

**СТРУКТУРА И СЕЗОННАЯ  
ИЗМЕНЧИВОСТЬ  
СУБАНТАРКТИЧЕСКОГО ФРОНТА В  
ЮГО-ЗАПАДНОЙ АТЛАНТИКЕ ПО  
ДАННЫМ СПУТНИКОВЫХ  
ИЗМЕРЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ  
ПОВЕРХНОСТИ ОКЕАНА**

*Ю.В. Артамонов, Е.А. Скрипалева*

Морской гидрофизический институт  
НАН Украины  
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2  
e-mail: ocean@mhi2.sebastopol.ua

*На основе массива спутниковых измерений ТПО за период с 1985 по 2001 гг. выявлены различия сезонного цикла Субантарктического фронта в Юго-Западной Атлантике. Показано, что структура и сезонный цикл фронта в различных районах существенно различаются, что определяется особенностями орографии и рельефа дна, внутригодовыми вариациями теплового баланса и крупномасштабной циркуляции вод региона.*

**Введение.** Юго-Западная Атлантика относится к числу наиболее биопродуктивных регионов Мирового Океана. Сезонная динамика биологических полей тесно связана со структурой гидрологических фронтов, в окрестностях которых создаются благоприятные условия для промысла. Известно, что наиболее интенсивным и сложным по своей структуре является Субантарктический фронт (САФ) [1, 2]. Это обусловлено тем, что фронт проходит через различные физико-географические районы. В проливе Дрейка и вдоль Патагонского шельфа САФ разделяет прибрежные шельфовые воды от вод Полярной зоны. Описывая циклонический меандр в районе 40–45° ю.ш., САФ отходит от берега Южной Америки и разворачивается на юго-восток, являясь при этом крайним южным фронтом в системе фронтов зоны схождения Фолклендского и Бразильского течений. Далее на восток САФ разделяет воды Субантарктической и Полярной зон. К востоку Полярная зона сужается, и в районе 40° з.д., севернее границы Фолклендского плато, Субантарктический фронт сливается с Антарктическим полярным (АПФ), образуя единый фронтальный раздел САФ+АПФ. Восточнее 35° з.д. эти фронты снова расходятся [1].

Несмотря на огромное количество ис-

следований, посвященных Субантарктическому фронту, его пространственно-временная изменчивость до конца не исследована [1].

Появление спутниковых данных с хорошей пространственно-временной обеспеченностью позволяет уточнить особенности структуры фронта и его сезонной изменчивости. Первые попытки в этом направлении были предприняты в работах [3–6]. В них исследовались, в основном, зонально ориентированные участки САФ на меридиональных сечениях с большим пространственным интервалом в 10° по долготе. Детальное исследование структуры САФ с дискретностью 2° по долготе [5, 6] на относительно небольшом участке акватории между 40° и 50° з.д. показало, что сезонный цикл фронта существенно изменяется в зональном направлении. Отметим, что сезонная изменчивость меридионально ориентированных участков САФ в зоне циклонического меандра практически не исследована.

В связи с этим, цель данной работы – выявить различия сезонного цикла Субантарктического фронта на всем его протяжении в Юго-Западной Атлантике по данным спутниковых измерений температуры поверхности океана, а также уточнить температурные диапазоны, при которых проявляется Субантарктический фронт, на его различных участках.

**Материалы и методика.** В работе использован массив спутниковых измерений ТПО за период с 1985 по 2001 гг. со среднемесячным осреднением в узлах сетки 54×54 км из архива *AVHRR Ocean Pathfinder Data JPL NOAA/NASA*. По этим данным были рассчитаны поля меридиональных (МГТ) и зональных (ЗГТ) градиентов температуры, осредненные по месяцам за 17 лет. Субантарктический фронт выделялся по экстремумам МГТ и ЗГТ на их меридиональных и зональных профилях с дискретностью 2° по широте и долготе. Идентификация фронта проводилась по диапазону температуры, соответствующему данному экстремуму, знакам меридионального и зонального градиентов и широтному или долготному расположению экстремума. Положительное либо отрицательное значение МГТ (ЗГТ) во фронтальном разделе показывает повышение либо понижение температуры в направлении с севера на юг (с запада на восток). Размерность МГТ и ЗГТ

( $^{\circ}\text{C}/54 \text{ км}$ ) по тексту статьи опускается. Предполагается, что в результате использования среднемесячных за 17 лет значений температуры мезомасштабные шумы и синоптическая изменчивость отфильтровываются и практически не проявляются в анализируемых полях. Для подавления остаточного шума профили МГТ и ЗГТ были дополнительно сглажены трехточечным фильтром.

