

В. И. КУКСА, Ю. Г. МИХАЙЛИЧЕНКО

КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ВОД МИРОВОГО ОКЕАНА

(Представлено академиком Л. М. Брежневских 18 IV 1975)

Одна из наиболее примечательных особенностей структуры вод Мирового океана — это почти повсеместное нарушение монотонности вертикального распределения солёности или температуры экстремальными значениями этих характеристик. Такие крупномасштабные, квазистационарные особенности термохалинного поля океана, наблюдающиеся преимущественно на глубинах от 150 до 1200 м, относятся к промежуточным и подповерхностным промежуточным водам (⁹, ¹⁰). Среди этих вод, как правило, выделяют (¹, ⁴, ⁹) водные массы или слои в соответствии, во-первых, с соотношением значений солёности или температуры в них и в окружающих водах, а, во-вторых, с географической принадлежностью или районом формирования.

Рассмотрим наиболее широко представленные в Мировом океане промежуточные и подповерхностные промежуточные воды с экстремальными значениями солёности, которые из расположенных в поверхностных слоях океана очагов формирования должны, вообще, распространяться кратчайшим путем, совершая вертикальные и горизонтальные смещения на тех глубинах, где они будут находиться в устойчивом равновесии со своей плотностью. Наблюдения показывают (¹, ⁴, ⁸, ¹⁰), что каждой относящейся к этим водам водной массе (слою) соответствует определенная глубина залегания в зависимости от ее плотности. Кроме того, каждая такая водная масса в пределах своего распространения характеризуется весьма постоянными значениями плотности, особенно в ядрах водных масс. Сам факт близкого совпадения промежуточных и подповерхностных промежуточных водных масс с определенным интервалом изопикн, а их ядер с какой-либо одной изопикной не вызывает сомнений и подтверждается данными всех экспедиций. Таким образом, есть основания считать, что распространение свойств в промежуточных и подповерхностных промежуточных водах определяется главным образом адвекцией и боковым смещением вдоль изопикнических поверхностей (¹, ⁴, ⁸, ¹⁰).

Однако в среднемноголетнем аспекте подобная закономерность по однотипным исходным данным * была прослежена автором лишь для Индийского и Атлантического океанов (³, ⁴). Проведя аналогичную обработку каталога глубоководных наблюдений и по Тихому океану, мы получили возможность определить границы распространения и особенности трансформации исследуемых водных масс Мирового океана (рис. 1), а также оценить пространственную изменчивость значений условной плотности в ядрах этих водных масс и на их вертикальных границах (табл. 1).

Обозначенные на рис. 1 области распространения водных масс в основном подтверждают имеющиеся представления о структуре вод Мирового океана. Отметим только, по-видимому, впервые зафиксированный в Тихом

* По материалам составленного в Институте океанологии АН СССР каталога глубоководных наблюдений над температурой и солёностью по Индийскому, Атлантическому и Тихому океанам в форме средних годовых многолетних значений для пятиградусных трапеций.

