пелагическая креветка) в южной части Атлантического океана (АЧА) и не менее 1 млн т ставриды (*Trachurus murphyi*) в южной части Тихого океана (ЮТО). Однако биомасса и распределение этих объектов существенно меняются от года к году и зависят от условий среды обитания.

Главные практические задачи научного обеспечения рационального промысла в районах АЧА и ЮТО в настоящее время заключаются в следующем:

– в районе АЧА: оценки тенденций изменения общей биомассы криля на акватории моря Скотия и ожидаемые величины биомасс промысловых скоплений криля в традиционных районах промысла (Южные Шетландские и Южные Оркнейские острова, шельф о. Южная Георгия);

– в районе ЮТО: оценка тенденций межгодовых изменений биомассы ставриды западной, центральной и восточной единиц запаса.

Решение этих задач возможно за счет использования новых видов океанологической информации, которые стали доступны в последние два десятилетия.

Цель настоящей работы – исследование сезонной и межгодовой изменчивости океанологических условий, влияющих на биомассу и распределение антарктического криля в АЧА и ставриды в ЮТО с использованием новых видов океанологической информации.

### Материалы и методы

В настоящее время для изучения масштабов и механизмов сезонной и межгодовой изменчивости океанологических процессов, влияющих на биомассу и распределение биологических ресурсов, стали доступны принципиально новые виды океанологической информации: спутниковые измерения высоты уровенной поверхности океана (имеются данные с 1992 г.) и результаты вертикальных зондирований океана до глубин 2000 м автоматическими дрейфующими буями в рамках международного проекта «Арго» (Argo) – имеются данные с 2004 г.

В качестве исходных данных для района АЧА использованы спутниковые альтиметрические измерения высоты уровенной поверхности океана (абсолютная динамическая топография и рассчитанные на ее основе составляющие скорости течения), получаемые из международного центра спутниковых океанологических данных AVISO (Archiving, Validation and Interpretation of Satellite Oceanographic data). Массив представляет собой объединенные за каждые 6 суток данные спутников TOPEX/Poseidon, Jason 1, Jason 2, ERS-2 и Envisat в узлах регулярной сетки [10]. Шаг по пространству между узлами составляет  $0,25^\circ$  по широте и долготе. Использованы данные с января 1993 г. по декабрь 2012 г. Исследование выполнено для акватории  $48^\circ - 63^\circ$  ю. ш;  $72^\circ - 20^\circ$  з. д.

Были также использованы траектории дрейфа буев на поверхности океана [16]. Для анализа данных применялся кластерный анализ полей среднегодовых значений абсолютной динамической топографии (АДТ) в узлах регулярной сетки по методу Уорда с расчетом евклидовых расстояний в качестве меры близости [3; 7]. Шаг сетки —  $1^\circ$  по широте и долготе.

Для района ЮТО использованы вертикальные профили температуры и солености, получаемые автоматическими буями проекта «Арго» с января 2004 г. по декабрь 2012 г. [13]. Анализировались отклонения температуры и солености на горизонтах 100, 200, 500 м от осредненных за весь период наблюдений величин в трех одноградусных по широте и долготе квадратах с координатами центров:  $32,5^\circ$  ю. ш.,  $167,5^\circ$  з. д. — западный;  $27,5^\circ$  ю. ш.,  $132,5^\circ$  з. д. — центральный;  $32,5^\circ$  ю. ш.,  $92,5^\circ$  з. д. — восточный.

## Результаты и обсуждение

### Атлантическая часть Антарктики

АЧА является главным районом промысла антарктического криля в Антарктике (рис. 1).

