

551.46(211.2)

**ВОДНЫЕ МАССЫ И ВЕРТИКАЛЬНАЯ СТРУКТУРА
АНТАРКТИЧЕСКИХ ВОД****А. В. Фомичев**

Воды южного полушария, лежащие к северу от Антарктиды, образуют широкое кольцо, занимающее (за исключением пролива Дрейка) десятки градусов по широте. Антарктические воды — область с наиболее хорошо выраженной в Мировом океане географической зональностью (распределение водных масс и их вертикальных структур). Нарушения зональности вызваны: 1) расчленением материков и островов, рельефом дна океана, ледовитостью, неравномерным поступлением теплых вод повышенной солёности с севера; 2) меридиональным переносом, связанным с синоптическими процессами в атмосфере и с меридиональным переносом солей и тепла в толще антарктических вод. Нарушения зональности, имеющие стационарный характер, можно проследить при рассмотрении меридиональных разрезов. В настоящей работе сделана попытка охарактеризовать водные массы в пределах антарктической субантарктической и местами субтропической зоны. Основная цель ее — описание общей картины распределения в Антарктике вод различного происхождения. Выделение различных типов вод, сформированных на поверхности под влиянием определенных климатических условий, может служить косвенным подтверждением данных о циркуляции вод. Для антарктических районов характерно также образование на промежуточных глубинах донной антарктической воды, распространение которой на север служит одним из немногих индикаторов воды Южного океана, а также водообмена северного и южного полушарий.

Знания о распределении водных масс важны при поисках рыбы — они дают общий «фон», помогают определить район, в температурных границах которого может обитать определенный вид. Важным промысловым показателем являются данные о границах водных масс (гидрологических фронтах).

К обобщающим работам по гидрологии антарктических вод относятся работа Г. Дикона (Deacon, 1937), которая написана на основе данных экспедиций «Дисковери»; Х. Свердруп и др. (Sverdrup and others). Гидрологии отдельных секторов Антарктики посвящены ра-

боты Г. Е. Дикона (Deacon, 1933), Л. Мидтуна и Дж. Натвига (Midttun and Natvig, 1957), Н. Мосби (Mosby, 1934).

Ряд работ советских авторов посвящен в основном изучению циркуляции и динамики антарктических вод (Корт, 1959; Иванов, 1959; Максимов, 1958 и др.), но содержит также данные о водных массах. Из крупных работ советских авторов, посвященных гидрологии антарктических вод, следует отметить книгу Ю. В. Маковой (1956).

Материалы по гидрологии антарктических вод значительно пополнились в результате исследований Советской комплексной антарктической экспедиции на дизель-электроходе «Обь», проводившихся по программе Международного Геофизического Года (в течение 4 рейсов выполнены 502 станции), а также работ экспедиций других государств.

Несмотря на такой большой объем гидрологических работ советской экспедиции, общее количество гидрологических данных по антарктическим водам не позволяет составить достаточно большие ряды наблюдений для получения средних данных по «квадратам» на карте, и тем более средних данных по сезонам. В связи с этим для характеристики водных масс Антарктики выбраны ряды меридиональных разрезов наибольшего протяжения. Большая часть разрезов полностью охватывает Антарктическую и Субантарктическую области. По данным разрезов на основе анализа *TS*-кривых были выделены характеристики вертикального распределения водных масс.

Для выделения водных масс по *TS*-кривым были выбраны следующие разрезы:

- 1) Антарктида — Африка по 20° в. д. (II рейс комплексной антарктической экспедиции — КАЭ);
- 2) Антарктида — Индия (II рейс КАЭ);
- 3) Антарктида — Западная Австралия («Дискавери»);
- 4) Антарктида — Новая Зеландия (III рейс КАЭ);
- 5) разрез по 160° з. д. (III рейс КАЭ);
- 6) Антарктида — о-в Пасхи (III рейс КАЭ);
- 7) разрез от моря Беллинсгаузена к Южной Америке («Дискавери»);
- 8) разрез в западной части пролива Дрэйка (III рейс КАЭ);
- 9) разрез в восточной части пролива Дрэйка (III рейс КАЭ);
- 10) разрез в западной части моря Скотия по 50° з. д. («Дискавери»);
- 11) разрез по 30° з. д. («Дискавери» и «В. Скоресби»);
- 12) разрез по нулевому меридиану («Дискавери»).

Кроме разрезов, для выяснения деталей были использованы отдельные глубоководные станции.

Нами принята терминология, применяемая в антарктической группе ин-та Океанологии АН СССР. Эта терминология в основном совпадает с терминологией ряда наиболее известных работ по гидрологии антарктических вод — Дикона (1937), Свердруп и др. (1946), Мосби (1934), Мидтуна и Натвига (1957), Маковой (1956).

В результате работ советской комплексной антарктической экспедиции изменился взгляд на море Уэдделла как на единственный источник формирования придонной антарктической воды (Корт, 1959 г.). В нашей работе поверхностная антарктическая вода не разделяется на верхнюю и нижнюю воду в связи с большой изменчивостью их границы.

Основой для выделения водных масс в Антарктике послужили *TS*-кривые, которые были построены по данным стандартных горизон-

тов. Когда величины температуры и солености на нестандартных горизонтах имели экстремальные значения, их также использовали при построении *TS*-кривых. В качестве ядер водных масс принимали экстремальные значения температуры и солености. В процессе работы выяснилось, что в подавляющем большинстве использованных *TS*-кривых выделение ядер водных масс происходит по экстремуму одной из характеристик (значения характеристик, по которым выделялись ядра водных масс, нанесены на разрезы водных масс). Характерно выделение ядер по экстремумам солености к северу от района антарктической конвергенции и выделение ядер водных масс по экстремумам температуры к югу от нее. Ввиду однородности характеристик в толще придонных антарктических вод их ядро и верхняя граница не выделены. На разрезах водных масс указаны значения температуры и солености на придонном или на нижнем горизонте наблюдения. Границы водных масс проводили путем деления пополам расстояния между проекциями ядер соседних водных масс на вертикаль.

В виде примера выделения водных масс по *TS*-кривым на рис. 1 представлены *TS*-кривые станций (все — «Дисковери») в атлантическом секторе Антарктики: ст. 2582 на разрезе по нулевому меридиану, ст. 668 на разрезе по 30° з. д. и ст. 752 на разрезе в западной части моря Скотия по 50° з. д. На ст. 668 выделены следующие водные массы.

В поверхностном слое субантарктической воды (примерно до глубины 60 м) температура понижается с глубиной, а соленость не изменяется. Ядро слоя субтропической воды выделено по максимуму в слое повышенной солености (34,29‰, глубина 100 м). Далее с глубиной соленость уменьшается. На глубине 400 м расположено ядро антарктической промежуточной воды, выделенное по минимуму солености (34,16‰). Ядра глубинной воды станций, показанных на рис. 1, а, выделены по максимальным значениям солености (до 34,82‰). Донная антарктическая вода повсеместно выделена по признаку однородности ее характеристик во всей толще данной водной массы.

Выделение водных масс на ст. 668 нашло свое отражение и на разрезе водных масс Антарктида — Африка, приведенном ниже. Анализ двух других *TS*-кривых, представленных на рис. 1, а, показал, что структура ст. 2583 в общих чертах сходна со структурой на ст. 668. На ст. 752 структура водных масс другая — поверхностная антарктическая вода, теплый промежуточный слой, глубинная вода и донная антарктическая вода, что связано с географическим положением станции (около 53° ю. ш.). На рис. 1, б представлены *TS*-кривые станций, выполненных в индийском секторе Антарктики: ст. 295 на разрезе Антарктида — Индия, ст. 2154 на разрезе Антарктида — Западная Австралия и ст. 255 на разрезе Антарктида — Африка по 20° в. д. Станции тихоокеанского сектора Антарктики представлены ст. 355 на разрезе Антарктида — Новая Зеландия, ст. 394 на разрезе по 160° з. д. (центральная часть тихоокеанского сектора) и ст. 421 на разрезе Антарктида — о-в Пасхи (см. рис. 1, в). Для иллюстрации выбраны крайние северные станции на разрезах, расположенные в водах Антарктики. Полученные *TS*-кривые указывают на общность вертикальной структуры вод антарктического циркумполярного кольца. Различия связаны с положением в разной географической широте, положении фронтальных зон и рельефе дна.

В тех случаях, когда по форме *TS*-кривой нельзя достаточно четко выделить границы водных масс, привлекали кривые вертикального распределения гидрологических характеристик (температуры и солености) на отдельных станциях.

