

Т.П.Лебедева

*Морской гидрофизический институт НАН Украины, г.Севастополь***СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ
ОКЕАНА В РАЙОНЕ СРЕДИННО-АТЛАНТИЧЕСКОГО ХРЕБТА**

Представлены результаты исследования поверхностного температурного поля океана над рифтовой зоной Срединно-Атлантического хребта на широтных разрезах по 24°, 25° и 26° с.ш.. Экспериментально подтверждено влияние рифтовой зоны на изменчивость температурного поля океана.

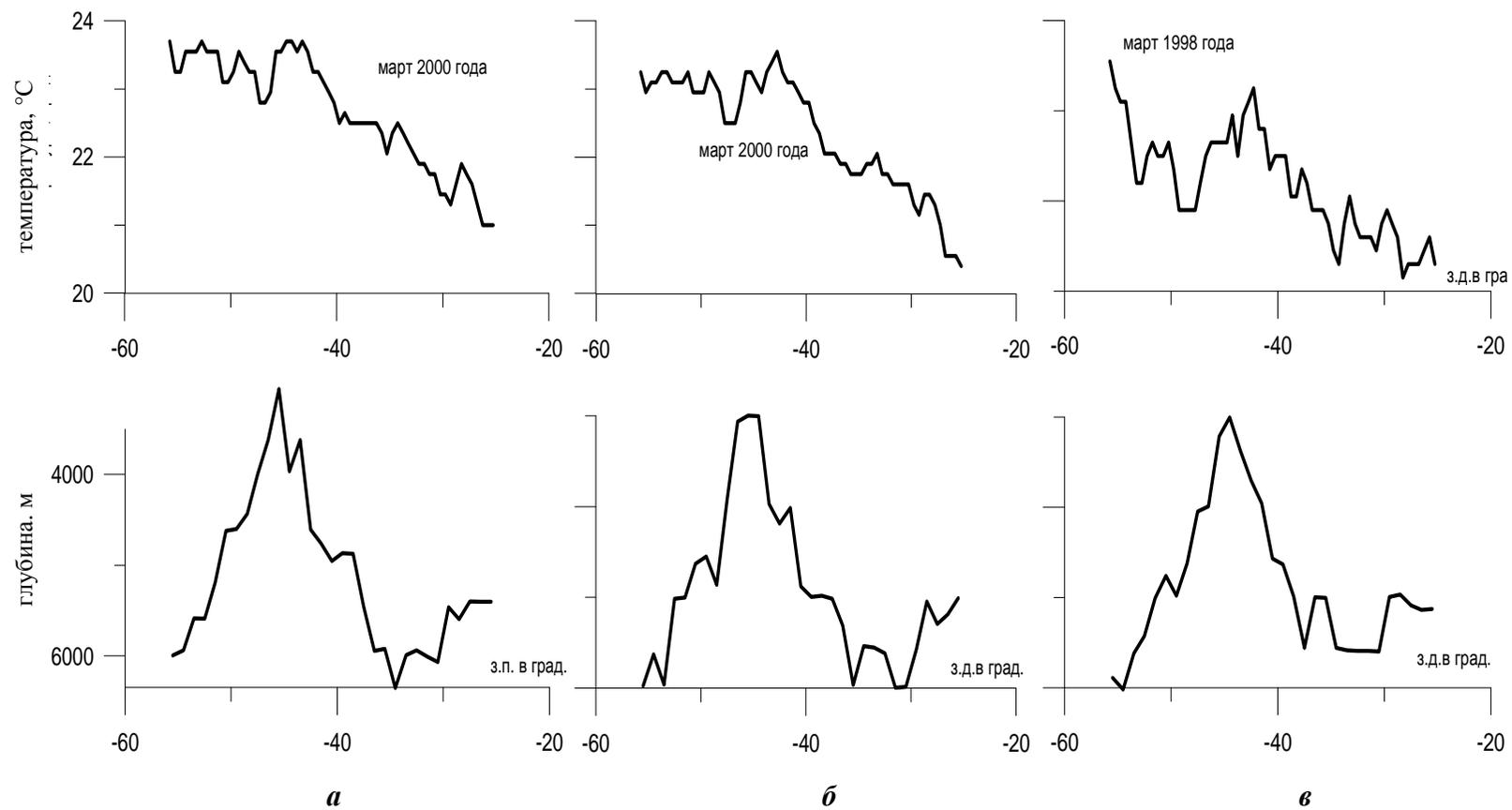
Влиянию Срединно-Атлантического хребта (САХ) на пространственно-временную изменчивость гидрофизических полей океана посвящено ряд теоретических [1, 2] и экспериментальных [3 – 5] работ, первые из которых посвящены образованию внутренних волн в этом районе, а вторые, в свою очередь, указывают на резкое изменение температурного поля в районе гребня хребта. САХ представляет собой пологое сводообразное поднятие с расчлененным рельефом в полосе гребня и относительно смягчен на флангах. Свод состоит из рифтовых гор и рифтовых долин [6]. Согласно литературным источникам [7, 8], в рифтовой зоне обнаружены экстрезивные зоны с признаками гидротермальной активности (тепловой поток). Тепловой поток усиливается на гребне, достигая значения от 2 до $6 \cdot 10^{-6}$ кал./ см²/ сек.. и значительно ослабевает на флангах до $0,14-0,97 \cdot 10^{-6}$ кал / см²/ сек. Распределение мощности теплового потока зависит от рельефа дна [9] .

