

ИЗМЕНЧИВОСТЬ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ НАД ЮЖНОЙ ЧАСТЬЮ ТИХОГО ОКЕАНА И ЕЕ СВЯЗЬ С ОКЕАНИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ

Тимохин Е.Н. (АтлантНИРО)

Введение

Крупномасштабная атмосферная циркуляция в районе южной части Тихого океана (ЮТО), ее сезонная и межгодовая изменчивость во многом определяет изменчивость циркуляции в верхнем слое океана. Как известно, океаническая циркуляция на поверхности формируется главным образом барическим полем и зависит от доминирующих типов барических образований, перепадов (градиентов) давления в них и на их периферии. Синоптическая и связанная с ней сезонная изменчивость барического поля способствуют образованию меандров и вихрей в поле поверхностных течений, имеющих пространственные и временные масштабы от нескольких десятков до сотен километров и от нескольких дней до нескольких месяцев соответственно [4]. Вихревая активность верхнего слоя океана играет большую роль, как в горизонтальном, так и в вертикальном пространственном перераспределении тепла, солей, гидрохимических показателей переносимых течениями водных масс.

В южном полушарии одним из наиболее обширных субтропических максимумов, оказывающих влияние на атмосферную циркуляцию на обширной акватории, является Южно-тихоокеанский антициклон (ЮТА) [5]. В связи с этим естественно полагать, что изменчивость давления в ЮТА и его пространственные миграции будут в значительной мере определять метеорологический режим исследуемого района и непосредственно влиять на характер циркуляции в верхнем слое океана

Используемые материалы

— *атмосферное давление на уровне моря и его аномалии* по данным CDAS (Climate Data Assimilation System) для района 5-65° ю.ш., 130-70° з.д. за период с января 1949 по декабрь 2006 с пространственным разрешением 2.5×2.5°.

— *альтиметрические измерения уровня океана* по данным проектов ENACT (ENvironmental And ClimaTe) и DUACS (Developing Use of Altimetry for Climate Studies) центра спутниковых океанографических данных AVISO (Archiving Validation and Interpretation of Satellites Oceanographic data) для района 10-50° ю.ш., 130-70° з.д. за период с октября 1992 по декабрь 2006 г с пространственным разрешением 0.25×0.25°.

— аномалии температуры поверхности океана по данным IGOSS (Integrated Global Ocean Services System) для района 10-50°ю.ш., 130-70°з.д за период с октября 1992 по декабрь 2006 г с пространственным разрешением 1×1°.

Методы исследования

Исходные материалы анализировались с помощью статистических методов одномерного и многомерного анализа [1, 2].

Положение центра ЮТА определялось по максимуму атмосферного давления в исследуемом районе. Затем рассчитывались среднемесячные значения широты, долготы, давления ЮТА и их стандартных отклонений.

Методы скользящего среднего и кластерного анализа применялись при анализе пространственно-временной структуры аномалий уровня океана, уровня океана и аномалий ТПО.

Результаты

Статистические данные среднемесячного положения ЮТА и изменчивости давления в нем представлены в таблице 1.

Табл. 1

Внутригодовая изменчивость характеристик ЮТА

Месяц	Давление в центре ЮТА		Широта ЮТА		Долгота ЮТА	
	Pa (мб.)	STD	φ°	STD	Λ°	STD
Январь	1022.9	2.1	-33.9	2.2	-101.4	10.7
Февраль	1023.2	2.3	-35.9	3.0	-102.0	12.2
Март	1022.1	2.1	-35.4	3.7	-99.6	12.6
Апрель	1021.6	1.9	-34.2	4.5	-97.5	13.6
Май	1020.7	2.0	-32.2	7.4	-97.9	16.2
Июнь	1021.8	2.1	-29.2	5.6	-95.7	12.8
Июль	1022.6	2.2	-30.1	6.8	-95.0	14.1
Август	1023.7	2.4	-30.2	5.8	-96.4	10.5
Сентябрь	1024.5	2.3	-30.7	3.8	-94.8	9.5
Октябрь	1024.5	2.2	-33.0	4.2	-98.7	12.6
Ноябрь	1023.6	2.1	-32.5	2.6	-97.0	9.4
Декабрь	1022.8	1.9	-33.2	2.2	-98.8	10.1
Год	1022.8	2.4	-32.5	5.1	-97.9	12.4

Из анализа табличных данных можно сделать выводы, что наиболее высокое давление в центре ЮТА наблюдается весной в сентябре-октябре, наиболее южное и западное положение ЮТА отмечается летом в феврале, наиболее северное и восточное

положение – зимой - начале весны в июне – сентябре. В то же время с мая по август ЮТА по стандартному отклонению широты и долготы имеет наибольший размах пространственных колебаний. В весенне-летний период с ноября по январь пространственные перемещения ЮТА существенно меньше.

Методом Уорда было проведено разбиение временных значений (строк) матрицы среднемесячных характеристик ЮТА на три класса и для каждого класса рассчитаны средние характеристики переменных и их стандартные отклонения. Результаты классификации представлены в таблице 2.

Табл. 2.

