

ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ АНТАРКТИЧЕСКИХ ВОД ПО ПРОЕКТАМ МПГ 2007/08 В 53-Й РАЭ

Н.Н.АНТИПОВ, А.В.КЛЕПИКОВ (АНИИ),
К.В.БАТРАК, В.В.МАСЛЕННИКОВ (ВНИИРО, МОСКВА)

Океанографические работы с борта НЭС «Академик Федоров» в сезонный период 53-й РАЭ проводились в рамках двух проектов МПГ 2007/08. Основной объем наблюдений был выполнен в период с января по март 2008 г. на этапе работ от порта Мельбурн до порта Кейптаун.

Наблюдения были направлены на исследование термической структуры верхнего слоя и определение положения и параметров основных фронтов Южного океана, а также на исследование структуры вод в областях шельфа и материкового склона в море Амундсена (Тихоокеанский сектор Южного океана). В рамках программы по исследованию термической структуры и фронтов Южного океана выполнены разрезы Африка–Антарктида и Австралия-Антарктида с помощью обрывных батитермографов (ХВТ), измеряющих температуру морской воды и давление (глубину). Разрез через шельф и материковый склон в море Амундсена выполнен с помощью зондирующего комплекса СТД, измеряющего электрическую проводимость (солесность), температуру и давление.

На разрезе Австралия-Антарктида с 17 по 21 января 2008 г. проведено 69 зондирований. В зависимости от применявшихся типов ХВТ глубины зондирования составляли 460 и 760 м. Разрез от Антарктиды до Африки выполнен с 28 февраля по 5 марта

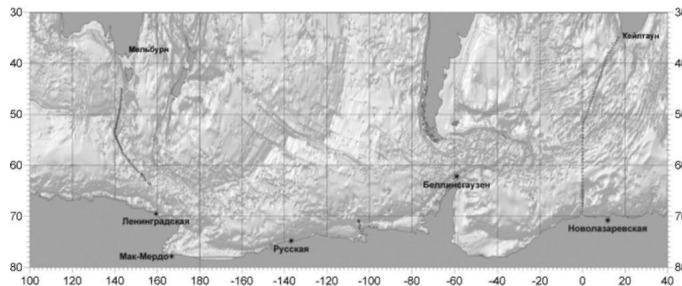


Рис. 1. Положение точек зондирования океана в период 27-го рейса НЭС «Академик Федоров»

2008 г. и состоял из 111 зондирований до глубины 760 м. Эти разрезы выполнялись по программе кластерного проекта МПГ 2007/08 № 132 «Климат Антарктики и Южного океана» (Climate of the Antarctic and Southern Ocean - CASO).

Расстояние между точками зондирования на разрезах ХВТ составляло от 15 до 20 минут широты. Одновременно СХВТ-зондированием через каждые 20-35 миль бралась вода с поверхности для гидрохимического анализа. Всего на разрезе Австралия-Антарктида отобраны образцы воды в 27 точках, на разрезе Африка-Антарктида - в 38 точках. В каждой из них определялись содержание минерального фосфора, растворенного кремния, нитратного и нитритного азота.

Разрезы пересекают все основные зоны и фронты Южного океана, достигая на севере области субтропического круговорота. Южная оконечность разрезов находится вблизи основания материкового склона Антарктиды.

Фронты являются областями обострения горизонтальных градиентов свойств. Наиболее ярко зоны повышенных градиентов температуры выражены для субтропического (СТФ) и субантарктического (САФ) фронтов. Эти фронты прослеживаются в пределах всего исследуемого слоя. Полярный (АПФ) и Южный (ЮФ) фронты, а также южная граница АЦТ (ЮГ) выделяются в распределении гори-

горизонтальных градиентов температуры, однако менее ярко и с разной степенью выраженности по глубине. Наиболее ярко Южный фронт выделяется по градиенту растворенного кремния в поверхностном слое. Так, при пересечении этого фронта содержание его на поверхности возросло с 30,8 до 62,8 мкг-ат/л (на разрезе Австралия-Антарктида) и с 55,6 мкг-ат/л до 75,3 мкг-ат/л (на разрезе Антарктида-Африка). Этот скачок также наблюдался и в распределении минерального фосфора и нитратного азота, хотя их проявления и не так ярко выражены, как у кремния.