Данная работа посвящена исследованию влияния рельефа дна в районе гребня САХ на поверхностное поле температуры океана на широтных разрезах по 24, 25, 26° с.ш.

Материалы и анализ наблюдений. Анализ были подвергнуты данные спутниковых температурных измерений поверхности океана района исследования за период с 1985 по 2001 гг. Температурные данные представляют собой среднюю температуру за месяц по широтным разрезам с интервалом 0,5° по широте. Температурные разрезы сопоставлены с рельефом дна данного района. Дискретность данных рельефа дна составляла 1° по широте (рис.1). Особенностью спутниковых температурных разрезов является наличие областей с резким изменением структуры температурного поля в районах с максимальным поднятием дна океана и длиннопериодные колебания температуры с масштабами 400 – 500 км в районе гребня САХ.

Спутниковые температурные данные в свою очередь сопоставлялись с материалами наблюдений, полученными с помощью прибора «Шлейф» в марте 1978 г. на трансатлантическом разрезе по 25° с.ш. Данные снимались с ленты самописца с интервалом 1,2 мин, что соответствовало пространственной дискретности 540 м при 15-ти узловой скорости судна.

Измерения поверхностной температуры производились с 5 мин дискретностью, соответствовавшей поступлению с судовой ЭВМ информации о



Р и с . 1 . Температура поверхности океана над САХ по 24 (а), 25 (б) и 26° (в) с.ш.

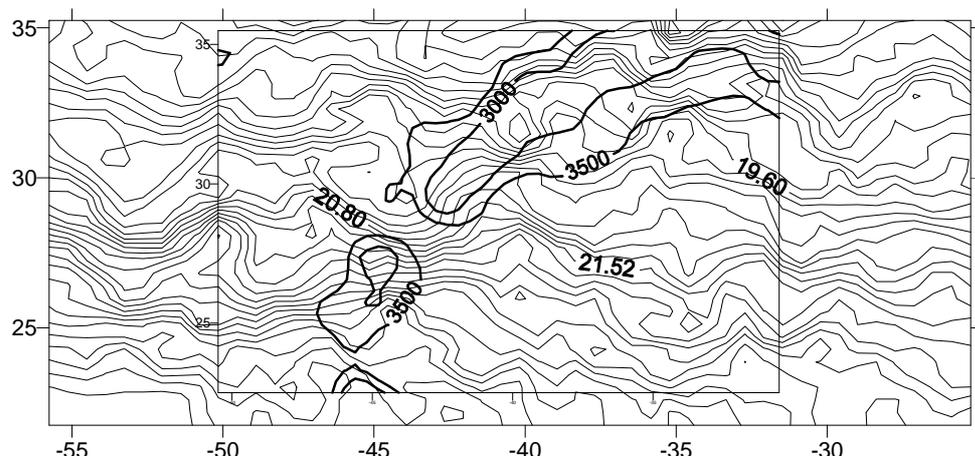
рельефе дна [9]. Буксируемый комплекс «Шлейф» обеспечивал измерения поверхностной температуры T_n в слое 0,5 м, интегральной температуры