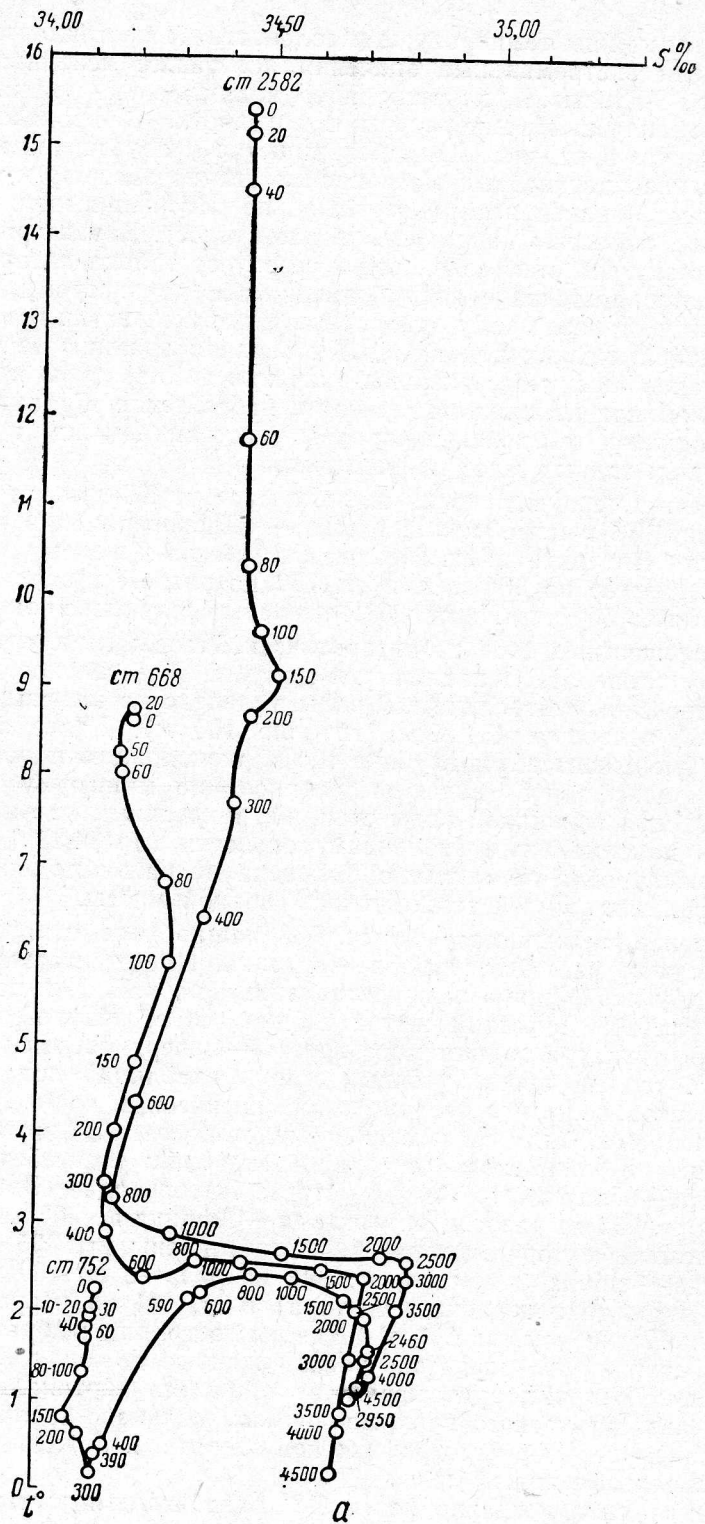
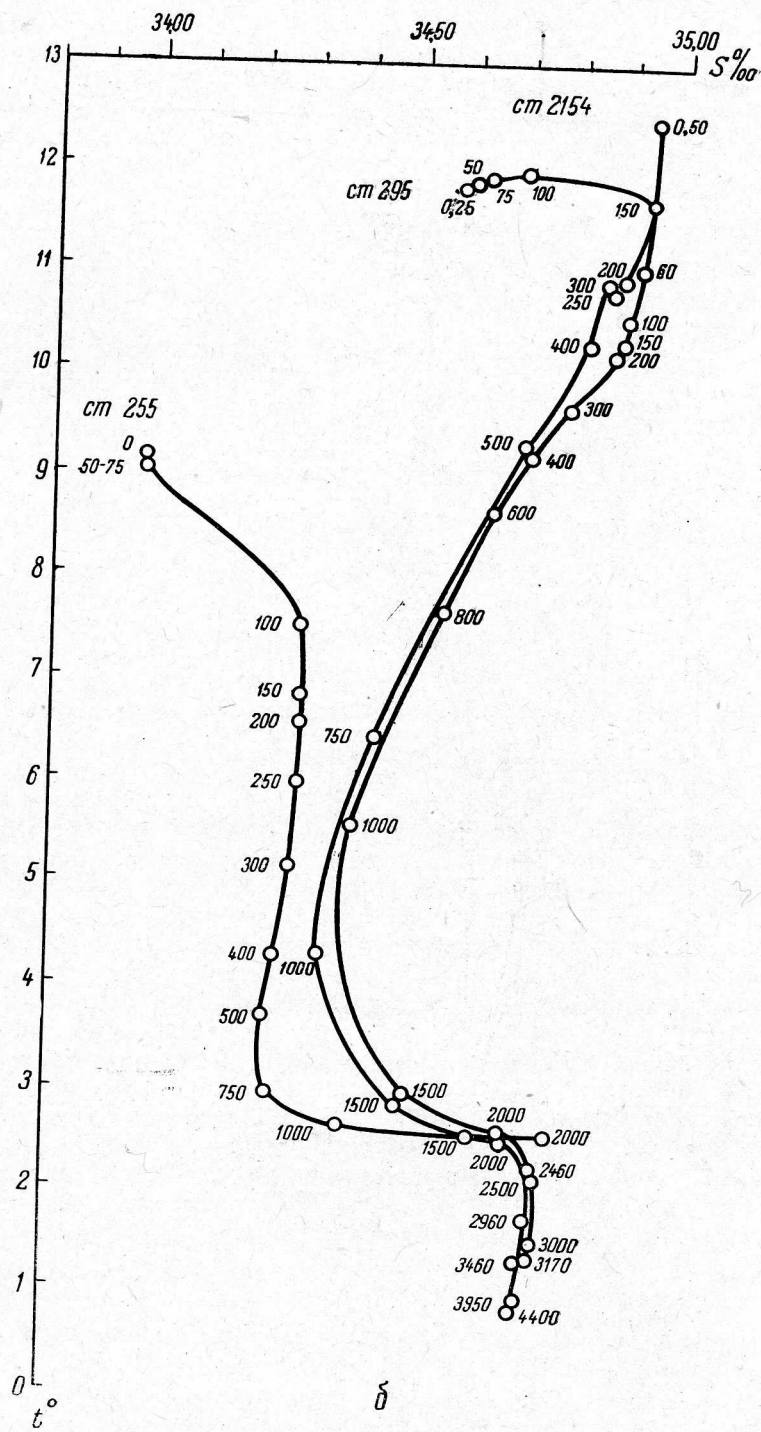
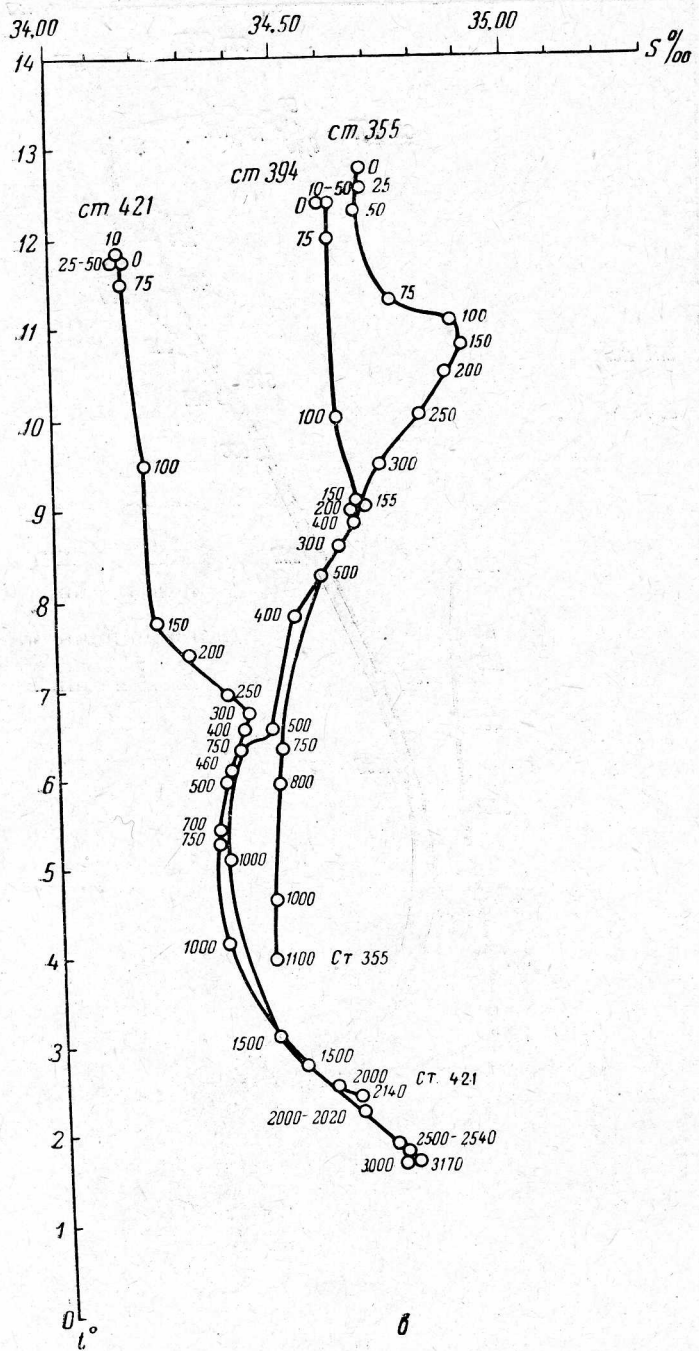


Рис. 1. TS-кривые: а) атлантического сектора Антарктики,



б) индийского сектора Антарктики;



в) тихоокеанского сектора Антарктики.