Характеристики южно-тихоокеанского антициклона (ЮТА)
в выделенных трех классах

Номер класса	Давление в центре ЮТА		Широта ЮТА		Долгота ЮТА	
	Pa (Мб.)	STD	Ф°	STD	λ°	STD
1	1022,3	2,3	30,7	3,8	89,7	5,1
2	1022,8	2,3	36,9	6,0	122,2	6,5
3	1024,0	2,2	34,1	4,8	102,2	3,0
Год	1022,8	2,4	32,5	5,1	97,9	12,4

В первом классе ЮТА занимает северное и восточное положение, стандартное отклонение по долготе превышает стандартное отклонение по широте, среднее давление в центре составляет 1022,3 мб. Во втором классе ЮТА занимает южное и западное положение, стандартные отклонения по широте и долготе близки и максимальны, среднее давление в центре составляет 1022,8 мб. В третьем классе ЮТА смещен к югу от своего среднееголетнего положения, стандартное отклонение по широте больше стандартного отклонения по долготе, среднее давление в центре достигает 1024 мб (рис. 2 в).

Распределение атмосферного давления для каждого из выделенных классов приведено на рис. 2.

В первом классе (рис. 2 а) наблюдается среднее развитие ЮТА, его область смещена на восток и север к побережью Южной Америки, градиентная зона между ЮТА и поясом низкого давления в средних широтах имеет выраженный зональный характер. Во втором классе (рис. 2 б) область субтропического максимума давления вытянута с юго-запада на северо-восток, ЮТА имеет два центра, один из которых с более высоким давлением расположен далеко на юго-западе, второй центр расположен у побережья Чили. Пояс низкого давления развит и вклинивается на север между 90 и 100° з.д. Третий класс (рис. 2 в) характеризуется расширением и распространением области ЮТА на юг,

оттеснением границы с поясом низкого давления в более высокие широты и к проливу Дрейка.

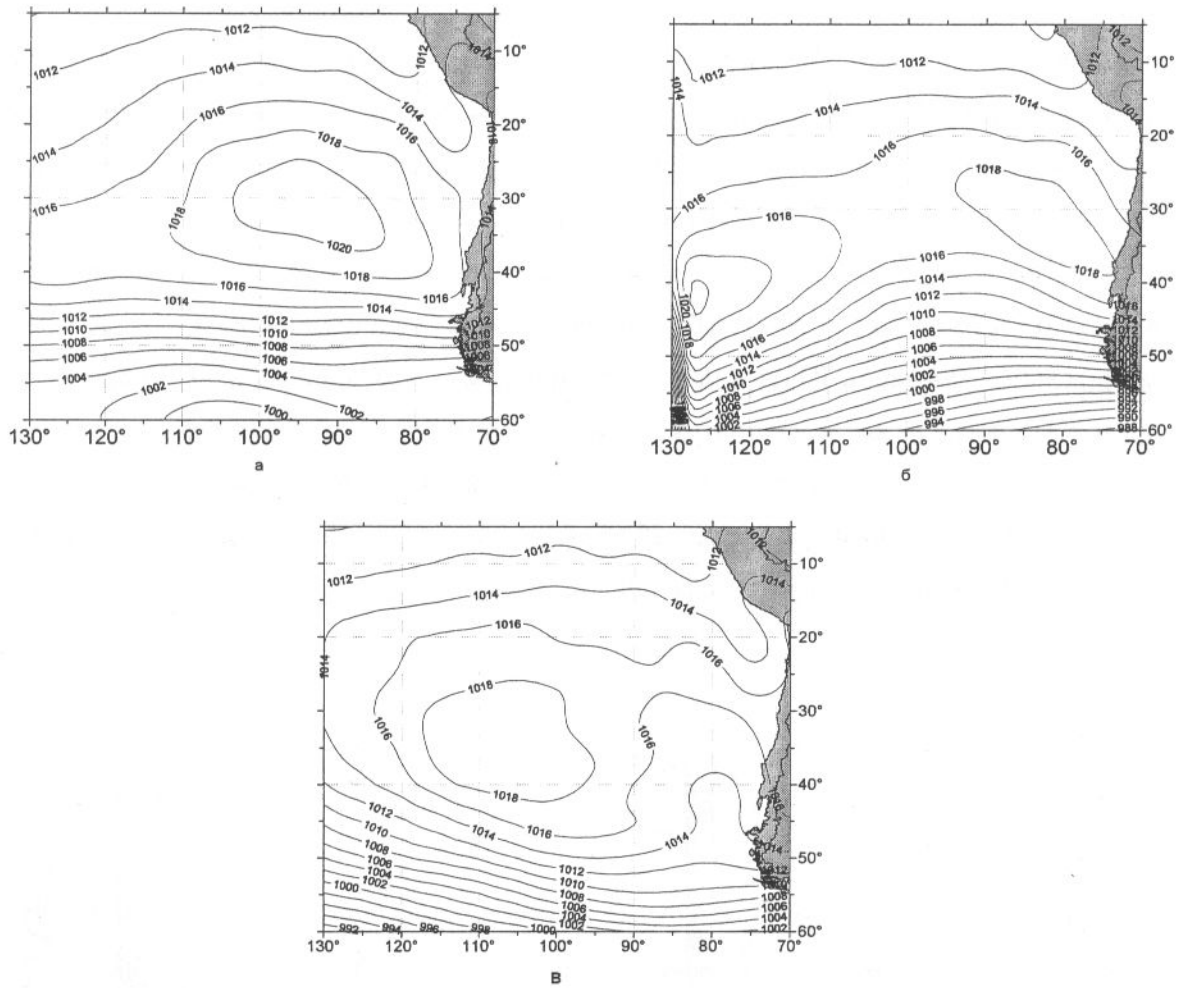


Рис. 2. Распределение среднего атмосферного давления для трех классов временной классификации положения центра ЮТА и давления в нем(1-а,2-б,3-в).

