

*В.Н. Воробьев, Э.И. Саруханян, Н.П. Смирнов*

**СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХАРАКТЕРИСТИК  
ЦЕНТРОВ ДЕЙСТВИЯ АТМОСФЕРЫ  
ЮЖНОГО ПОЛУШАРИЯ**

*V.N. Vorobyev, E.I. Sarukhanyan, N.P. Smirnov*

**SEASONAL VARIABILITY OF CHARACTERISTICS  
OF ATMOSPHERIC ACTION CENTERS  
IN SOUTHERN HEMISPHERE**

*В работе по данным за 49 лет (с 1957 по 2005 г.) выполнен анализ сезонной изменчивости характеристик циклонических и антициклонических центров действия атмосферы Южного полушария (давление, широта и долгота центра), а также приведены сравнительные оценки сезонной изменчивости характеристик центров действия атмосферы Северного полушария. Установлен ряд общих закономерностей как в изменениях интенсивности, так и в смещении центров у северных и южных климатических циклонов и антициклонов.*

*Ключевые слова: центры действия атмосферы (ЦДА), сезонная изменчивость, циклон, антициклон, годовая и полугодовая гармоника.*

*In this work it is analyzed 49 years' (with 1957 on 2005) data of seasonal variability of characteristics of the cyclonic and anticyclonic centers of action of an atmosphere of the Southern hemisphere (pressure, latitude and a longitude of the center). Also, the comparative estimations of seasonal variability of the characteristics of centers of action in atmosphere of Northern hemisphere are resulted. A number of the general patterns both in changes of intensity and in displacement of the centers at northern and southern climatic cyclones and anticyclones is established.*

*Key words: atmospheric centres of action, seasonal variability, cyclone, anticyclone, annual and semiannual harmonics.*

При рассмотрении среднемесячных карт приземного давления на земном шаре отчетливо выделяются области низкого и высокого давления. В Северном полушарии это Исландский и Алеутский минимум давления, Азорский и Гонолульский максимумы давления и Арктический антициклон. В Южном полушарии проявляются три квазистационарные антициклонические области, расположенные в субтропических широтах каждого из трех океанов: Атлантического, Индийского и Тихого. На юге, охватывая Антарктический континент, простирается обширная зона низкого давления, ось которой располагается между 60° ю.ш. и берегом материка. В пределах этой зоны выделяются обычно три области наиболее низкого давления, приуроченные к каждому из секторов Южного океана: атлантическому, индоокеанскому и тихоокеанскому. Такие области высокого или низкого давления принято называть центрами действия атмосферы. Они представляют собой обобщенные характеристики динамики атмосферы, по

сути, являясь среднестатистическими образами реально возникающих и перемещающихся циклонических или антициклонических образований.

Следует отметить одну важную особенность всех квазистационарных антициклонических и циклонических центров действия атмосферы. Всем им в океане соответствуют антициклонические субтропические системы и циклонические высокоширотные системы, а также Арктическая антициклоническая система в Северном Ледовитом океане. Таким образом, реально можно говорить о центрах действия атмосферы и океана.

Понятие о центрах действия атмосферы было выдвинуто Тейсераном де Бором еще в конце XIX столетия. Однако по ряду причин центрам действия атмосферы долгое время не уделялось достаточно внимания. Только в 60-е годы прошлого столетия появились работы ученика школы И.В. Максимова, в которых центры действия атмосферы стали рассматриваться как объекты, характеризующиеся мощностью или интенсивностью (значение давления в центре) и географическим положением центра [Абрамов, 1966, 1970]. В последующем интерес к исследованиям центров действия возрастал. Однако в основном рассматривались только центры действия Северного полушария. Наиболее детальные исследования центров действия атмосферы выполнены в Северной Атлантике только в конце 90-х годов прошлого столетия [Смирнов, 2002; Machel, 1998], а в северной части Тихого океана и Арктического антициклона – в самые последние годы [Воробьев, 2003; Смирнов, 2002].

Первые исследования циклонических центров действия атмосферы в Южном полушарии выполнены только в 2004 г. [Смирнов, 2004].

