

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И КОНТРОЛЮ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

ISSN 0371—7089

ТРУДЫ
ОРДЕНА ЛЕНИНА
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ЦЕНТРА СССР

Выпуск 292

**КРАТКОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ
И ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ ПОГОДЫ.
МОРСКИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ
ПРОГНОЗЫ**

ЛЕНИНГРАД
ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ
1988

СОДЕРЖАНИЕ

В.В. Оганесян. Возможный подход к задаче прогноза зон активной конвекции и связанных с ними стихийных метеорологических явлений.	3
А.П. Полхов. Типизация атмосферных процессов, обуславливающих ветры со скоростью 15 м/с и более на Кальском полуострове.	10
Е.П. Веселов. О зависимости скорости ветра от давления, температуры и влажности воздуха.	22
В.С. Иванова. Местные воздушные течения на Южном Урале.	25
М.А. Мастерских. О происхождении антибризовых потоков.	31
М.Р. Ватьян, В.К. Серафимов. К вопросу о формировании умеренных и сильных летних осадков в Восточной Грузии.	35
Б.В. Кубай. Схема синоптико-статистического кратковременного прогноза летних осадков для южных районов Сахарина.	39
В.Ф. Лапчева. Метод прогноза количества осадков, в том числе сильных и очень сильных, в холодный период года по данным МРЛ и ИСЗ.	53
Н.Е. Минакова. Некоторые причины нарушения связи облачной полосы на снимке ИСЗ с положением фронта у поверхности Земли.	60
Л.П. Самарина. О радиолокационном разделении ливней и гроз с помощью стратегии минимизации среднего риска.	65
Н.Е. Минакова, Н.А. Ходнева. О связи между скоростью перемещения холодного фронта и скоростью ветра на стандартных уровнях атмосферы.	71
С.Т. Соколов. Синоптическая обстановка неблагоприятных метеорологических условий при полетах над Восточной Антарктидой в теплое время года.	76
Е.С. Нестеров. О формировании температурного поля Северной Атлантики в весенний период.	90
Е.С. Нестеров. О влиянии синоптических вихрей на температуру деятельного слоя в ньюфаунденской энергоактивной зоне.	96

Л.И. Скриптунова, Е.В. Большакова. Учет суммарного потока тепла через поверхность океана в долгосрочном прогнозе температуры воды.	I01
М.Г. Глаголева. Аномальность полей температуры воды в Северной Атлантике.	I08
А.И. Каракаш, М.И. Короб. О прогнозе ледовитости неарктических морей СССР.	I18
<u>О.И. Шереметевская</u> . Статистический анализ сроков первого появления льда на морях Дальнего Востока	I24
П.И. Бухарицин. Сезонный прогноз торосистости льдов Северного Каспия.	I30
З.К. Абузьяров, К.М. Сиротов, Л.С. Сетт. К вопросу о пространственно-временной изменчивости высоты волн в Северной Атлантике.	I36
Б.Х. Рыбак. Численные эксперименты по восстановлению полей волнения методом оптимальной интерполяции	I47
Б.Н. Иванов. Модель адаптации расчета скорости ветра и высоты волн.	I56
Б.А. Бирман, Е.В. Балашова. Исследование статистических свойств рядов наблюдений с различной временной дискретностью	I62
Р.В. Гаврилюк. Об изменчивости термического режима района, прилегающего к Срединно-Атлантическому хребту	I71
М.Г. Глаголева, Л.И. Скриптунова, Е.В. Большакова. Физико-статистический метод прогноза аномалии температуры воды в северной части Атлантического океана.	I81

ОБ ИЗМЕНЧИВОСТИ
ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА РАЙОНА,
ПРИЛЕГАЮЩЕГО К СРЕДИННО-АТЛАНТИЧЕСКОМУ ХРЕБТУ