Повторяемость выделенных классов приведена ЮТА в таблице 3.

Табл. 3

Повторяемость классов ЮТА для каждого месяца.

Тип	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Случаи повторяемости												
1	23	20	28	34	36	34	41	38	43	35	36	29
2	13	11	12	8	14	7	6	6	2	8	5	8
3	21	26	17	15	7	16	10	13	12	14	16	20
% повторяемости												
1	40.4	35.1	49.1	59.6	63.2	59.6	71.9	66.7	75.4	61.4	63.2	50.9
2	22.8	19.3	21.1	14.0	24.6	12.3	10.5	10.5	3.5	14.0	8.8	14.0
3	36.8	45.6	29.8	26.3	12.3	28.1	17.5	22.8	21.1	24.6	28.1	35.1

Из таблицы видно, что повторяемость первого класса, самая высокая, наибольшая повторяемость приходится на зимние месяцы года июль – август и начало весны – сентябрь. Наименьшая повторяемость – летом в феврале. Для второго класса повторяемость намного выше в первой половине года с максимумом в мае, минимум повторяемости наблюдается в сентябре. Третий класс характеризуется максимумом повторяемости в летние месяцы. Из всех месяцев года можно отметить май, для которого отмечается наибольшая повторяемость первого класса и наименьшая третьего. В этом месяце также наблюдаются максимальные стандартные отклонения координат центра ЮТА. По всей видимости, в переходный период от лета к зиме именно в мае наблюдаются значительные миграции ЮТА в направлении восток – запад, север – юг и обратно, когда центр ЮТА меньше всего находится в районе своего среднемноголетнего положения.

Межгодовые изменения атмосферной циркуляции достаточно хорошо отражают сглаженные скользящим средним по 13 месяцам характеристики ЮТА. Их классификация методом Уорда дает четыре класса или основных типов циркуляции над исследуемым районом (рис. 3).

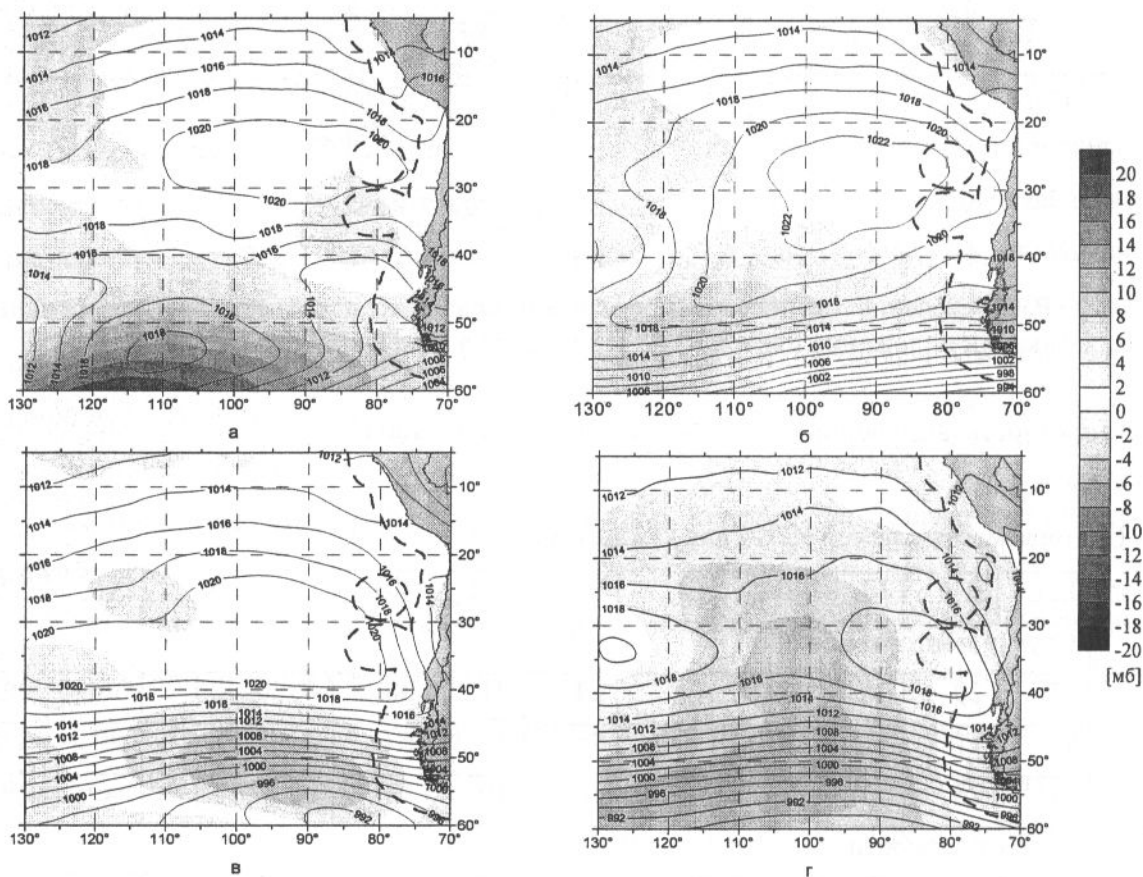


Рис. 3. Распределение среднего атмосферного давления и его аномалии для четырех классов (типов) атмосферной циркуляции (1-а, 2-б, 3-в, 4-г), полученных из временной классификации межгодового положения центра ЮТА и давления в нем.