Анализ кривых вертикального распределения гидрологических характеристик (температуры, солёности, плотности, кислорода и др.) на станциях — вспомогательный метод, так как он не всегда дает возможность выделить водные массы и судить о вертикальной структуре их. На рис. 2 приведены кривые вертикального распределения температуры, солёности, плотности и содержания кислорода в тихоокеанском секторе (TS-кривые этих станций представлены на рис. 1, в).

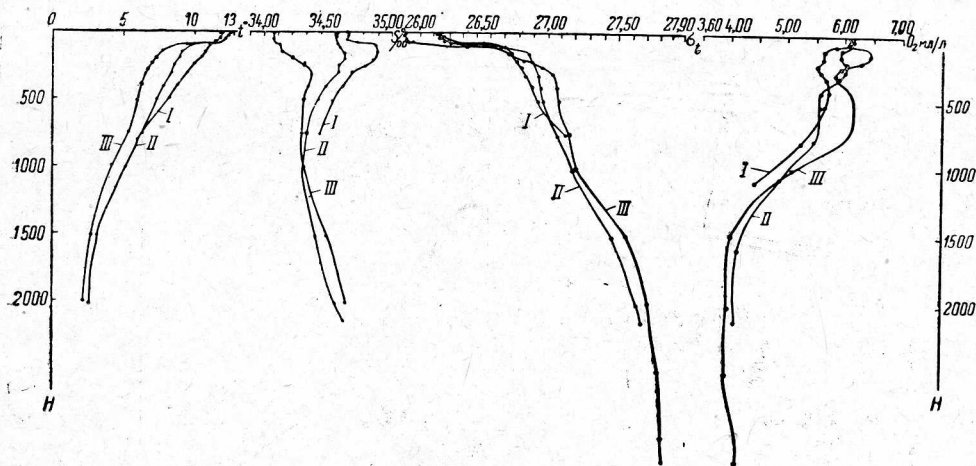


Рис. 2. Кривые вертикального распределения гидрологических характеристик в тихоокеанском секторе Антарктики:
I — ст. 355, II — ст. 394, III — ст. 421.

Воды в районе ст. 355, расположенной на цоколе Новой Зеландии и имеющей глубину порядка 1200 м, имеют трехслойную структуру: поверхностная субантарктическая, субтропическая и промежуточная антарктическая воды. На кривой вертикального распределения температуры выделяется нижняя граница поверхностной субантарктической воды на глубине около 50 м, но границы слоя субтропической воды и его ядра хорошо видны только на кривой вертикального распределения солёности.

Кривая вертикального распределения кислорода подтверждает наличие субтропической воды, выделенной по солёности на глубинах 100—400 м, хотя по кислороду ее верхняя граница намечается на 50—75 м, а нижняя — на глубине около 350 м. Сравнение кривых различных гидрологических характеристик других станций и выделение водных масс часто представляет затруднения.

По типам вертикального расположения водных масс — вертикальным структурам — в Антарктике выделяются две области.

АНТАРКТИЧЕСКАЯ ОБЛАСТЬ

По динамическим признакам границу антарктической области на севере проводят по линии антарктической конвергенции, и по ее положению можно проводить границу антарктической и субантарктической областей. Дикон (1933) устанавливал границу антарктической и субантарктической областей по опусканию минимума температуры глубже

200 м. При установлении границы по распределению водных масс можно выделить характерные признаки распределения к северу и югу от антарктической конвергенции:

1) резкое повышение глубины залегания ядра теплой глубинной воды к югу от антарктической конвергенции;

2) появление к северу от антарктической конвергенции промежуточной антарктической воды, ядро которой выделяется по минимуму солености.

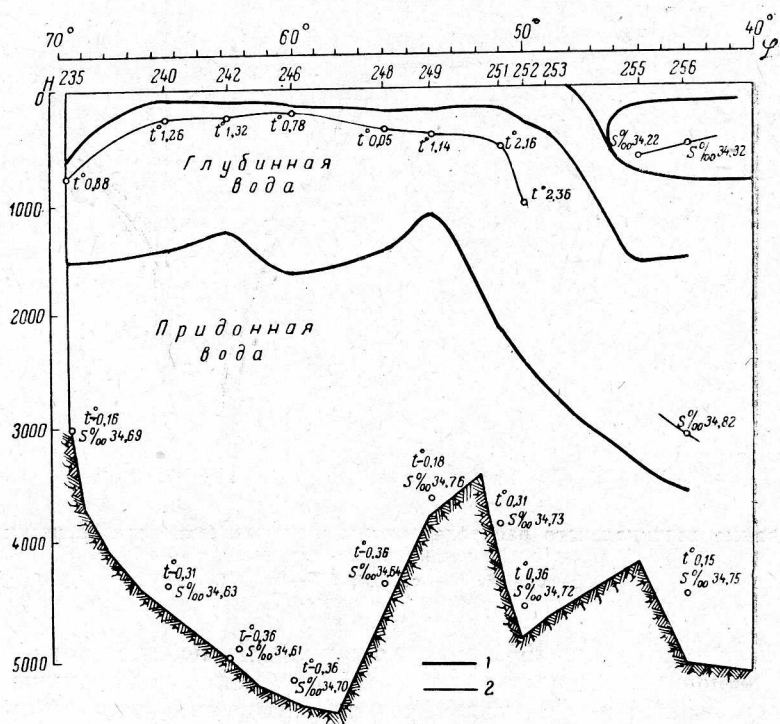


Рис. 3. Водные массы на разрезе Антарктида—Африка:
1 — границы водных масс, 2 — ядра водных масс.

Водные массы в антарктической и субантарктической областях мы рассматриваем с запада на восток, начиная с разреза Антарктида — Африка.

На разрезе Антарктида — Африка по 20° в. д. (рис. 3) в антарктической области выделены поверхностная, глубинная и придонная антарктическая вода. На юге разрез достигает высоких широт — 70° ю. ш., близко подходя к материку Антарктиды. Мощность поверхностной антарктической воды достигает нескольких сотен метров.

Верхняя граница придонной антарктической воды лежит на глубине порядка 1500 м, на 63 и 54° ю. ш. она поднимается. В распределении температуры и солености донной антарктической воды не наблюдается определенных закономерностей. Максимальные значения солености придонной антарктической воды на нижних горизонтах наблюдались около 50° ю. ш. в районе Африканско-Антарктической возвышенности на глубинах 3800 и 4500 м и составляли соответственно 34,73 и 34,72‰. Температура на нижних горизонтах колебалась от минус 0,46 до 0,75°.

Разрез Антарктида — Индия (рис. 4) на юге достигает 63° ю. ш. С трансформацией антарктической поверхностной воды связано некоторое углубление ее нижней границы, а наблюдающийся на большей части меридиональных разрезов купол глубинных вод отсутствует. Верхняя граница придонной антарктической воды лежит близ материка Антарктиды высоко, на глубине около 1000 м. Мощность придонной антарктической воды достигает 3000 м; на северном склоне Австрало-Антарктической возвышенности мощность уменьшается и далее к северу резко падает. Ядро глубинной воды, поднимающееся высоко по сравнению с субантарктической областью (до глубин менее 1000 м), находится близ верхней границы глубинной воды. Резкое изменение глубины залегания ядра не дает возможности достоверно показать характер изменения его положения около 50° ю. ш.

На разрезе Антарктида — Западная Австралия (рис. 5) температура ядра слоя глубинной воды от 50 до 61° ю. ш. меняется относительно мало — от $2,28$ до $1,84^\circ$. На $63^\circ 30'$ ю. ш. температура ядра глубинной воды $1,32^\circ$. Австрало-Антарктическая возвышенность расположена в районе зоны антарктической конвергенции, и характеристики к югу от подводной возвышенности относятся к антарктической области, а севернее — к субантарктической области. Влияние подводного хребта (ориентированного по параллели) сказывается в некотором увеличении горизонтальных градиентов характеристик придонной антарктической воды в районе Австрало-Антарктической возвышенности. Температура донной воды на нижних горизонтах к югу от хребта изменяется от минус $0,14$ до $0,23^\circ$; к северу от хребта (в субантарктической части) температура донной воды везде выше $0,80^\circ$ (до $1,25^\circ$). Соленость к югу от хребта — $34,68\text{‰}$, к северу — $34,71\text{‰}$.

Распределение водных масс на границе между индийским и тихоокеанским секторами Антарктики представлено на разрезе Антарктида — Новая Зеландия (рис. 6). На юге разрез достигает $67^\circ 30'$ ю. ш. Важным фактором, определяющим границы водных масс, является рельеф дна. Резкие перепады глубин, создаваемые Новозеландским порогом и цоколем Новой Зеландии, препятствуют распространению донной антарктической воды к югу. Мощность глубинной воды резко возрастает от цоколя к югу (к антарктической области).