В настоящей работе рассмотрен вопрос об изменчивости термического режима района, прилегающего к Срединно-Атлантическому хребту. Для этого использовались данные океанографических разрезов вдоль 30° з.д., выполненных научно-исследовательскими судами погоды ГОИН. Период наблюдений охватывает 10-летний ряд - с 1975 по 1984 гг. Для удобства обработки, а также для исключения мелкомасштабных особенностей распределения все данные линейно интерполированы в точки с координатами 40, 42, 44, 46, 48, 50 и 52° с.ш. для стандартных горизонтов от поверхности до 1200 м. Съемка одного разреза выполнялась в течение 3-4 сут, поэтому значения температуры на стандартных горизонтах станций можно рассматривать как совокупность результатов синхронных измерений исследуемого элемента в образующих поле точках. Всего за 10-летний период был выполнен 81 разрез. Из них 24 разреза выполнены дважды в месяц, 9 разрезов - трижды в месяц, 48 разрезов - один раз в месяц. В том случае, если в течение месяца разрез выполнялся несколько раз, данные осреднялись; предполагалось, что осредненные значения характеризуют распределение температуры в плоскости разреза для данного месяца данного года. Так как разрезы выполнялись не каждый месяц, проводилась интерполяция данных с учетом сезонного хода температуры воды.

Непрерывные ряды наблюдений охватывают период с мая 1977 г. по октябрь 1982 г. и включают 66 полей, из которых 18 получены путем интерполяции.

Месяцы, в которые отмечались максимальные (*max*) и температуры воды Δt ($^{\circ}\text{C}$) на различных

Гори- зонт, м	52 $^{\circ}$			50 $^{\circ}$			48 $^{\circ}$		
	<i>max</i>	<i>min</i>	Δt $^{\circ}\text{C}$	<i>max</i>	<i>min</i>	Δt $^{\circ}\text{C}$	<i>max</i>	<i>min</i>	Δt $^{\circ}\text{C}$
0	IX	II	8,42	УШ	II	8,01	УШ	III	7,50
100	XII	II	5,47	IX	II	5,14	IX	УШ	5,46
200	X	УI	5,18	IX	УП	4,96	IX	X	4,81
300	II	УI	5,72	I	УП	5,14	IX	УШ	5,39
400	УШ	УI	4,47	IX	УП	5,30	IУ	УШ	5,96
500	УШ	УП	4,67	IX	УШ	4,92	IУ	УШ	5,71
600	УШ	УШ	2,42	IX	УШ	3,68	III	УШ	5,17
800	УШ	УП	1,42	I	УШ	2,28	IУ	УШ	2,99
1000	УШ	УI	0,71	УШ	II	1,76	IУ	IX	1,98
1200	XII	УП	0,64	XI	XII	1,42	УШ	X	1,02

Анализ изменчивости термических характеристик на разрезе по 30 $^{\circ}$ в.д. приводится во многих работах (/1, 2, 3/ и др.). Однако в одних работах данные обрабатывались до глубины 200 м, в других /1, 2/ изменчивость анализировалась в большом диапазоне широт за период превышающий год. Известны работы, посвященные анализу мезомасштабной изменчивости гидрологического режима в этом районе /3/. Многолетние значения температуры воды в слое 0-200 м по данным стандартного гидрологического разреза приводятся в работе /4/. Длительный ряд наблюдений, выполненных научно-исследовательскими судами погоды ГОИН к настоящему времени, позволил исследовать изменчивость термических характеристик в слое 0-1200 м с дискретностью один месяц.

Показателем межгодовой изменчивости температуры воды может быть размах колебаний этой характеристики, вычисленный для всего ряда наблюдений. Подсчитывалась разность между максимальными и минимальными значениями температуры на стандартных горизонтах разреза и определялось время, когда отмечались максимальные значения температуры. Результаты расчетов приведены в табл. I. Анализ данных таблицы показывает сложный характер межгодовой изменчивости температуры на разрезе. В поверхностном слое в межгодовых изменениях температуры четко прослеживается сезонный ход, характерный

Таблица I

минимальные (*min*) значения и размах колебаний широтах северного полушария

46°			44°			42°			40°		
<i>max</i>	<i>min</i>	Δt °C	<i>max</i>	<i>min</i>	Δt °C	<i>max</i>	<i>min</i>	Δt °C	<i>max</i>	<i>min</i>	Δt °C
УП	Ш	8,44	УП	Ш	9,46	УП	Ш	9,44	УШ	Ш	10,32
Х	У	3,10	ХI	Ш	2,69	ХII	УI	2,95	Х	УУ	3,60
П	УУ	2,57	ХII	У	2,29	УХ	УI	2,27	ХI	Ш	2,66
П	УП	3,54	Ш	УШ	2,33	Ш	ХI	1,83	Ш	УI	2,41
П	Х	4,10	Ш	УШ	1,84	УУ	ХI	1,61	Ш	УI	2,13
УУ	Х	5,17	УУ	УШ	2,74	УУ	П	2,04	УI	Х	3,15
ХII	УП	3,34	У	УШ	2,77	УШ	ХII	2,24	УХ	У	2,76
ХII	У	4,02	У	УШ	3,64	УУ	Ш	3,18	УУ	УУ	3,09
ХI	У	2,80	ХII	Х	4,07	УУ	Х	2,85	П	УУ	2,85
ХI	У	2,46	У	Ш	1,64	УУ	Х	2,21	ХI	УI	1,87