Первый класс характеризуется нарушением зональной циркуляции в поясе низкого давления за 40° ю.ш., наличием в районе между $50-60^\circ$ ю.ш., $105-115^\circ$ з.д. локального центра повышенного давления и значительными положительными его аномалиями к югу от 50° ю.ш. (рис. 3 а), центр ЮТА находится на севере между $20-30^\circ$ ю.ш. $90-95^\circ$ з.д. Второй класс характеризуется повышенным давлением в ЮТА, его распространением на юг и оттеснением зоны низкого давления к 50° ю.ш. В поясе низких широт наблюдается повышенный фон давления (рис 3 б). Третий и четвертый классы характеризуются хорошо выраженным широтным поясом низкого давления за 40° ю.ш. (рис 3 в, г). Отличия между этими классами наблюдаются в характере изменчивости давления в субтропическом поясе ($30-40^\circ$ ю.ш.), где в четвертом классе циркуляции ЮТА имеет два достаточно хорошо выраженных центра между $80-90^\circ$ и $120-130^\circ$ з.д., а общий фон давления в нем ниже (рис. 4 г).

Методом кластерного анализа (метод Уорда с евклидовой метрикой в качестве меры близости) исходные поля аномалий уровня, уровня океана и аномалий ТПО были разбиты на классы. Количества классов для каждого исходного поля брались исходя из региональных особенностей исследуемого района Тихого океана. Полученное районирование в определенной мере отражает особенности пространственной неоднородности поля течений и температурного фона в разных частях исследуемой акватории (рис.4 а, б, в).

Исходя из перечисленных выше факторов, влияющих на океаническую циркуляцию, полученное районирование имеет определенный физический смысл. Так на картах АУО, УО и АТПО (рис.4) первый класс находится в зоне взаимодействия субтропического максимума давления с материком и прибрежной зоной низкого давления в тропиках. Он связан с Перуанским течением и его ветвями, а также течением Эль-Ниньо. Изменчивость уровня океана и ТПО носит здесь одинаковый характер. На карте УО (рис.4 б) выделяется широтная зона между 35 и 40° ю.ш., также принадлежащая первому классу где, высота и наклон динамических высот имеют сходный характер с прибрежным. Здесь расположен стрежень ЮТОТ. Процессы в атмосфере и океане в этой зоне формируются другими факторами, нежели в прибрежной зоне на северо-востоке, что отражается в ее принадлежности к третьему и четвертому классам в открытой части и второму классу в прибрежной части на картах АУО и АТПО (рис. 4 а, в). Второй класс на всех картах входит в восточную и северо-восточную части, а на картах АУО и АТПО - в северную часть субтропического круговорота. На карте УО во втором классе также выделяется широтная зона между 30 и 45° ю.ш., где находится северная граница субтропического фронта в океане.

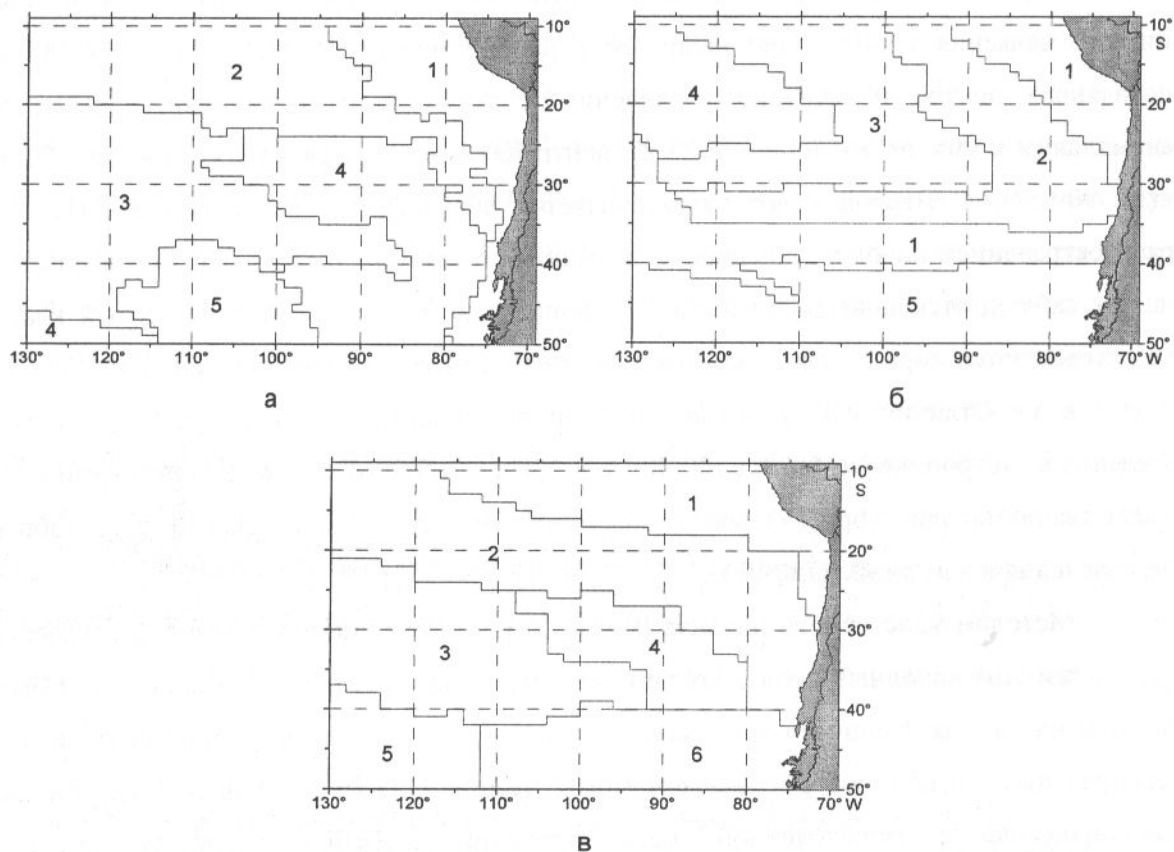


Рис. 4. Пространственная классификация полей АУО (а), УО (б) и АТПО (в) методом кластерного анализа