Шельф и материковый склон Антарктиды играют важную роль в формировании режима вод и льдов не только Южного, но и Мирового океана. Получение информации о характеристиках и структуре вод этого региона, в том числе о параметрах Антарктического склонового фронта, крайне важно для понимания общего режима Южного океана и его влияния на климат. Разрез, выполненный в море Амундсена, является российской частью кластерного проекта МПГ 2007/08 № 8 «Взаимодействие вод антарктического склона и шельфа» (Synoptic Antarctic Shelf Slope Interaction Study - SASSI).

Разрез в море Амундсена (в заливе Пайн-Айленд) выполнен с 14 по 16 февраля 2008 г. Общая длина разреза составила 370 км. На каждой из 19 станций разреза выполнялось зондирование с помощью STD-комплекса «SeaBird 911plus», регистрирующего непрерывный профиль температуры, солёности и давления для диапазона глубин моря от 0 до 6000 м. Для отбора проб воды на заданных глубинах комплекс снабжен системой из 24 батометров. Пробы использовались для определения содержания растворенного кислорода, растворенного кремния, минерального фосфора, нитратов, нитритов, аммонийного азота, органических форм азота и фосфора, мочевины и железа.

Разрез уникален по двум причинам. Во-первых, он выполнен в практически неисследованном районе. Во-вторых, столь частое расположение станций в области материкового склона Антарктиды (при относительно малой горизонтальной протяженности материкового склона в створе разреза здесь выполнено 10 станций с расстоянием между ними от 1,7 до 7,5 км) в практике океанологических наблюдений встречается крайне редко. Такое хорошее разрешение позволяет получить детальную картину структуры вод в динамически активной области вблизи бровки антарктического шельфа.

Анализ показал, что на разрезе присутствуют две основных водные массы - антарктическая поверхностная (АПВ) и циркумполярная глубинная

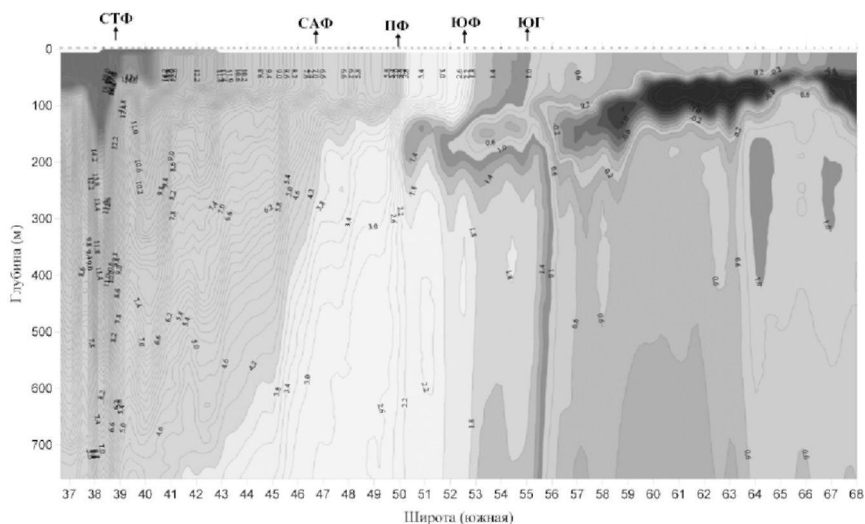


Рис. 2. Термическая структура верхнего слоя океана на разрезе между Африкой и Антарктидой

вода (ЦГВ). Антарктическая поверхностная вода представлена двумя слоями - относительно тонким хорошо перемешанным поверхностным слоем и подстилающим его достаточно мощным слоем антарктической зимней воды с температурой около $-1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ (слой минимума температуры - $T_{\text{мин}}$).

Интересны характеристики однородного поверхностного слоя, который обнаружен практически на всех станциях разреза, толщина его около 20 м, температура от $-1,4$ до $-1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, а солёность аномально низка - не более 32,8 ‰. В этих параметрах слоя АПВ значительного различия между шельфовой и склоновой областями разреза не отмечено. Слой перенасыщен кислородом, содержание растворенного кремния достаточно однородно и растёт от 60 мкг-ат/л над основанием склона до 80 мкг-ат/л на шельфе. Одно из возможных объяснений существования слоя с такими характеристиками - распространение талой воды из-под расположенных поблизости выводных и шельфовых ледников.