для умеренных широт. Максимальные значения температуры отмечаются в июле-августе, а в районе 52° с.ш. - в сентябре. Минимальные значения температуры отмечаются в феврале - марте. Размах колебаний температуры меняется от 8,5 °C в северной части разреза до 10,5 °C в южной.

Наибольшие значения межгодовой изменчивости в слое 100-600 м отмечаются на 52, 50 и 48° с.ш. и составляют 4,5-5,5 °C. В южной части разреза изменения температуры в этом слое значительно меньше (2,5-3,5 °C). Исключение составляет район 46° с.ш., где в слое 600-800 м амплитуда колебаний составляет 4,0-5,0 °C. Сложным представляется также характер изменения во времени наступления максимальных и минимальных значений температуры, так как данные табл. I отражают как внутригодовые, так и межгодовые изменения температуры воды.

Для анализа межгодовой изменчивости вычислялись также значения среднеквадратического отклонения температуры воды (σ) для холодного и теплого периодов года. Холодный период включает данные с октября по март, теплый - с апреля по сентябрь. Результаты расчетов приведены в табл. 2. Значения σ максимальны в южной части разреза в поверхностном слое в теплый период года (2,5-3,5 °C) и несколько меньше в холодный (1,5-2,5 °C). В слое 100-600 м распределение среднеквадратических отклонений температуры

воды имеет довольно сложный характер. Наибольшие значения отмечаются в северной части разреза и составляют $1,0-1,5$ °С; в южной же части разреза они не превышают $1,0$ °С.

Для анализа внутригодовой изменчивости температуры воды на разрезе вычислялась амплитуда годового хода. Результаты расчетов показали, что наибольшие значения амплитуды отмечаются в поверхностном слое в южной части разреза и составляют $6,0-8,0$ °С. В слое $100-500$ м внутригодовые изменения температуры воды равны $2,0-4,0$ °С.

Предыдущие исследования [1, 2] показали, что в плоскости разреза можно выделить три потока Северо-Атлантического течения. Северный поток располагается между 53 и 51° с.ш., центральный — между 49 и 47° с.ш., южный — между 45 и 43° с.ш. Ядра этих потоков углубляются с севера на юг. Такой вывод получен на основе анализа распределения горизонтальных градиентов температуры в плоскости разреза. Так, значительные горизонтальные градиенты на границе северного потока наблюдаются от поверхности до глубины 300 м, на границе центрального потока — на глубине от 150 до 600 м, а на границе южного потока, наиболее развитого по глубине — от поверхности до 800 м. Сложный характер внутригодовой и межгодовой изменчивости температуры воды в плоскости разреза позволяет сделать предположение об адвективной природе изменчивости термических условий в этом районе.

Качественное представление о долгопериодной изменчивости дают интегральные кривые аномальности. Они получены путем последовательного алгебраического суммирования аномалий температуры воды по всему ряду наблюдений. В период преобладания положительных аномалий кривая идет вверх, отрицательных — вниз. При суммировании сглаживается влияние короткопериодной изменчивости, яснее выделяется основная тенденция.

Интегральные кривые аномальности температуры воды рассчитывались для средней температуры всего разреза, а также для точек 52 и 40° с.ш. Анализ показал, что с конца 1977 г. до середины 1979 г. термические условия на разрезе характеризовались преобладанием отрицательных аномалий температуры воды. С начала 1981 г. до середины 1982 г. отмечались преимущественно положительные аномалии температуры воды, т.е. периоды преобладания аномалии одного знака превышали год. На временном интервале с середины 1979 г. до конца 1980 г. периоды преобладания положительных и отрицательных аномалий длились меньше года, т.е. характер изменчивости температуры такой же, как в случае квазидвухлетней цикличности. Совпаде-

Таблица 2

Среднеквадратическое отклонение температуры воды σ ($^{\circ}\text{C}$) для холодного и теплого периодов года на различных широтах