Третий и четвертый классы на карте УО относятся к центральным частям субтропического круговорота. Они расположены главным образом к северу от 30° ю.ш. и к востоку от 90° з.д. Поля АУО и АТПО по разному формируются в центральных частях субтропического круговорота (3-4 классы), в тропической зоне (1-2 классы) и в зоне умеренных широт, между $40-50^{\circ}$ ю.ш. (5-6 классы).

Пятый класс на карте уровня океана полностью находится в системе западного переноса воздушных масс (рис. 4 б). В то же время в этом зональном поясе выделяются два района формирования аномалий ТПО – классы 5 и 6 (рис.4 в) и отдельный район в поле АУО – класс 5 (рис.4 а). Здесь, по всей видимости, наиболее часто происходит смена зональных процессов в атмосфере меридиональными, что находит свое отражение в смене классов и влияющих факторов на карте классификации аномалий атмосферного давления (рис 3). Акватории на юго-западе и юго-востоке в умеренных широтах часто находятся под влиянием ЮТА при проникновении его отрогов на юг. Район, занимаемый пятым классом на карте АУО (рис. 4 а), является, вероятно, зоной стационарирования циклонов

умеренных широт и образуемой ими циклонической завихренности в поле поверхностных течений.

Временное разбиение исходных полей на кластеры дает типовые картины циркуляции на поверхности для характерных периодов влияния наиболее типичных в исследуемом районе форм атмосферной циркуляции. Классификация временных периодов (месяцев) также осуществлялась методом Уорда с евклидовой метрикой в качестве меры близости. В итоге было выделено по три основных класса однородной временной изменчивости полей АУО, УО и АТПО (рис.5,6,7).

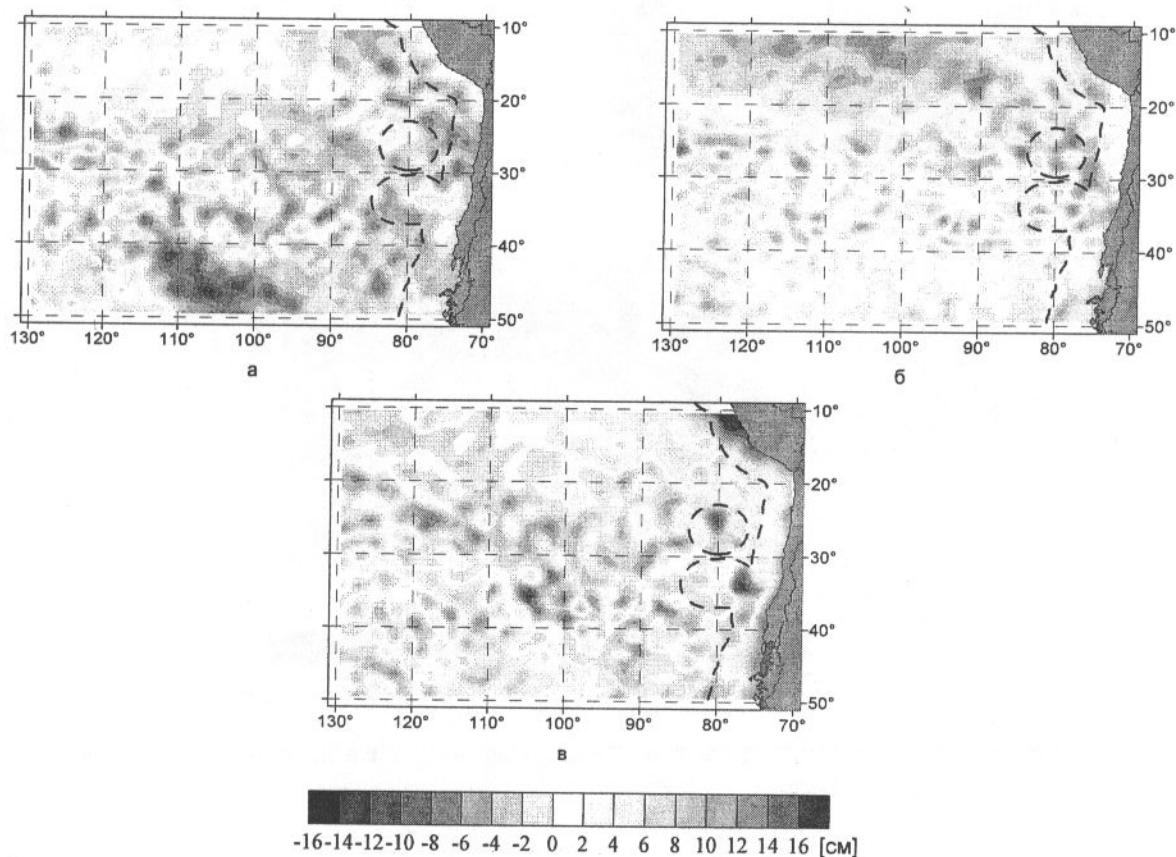


Рис. 5. Распределение средних АУО для трех классов временных состояний (1-а, 2-б, 3-д)

В первом классе временной изменчивости распределение средних АУО и УО характерно для периодов усиления зонального переноса в поясе низкого давления средних широт и роста градиента уровня в стрессе южно-тихоокеанского течения (ЮТОТ) и смещение последнего к северу. Одновременно происходит интенсификация ЮТОТ и Перуанского течения. (рис. 5 а, б а). Такая картина поверхностной циркуляции вероятнее всего связана с первым типом барической ситуации (рис. 2 а), характерным для зимних месяцев года.