$$T = \frac{1}{H_k} \int_{H_k^0}^{H_k} T(H) dH,$$

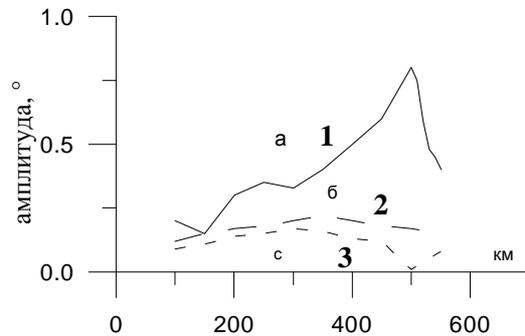
температуры T_k и глубины H_k на свободном конце буксируемого распределенного датчика температуры [9]. Измерения охватили 200 м поверхностный слой ($H_k = 200$ м). Параллельно с измерениями температур и глубины синхронно регистрировалась скорость судна и данные эхолотного промера дна. Особенностью температурных записей комплекса «Шлейф» [3] является наличие длиннопериодных колебаний с масштабами 400 – 500 км в районе гребня хребта. Общий размах колебаний температуры на поверхности океана в масштабе 400 – 500 км для спутниковых разрезов составил $0,6 - 1^\circ$, для данных «Шлейфа» $1,24^\circ$ для поверхностной температуры и $1,8^\circ$ для интегральной.

На рис.2 представлена карта изотерм средней температуры поверхности океана в марте 1998 г. Расположение гребня САХ обозначено в прямоугольнике для района исследования; в районе гребня по $24, 25$ и 26° с.ш. расположена область максимальных градиентов.

Для объективной оценки колебания температуры был проведен гармонический анализ спутниковых температурных данных по методике [12] и получен пространственный коэффициент взаимной корреляции между данными температуры и рельефа дна, значения которого находятся в пределах $0,5 - 0,7$. Периодограммы амплитуд температуры в районе САХ для разреза по 25° с.ш. показаны на рис.3. Обращает на себя внимание принципиальное отличие периодограмм в районе гребня хребта и в районах к западу и востоку от гребня. Характерной особенностью периодограммы над гребнем является наличие отчетливого максимума в диапазоне масштабов 450 – 500 км; на других участках максимум отсутствует. Такое распределение гар-



Р и с . 2. Карта изотерм поверхности океана с дискретностью $0,3^\circ\text{C}$ с гребнем САХ по данным, полученным в марте 1998 г.



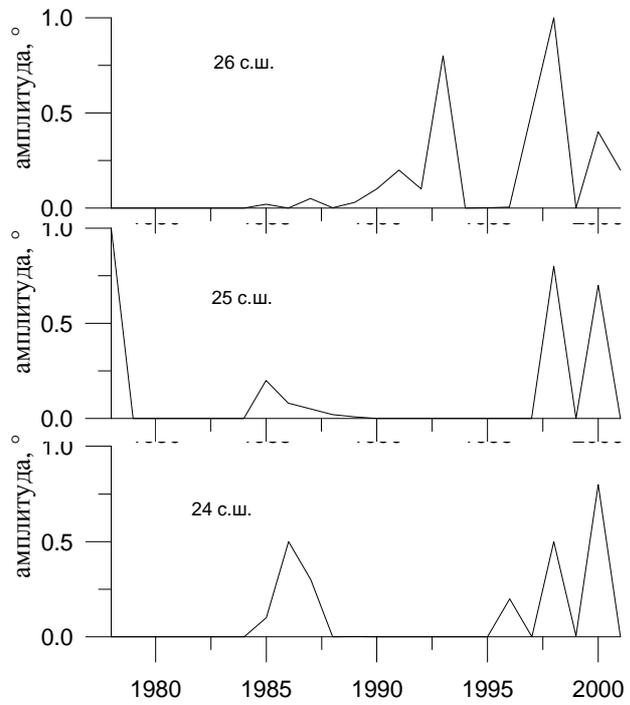
Р и с . 3 . Распределение амплитуд периодограмм в марте 2000 г. в районе гребня (1), а также в районах, примыкающих к гребню со стороны запада (2) и востока (3).