Разрез по 160° з. д. (рис. 7) показывает строение водных масс в центральной части тихоокеанского сектора Антарктики. Мощность слоя поверхностной антарктической воды порядка 200 м. Глубинная водная масса сохраняет относительно высокую температуру (температура ядра на 59° ю. ш. — $2,28$ и на $62^\circ 40'$ ю. ш. — $1,86^\circ$) при вертикальной мощности слоя порядка 1200 м. Температура придонной антарктической воды на нижних горизонтах в антарктической области сравнительно высокая — не менее $0,1^\circ$, соленость пониженная — $34,6$ — $34,66\text{‰}$.

Разрез Антарктида — о-в Пасхи (рис. 8), как и другие разрезы тихоокеанского сектора Антарктики, характеризуется мощным развитием слоя глубинных вод, достигающим 2000 м (59° ю. ш.). Температура ядра глубинной воды на 59° ю. ш. — $2,45$, а на $66^\circ 30'$ ю. ш. — $1,92^\circ$. Купол у нижней границы поверхностной антарктической воды отсутствует вследствие наибольшего распространения к югу глубинной антарктической воды, ядро которой в антарктической области выделялось по температуре (от $2,44$ до $1,32^\circ$).

Разрез от моря Беллинсгаузена к Южной Америке (рис. 9) указывает на усиливающуюся к востоку проникновение теплой глубинной воды в тихоокеанском секторе. В антарктической области относительно

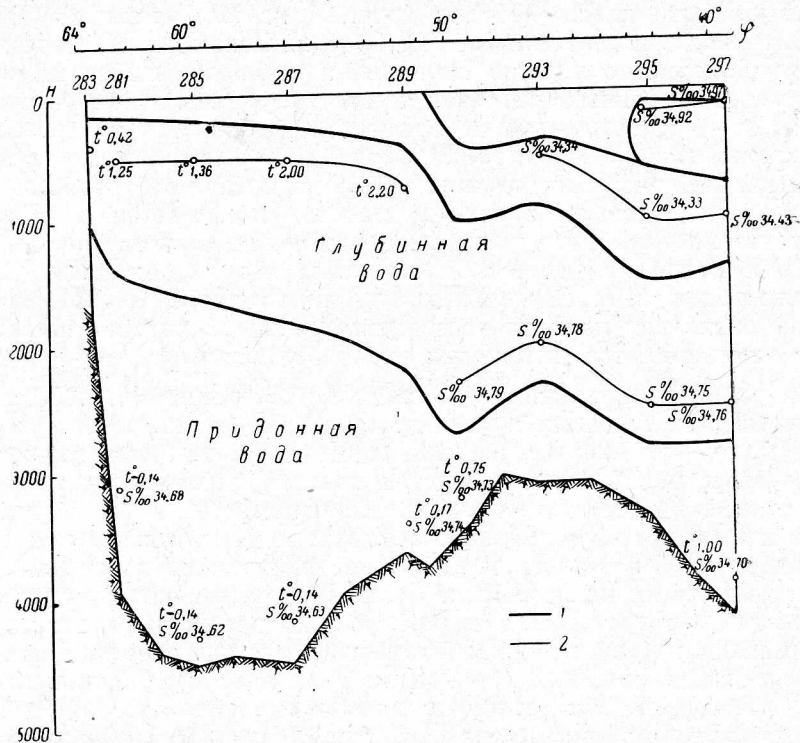


Рис. 4. Водные массы на разрезе Антарктида—Индия. Обозначения те же, что на рис. 3.

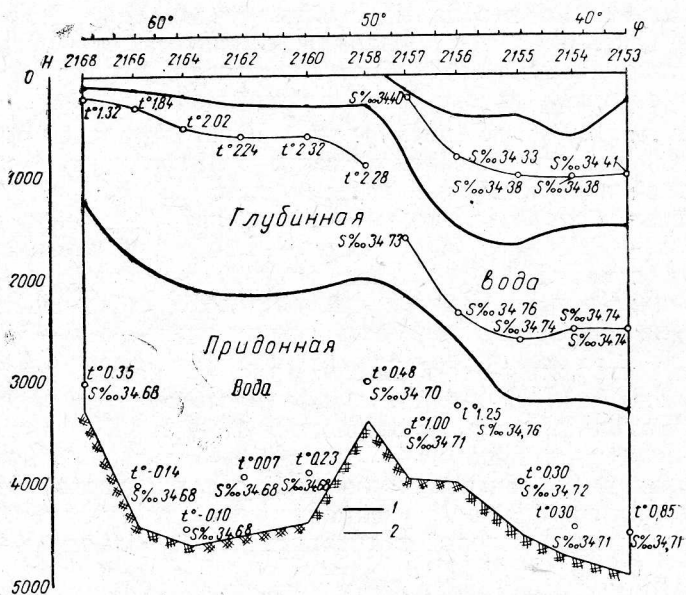


Рис. 5. Водные массы на разрезе Антарктида—Западная Австралия. Обозначения те же, что на рис. 3.

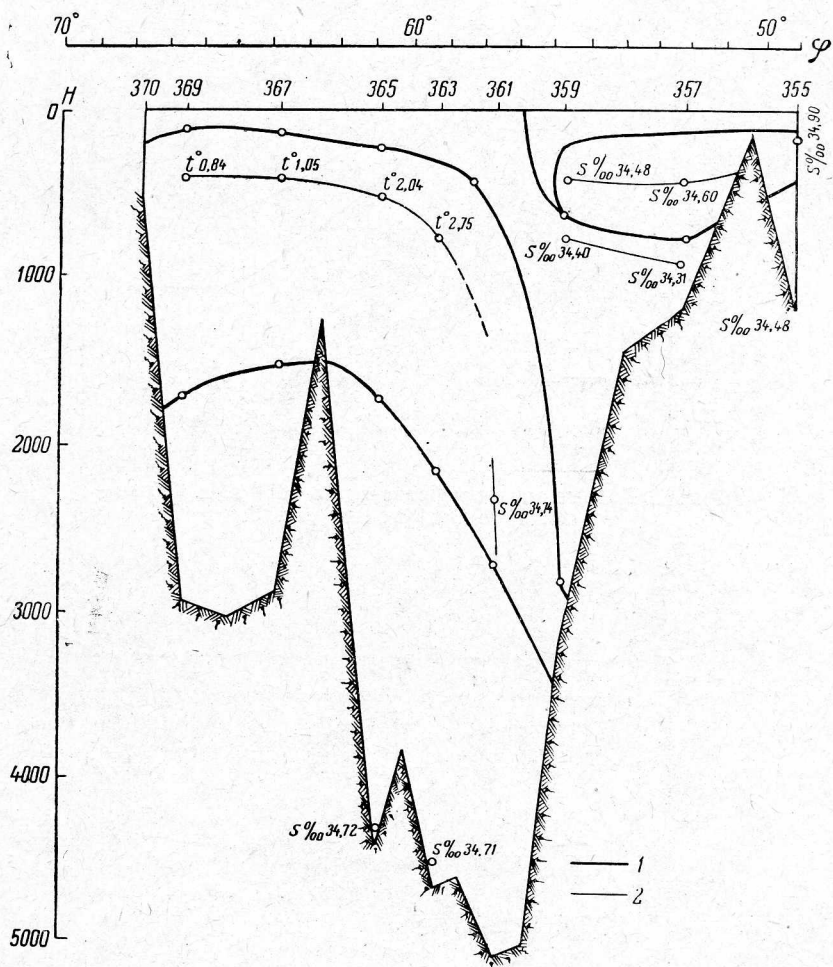


Рис. 6. Водные массы на разрезе Антарктида—Новая Зеландия. Обозначения те же, что на рис. 3.

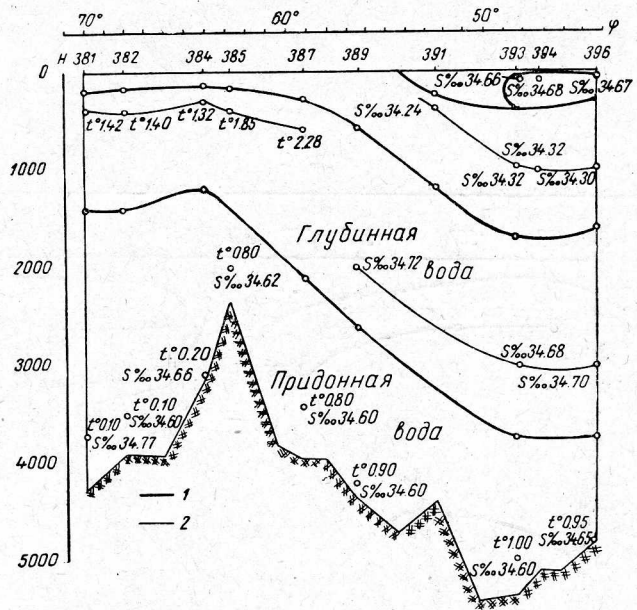


Рис. 7. Водные массы на разрезе по 160° з. д. Обозначения те же, что на рис. 3.