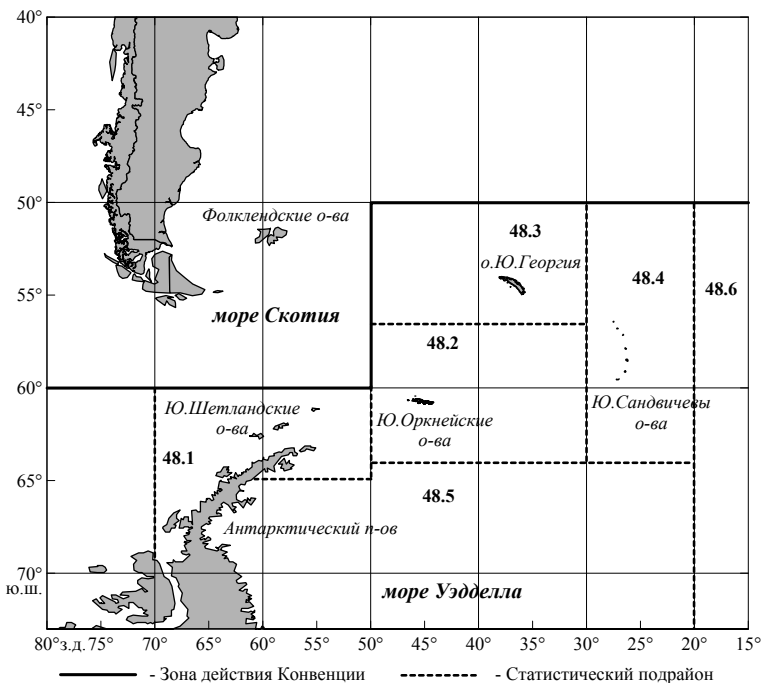


Рис. 1. Схема расположения промысловых подрайонов [11]

Как известно [4; 9; 14], горизонтальное распределение антарктического криля в море Скотия существенно зависит от положения вторичной фронтальной зоны (ВФЗ) и динамики вод, которые отслеживаются на основе полей уровневой поверхности океана.



Главным механизмом формирования биомассы криля в традиционных районах промысла в море Скотия выступают процессы динамики и стационарирования мезомасштабных вихрей. Различными авторами показано, что поверхностные течения, а также положение фронтальных зон и акватории стационарирования мезомасштабных вихрей, рассчитанные на основе альтиметрических данных, соответствуют данным прямых наблюдений [2; 6; 12; 17].

Представление о пространственной изменчивости интенсивности колебаний уровня моря по альтиметрическим данным дает поле среднеквадратических отклонений этого параметра за 20 лет (рис. 2). В нем выявляются зоны повышенной и пониженной интенсивности низкочастотных колебаний.

145

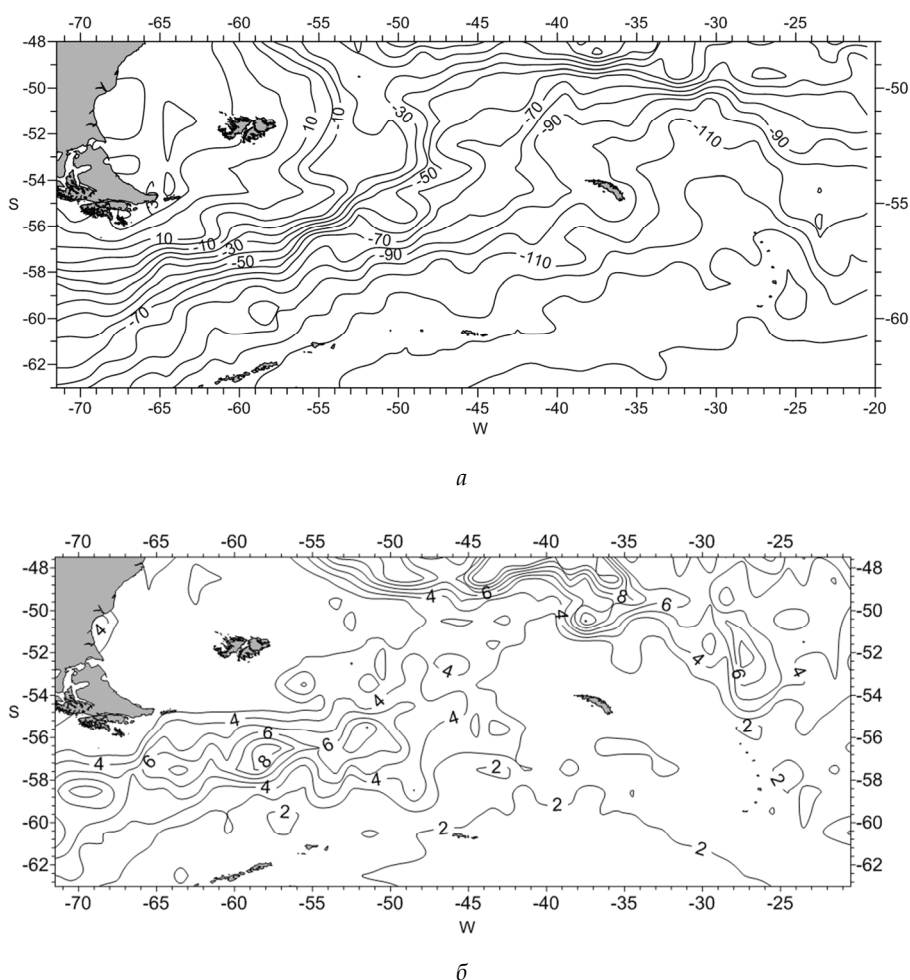


Рис. 2. Среднемноголетняя динамическая топография (а) и среднеквадратическое отклонение (б) уровня океана, по данным спутниковой альтиметрии, в см (январь 1993 – декабрь 2012 г.)