Во втором классе (рис. 5 б, 6 б) наблюдается рост положительных значений аномалий уровня к югу от 20° ю.ш., стрежень ЮТОТ смещается к югу, градиенты уровня в нем уменьшаются., в то же время субтропический круговорот распространяет свое влияние дальше на восток. Такая картина в большей мере соответствует третьему типу барической ситуации (рис.2 в), повторяемость которой наибольшая в первой половине года.

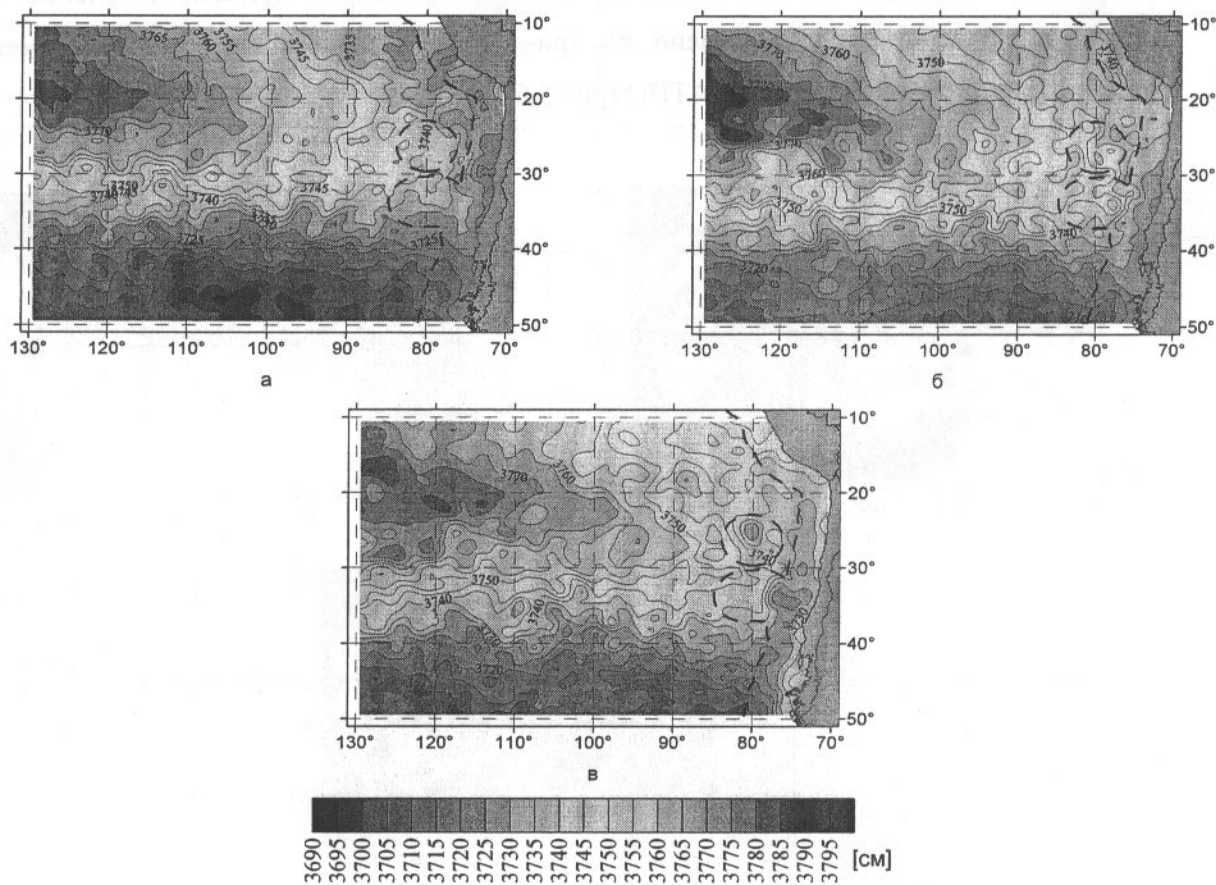


Рис. 6. Распределение среднего УО для трех классов временных состояний (1-а, 2-б, 3-д)

Третий класс временной изменчивости АУО и УО характеризуется нарушением струйного характера ЮТОТ, уменьшением градиентов уровня в его стрежне. У побережья Южной Америки наблюдается значительный рост положительных значений аномалий уровня. В то же время наблюдаются обширные меандры и вихри циклонического характера в районе океанической ветви Перуанского течения. Такая ситуация чаще всего возникает при третьем типе барической ситуации (рис.2 в), когда происходит деления южно атлантического антициклона на два обособленных центра.

Дополнительную информацию о тепловом фоне для характерных временных периодов дает пространственное распределение АТПО (рис.7).