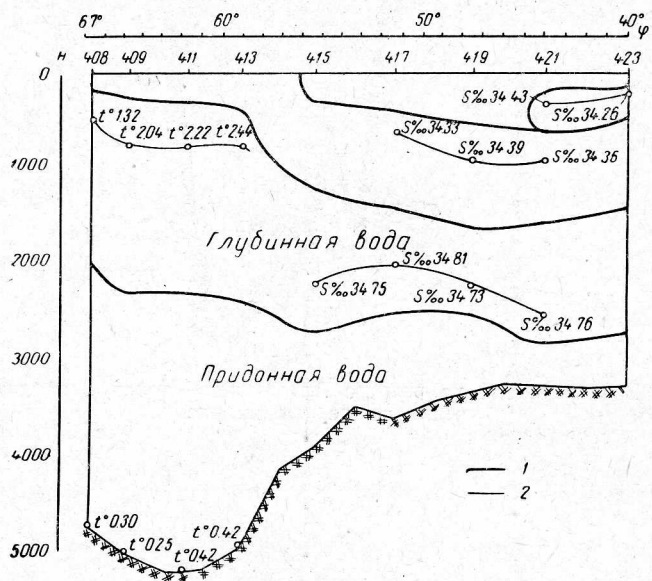


Рис. 8. Водные массы на разрезе Антарктида — о-в Пасхи. Обозначения те же, что на рис. 3.

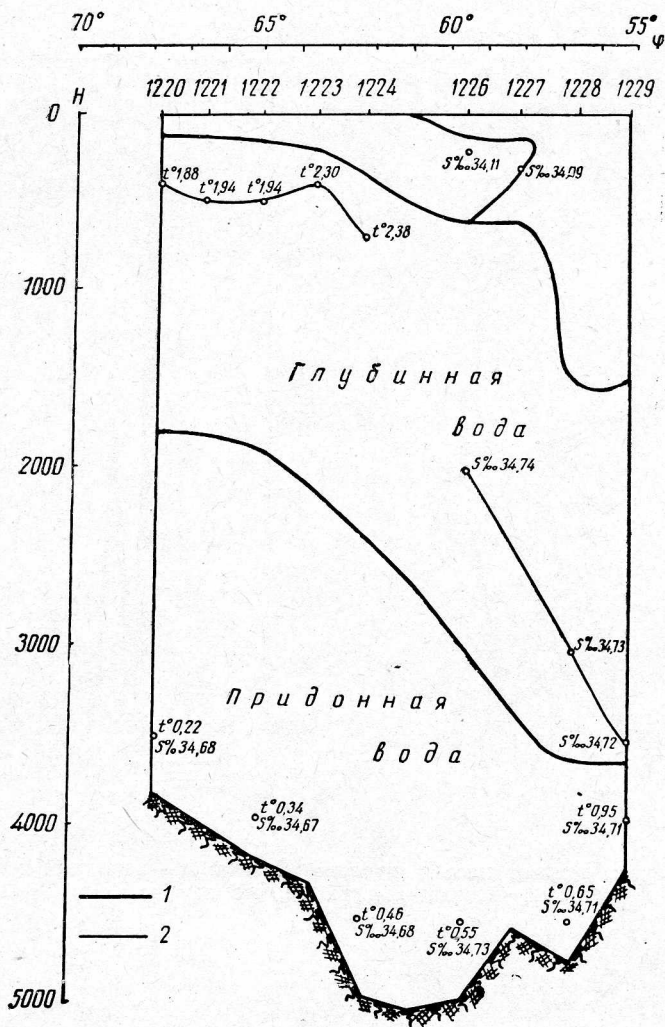


Рис. 9. Водные массы на разрезе моря Беллингаузена к Южной Америке. Обозначения те же, что на рис. 3.

большое влияние глубинной воды сказывается в высокой температуре ее ядра — от 2,38 до 1,88°.

Западный и восточный разрезы в проливе Дрэйка (рис. 10) указывают на большую сложность вертикальной структуры водных масс в проливе, проявляющуюся в резких колебаниях глубины залегания ядер и границ водных масс.

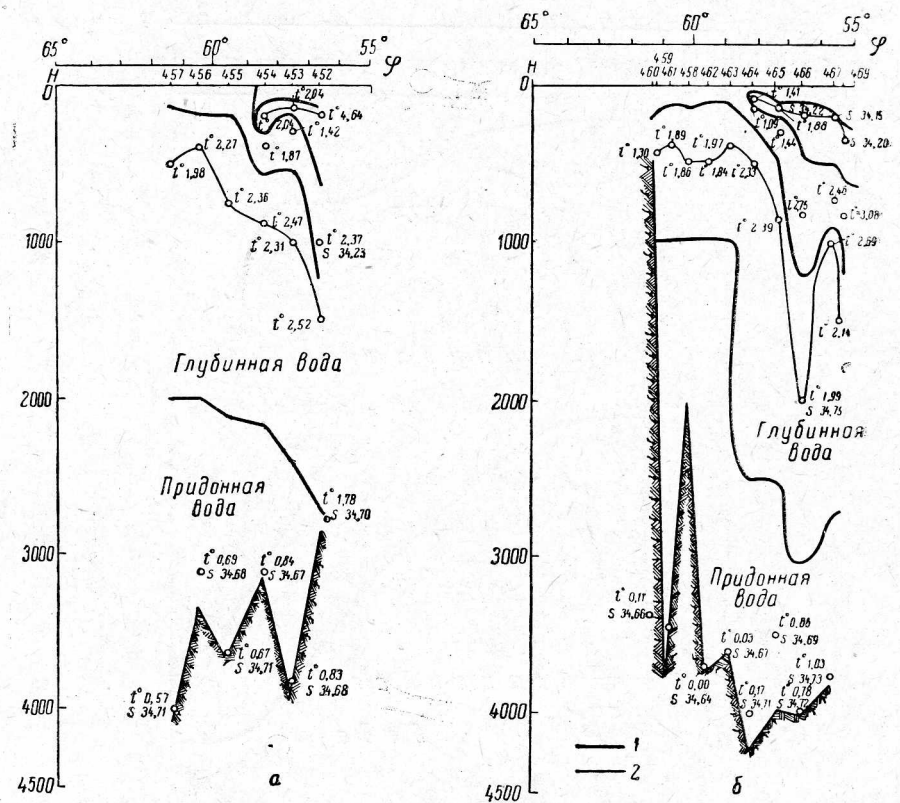


Рис. 10. Разрезы водных масс в проливе Дрэйка: а — западный и б — восточный. Обозначения те же, что на рис. 3.

Разрез в западной части моря Скотия по 50° з. д. (рис. 11) проходит по периферии района наиболее интенсивного формирования придонной антарктической воды. В толще придонной антарктической воды (мощностью около 1500 м) наблюдаются наиболее низкие температуры (до минус 1,32°). Глубинная вода резко выклинивается у 59° ю. ш. (мощность падает от 1600 до 400 м). Температура ядра слоя глубинной воды падает с плюс 2,20 до минус 0,26° на расстоянии менее 2° широты (59—60°30' ю. ш.).

Разрез по 30° з. д. (рис. 12) рассекает северную часть моря Уэдделла. С глубины ~1000 м до глубины ~5000 м котловина моря в пределах разреза заполнена донной антарктической водой. Отрицатель-

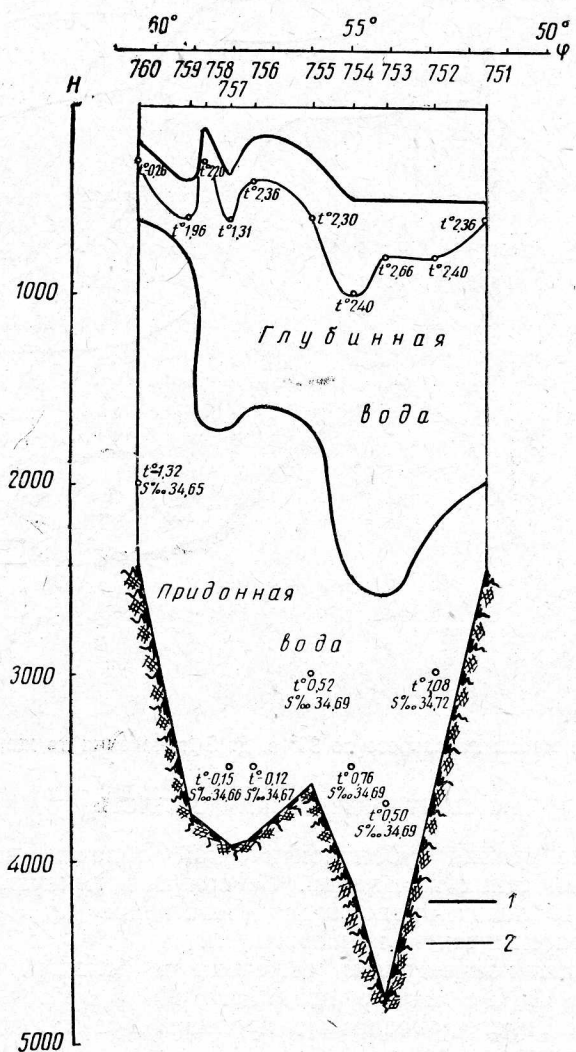


Рис. 11. Водные массы на разрезе в западной части моря Скоттия по 50° з. д. Обозначения те же, что на рис. 3.

ная температура при солености порядка 34,66—34,67‰ сохраняется к северу до 50° ю. ш. В этом районе верхняя граница придонной антарктической воды резко опускается до глубины около 3000 м.