**Анализ результатов.** Анализ внутригодового хода экстремумов зональных и ме-

риональных градиентов температуры показал, что для САФ характерен сложный сезонный сигнал, который существенно отличается в разных районах акватории. В проливе Дрейка САФ обостряется ( $\text{МГТ} \sim -0.95$ ) в апреле (рис. 1), когда к северу от фронта наблюдается максимум объема теплых шельфовых вод, что установлено ранее по гидрологическим данным [7]. Экстремум, соответствующий САФ, наблюдается зимой при температуре  $5^{\circ}\text{C}$ , летом при  $9^{\circ}\text{C}$ .

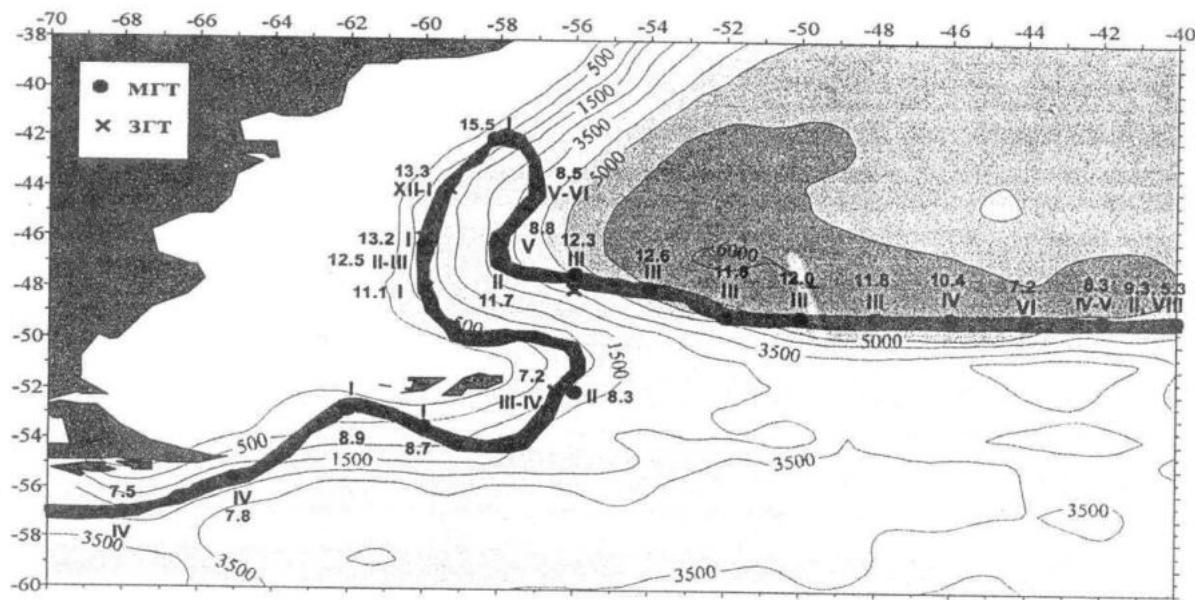


Рис. 1 – Среднегодовое положение Субантарктического фронта (серая полоса) в Юго-Западной Атлантике. Изолинии – основные изобаты, арабские цифры – средняя температура, при которой наблюдается максимум градиента САФ, римские цифры – месяц максимальной обостренности фронта.

При развороте на северо-восток к югу от Фолклендских островов максимум обостренности САФ ( $\text{МГТ} \sim -1$ ) отмечается в январе-феврале. Температурный диапазон, при котором наблюдается фронт в течение года, практически такой же, как и в проливе Дрейка.

Далее на север, на западной границе циклонического меандра (вдоль Патагонского шельфа) наблюдается значительное ослабление МГТ (-0.45) и рост ЗГТ (-0.95). Фронт интенсифицируется летом (в декабре-марте) в период наступления максимума радиационного баланса. В это время происходит интенсивный прогрев шельфовых вод, что приводит к увеличению температурных контрастов с более холодными водами центральной части циклонического меандра, и, соответственно, к усилиению фронта. Температурный диапазон САФ из-

меняется и составляет  $7\text{--}14^{\circ}\text{C}$ .

У вершины меандра ( $58^{\circ}$  з.д.,  $42^{\circ}$  ю.ш.) фронт обостряется в декабре-январе ( $\text{МГТ} \sim -1.2$ ,  $\text{ЗГТ} \sim -0.9$ ). Значения температуры, при которых формируется САФ, существенно повышаются и составляют  $9\text{--}17^{\circ}\text{C}$ .

На восточной границе циклонического меандра, по сравнению с западной, во времени наступления максимума обостренности фронта наблюдается фазовый сдвиг почти в полгода – САФ усиливается в мае-июне. Известно, что в этот период наблюдается интенсивный заток холодных вод с юга в центр циклонического меандра. При этом температурные контрасты между холодными водами центральной части меандра и более теплыми водами, поступающими с севера с Бразильским течением, усиливаются, что приводит к обострению фронта. Величины МГТ и ЗГТ достигают  $-0.55$  и

0.85 соответственно. Температурный диапазон САФ снижается до 6-13°C.