Положительные аномалии как правило формируются в районах положительного радиационного баланса, которые в основном находятся в субтропическом поясе высокого

давления. Отрицательные аномалии большей частью формируются в местах подъема холодных субантарктических вод и в районах интенсивного апвеллинга. Такая ситуация характерна для пространственного распределения АТПО в первых двух классах временных состояний (рис. 7 а, б). В то же время наблюдаются некоторые особенности. Так в первом классе отрицательные аномалии формируются в основном к югу от 40° ю.ш. и в апвеллинговых районах Чили и Перу. Во втором классе отрицательные аномалии формируются в ЮТО между 35-42° ю.ш. и 90 – 100° з.д. Третий класс временной изменчивости АТПО отражает нарушение циркуляции во всей системе океан – атмосфера в периоды ослабления субтропического максимума давления, ослабления пассатной циркуляции и интенсификации течения Эль-Ниньо (рис.7 в). В районах центральной части ЮТО наблюдаются отрицательные аномалии.

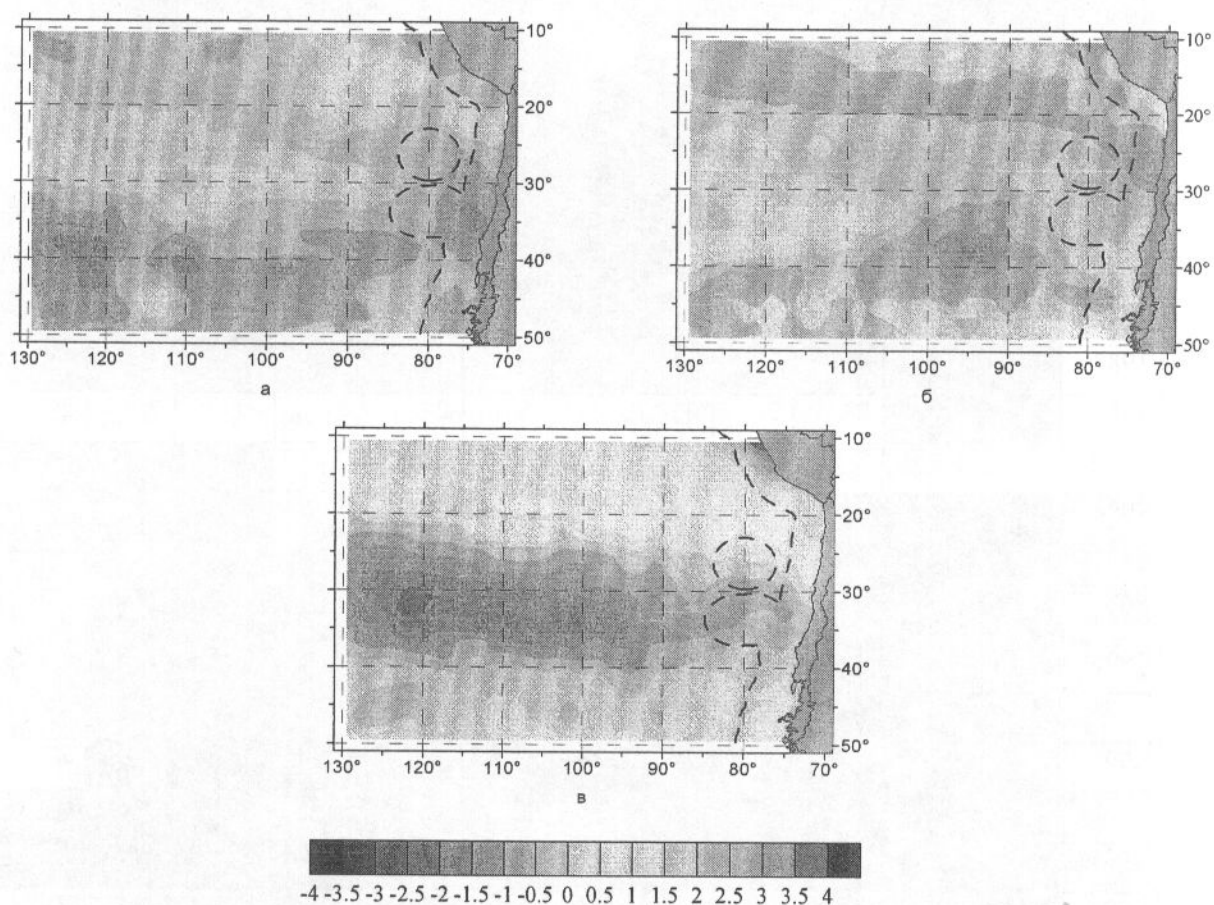


Рис. 7. Распределение средних значений АТПО для трех классов временных состояний (1-а, 2-б, 3-д)

Преимственность классов (типов) межгодовой изменчивости атмосферной циркуляции с 1970 по 2006 гг. представлена таблицей 4.

Преимственность классов временной классификации для уровня океана (АУО) и ТПО (АТПО) представлена таблицами 5 и 6.