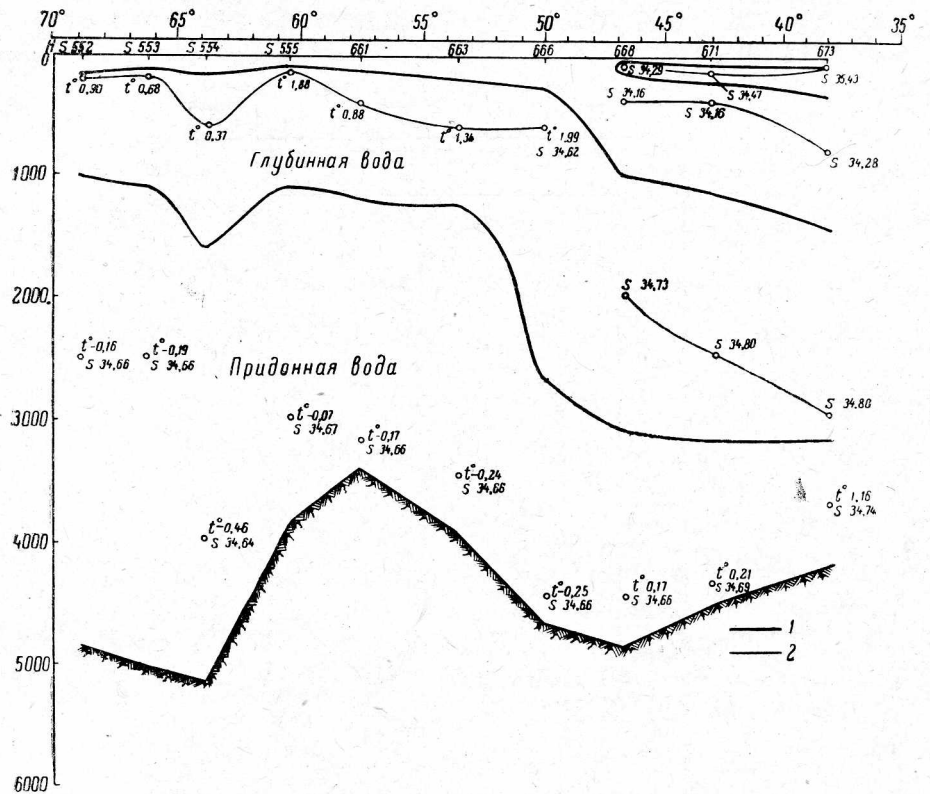


Рис. 12. Водные массы на разрезе по 30° з. д. Обозначения те же, что на рис. 3.

СУБАНТАРКТИЧЕСКАЯ ОБЛАСТЬ

Определение границ субантарктической области чаще дается с помощью динамических признаков. Северную и южную границы субантарктической области проводят соответственно по линиям субтропической и антарктической конвергенции.

Субтропическая конвергенция отмечена на большей части Южного океана (Deacon, 1937; Sverdrup and others, 1942), за исключением юго-восточной части Тихого океана и в проливе Дрейка, где положение конвергенции не установлено.

Антарктическая конвергенция циркумполярна, что отмечали Дикон, Свердруп и др. Подтверждается это положение и данными разрезов. Конвергенцию на поверхности океана можно проследить по распределению температуры, как области повышения горизонтальных ее градиентов. В толще воды конвергенцию можно установить на разрезах вертикального распределения температуры и солености по опусканию изолиний.

На разрезе Антарктида — Африка (см. рис. 3) температура придонной воды в субантарктической зоне не всегда повышается в направлении с юга на север и только к северу от Африканско-Антарктической возвышенности становится положительной и начинает расти.

Характерная черта распределения водных масс на разрезе Антарктида — Индия (см. рис. 4) — уменьшение мощности придонной антарктической воды над Кергелен-Гауссбергским хребтом до 400—500 м. Севернее хребта мощность придонной антарктической воды возрастает. В северной части разреза сильно развит слой субтропической воды (мощностью около 700 м), ядро которого выделено по солености (34,97‰—34,92‰). Ядро глубинной воды расположено сравнительно близко (около 200 м) от ее нижней границы. Из-за резкого изменения глубины залегания ядра глубинных вод около 50° ю.ш. в районе антарктической конвергенции, нельзя показать характер изменения его положения.

На разрезе Антарктида — Западная Австралия (см. рис. 5) отсутствует субтропическая водная масса и видно мощное развитие глубинной воды. В широтах 38°—48°30' ю.ш. соленость ядра слоя глубинной воды остается постоянной (34,74—34,73‰). Отсутствие субтропической водной массы в этом районе объясняется положением линии субтропической конвергенции, расположенной к западу и востоку от материка Австралии.

На разрезе Антарктида — Новая Зеландия (см. рис. 6) соленость субтропической воды, выделенной в качестве промежуточной водной массы, резко падает (с 34,90‰ к северу от подводной возвышенности, в районе о-ва Макуори, до 34,60—34,80‰ к югу от возвышенности). Обращает внимание малое вертикальное развитие (около 300 м) глубинной водной массы в северной части разреза, связанное с резкими колебаниями глубин и «барьерами», а промежуточная антарктическая вода проникает до глубин порядка 2500—3000 м.

На разрезе по 160° в. д. (см. рис. 7) в пределах субантарктической области ядра всех водных масс выделены по солености.

Изменения солености в ядре каждой водной массы незначительны. Различия приведены в таблице.

Т а б л и ц а

Водные массы	Пределы колебания, ‰	Разность, ‰
Промежуточные		
субтропическая	34,66—34,68	0,02
антарктическая	34,24—34,32	0,08
Глубинная	34,68—34,72	0,04

Соленость придонной воды также постоянна (34,60‰) и несколько возрастает лишь на крайней северной станции разреза (34,65‰).

На разрезе Антарктида — о-в Пасхи (см. рис. 8) структура вод субантарктической области сходна со структурой разреза по 160° в. д. Ядро глубинной воды имеет более высокую соленость (34,73—34,81‰), чем на разрезе по 160° в. д. (34,68—34,72‰).

На разрезе от моря Беллинсгаузена к Южной Америке (см. рис. 9) субтропическая вода граничит непосредственно с глубинной водой, а слой промежуточной антарктической воды имеет незначительное распространение.

Небольшое вертикальное развитие имеет промежуточная антарктическая водная масса и на разрезе в западной части пролива Дрэйка (см. рис. 10 а). Большее развитие слоя промежуточной антарктической воды на восточном разрезе в проливе Дрэйка (см. рис. 10 б), возможно, указывает на проникновение холодных промежуточных вод из

Тихого океана в Южную Атлантику. Это предположение подтверждается и температурой ядер глубинной воды.

На разрезе по 30° з. д. (см. рис. 12) наблюдаются низкие по сравнению с тихоокеанскими температуры глубинной и придонной воды. Соленость слоя промежуточной антарктической воды низкая — $34,16\text{‰}$, что также характерно для разрезов Южной Атлантики с самым суровым морским климатическим районом — морем Уэдделла.

На разрезе по нулевому меридиану (рис. 13) соленость ядра промежуточной антарктической воды $34,09\text{—}34,18\text{‰}$.

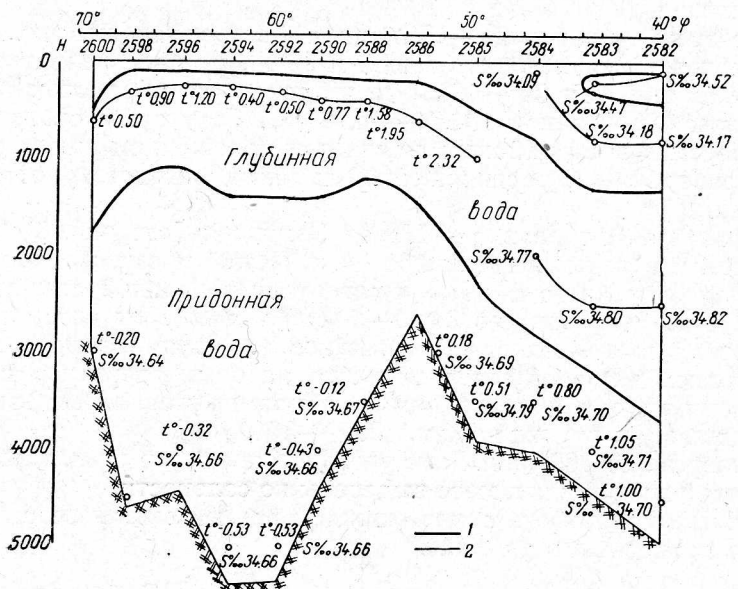


Рис. 13. Водные массы на разрезе по нулевому меридиану. Обозначения те же, что на рис. 3.

Заканчивая описание разрезов водных масс, можно сделать следующие выводы:

1. Если к югу от антарктической конвергенции (в антарктической области) ядра водных масс выделяются по температуре, то к северу от нее (в субантарктической области) — по солености.

2. Ядра глубинной водной массы в низких широтах, как правило, расположены ближе к нижней границе, а южнее 50° ю. ш. они резко изменяют положение (от глубин 2000—3000 м до глубин не менее 1000 м) и находятся близ верхней границы глубинной воды.

3. На всех меридиональных разрезах в водах Антарктики температуры придонной антарктической воды повышаются к северу.