Гори- зонт, м	φ° с.ш.						
	52	50	48	46	44	42	40
Холодный период (октябрь-март)							
0	1,43	1,35	1,26	1,26	1,65	1,89	2,12
100	1,24	1,01	0,86	0,83	0,71	0,84	0,80
200	1,20	0,92	0,81	0,65	0,52	0,46	0,74
300	1,13	1,06	0,88	0,71	0,41	0,40	0,65
400	0,92	1,07	0,99	0,83	0,40	0,36	0,56
500	0,64	0,94	1,02	1,01	0,39	0,52	1,10
600	0,43	0,69	0,98	1,21	0,48	0,48	0,45
800	0,24	0,44	0,67	0,92	0,83	0,57	0,51
1000	0,17	0,25	0,35	0,49	0,75	0,49	0,53
1200	0,13	0,22	0,22	0,32	0,44	0,32	0,43
Теплый период (апрель - сентябрь)							
0	1,90	1,98	2,35	2,50	2,84	3,13	3,26
100	1,37	1,09	0,94	0,82	0,58	0,64	0,64
200	1,74	1,18	0,75	0,69	0,43	0,64	0,56
300	1,52	1,33	0,88	0,69	0,33	0,48	0,48
400	1,31	1,43	1,06	0,82	0,29	0,59	0,40
500	1,10	1,13	1,18	1,04	0,38	0,73	0,54
600	0,71	0,92	1,16	1,12	0,47	0,75	0,58
800	0,37	0,44	0,73	0,93	0,63	0,86	0,71
1000	0,24	0,21	0,44	0,61	0,48	0,72	0,72
1200	0,21	0,12	0,23	0,44	0,35	0,58	0,73

ние периодов преобладания одноименных аномалий для 52 и 40 $^{\circ}$ с.ш. и средней температуры всего разреза говорит об общности процессов, определяющих изменчивость термических характеристик на разрезе.

Данные наблюдений в области океанографического разреза позволяют получить поле распределения температуры воды в плоскости

разреза. Поскольку съемка одного разреза выполняется в течение 3-4 сут, ее можно рассматривать как квазисинхронную. Для анализа основных черт изменчивости термического режима в плоскости разреза поле температуры воды представлялось аналитически, путем разложения в ряд по естественным ортогональным функциям. При выборе точек расчетной сетки использовались данные об изменчивости температуры в характерных областях поля. Путем расчета корреляционных матриц были исключены точки, в которых изменения температуры тесно связаны. Всего в плоскости разреза было выбрано 19 точек.

Собственные числа $\lambda \cdot 10^2$ матриц среднемесячной температуры воды и показатели сходимости ряда R при учете различного числа членов ряда n (разложение характеризуется довольно быстрой сходимостью) имеют следующие значения:

n	1	2	3	4
$\lambda \cdot 10^2$	161,75	6,04	1,86	1,05
R	%.....	93,0	3,4	1,0	0,6
$\sum R$	%.....	93,0	96,4	97,4	98,0

Вклад первой составляющей, выраженный отношением первого собственного числа ковариационной матрицы к сумме всех собственных чисел, составляет более 90 % общей дисперсии. Вклады составляющих более высокого порядка незначительны. Сумма первых четырех членов разложения описывает 98 % дисперсии исходного поля. Элементарное поле, соответствующее члену разложения первого порядка, характеризует зональность в распределении температуры на разрезе. Сгущение изолиний в южной части разреза в поверхностном слое хорошо согласуется с большой изменчивостью температуры в этой части разреза. Элементарные поля 2, 3 и 4-го порядка отражают мелкомасштабные особенности в распределении температуры.

При разложении в ряды по естественным составляющим встает вопрос о том, сколько членов разложения следует учитывать для того, чтобы с достаточной для практических целей точностью описать поля. По вычисленным коэффициентам и естественным составляющим производилось восстановление полей температуры для всего ряда наблюдений с учетом различного числа членов разложения. Анализ показал, что при учете членов разложения до четвертого порядка включительно средняя ошибка восстановления не превышает 0,5 °C. Очевидно, что для успешного восстановления поля температуры воды необходимо учитывать четыре члена разложения.

Значение каждого коэффициента разложения определяет вклад годовой периодичности в изменениях коэффициентов разложения.