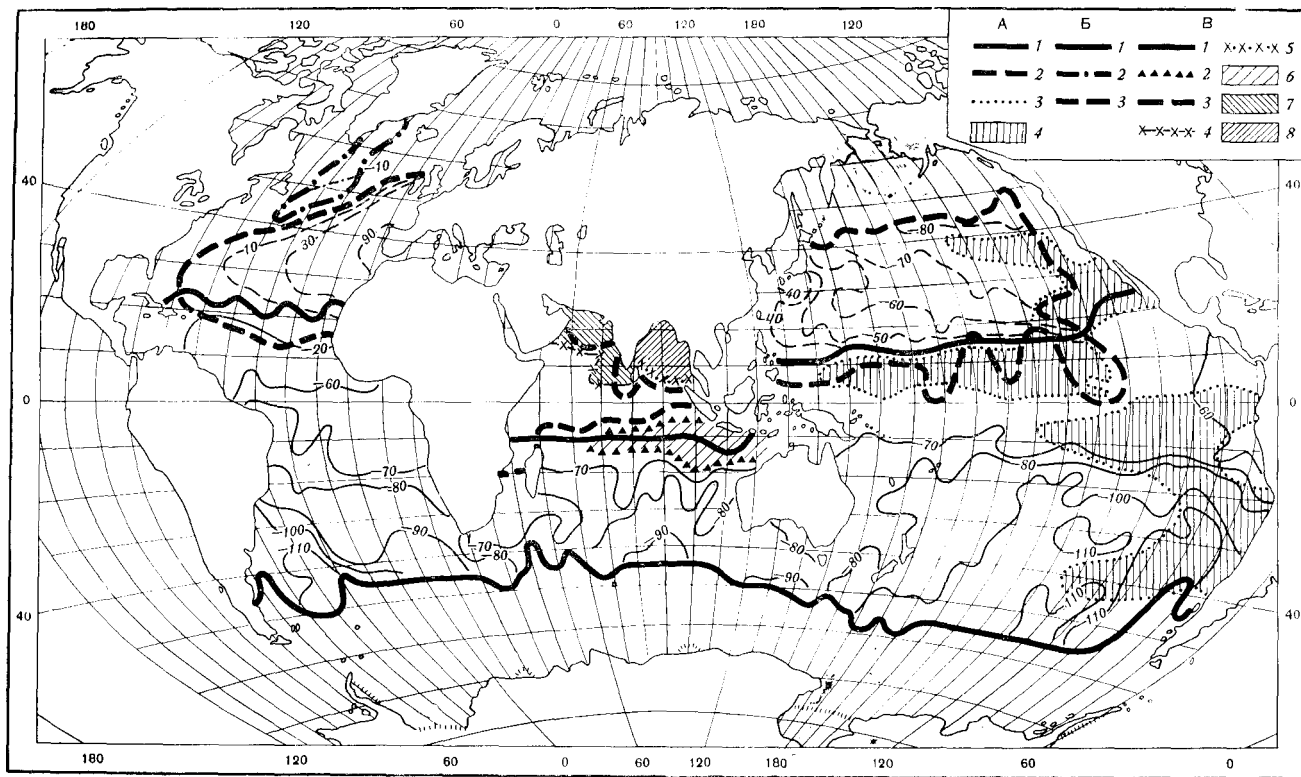


Рис. 1. Граница распространения промежуточных и подповерхностных промежуточных водных масс (слоев) в Тихом (А), Атлантическом (Б) и Индийском (В) океанах по средним многолетним значениям солёности, отнесенным к центрам пятиградусных трапеций. Для А: 1 — Антарктическая пониженной солёности, 2 — Северотихоокеанская пониженной солёности, 3 — Калифорнийская и Перу-Чилийская пониженной солёности (4 — области распространения этих водных масс). Для Б: 1 — Антарктическая пониженной солёности, 2 — Североатлантическая пониженной солёности, 3 — Средиземноморская повышенной солёности. Для В: 1 — Антарктическая пониженной солёности, 2 — Экваториальная повышенной солёности (воды моря Банда), 3 — Красноморско-Аравийская повышенной солёности, 4 — Персидско-Аравийская повышенной солёности, 5 — Бенгальская повышенной солёности, 6 — область распространения водных масс моря Банда, 7 — то же Персидско-Аравийской, 8 — то же Бенгальской. Проведены изомалы солёности (‰) в ядрах промежуточных водных масс

Таблица 1

Океан	Воды	Водные массы (слои)	Пределы глубины залегания (м)	Среднее значение условной плотности	Стандартное отклонение	Число пятиградусных трапеций
Тихий	Промежуточные	Антарктическая пониженной солености	200—1100	26,85 27,22 27,56	0,17 0,09 0,03	289 410 343
		Северотихоокеанская пониженной солености	200—800	26,03 26,73 27,19	0,14 0,13 0,06	57 138 87
		Перу—чилийская пониженной солености	50—400	25,75 26,41 26,89	0,34 0,33 0,16	38 75 56
		Калифорнийская пониженной солености	50—400	25,34 25,96 26,06	0,37 0,44 0,42	17 57 11
Атлантический	Промежуточные	Антарктическая пониженной солености	200—1100	26,77 27,30 27,60	0,24 0,08 0,07	167 176 168
		Средиземноморская повышенной солености	1000—1400	27,59 27,71 27,82	0,12 0,08 0,05	66 70 66
		Североатлантическая пониженной солености	200—1100	27,53 27,67 27,72	0,15 0,06 0,07	10 10 10
Индийский	Промежуточные	Антарктическая пониженной солености	200—1100	26,83 27,24 27,55	0,13 0,06 0,12	128 128 127
		Экваториальная пониженной солености (воды моря Банда)	около 1000	27,19 27,40 27,58	0,15 0,06 0,07	21 21 20
		Красноморско-аравийская повышенной солености (год)	около 800	27,11 27,24 27,59	0,08 0,10 0,05	46 47 45
		Красноморско-аравийская повышенной солености (лето)	около 800	27,12 27,22 27,55	0,11 0,11 0,08	46 46 46
		Красноморско-аравийская повышенной солености (зима)	около 800	27,11 27,21 27,57	0,10 0,10 0,06	44 44 44
		Бенгальская повышенной солености (год)	200—600	25,70 26,86 27,49	0,13 0,07 0,02	9 9 8
		Бенгальская повышенной солености (лето)	200—600	25,65 26,87 27,49	0,13 0,01 0,02	4 4 3
		Бенгальская повышенной солености (зима)	200—600	25,61 26,85 27,47	0,14 0,03 0,04	8 9 9
		Персидско-аравийская повышенной солености (год)	300—400	26,27 26,61 26,92	0,12 0,15 0,15	12 13 12
		Персидско-аравийская повышенной солености (лето)	300—400	26,29 26,54 26,85	0,09 0,10 0,18	16 16 16
	Подповерхностные промежуточные	Персидско-аравийская повышенной солености (зима)	300—400	26,28 26,53 26,83	0,18 0,10 0,16	15 15 15