На основе кластерного анализа полей аномалий динамической топографии (АДТ) были получены пять классов, различающихся по характеру изменчивости среднегодовых значений динамической топографии (см. табл.). Распределение полученных классов по пространству приводится на рисунке 3.

Статистические характеристики АДТ в выделяемых классах (см)

Класс	Среднее	Минимальное	Максимальное	Среднеквадратическое отклонение	Дисперсия
IIa, САПВ	24	0	44	13	175
IIб, ЮПФЗ	-37	-80	14	25	625
IIIв, АПВ	-90	-109	-52	12	151
Ia, ВФЗ	-121	-133	-107	6	36
Iб, ВМУ	-141	-149	-129	5	22

146

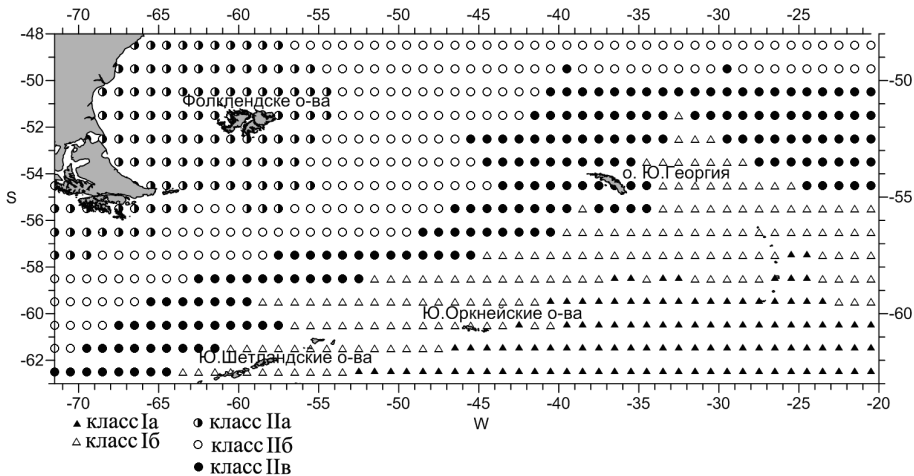


Рис. 3. Районирование моря Скотия по результатам классификации среднегодовых значений АДТ

Выделяются два основных района изменчивости динамических процессов: в северной и южной частях моря Скотия. Они соответствуют двум основным циркуляционным системам — Антарктическому циркумполярному течению (АЦТ) и круговороту Уэдделла (КУ). Граница между этими системами хорошо согласуется с Южным фронтом АЦТ (ЮАЦТФ), отделяющим воды АЦТ от субполярных вод. В каждой из описанных циркуляционных систем выделяется несколько подрайонов, в АЦТ их три: субантарктическая поверхностная водная масса (САПВ, IIa), южная полярная фронтальная зона (ЮПФЗ, IIб) и антарктическая поверхностная водная масса (АПВ, IIIв). В КУ — два: вторичная фронтальная зона (ВФЗ, Iб) и воды моря Уэдделла (Ia).

Северо-западный подрайон системы АЦТ (IIa) характеризуется тем, что после прохождения пролива Дрейка здесь наблюдается резкое изме-



нение зональности потока и его отклонение к северу. В целом его можно интерпретировать как район распространения субантарктической поверхностной водной массы (САПВ).

Поток, связанный с центральным подрайоном системы АЦТ (Пб), распространяется сначала на восток, далее поворачивает на северо-восток. Подрайон проходит через все море, имеет минимальную зональную протяженность в проливе Дрейка и постепенно расширяется к востоку. Он соответствует областям с максимальной изменчивостью уровня океана, и его можно интерпретировать как центральный поток АЦТ, связанный с южной полярной фронтальной зоной (ЮПФЗ).