4. Вертикальная структура вод антарктической области складывается из поверхностной антарктической, теплой глубинной и придонной антарктической воды. В субантарктической области вертикальная структура водных масс включает в себя субантарктическую поверхностную воду, промежуточную субтропическую, промежуточную антарктическую, теплую глубинную и придонную антарктическую воды.

Распределение водных масс в кольце антарктических и субантарктических вод показано также на картах топографии нижней границы антарктической воды, температуры, солености и топографии ядра слоя

глубинной воды, топографии верхней границы придонной антарктической воды, представленных на рис. 14—17. Так, при рассмотрении карты топографии нижней границы антарктической воды (см. рис. 14) можно отметить следующие особенности:

1. Глубина залегания нижней границы антарктической воды близ Антарктиды несколько увеличивается. Это связано с опусканием поверхностной антарктической воды, которая в результате трансформации и смешения с глубинной водой образует придонную антарктическую воду. На карте район увеличения глубины залегания нижней границы антарктической воды близ материка хорошо виден в восточной части атлантического сектора (10° з. д. — 30° в. д.). Данные гидрологических разрезов показывают, что такое увеличение глубины залегания границы может происходить в зоне примерно до 200 морских миль от берега (в зависимости от ширины шельфа). Вероятно, большое значение имеет распространение на юг и степень трансформации «языков» теплой глубинной воды, которые иногда достигают шельфа.

Уменьшение глубины залегания нижней границы антарктической воды в антарктической зоне, вероятно, также связано с вертикальной мощностью слоя теплой глубинной воды и распространением ее на большой глубине от поверхности.

2. Резкое увеличение глубины залегания нижней границы антарктической воды связано с положением линии антарктической конвергенции, в районе которой поверхностные антарктические воды погружаются ниже слоя субантарктических вод, образуя промежуточную антарктическую воду. Промежуточная антарктическая вода выделяется глубже прослойки субтропической воды в тех районах, где последняя выделяется в виде промежуточной водной массы.

Таким образом объясняется «куполообразное» строение нижней границы поверхностной антарктической воды, повсеместно наблюдаемое на меридиональных разрезах водных масс.

На карте температуры и глубины залегания ядра глубинной воды (рис. 15) видно, что хотя максимальная температура слоя глубинной воды в низких широтах (в тех районах, где ядро выделялось по солености) иногда значительно выше температуры ядра глубинной воды (на $0,4$ — $0,5^\circ$), для характеристики ядра целесообразно построить именно карту температуры воды ядра. Наиболее резкие колебания топографии ядра и границ слоя глубинной воды наблюдаются в районе пролива Дрейка и к югу от Новой Зеландии. Большой сложностью отличается также топография ядра слоя глубинной воды по восточной периферии моря Уэдделла. В атлантическом и индийском секторах ядро слоя близ материка Антарктиды находится на больших глубинах (от 5° з. д. до 40° в. д. — до 600—750 м, и на 55 — 70° в. д., близ берега Кемпа и Ларса Кристенсена — до 1000 м).

Диконом (1937) было отмечено, что в тихоокеанском секторе Антарктики теплая глубинная вода наиболее распространена к югу. Рассмотренные нами данные (см. рис. 15) подтверждают это положение. В антарктической зоне тихоокеанского сектора температура ядра глубинной воды на большой площади (в том числе в морях Беллинсгаузена и Амундсена) равна $1,5^\circ$.

Карта солености ядра глубинной воды и топографии ядра глубинной воды (рис. 16) дает довольно однородное распределение солености ядра. Районы пониженной солености расположены в основном около 60° ю. ш.

Для выяснения некоторых особенностей распространения и залегания водных масс была построена карта топографии верхней границы

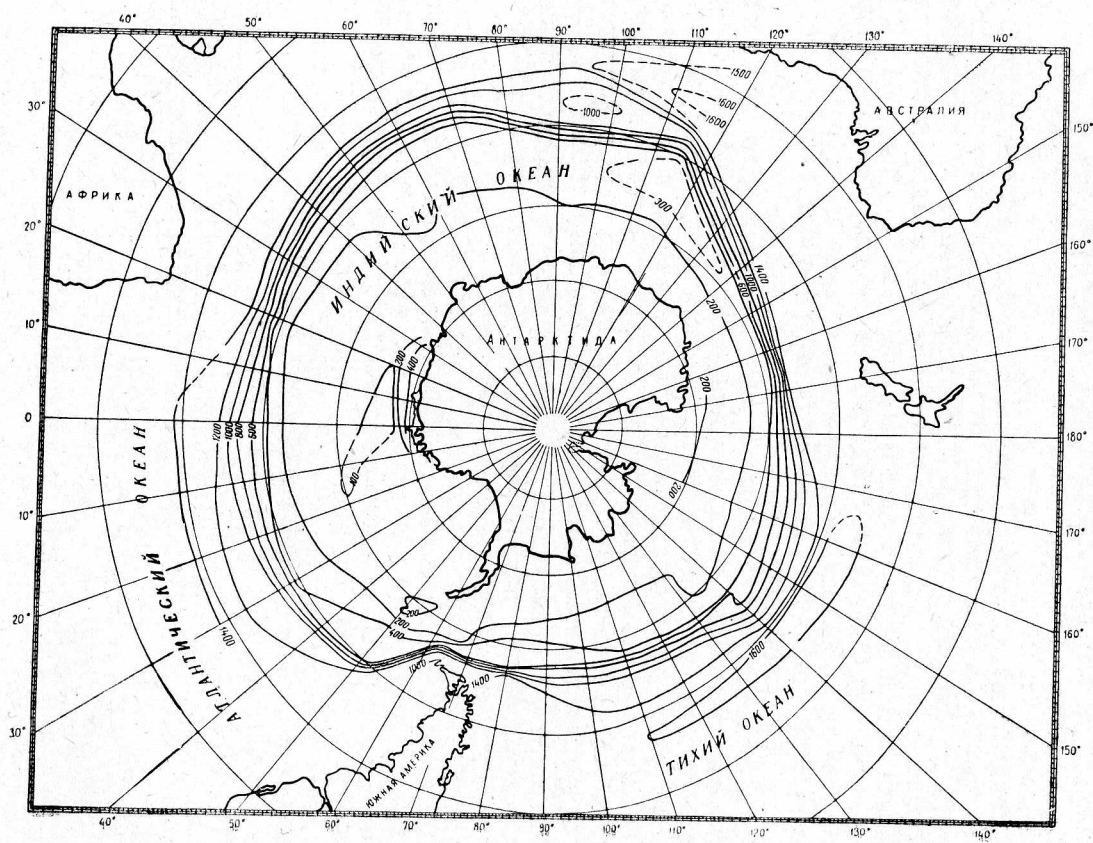


Рис. 14. Карта топографии нижней границы поверхностной антарктической воды.

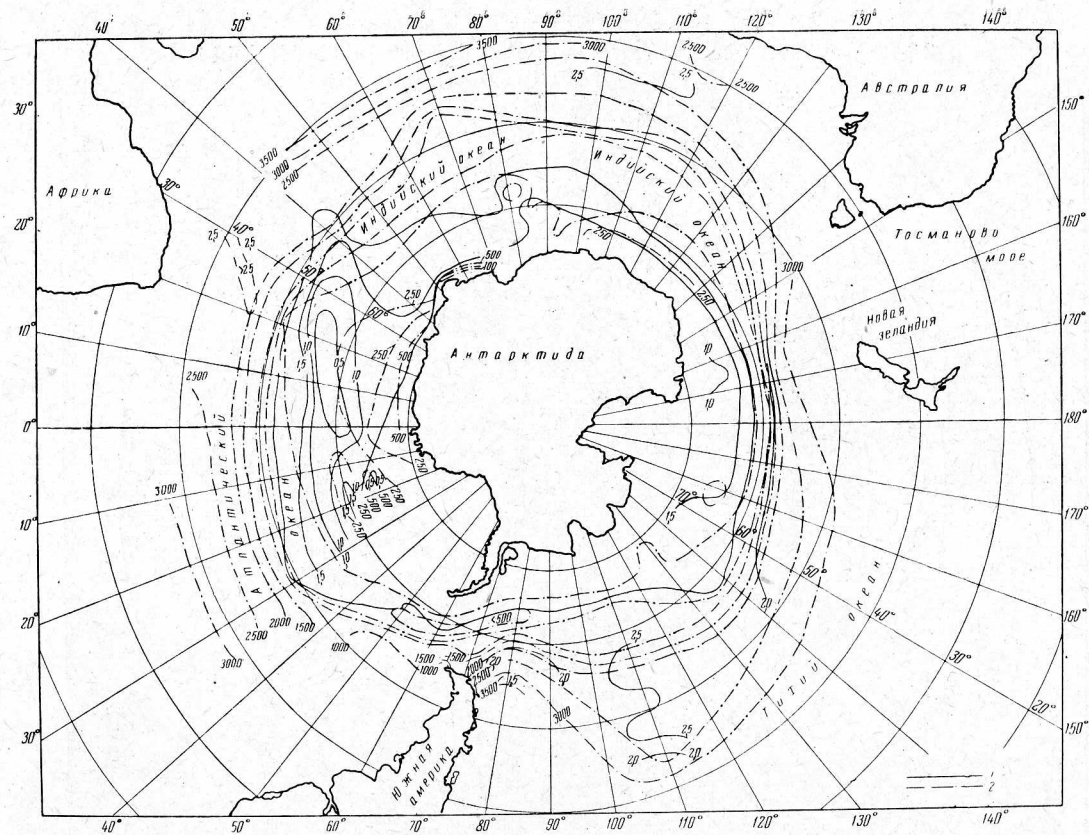


Рис. 16. Карта солености и топографии ядра глубинной воды:
 1 — изогалины, 2 — глубины залегания.