Табл. 4. Классы (типы) межгодовой изменчивости атмосферной циркуляции

Y/M	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1970	3	3				1	1	1	1	1		
1971	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1972	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1973	3	3	3	3	3	3			1	3	3	3
1974	3	3	3	3	3	1		3	3	3	3	
1975	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1976	3	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
1977	1	2	1	1	3	3		1	1	1	1	3
1978	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1979	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3
1980	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	3
1981	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1982	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3
1983	1	1	1	2	2	1	1		2	1	2	2
1984	2	2	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
1985	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1986	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1987	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3
1988	3	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1989	2	2	2			2	2	2	2			1
1990	1	1	1	1	1	1	2		3			3
1991	3	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3
1992	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
1993	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3
1994	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1995	3	3	3					1	1	1		2
1996	2				3	3	3	3	3	3		
1997	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1998 *	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1999	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
2000	3				3	3		2	1			
2001	3	3	3	3	3	3		3	3	3	3	3
2002	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2003	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2004	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2005	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4

2006	4	4	4	4	4	4	4	4				
------	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--

Табл. 5. Временные состояния (классы) уровня океана (АУО, УО)

Y/M	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1992										1	1	1
1993	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1994	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1995	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1996	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
1997	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
1998	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1
1999	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2
2000	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2
2001	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
2002	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
2003	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
2004	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
2005	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
2006	2	2	2	2	1	1	1	1				

Табл. 6. Временные состояния (классы) ТПО

Y/M	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1981											1	1
1982	1	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	3
1983	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1984	3	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
1985	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
1986	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
1987	1	2	1	1	1	1			3	3	3	2
1988	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1989	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
1990	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1991	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
1992	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
1993	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
1994	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1995	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1996	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

1997	2	2	2	1	1	3	3	3	3	3	3	3
1998	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2
1999	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2000	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2001	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2002	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2003	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
2004	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1
2005	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
2006	2	2	2	2	2	2	1	1				

Обсуждение

Типизация атмосферной циркуляции неоднократно проводилась для районов Северной Атлантики и Северной части Тихого океана [3]. В данном случае речь идет о типизации макросиноптических процессов над ЮТО. Выделенные классы пространственного положения ЮТА и его межгодовых временных состояний можно в определенной мере рассматривать как типы атмосферной циркуляции в этом районе. В широтно-долготных миграциях ЮТА отмечается больший размах его смещения по долготе, нежели по широте. Нарушение зональности в поясе низких широт отмечается лишь в одном классе межгодовых состояний ЮТА, когда отмечается распространение одного из его центров на юг, между меридианами 120 и 100° з.д. (рис. 3а). У юго-западного побережья Чили при этом формируется барическая ложбина. Во втором классе нарушения зональной циркуляции не наблюдается, но из-за смещения антициклона на восток и увеличения пространства, занимаемого им в районе ЮВТО, размывается градиентная зона у побережья Южной Америки, что неизбежно ведет к ослаблению пассатной циркуляции. Как видно из таблицы 5, частая повторяемость этих классов (типов циркуляции) предшествует или совпадает с явлениями сильного Эль-Ниньо (1972, 1976, 1983, 1987, 1992, 1997 гг.). Наоборот, классы 3 и 4, когда ЮТА вытянут в зональном направлении, соответствуют интенсификации зонального переноса в поясе низких широт и пассатных ветров у побережья Южной Америки

Во временной классификации аномалий уровня, уровня океана и аномалий ТПО также можно выделить периоды с соответствующими норме, выше или ниже нормы типами общей циркуляции и температурного фона. Так или иначе, они связаны с классами (типовыми периодами) общей циркуляции в атмосфере. Так классы 1 и 2 временных состояний уровня и ТПО больше соответствуют периодам усиленной циркуляции на юго-восточной периферии ЮТА (3 и 4 кл.). Третий класс связан с ослаблением общей

циркуляции и повышением температурного фона у побережья, что часто наблюдается в годы предшествующие Эль-Ниньо или в годы Эль-Ниньо.

Выводы

В результате исследования выделены классы:

- наиболее вероятного положения центра ЮТА за период с 1947 по 2006 гг., которые можно определить, как характерные типы атмосферной циркуляции в ЮТО
- межгодовых временных состояний ЮТА, которые можно идентифицировать, как периоды однотипной атмосферной циркуляции в районе ЮТО
- пространственного деления района ЮТО по схожим изменениям аномалий уровня, уровня океана и аномалий ТПО
- межгодовых временных состояний аномалий уровня, уровня океана и аномалий ТПО, которые можно идентифицировать, как периоды усиленной, ослабленной или на уровне нормы поверхностной циркуляции и повышенного, пониженного или на уровне нормы температурного фона в районе ЮТО.

Полученные классификации позволяют более детально разделять отдельные районы ЮТО по характеру изменчивости гидрометеорологических полей, выявлять периоды похожей изменчивости процессов в атмосфере и океане, подбирать года-аналоги для прогноза гидрометеорологической ситуации в промысловых районах ЮТО на перспективу.

Литература

- Вайновский П.А. Методы обработки и анализа океанологической информации./ П.А. Вайновский, В.Н. Малинин // Часть 1. Одномерный анализ. – СПб: РГМИ, 1991. – 136 с.
- Вайновский П.А. Методы обработки и анализа океанологической информации./ П.А. Вайновский, В.Н. Малинин // Часть 2. Многомерный анализ. – СПб: РГМИ, 1992. – 96 с.
- Гирс А.А. Макроциркуляционный метод долгосрочных метеорологических прогнозов. // Л.; Гидрометеиздат, 1974. – 488 с.
- В.М. Каменкович, М.Н. Кошляков, А.С.Монин. Синоптические вихри в океане. // Ленинград. Гидрометеиздат, 1982. – 563 с.
- Романов Ю.А. Особенности атмосферной циркуляции в тропической зоне океанов. – СПб.: Гидрометеиздат, 1994. – 288 с.