Южный подрайон (Пв) соответствует потоку АЦТ, который распространяется от пролива Дрейка в восточном, а затем северо-восточном направлении, охватывая Южную Георгию, и восточнее острова поворачивает на юго-восток. Данную область можно обозначить как воды антарктической поверхностной водной массы (АПВ).

Северный подрайон КУ (Иб) является зоной, пограничной с АЦТ. Он охватывает южную часть пролива Дрейка, распространяется севернее Ю. Шетландских и Ю. Оркнейских островов, а в восточной части моря занимает значительные площади. Поток, связанный с ним, распространяясь в восточном направлении, испытывает в районе Ю. Сандвичевых островов значительные отклонения сначала к северу, затем к югу. Этот подрайон можно интерпретировать как вторичную фронтальную зону (ВФЗ). Значительная ширина этой зоны в районе Ю. Сандвичевых островов связана с сезонной и межгодовой изменчивостью положения ВФЗ.

Юго-восточный подрайон КУ (Ia) характеризуется слабовыраженными потоками восточного и северо-восточного направления. Основное нарушение зональности потоков прослеживается в районе Ю. Сандвичевых островов, где наблюдается поступление вод из моря Уэдделла. Этот поток можно интерпретировать как северную периферию циклонического круговорота Уэдделла.

Результаты кластер-анализа совпадают с классическими представлениями [5; 15] о физико-географических районах данного региона. Основным отличием можно назвать выделение сравнительно широких фронтальных зон, в частности ВФЗ. Имеющиеся представления о стабильности положения этих районов основаны преимущественно на отрывочных данных гидрологических съемок и явно уступают по обеспеченности данным спутниковых наблюдений. Соответственно флуктуации фронтов и связанных с ними систем течений во времени и пространстве могут охватывать значительные районы.

Выполненная классификация позволяет описать вихри, проходящие через район интенсивного промысла, а также процессы перераспределения криля во вторичной фронтальной зоне. Среднемесячное количество вихрей в районе ВФЗ за период с 1993 по 2012 г. составляет 34, из них антициклонических 15, циклонических 19. Наибольшее их количество наблюдается в весенне-летние месяцы. Амплитуды этих вихрей, по сравнению с вихрями ЮПФЗ, невелики — около 4 см (перепад высоты от центра к периферии). Радиус изменяется в пределах от 52 до 67 км. Угловая скорость вращения выше скорости перемещения и составляет в среднем 10 см/с против 7 см/с.

На рисунке 4 приведен пример верификации и комплексного использования данных по мезомасштабной динамике.

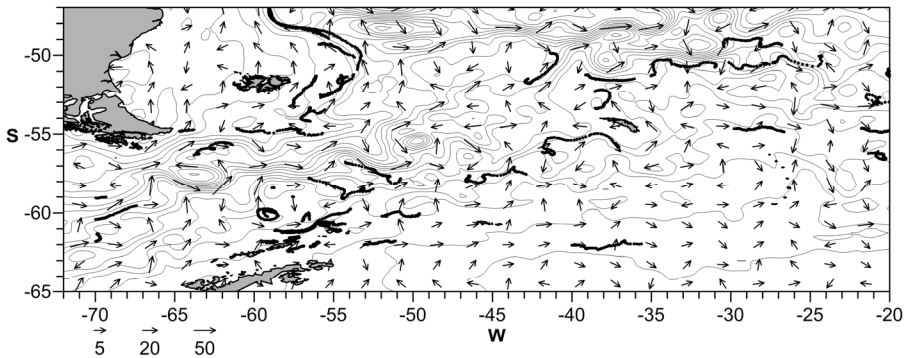


Рис. 4. Обобщенная карта за 16.02.2011 г.: направления и скорости течения (см/с), АДТ (изолинии проведены через 10 см), траектории перемещения дрейфующих буев (накопленная дистанция за 16 дней)

Направление дрейфа буев согласуется с направлениями течений, рассчитанных по данным спутниковой альтиметрии, что позволяет оценивать количество криля, переносимого в традиционные районы промысла.

Таким образом, использование альтиметрических данных за период, предшествующий промысловому сезону, позволяет оценивать количество криля, приносимого мезомасштабными вихрями в традиционные районы его промысла.

Направление дальнейших работ заключается в более детальном исследовании причин, вызывающих установленную изменчивость, а также в изучении изменчивости количественных и качественных характеристик вихрей.