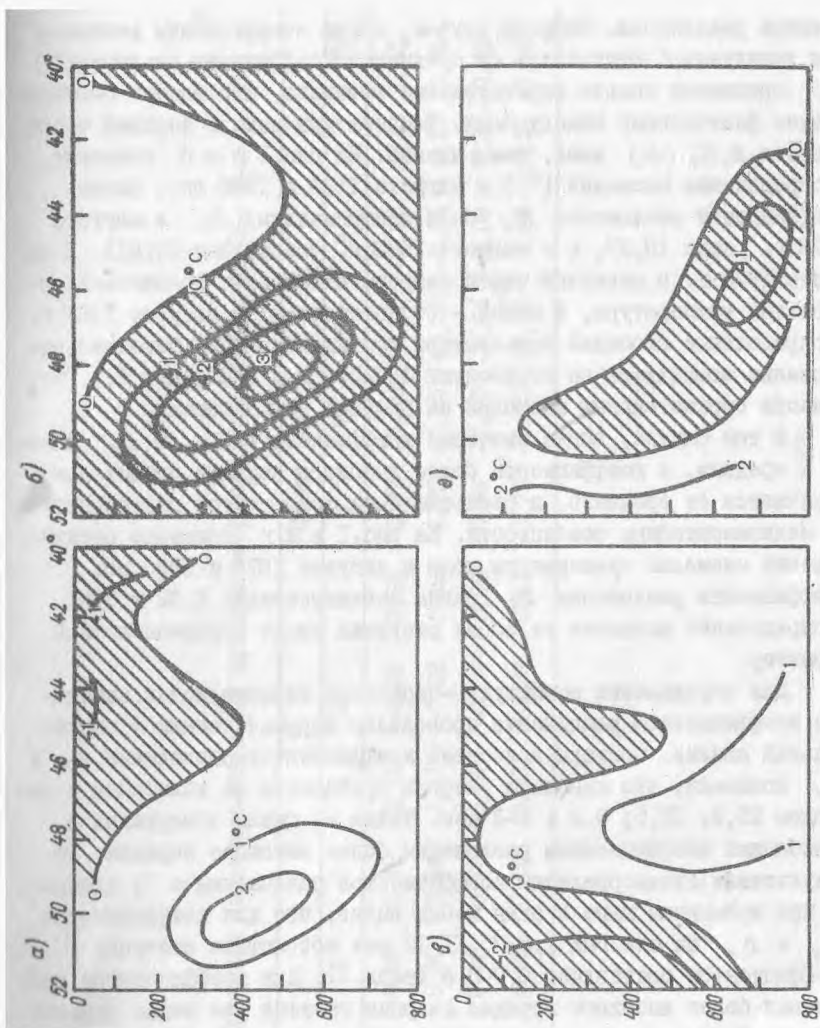


FIG. I.

данного элементарного поля в фактическое поле температуры воды, а их совокупность описывает реальное поле с достаточной для практических целей точностью. Поэтому анализ изменчивости термических характеристик на разрезе сводится к анализу изменчивости коэффициентов разложения. Выбраны случаи, когда коэффициенты разложения значительно отличались от среднего. Коэффициент разложения B_1 принимает только отрицательные значения, что вполне соответствует физическому смыслу поля. Температура воды в верхней части разреза $B, X, (x)$ выше, чем в нижней. На рис. I а и б показано распределение аномалий ($^{\circ}\text{C}$) в августе 1978 и 1982 гг., когда коэффициенты разложения B_1 были экстремальны (B_1 в августе 1978 г. равно 18,52, а в августе 1982 г. составляет 22,61). В августе 1978 г. в северной части разреза отмечается положительная аномалия температуры, в южной — отрицательная; в августе 1982 г. распределение аномалий температуры противоположное. Максимальные аномалии отмечаются на горизонтах 400–500 м и достигают 2,5 $^{\circ}\text{C}$. Области отрицательных аномалий на рисунке заштрихованы.

В том случае, когда значения коэффициентов B_0 и B_1 близки к средним, а коэффициенты более высокого порядка значительно отличаются от среднего, в распределении температуры вырисовываются мелкомасштабные особенности. На рис. I в и г показано распределение аномалий температуры воды в августе 1979 и 1980 гг. Коэффициенты разложения B_2 равны соответственно 2,32 и 6,65. Распределение аномалий на обоих рисунках имеет противоположный характер.