Ниже слоя $T_{\text{мин}}$ и до самого дна на шельфе и на материковом склоне расположена ЦГВ - наиболее объёмная водная масса Южного океана, поставляющая тепло и соль в субполярную область. Практически не трансформированная теплая ЦГВ, заполняющая шельфовую область, может быть причиной активного таяния выводных и шельфовых ледников Западной Антарктиды. Наличие на шельфе такой ЦГВ принципиально отличает структуру вод моря Амундсена от наблюдающейся у берегов Восточной Антарктиды, от моря Уэдделла до моря Росса включительно. Там ЦГВ в районе материкового склона значительно холоднее и преснее, а на шельф в нетрансформированном виде вообще не проникает. Другим принципиальным отличием является отсутствие на шельфе моря Амундсена антарктической шельфовой воды, повсеместно обнаруженной на шельфах Восточной Антарктиды.

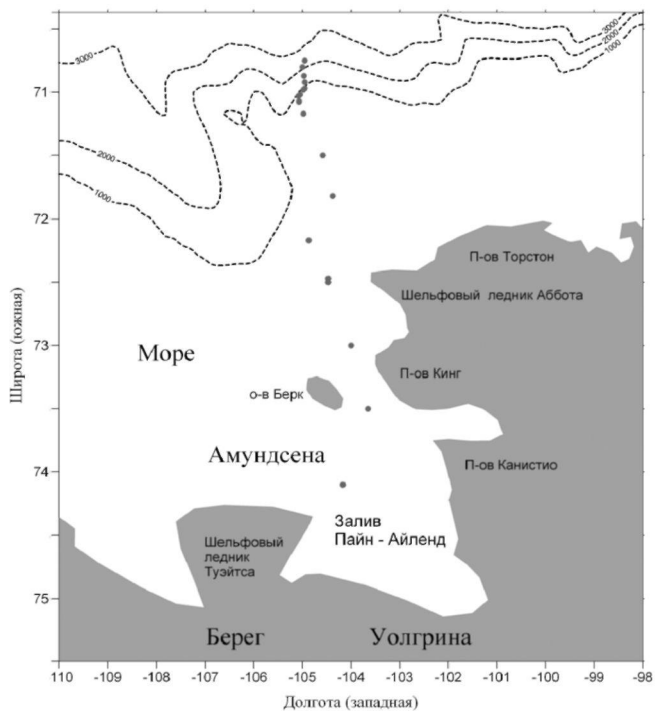


Рис. 3. Положение океанографических станций на разрезе в море Амундсена

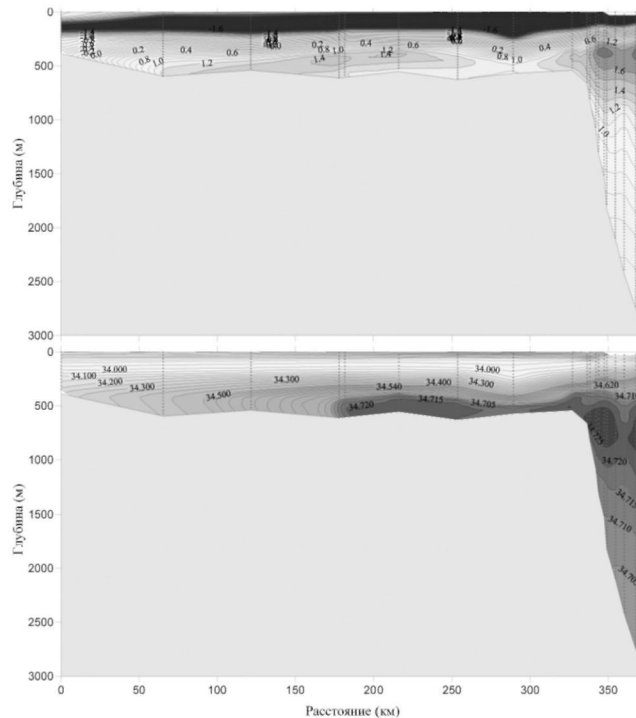
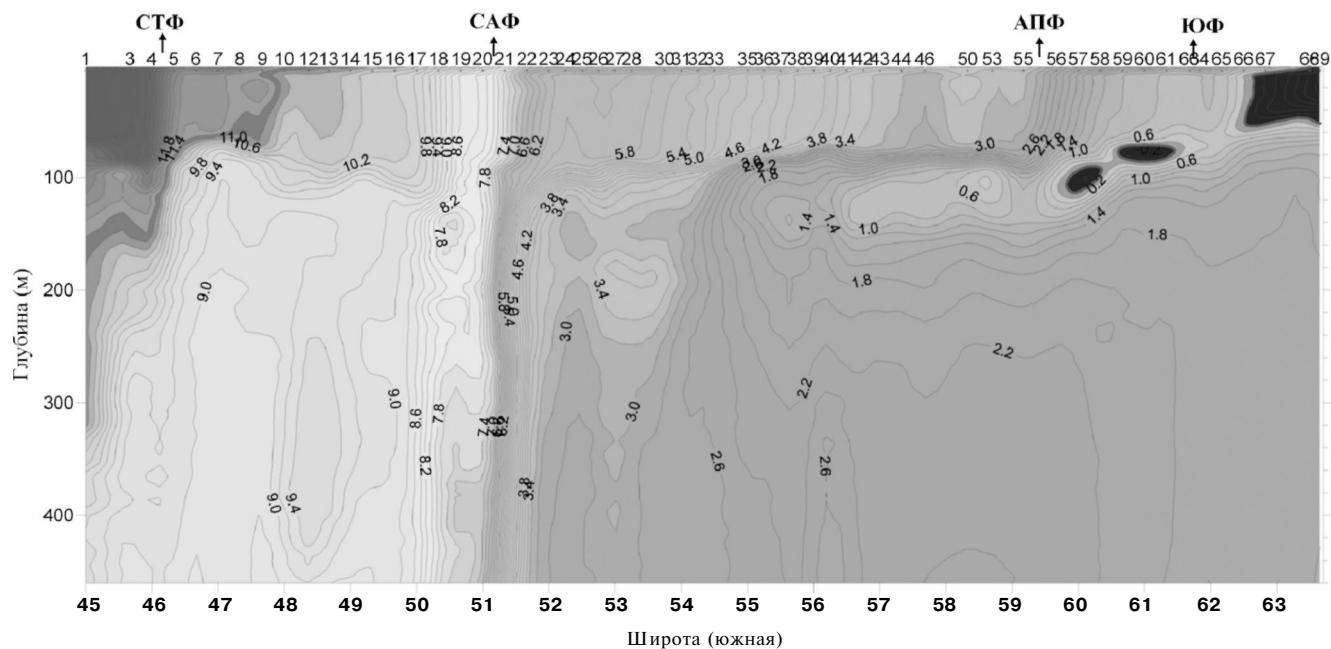


Рис. 4. Распределение потенциальной температуры (вверху) и солёности (внизу) на разрезе в море Амундсена

Распределение гидрохимических показателей соответствует термохалинной структуре водных масс. Содержание растворенного кислорода отражает проникновение глубинных вод на шельф. Промежуточный минимум кислорода, свойственный ЦГВ в области глубокого океана (в данном случае выраженный значениями менее 4,5 мл/л), проникая на шельф, становится естественным придонным минимумом, дополнительно подтверждая отсутствие в придонном слое на шельфе других вод, кроме ЦГВ.

Выполненные исследования позволили получить богатейший материал для дальнейшего анализа термической структуры верхнего слоя и фронтов Южного океана в районах Африка-Антарктида и Австралия-Антарктида и изучения временной изменчивости структуры и циркуляции вод. Получены уникальные данные о свойствах и структуре вод в море Амундсена, подтвердившие принципиальное различие режимов вод, омывающих берега Западной и Восточной Антарктиды.



Термическая структура верхнего слоя океана на разрезе между Австралией и Антарктидой