#### *Южная часть Тихого океана*

В результате научно-исследовательских работ, выполненных в 1979–1991 гг. в экспедициях АтлантНИРО, управления «Запробпромразведка», а также других научно-исследовательских институтов и научно-промысловых разведок рыбной отрасли СССР/РФ, было открыто существование в ЮТО гиперпопуляции ставриды, ареал которой располагается в полосе широт 30–50° ю. ш. от берегов Южной Америки до Новой Зеландии [8].

Существование этой гиперпопуляции может объясняться постоянным наличием в районе промежуточных водных масс антарктического происхождения (АПрВ) с исключительно высоким содержанием биогенных элементов (рис. 5). Дефицит освещенности и низкой температуры воды в Антарктике вызывает избыток биогенных элементов в слое промежуточных вод океана, поэтому содержание данных элементов в промежуточных водах антарктического происхождения на порядок выше, чем в водах умеренных широт. Протяженная открытая граница между антарктической и умеренной зонами в ЮТО способствует тому, что существенные объемы промежуточных вод из Антарктики беспрепятственно продвигаются в северном направлении.

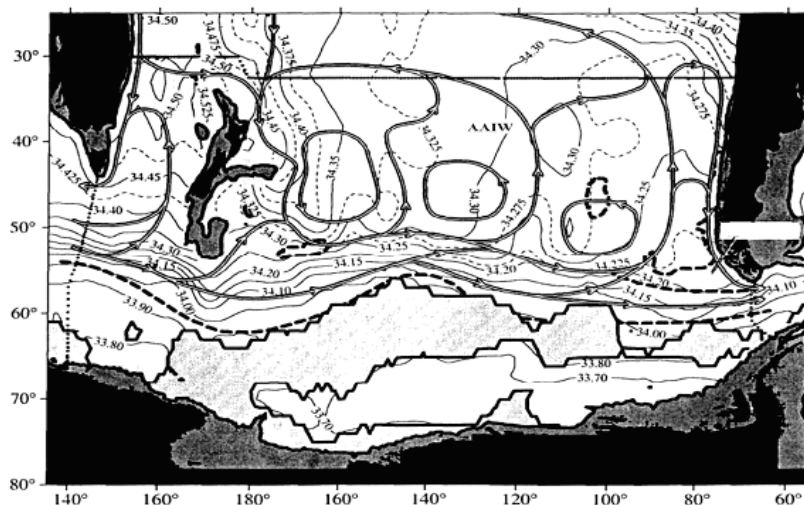


Рис. 5. Циркуляция промежуточных вод антарктического происхождения в южной части Тихого океана [1]

Мезомасштабные вихри, генерируемые в зоне антарктической конвергенции, вызывают подъем АПрВ в верхние слои океана, где формируется повышенная биологическая продуктивность. Вследствие этого биологическая продуктивность вод в пелагиали ЮТО способна поддерживать существование популяций ставриды далеко за пределами континентального шельфа на всем протяжении умеренной зоны, чего не наблюдается, например, в Атлантическом океане, где ареал ставриды находится только на шельфе Юго-Западной Африки.

Интенсивность проникновения АПрВ в умеренные широты определяется интенсивностью АЦТ, которая испытывает существенные межгодовые изменения. Поэтому следует ожидать такие же межгодовые изменения объемов АПрВ в умеренных широтах и изменения биологической и промысловой продуктивности вод пелагиали.

В ходе исследований, выполненных на основе результатов международной программы WOCE (World Oceanic Circulation Experiment), было установлено, что промежуточные воды в ЮТО образуют относительно изолированные замкнутые циркуляции (рис. 5). Из этого можно заключить, что и биологическая, и промысловая продуктивность также должны распределяться неравномерно по пространству. Данное заключение было подтверждено результатами экспедиционных работ, в которых установлено, что в акваториях, совпадающих с квазистационарными циркуляциями АПрВ, плотность скоплений ставриды на разных стадиях жизненного цикла существенно выше, чем в акваториях, располагающихся между этими замкнутыми ячейками циркуляции. На этой основе возникла гипотеза о существовании в южной части Тихого океана трех относительно изолированных единиц промыслового запаса ставриды.

Таким образом, для понимания масштабов межгодовых изменений биомассы гиперпопуляции ставриды в ЮТО необходимо исследование межгодовых изменений объемов АПрВ в разных частях ЮТО. Такую





возможность предоставили результаты вертикальных зондирований океана автоматическими буями в рамках международного проекта «Арго». Число этих буев на акватории Мирового океана к концу 2012 г. приблизилось к 3 000. С 2004 г. для исследования стали доступны показатели изменений температуры и солености воды от поверхности до глубины 2000 м. Полученные данные были использованы в качестве индикатора процесса проникновения АПрВ в умеренные широты.