Далее, при развороте на восток вдоль северной границы Фолклендского плато, максимум интенсивности САФ ( $MGT \sim -1.35$ ) наблюдается в марте-апреле. Температурный диапазон составляет 6-12°C. При дальнейшем продвижении на восток, к месту слияния с АПФ, фронт максимально усиливается ( $MGT \sim -1.25$ ) в июне. При этом температурный диапазон его существенно уменьшается и составляет, как и в проливе Дрейка, 5.5-10°C. Единый фронтальный раздел САФ+АПФ в районе 42° з.д. обостряется ( $MGT \sim -1.1$ ) в апреле-мае, а его температурный диапазон практически не изменяется (5.5-10.5°C). На восточной границе региона (40° з.д.) в сезонном цикле интенсивности САФ+АПФ наблюдается полугодовой сигнал. Основной максимум ( $MGT \sim -1.4$ ) прослеживается в августе, когда обостряется АПФ. Второй экстремум наблюдается в феврале ( $MGT \sim -1.35$ ), что ближе ко времени интенсификации САФ. Температурный диапазон составляет 5-9°C.

На всем протяжении САФ характеризуется устойчивым внутригодовым пространственным положением, которое повторяет основные особенности рельефа дна в этом регионе. Вместе с тем, САФ подвержен резким сезонным изменениям интенсивности. Максимальные внутригодовые вариации градиента во фронте наблюдаются в районе циклонического меандра, где они достигают 0.6°C/54 км. Минимальные, не превышающие 0.1°C/54 км, – в проливе Дрейка и на востоке акватории.

**Выводы.** Установлено, что структура и сезонный цикл Субантарктического фронта существенно отличаются на различных участках фронта. Так, температурный диапазон, при котором формируется Субантарктический фронт, максимальен у вершины циклонического меандра – 9-17°C. В проливе Дрейка и над северной границей Фолклендского плато САФ формируется при самых низких температурах – 5-10°C.

В соответствии с величиной градиента САФ наиболее интенсивен в проливе Дрейка и у северной границы Фолклендского плато, а максимальные сезонные колебания интенсивности фронта типичны для циклонического меандра САФ.

Сложный сезонный цикл Субантарктического фронта обусловлен тремя основ-

ными факторами – особенностями сезонного цикла теплового баланса, внутригодовой динамикой крупномасштабной циркуляции вод и особенностями орографии района и рельефа дна.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ю.В. Артамонов, Н.П. Булгаков, П.Д. Ломакин. Фронты атлантического сектора Южного океана (обзор литературы). Препринт, МГИ НАН Украины, Севастополь, 1999. - 68 с.
2. R.G. Peterson, L. Stramma. Upper-level circulation in the South Atlantic Ocean. *Prog. Oceanogr.* - 1991. - 26. - Р. 1-73.
3. Ю.В. Артамонов, Н.П. Булгаков, П.Д. Ломакин, Е.А. Скрипалева, А.Ю. Артамонов. Сезонная изменчивость термических фронтов в юго-западной части Атлантики по данным спутниковых наблюдений. *Доповіді НАН України.* - № 7. - 2004. - С. 97-102.
4. Ю.В. Артамонов, Н.П. Булгаков, П.Д. Ломакин, Е.А. Скрипалева, А.Ю. Артамонов, С.В. Станичный. Поверхностные термические фронты южной части Атлантического океана и их сезонная изменчивость по данным спутниковых наблюдений. *УАЖ.* - 2004. - № 2. - С. 5-14.
5. Ю.В. Артамонов, Н.П. Булгаков, П.Д. Ломакин, Е.А. Скрипалева, А.Ю. Артамонов, С.В. Станичный. Фронты Юго-Западной Атлантики и прилегающих акваторий Антарктики по гидрологическим и спутниковым данным. Системы контроля окружающей среды. - Севастополь: ЭКО-СИ-Гидрофизика. - 2004. - С. 194-198.
6. Ю.В. Артамонов, Н.П. Булгаков, П.Д. Ломакин, Е.А. Скрипалева, А.Ю. Артамонов, С.В. Станичный. Структура и сезонная изменчивость крупномасштабных фронтов Юго-Западной Атлантики и прилегающих акваторий Антарктики по гидрологическим и спутниковым данным. *Океанология.* - 2005. - Т. 45. - № 4. - С. 529-543.
7. Ю.В. Артамонов, Н.П. Булгаков, П.Д. Ломакин, Е.А. Скрипалева. Сезонная изменчивость термохалинных характеристик и объемно-статистических параметров водных масс в проливе Дрейка. *Морской гидрофизический журнал.* - 2004. - № 6. - С. 62-73.