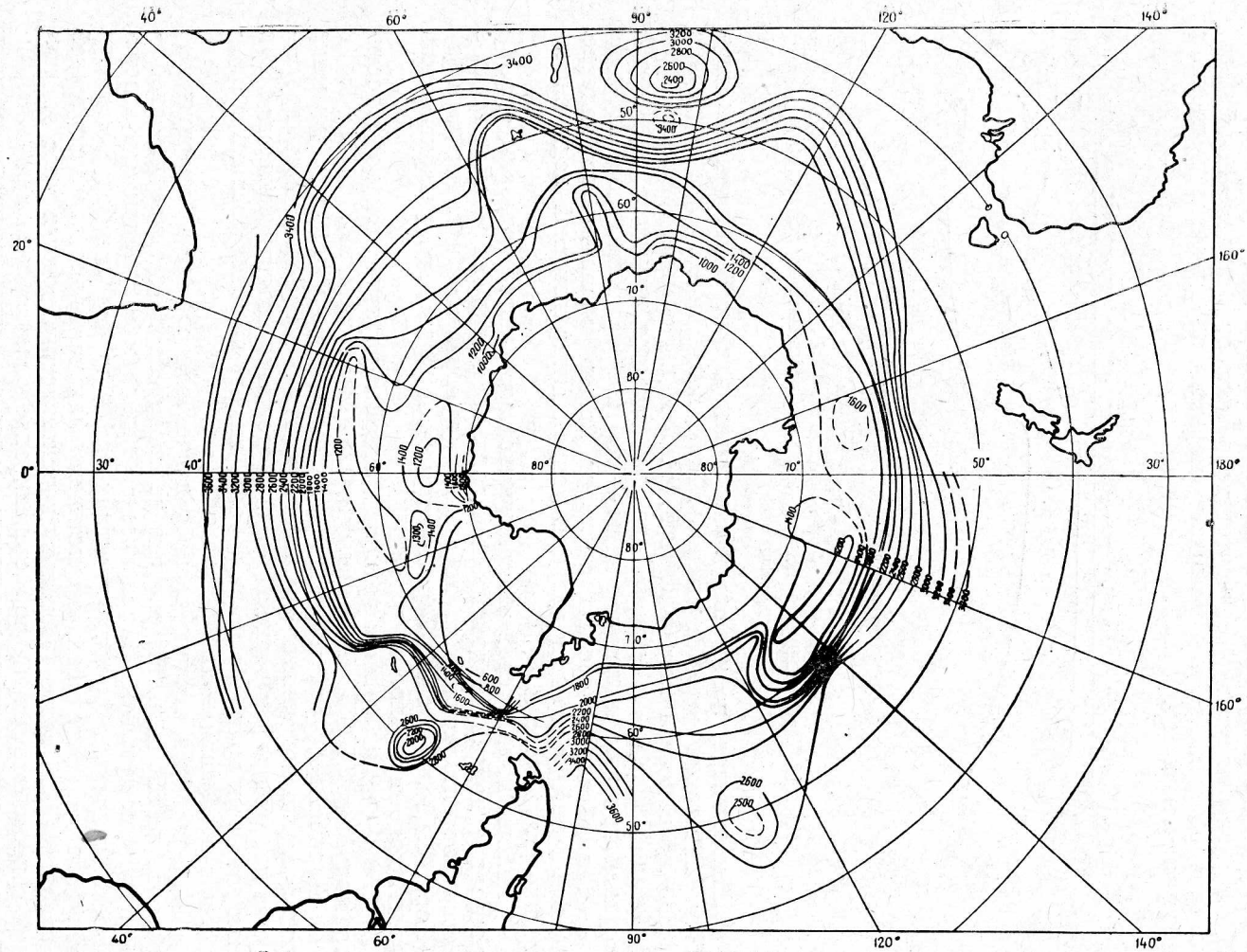


Рис. 17. Карта топографии верхней границы придонной антарктической воды.

придонной антарктической воды (рис. 17). Карта подтверждает высказанные ранее положения относительно моря Уэдделла как мощного очага формирования придонной антарктической воды.

Южная и центральная части моря Уэдделла, в которых, как предполагают, образуется значительная часть придонных антарктических вод, до сих пор изучены мало, но сгущение изолиний в районе моря Скотия (к востоку от пролива Дрэйка) и большая мощность распространения придонной антарктической воды, заметная на карте по «высокому» положению верхней границы придонной воды (порядка 600—800 м), с последующим относительно резким опусканием ее к северу, говорит об относительно высокой скорости образования придонных антарктических вод.

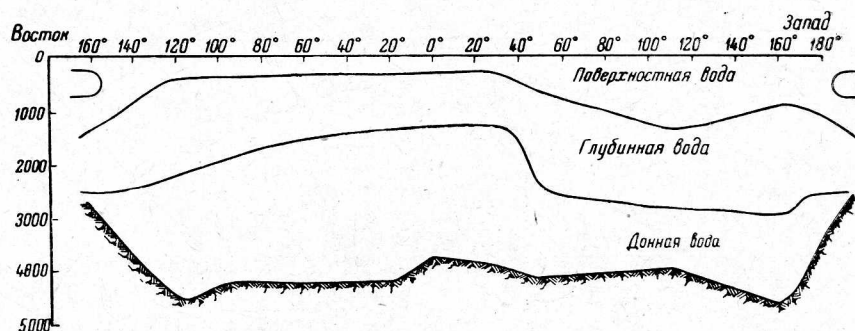


Рис. 18. Распределение водных масс в Антарктике по 55° ю. ш.

Наибольшая, по имеющимся данным, для всей Антарктики глубина залегания верхней границы придонной воды близ материка (1800 м) отмечена между 20° з. д. и 20° в. д. По мере движения к северу (до 53° ю. ш.) в этом районе наблюдается некоторое повышение верхней границы придонной воды — до 1200 м. Детальное изучение рельефа и гидрологических факторов может объяснить это явление. Далее к северу верхняя граница донной антарктической воды значительно углубляется.

Работы комплексной антарктической экспедиции показали, что образование донной антарктической воды возможно на всем кольце к северу от антарктического побережья (при условии наличия шельфа) (Корт, 1959). На рис. 17 распространение придонной антарктической воды циркумполярно.

На 40° ю. ш. верхняя граница донной антарктической воды достигает глубины 3700 м (в пределах исследуемой области).

Дальнейшее (вне пределов рассматриваемого района) изучение распространения донных антарктических вод не может быть прослежено по топографии верхней границы донных антарктических вод, так как ввиду их трансформации в более низких широтах возникнут трудности в выделении ее по *TS*-кривым.

На рис. 18 приведено распределение водных масс в Антарктике на разрезе по 55° ю. ш. На рисунке не проведено разделение поверхностной и промежуточной антарктической водной массы. Мощность поверхностной воды колеблется в пределах от 100 до 1000 м и более, что объясняется соответственно отсутствием или наличием промежуточной антарктической воды. Поскольку характеристики водных масс на данной широте в значительной степени определяются положением фронтальных зон на данном меридиане, более объективным представляется

давать характеристики водных масс по отношению к фронтальным зонам в данном районе. Как показал Ю. А. Иванов (1959), крайние положения фронтальных зон в водах Антарктики в течение года могут смещаться на расстояние до 8° по широте.

Дальнейшее изучение антарктических вод позволит уточнить представление об их структуре, сезонной и многолетней изменчивости, а также кратковременных изменениях гидрологических характеристик, обусловленных синоптическими изменениями в атмосфере.

ЛИТЕРАТУРА

- Иванов Ю. А. Положение и сезонная изменчивость фронтальных зон в Антарктике. ДАН СССР. Т. 129, № 4, 1959.
- Корт В. Г. Основные научные результаты работ советской морской антарктической экспедиции (за 1956—1958 гг.). Изв. АН СССР, сер. геогр., 1959, № 5, стр. 3—12.
- Макаеров Ю. В. Основные черты гидрологического режима антарктических вод. Л., 1956.
- Максимов И. В. К изучению западного прибрежного антарктического течения. Информ. бюлл. Сов. антарктич. экспед. № 2, 1958.
- Deacon G. E. R. A general account of the hydrology of the South Atlantic Ocean. Discovery Reports, Vol. VIII, pp. 171—238. Cambridge, 1933.
- Deacon G. E. R. The Hydrology of the Southern Ocean. Discovery Reports. vol. XV, pp. 1—152. Cambridge, 1937.
- Midttun L. and Natvig, J. Pacific Antarctic Waters. Bergen, 1957.
- Mosby H. The Waters of the Atlantic Antarctic Ocean. Scientific Results of the Norwegian Antarctic Expedition 1927—1928. Vol. 1, № 11, Oslo, 1934.
- Sverdrup H. U., Jonson M. W. and Fleming R. H. The Oceans. New York, 1942.
-