моник приходится на период с 1998 по 2000 гг. (рис.4). Аналогичные температурные неоднородности с масштабами 450 – 500 км, полученные в 1978 и 1998 – 2000

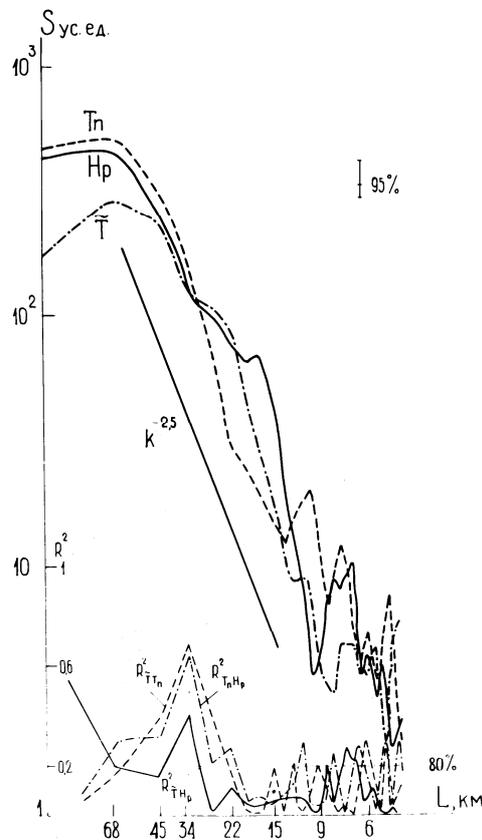
гг., возможно, связаны с определенной ритмичностью, примерно 20 лет, деятельности высокотемпературных гидротермальных источников, указанной в литературе [7, 8].

Другой особенностью температурных разрезов по данным «Шлейфа» является наличие среднемасштабных неоднородностей в пространственном диапазоне 8 – 135 км, присутствующих как на интегральной, так и на поверхностной температуре. Двойная амплитуда этих неоднородностей не превышает значения 0,52 °С для T_n (поверхностной) и 0,88 °С для \tilde{T} (интегральной).

Анализ корреляционных связей температурных характеристик комплекса «Шлейф» и рельефа дна [4] характеризуется наличием высокой корреляции (0,6 – 0,8) в районе гребня хребта на глубинах выше 4500 м. Тесная связь температурного поля поверхностного слоя океана и неоднородностей рельефа дна в районе САХ наблюдается при анализе спектральных функций пространственных аномалий этих характеристик. На рис.5 представлены в условных единицах спектры поверхностной S_{T_n} , интегральной $S_{\tilde{T}}$ температур и рельефа дна S_{H_p} над восточным склоном хребта для разреза по 25° с.ш. Здесь же нанесены значения квадрата когерентности между поверхностной и интегральной температурами, между поверхностной температурой и рельефом дна, между интегральной температурой и рельефом дна



Р и с . 4 . Распределение амплитуд гармоник с пространственным периодом 450 – 500 км.



($R^2_{T_n T}$; $R^2_{T_n H_p}$; $R^2_{T H_p}$). От-

личительной особенностью поведения спектральной

Рис. 5. Спектры поверхностной S_{T_n} , интегральной $S_{\bar{T}}$ температур и рельефа дна S_{H_p} над восточным склоном хребта для разреза по 25° с.ш.