По результатам проекта «Арго» за 2001–2012 г. создан массив данных, который включает в себя результаты измерений температуры и солености воды на глубинах 100, 200 и 500 м. Для трех квадратов со стороной около 100 км, расположенных в западной ( $167,5^\circ$  з. д.), центральной ( $132,5^\circ$  з. д.) и восточной ( $92,5^\circ$  з. д.) частях исследуемого района для января и июля были вычислены среднемесячные величины температуры и солености за весь период наблюдений и отклонения этих параметров от средних величин для конкретного года. Полученные показатели были отнесены к центрам квадратов, которые имеют следующие координаты:  $32,5^\circ$  ю. ш.,  $167,5^\circ$  з. д. — западный квадрат,  $27,5^\circ$  ю. ш.,  $132,5^\circ$  з. д. — центральный квадрат и  $32,5^\circ$  ю. ш.,  $92,5^\circ$  з. д. — восточный квадрат.

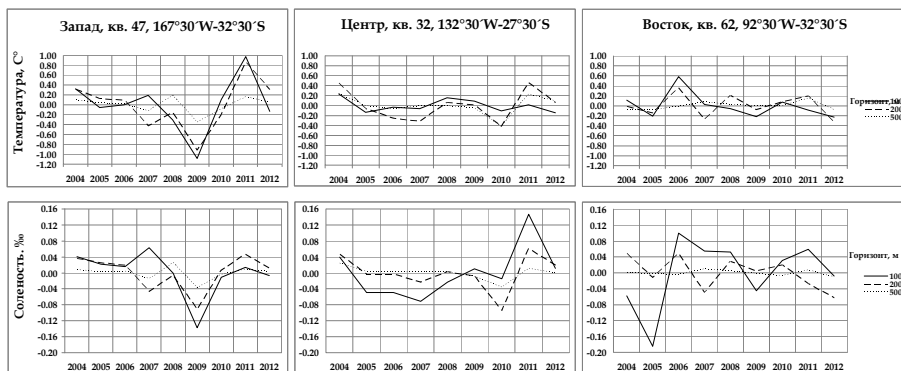
Отрицательные значения отклонений температуры и солености соответствуют усилению потока промежуточных вод на север, положительные — ослаблению этого потока.

Главные особенности межгодовых изменений термohалинных параметров верхнего 500-метрового слоя, которые ассоциируются с изменениями интенсивности движений АПрВ в меридиональном направлении в различных частях юга Тихого океана (рис. 6), сводятся к следующему.

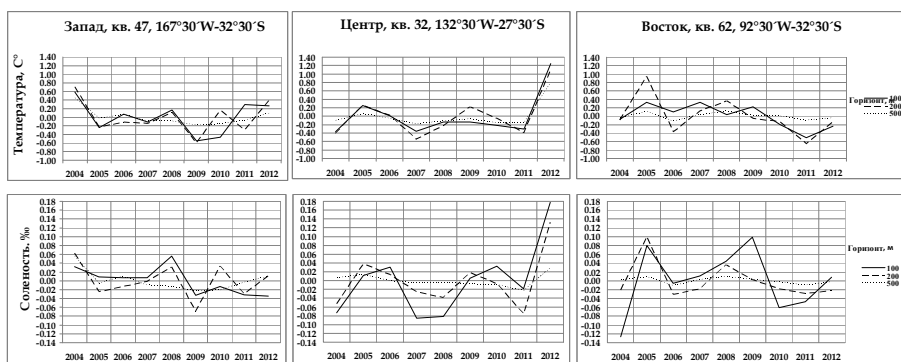
Амплитуда абсолютных величин межгодовых изменений аномалий температуры воды составляет  $0,6–1,2^\circ\text{C}$ , солености  $0,2–0,6\text{‰}$ , межгодовые изменения аномалий температуры и солености в каждом квадрате синхронны.

Особенности развития процессов в каждом квадрате сводятся к следующему.