Для определения амплитудно-частотных характеристик изменения коэффициентов разложения проводился корреляционный и спектральный анализ. Спектры колебаний коэффициентов разложения B_0 и B_1 показали, что максимум энергии приходится на колебания с периодом 25,2; 12,5; 6,3 и 2–3 мес. Такие же циклы обнаружены в колебаниях коэффициентов разложения более высокого порядка. По результатам автокорреляции коэффициентов разложения с 12 сдвигами при временном шаге в один месяц видно, что для коэффициентов B_0 и B_1 на сдвигах I, 5–7, II–12 мес абсолютное значение коэффициентов составляет 0,7–0,8 (табл. 3). Для коэффициентов разложения более высокого порядка инерция гасится уже после первого сдвига. Это подтверждает вывод о значительной временной изменчивости мелкомасштабных особенностей поля температуры. Максимальные значения коэффициентов корреляции для коэффициентов B_2 и B_3 отмечаются при сдвигах 5–7 и II–12 мес. По смене знака коэффициента корреляции можно судить о косвенном подтверждении полугодовой и

Таблица 3

Значения автокорреляционной функции коэффициентов разложения B_0, B_1, B_2, B_3

Коэффициент разложения	Сдвиг, мес											
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
B_0	0,80	0,48	0,10	-0,34	-0,65	-0,77	-0,70	-0,45	-0,08	0,33	0,65	0,77
B_1	0,80	0,44	0,44	-0,02	-0,42	-0,75	-0,65	-0,36	-0,24	0,23	0,35	0,71
B_2	0,33	0,58	-0,06	-0,34	-0,60	-0,66	-0,60	-0,44	-0,09	0,21	0,62	0,78
B_3	0,28	0,45	-0,03	-0,39	-0,63	-0,70	-0,65	-0,40	0,01	0,30	0,50	0,73

Таким образом, представление полей температуры воды на разрезе по 30° в.д. аналитически путем разложения в ряд по естественным ортогональным функциям показывает, что элементарные поля достаточно хорошо описывают особенности термической структуры, коэффициенты разложения отражают временные изменения. Довольно тесная связь между значениями коэффициентов разложения B_0 и B_1 соседних месяцев позволяет предположить, что возможен прогноз температуры воды на последующий месяц по ее значениям за предыдущий месяц, поскольку сумма этих коэффициентов описывает максимум дисперсии исходного поля. Увеличение коэффициентов корреляции при одвиге 5-7 и II-12 мес. позволяет высказать предположение о возможности прогнозов полей температуры воды в плоскости разреза вдоль 30° в.д. с такой заблаговременностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кац А.Л., Вельяото К.О. Эволюция аномалии температуры в толще воды Атлантического океана от 1969 к 1970 г. на разрезе 30° в.д. - В сб.: Квазидвухлетняя цикличность и циркуляция в атмосфере и океане. - Л.: Гидрометеоиздат, 1971, с.146-153.

2. Кац А.Л., Хлоев Г.С. Термическая структура вод Атлантического океана на 30° в.д. и ее эволюция за 1969 и 1970 годы. - В сб.: Квазидвухлетняя цикличность и циркуляция в атмосфере и океане". - Л.: Гидрометеоиздат, 1971, с.62-77.

3. Локтионов Ю.А. Некоторые черты мезомасштабной изменчивости гидрологических характеристик к югу от субполярного фронта над Северо-Атлантическим хребтом. - В сб.: Пространственно-временная изменчивость гидрологических условий в промышленных районах Атлантического океана. - Калининград: АтлантНИРО, 1981, с.21-27.

4. S c h r o e d e r E. Average monthly temperatures in the North Atlantic ocean. - Deep Sea Res., 1965, v.12, N 3, p.323-343.

11. Скриптунова Л.И. О влиянии облачности на температуру воды в океане. - Труды Гидрометцентра СССР, 1985, вып.270, с.8-14.

12. Скриптунова Л.И., Большакова Е.В. Учет суммарного потока тепла через поверхность океана в долгосрочном прогнозе температуры воды. - См. настоящий сборник.

13. Средние месячные ежегодные значения гидрометеорологических элементов в Северной Атлантике. Вып. I и 2. - Обнинск, 1980. III с.

14. Твтнев Я.А. Упрощенный метод расчета теплового баланса поверхности моря. - Метеорология и гидрология, 1961, № 2, с.36-40.