Примечание. Три значения в каждой клетке отвечают вертикальным границам (сверху вниз) — верхней, ядру и нижней. Различное число пятиградусных трапеций (для одной водной массы) связано с тем, что иногда не удается вместе с экстремумом четко определить вертикальные границы.

океане четкий переход антарктической промежуточной водной массы через экватор до 10–15° с.ш. и чрезвычайно сложную соленосную структуру вод экваториальной части северной половины этого океана. Здесь на нескольких участках на одной вертикали прослеживаются три минимума солености различного происхождения. Указанные закономерности трехмерного распределения могут быть связаны с особенностями циркуляции вод (2).

Для выяснения особенностей переноса и трансформации свойств в ядрах промежуточных водных масс был использован метод аномалий солености (6). Значения аномалий солености в ядрах водных масс находились сравнением экстремальных точек *T*, *S*-кривых с соответствующими точками эталонных кривых, которые определялись по значениям плотности ядра, а не его температуры (6). Для трех промежуточных водных масс: антарктической и североатлантической пониженной солености, а также средиземноморской повышенной солености — в качестве эталонной принималась обобщенная *T*, *S*-кривая вод западной части Саргассова моря (4). В случае северотихоокеанской промежуточной водной массы пониженной солености за эталонную принималась *T*, *S*-кривая пятиградусной трапеции вблизи побережья Центральной Америки между 5 и 10° с.ш. Распределение изомал на рис. 1 дает представление о степени трансформации и характере распространения промежуточных вод Мирового океана.

Абсолютные значения стандартных отклонений (табл. 1) убедительно подтверждают предположение о том, что в Мировом океане распределение океанографических характеристик в промежуточных водах по средним многолетним данным происходит в основном вдоль изопикнических поверхностей. Наиболее благоприятные условия для развития такого рода процесса существуют в ядрах водных масс. В подповерхностных промежуточных водных массах пониженной солености и персидско-аравийской водной массе повышенной солености изопикничность в распространении свойств выражена слабее и практически отсутствует в подповерхностных промежуточных водных массах повышенной солености, характерных для субтропической и тропической структур открытой части Мирового океана (5, 7, 9, 10). Последнее обстоятельство говорит о зависимости характеристик подповерхностных промежуточных вод от сезонных изменений теплового и водного баланса поверхности океана (3).

В то же время для промежуточных вод, по-видимому, характерно постоянство крупномасштабных особенностей поля плотности в течение года и в среднемноголетнем аспекте (11). Этот вывод можно считать справедливым и для северной части Индийского океана, где, несмотря на ярко выраженную муссонную изменчивость циркуляции вод (10), колебания значений условной плотности в ядрах водных масс не превышают 0,3 ед. (табл. 1).

Институт океанологии им. П. П. Ширшова
Академии наук СССР
Москва

Поступило
18 IV 1975

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. А. Бубнов, Океанология, т. 8, в. 3 (1968). ² В. А. Бурков, Общая циркуляция вод Тихого океана, Тихий океан, М., «Наука», 1972. ³ В. И. Кукса, Океанология, т. 12, в. 1 (1972). ⁴ V. I. Cooksa, II Intern. Ocean Development Conf., Preprints, v. 1, Tokyo, 1972. ⁵ A. Defant, Physical Oceanography, v. 1, Oxford, 1961. ⁶ B. Helland-Hansen, F. Nansen, Geophys. Publ., v. 4, N 2 (1926). ⁷ R. B. Montgomery, Papers Phys. Oceanogr. Meteorol., v. 6, N 2 (1938). ⁸ J. L. Reid, Intermediate Waters of the Pacific Ocean, Baltimore, 1965. ⁹ H. U. Sverdrup, M. W. Johnson, R. H. Fleming, The Oceans, their Physics, Chemistry and General Biology, N. Y., 1942. ¹⁰ Oceanographic Atlas of the International Indian Ocean Expedition, K. Wyrtki (Ed.), Washington, 1971. ¹¹ Б. Н. Филиошкин, В. И. Кукса, Перемешивание вод, Кн.: Гидрология Тихого океана. Тихий океан, М., «Наука», 1968.