**Западная часть.** Характер изменчивости совпадает для всех горизонтов, кроме одного исключения: на горизонте 100 м не отмечалось минимума в 2007 г. В 2009 г. наблюдался минимум, хорошо выраженный по температуре, но менее — по солености. Максимум приходится на 2011 г. Не на всех горизонтах экстремумы температуры и солености имеют одинаковый характер: например, на горизонте 100 м в 2011 г. наблюдается четкий экстремум на графике температуры, однако на графике солености он выражен слабо. Лучше всего согласование экстремумов прослеживается на горизонтах 100 и 200 м, но, скорее всего, это вызвано небольшими значениями аномалий на глубинных горизонтах. Опираясь на отклонения от климатической нормы температуры и солености, можно заключить что максимальное проникновение АПрВ в западную часть ЮТО происходило в 2009 г.



a



b

Рис. 6. Межгодовые изменения отклонений

среднемесячных величин температуры и солёности воды в июле и январе от средних значений этих величин за 2004–2012 гг. на горизонтах 100, 200, 500 м в западной, центральной и восточной частях ЮТО: а – июль; б – январь

**Центральная часть.** При анализе графиков аномалий температуры и солёности (рис. 6) выявлены следующие подробности. На всех горизонтах отмечаются ярковыраженные экстремумы. Так, заметны периоды максимального проникновения АПрВ в 2007 и 2011 гг. На фоне общей картины выделяется аномально тёплый период 2012 г. Следует упомянуть, что в западной части подобное положительное значение наблюдалось в 2010 г. Первое, на что стоит обратить внимание, – это отставание экстремумов центральной части от экстремумов западной. С физической точки зрения можно предположить, что проникновение АПрВ в ЮТО имеет зональное направление с запада на восток. Так, экстремумы 2005 и 2009 гг. западной части сдвинуты на 2 года вперед. Показатели отклонения от климатической нормы температуры и солёности позволяют сделать вывод, что максимальное проникновение АПрВ в центральной части ЮТО происходило в 2007 и 2011 гг.

**Восточная часть.** Следует сказать, что в восточной части ЮТО фактические значения термохалинных характеристик, особенно соле-



ности, имеют значительно более низкие показатели: на 100 м ниже — на 0,8–1,0 ‰, на 200 м — на 0,6–0,7 ‰, на 500 м — на 0,1–0,3 ‰. Единственным значимым экстремумом в восточной части ЮТО стал минимум 2005 г., поскольку он единственный проявляется как на графике температуры, так и на графике солёности. Несовпадение экстремумов на рисунках 6,а и 6,б объясняется различием периодов (рис. 6,а — для июля и рис. 6,б — для января). Отсутствие ожидаемого сдвига экстремумов температуры и солёности, а также значительно низкие показатели говорят о возможном наличии в восточной части отличного от западной и центральной частей механизма проникновения АПрВ. Опираясь на отклонения от средних температуры и солёности, можно заключить что максимальное проникновение АПрВ в центральной части ЮТО происходило в 2005 г.

Следующим этапом работ должны стать исследования вклада крупномасштабных атмосферных процессов в Южном полушарии в динамике вод, а также сопряженности процессов межгодовых изменений меридиональных движений промежуточных вод антарктического происхождения в различных частях южной части Тихого океана.

### Заключение

Таким образом, в настоящей статье впервые для акватории ЮТО представлены предварительные результаты анализа океанологических данных синоптического плана, то есть использованы измерения, которые сделаны практически одновременно в разных частях исследуемого района.

Выполнено районирование акватории АчА на основе анализа пространственно-временной изменчивости полей аномалий высоты уровня поверхности океана. Результаты в основном совпадают с выполнявшимися ранее районированиями и дают возможность дальнейшего использования альтиметрических данных для выявления акватории стационарирования мезомасштабных вихрей в различные годы.

Установлены особенности динамики и кинематики мезомасштабных вихрей в АчА, определена интенсивность их стационарирования в акваториях традиционных районов промысла антарктического криля. Это может стать основой для оценок биомассы криля, приносимого вихрями в данные районы, и определения величин допустимого его вылова в конкретный год и в каждый сезон этого года.

Выявлены существенные межгодовые изменения температуры и солёности вод на всей акватории ЮТО, что является индикатором изменений объемов исключительно богатой биогенными элементами АПрВ и, следовательно, изменений интегральной биологической и промысловой продуктивности вод. Это позволяет оценивать тенденции динамики биомассы ставриды в различных единицах запаса и определять параметры устойчивой эксплуатации данного объекта промысла.