функции рельефа дна является то, что функция спектральной плотности в общих чертах соответствует поведению обобщенного спектра топографии для средних океанических условий с характерным наклоном $-2,5$ [10]. Спектр рельефа дна в масштабной области 6 – 10 км имеет доверительные максимумы, а на масштабах 15 – 20 км наблюдается излом, характерный для спектра топографии [11]. В этой же работе отмечается, что масштабы рельефа дна в зоне излома обобщенного спектра должны хорошо коррелировать с масштабами

внутренних волн, генерируемых квазипостоянными потоками, обтекающими среднемасштабные неровности дна.

Обращаясь к распределениям кривых когерентностей по спектру пространственных масштабов, отметим, что статистическая зависимость температурных аномалий от неоднородностей рельефа дна охватывает масштабы 27 – 135 км, где уровень квадратов когерентностей $R^2_{T_n H_p}$, $R^2_{T H_p}$ и $R^2_{T T_n}$ лежит в пределах 0,25 – 0,64.

Выводы. Спутниковые температурные данные поверхности океана на широтных разрезах по 24, 25 и 26° с.ш. и теплосодержание 200 м слоя на разрезе по 25° с.ш. в районе Срединно-Атлантического хребта позволили установить зависимость пространственных неоднородностей температуры от характеристик рельефа дна океана.

Пространственный коэффициент взаимной корреляции между температурой и рельефом дна достигает значения от 0,5 до 0,8.

Результаты гармонического и спектрального анализа показали наличие особенно тесной взаимосвязи в районе гребня Срединно-Атлантического хребта с глубинами до 4500 м.

Исследования спутниковых температурных измерений за период с 1985 по 2001 гг. в марте показали, что с 1998 по 2000 гг. температурные неоднородности с масштабами 450 – 500 км над гребнем САХ аналогичны с тем-

пературными неоднородностями, полученными в марте 1978 г. с помощью буксируемого комплекса «Шлейф» в районе исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Довгая С.В., Черкесов Л.В. Влияние стратификации на поле волновых возмущений, генерируемое баротропным приливом в районе САХ // Морской гидрофизический журнал.– 1996.– 6.– С.13-22.
2. Довгая С.В. Исследование внутренних волн, генерируемых баротропным приливом, набегающим под произвольным углом на океанический хребет // Морской гидрофизический журнал.– 2000.– 4.– С.11-16.
3. Парамонов А.Н., Лебедева Т.П., Навроцкий В.В. Особенности температурной структуры верхнего слоя океана в районе Срединно-Атлантического хребта // Изв. АН СССР.– 1980.– 16, №11.– С.1220-1225.
4. Парамонов А.Н., Лебедева Т.П. Пространственная структура температурного поля океана над Срединно-Атлантическим хребтом // Поверхностные и внутренние волны.– Севастополь: МГИ АН УССР, 1981.– С.20-27.
5. Булгаков Н.П., Ерошко А.А., Лебедева Т.П. Некоторые особенности поля температуры поверхностного слоя океана над Срединно-Атлантическим хребтом // Деп. рук. № 4667-84.– М.: ВИНТИ, 1984.– 15 с.
6. Энциклопедия. Океан – Атмосфера.– Л.: Гидрометеиздат, 1983.– 464 с.
7. Менард Г.У. Геология дна Тихого океана.– М.: Мир, 1966.– 275 с.
8. Лисицын А.П., Богданов Ю.А., Гурвич Е.Г. Гиотермальные образования рифтовых зон океана.– М: Наука, 1990.– 255 с.
9. Золотарев В.Г. Геотермальная модель Аденского рифта // Океанология.– 1986.– 6.– С.947-952.
10. Парамонов А.Н., Греков Н.А., Иванов А.Ф. Буксируемый измерительный комплекс для исследования изменчивости интегральной температуры верхнего слоя океана // Океанология.– 1980.– 20, №5.– С.46-54.
11. Bell T.H. Topographically generated internal waves in the open ocean // J. Geophys. Res.– 1975.– 80, №3.– P.320-327.
12. Кушнир В.М., Андриющенко Е.Г. О выделении гармонических составляющих гидрометеорологических процессов на основе метода наименьших квадратов // Морской гидрофизический журнал.– 1976.– 4.– С.100-111.

Материал поступил в редакцию 10.03.2005 г.
После доработки 18.05.2005 г.