*Авторы выражают благодарность сотрудникам лаборатории промысловой океанологии АтлантНИРО за полезные обсуждения результатов работы на всех этапах ее выполнения.*



## Список литературы

1. Кошляков М.Н., Тараканов Р.Ю. Промежуточные воды южной части Тихого океана // *Океанология*. 2005. Т. 45, №4. С. 485–503.
2. Кошляков М.Н., Гладышев С.В., Тараканов Р.Ю., Федоров Д.А. Течения в проливе Дрейка по данным наблюдений в ноябре 2010 г. // *Океанология*. 2013. Т. 53, №1. С. 1–12.
3. Малинин В.Н., Гордеева С.М. Промысловая океанология юго-восточной части Тихого океана. Т. 1 : Изменчивость факторов среды обитания. СПб., 2009.
4. Масленников В.В. Климатические колебания и морская экосистема Антарктики. М., 2003.
5. Саруханян Э.И., Смирнов Н.П. Водные массы и циркуляция Южного океана. Л., 1986.
6. Тараканов Р.Ю., Гриценко А.М. Структура фронтов в районе к югу от Африки по данным разреза SR02 в декабре 2009 г. и спутниковой альтиметрии // *Исследовано в России : электрон. науч. журн*. 2010. URL: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2011/053.pdf> (дата обращения: 09.04.2014).
7. Чернышков П.П., Андрианов Г.Н., Зимин А.В. и др. Методы многомерного статистического анализа в промыслово-океанологических исследованиях. Калининград, 2003.
8. Чернышков П.П., Дерябин Н.Н. 30 лет со времени открытия и освоения ресурсов пелагических рыб в южной части Тихого океана // *Рыбное хозяйство*. 2008. №5. С. 30–33.
9. Шульговский К.Е. Крупномасштабная изменчивость океанологических условий в западной части Атлантического сектора Антарктики и ее влияние на распределение криля. Калининград, 2005.
10. Aviso SSALTO/DUACS User Handbook. SLA and ADT Near-Real Time and Delayed Time Products, 2012. URL: [http://www.avisio.oceanobs.com/fileadmin/documents/data/tools/hdbk\\_duacs.pdf](http://www.avisio.oceanobs.com/fileadmin/documents/data/tools/hdbk_duacs.pdf) (дата обращения: 11.04.2014).
11. CCAMLR. 2013. Statistical Bulletin, Vol. 25, 2013. URL: <http://www.ccamlr.org/en/document/data/ccamlr-statistical-bulletin-vol-25-data-files> (дата обращения: 11.04.2014).
12. Chelton D.B., Schlax M.G., Samelson R.M. Global observations of nonlinear mesoscale eddies // *Prog. Oceanogr*. 2011. Vol. 91. P. 167–216.
13. Global Marine Argo Atlas. URL: [http://www.argo.ucsd.edu/Marine\\_Atlas.html](http://www.argo.ucsd.edu/Marine_Atlas.html) (дата обращения: 11.04.2014).
14. Kasatkina S.M., Shnar V.N., Berezhin O.V. Some characteristics of krill transport in the Scotia Sea based on the Russian survey data. CCAMLR document WG-EMM-05/41., 2005. URL: <http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-05/41> (дата обращения: 11.04.2014).
15. Orsi A.H., Whitworth III T., Nowlin Jr. W.D. On the meridional extent and fronts of the Antarctic Circumpolar Current // *Deep-Sea Research I*. 1995. Vol. 42. P. 641–673.
16. The Global Drifter Program Satellite-tracked surface drifting buoy. URL: <http://www.aoml.noaa.gov/phod/dac/index.php> (дата обращения: 11.04.2014).
17. Vasquez S., Correa-Ramirez M., Parada C., Sepulveda A. The influence of oceanographic processes on jack mackerel (*Trachurus murphyi*) larval distribution and population structure in the southeastern Pacific Ocean // *ICES Journal of Marine Science* 2013. URL: <http://icesjms.oxfordjournals.org/content/70/6/1097.short?rss=1> (дата обращения: 11.04.2014).



### **Об авторах**

Евгений Владимирович Бородин – асп., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.

E-mail: kobzon89@mail.ru

Дмитрий Александрович Чурин – асп., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.

E-mail: dedoxis@mail.ru

Павел Петрович Чернышков – д-р геогр. наук, проф., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.

E-mail: ptchern@atlant.baltnet.ru

### **About the authors**

Evgeny Borodin, PhD student, I. Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: kobzon89@mail.ru

Dmitriy Churin, PhD student, I. Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: dedoxis@mail.ru

Prof. Pavel Chernyshkov, I. Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: ptchern@atlant.baltnet.ru