Нами были продолжены работы по исследованию центров действия атмосферы как в Южном полушарии, так и в Северном. Были прежде всего дополнены ряды по среднемесячным значениям характеристик центров действия атмосферы до 2005 г. включительно, а также впервые получены характеристики антициклонических центров действия атмосферы в Южном полушарии. В качестве исходного материала для определения характеристик центров действия атмосферы был использован архив среднемесячных карт приземного давления, созданный в Арктическом и Антарктическом научно-исследовательском институте.

Таким образом, впервые были получены характеристики всех квазистационарных центров действия атмосферы на Земле и выполнен сравнительный анализ их сезонной изменчивости.

В табл. 1 приведены среднемесячные значения давления за 49 лет в центрах действия атмосферы Южного полушария, их широты и долготы.

Были получены также их многолетние значения в среднем за год за период с 1957 по 2005 г., которые приведены в табл. 2.

Таблица 1

## Среднемесячные значения давления в центрах действия атмосферы Южного полушария, их широты и долготы

Название	Хар-ка	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Антициклоны													
Юж.Атл.	Р, гПа	1017,4	1017,3	1017,9	1018,4	1019,1	1020,7	1022	1021,8	1021,3	1019,6	1018,1	1017,4
Индок.	Р, гПа	1018,1	1019,2	1020	1019,6	1019,7	1021,6	1022,9	1022,8	1021,6	1020,2	1018,9	1017,8
Юж.Тих.	Р, гПа	1020,2	1019,5	1019,5	1019,2	1019,7	1020,4	1020,8	1021,3	1021,8	1021,9	1021,4	1020,6
Юж.Атл.	φ°ю. ш	30,5	31,8	32,6	31,7	29,5	29,5	29,1	29	31,2	32	31,5	30,5
Индок.	φ°ю. ш	30,8	32,3	31,9	31,8	29,5	28,5	29,5	28,8	29,5	29,5	29,3	29,4
Юж.Тих.	φ°ю. ш	32,1	32,8	32,8	32,5	31,8	30,8	31,5	30,5	31,6	31,4	30,8	32,3
Юж.Атл.	λ°в.д.	-11,1	-13,5	-15	-16,3	-20	-21,4	-21,8	-20,2	-21,1	-14,7	-11,3	-10,3
Индок.	λ°в.д.	77,9	76,6	79,2	69,1	61,1	61,2	59,2	63,6	63,8	63,5	71,1	75,5
Юж.Тих.	λ°в.д.	256	255,9	253,5	258,9	259,6	256,9	261,6	258,1	257,8	259	261,6	261,5
Циклоны													
Юж.Атл.	Р, гПа	985,8	984,3	981,9	983	983,2	983,1	981,4	979,9	981,1	979,1	980,6	984,4
Индок.	Р, гПа	985,3	984,3	981,3	981,9	983,6	982,9	979,3	977,1	977,1	977,8	980,7	984,6
Юж.Тих.	Р, гПа	987,1	985,2	981,9	981,7	982,6	982,8	979,1	978,8	979	976,6	979,9	985,5
Юж.Атл.	φ°ю. ш	67,5	68	69	69	67,7	68,6	68,8	68,9	69,6	69,8	68,3	67,4
Индок.	φ°ю. ш	63,1	64	64,9	64,1	64,1	62,3	63,5	64,2	64,8	64,8	64,2	62,9
Юж.Тих.	φ°ю.	70,7	69,9	70,8	70,1	70,2	68,9	70,6	71,5	71,1	71,8	70,6	70,8

Таблица 2

Среднемноголетние значения среднегодовых характеристик центров действия атмосферы в Южном полушарии

Характеристика	Южно-Атлантический	Индоокеанский	Южно-Тихоокеанский
Южное полушарие, антициклоны			
$P$ , гПа	1019	1020	1021
$\varphi^\circ$ , ю.ш.	31	30	32
$\lambda^\circ$ , в.д.	344	68	258
Южное полушарие, циклоны			
$P$ , гПа	982	982	981
$\varphi^\circ$ , ю.ш.	68	64	71
$\lambda^\circ$ , в.д.	332	99	202

Как видно из табл. 2, средняя интенсивность как циклонических, так и антициклонических центров действия атмосферы очень близка между собой. Очень близко расположение антициклонических центров и по широте. Если сравнить их интенсивность с центрами действия атмосферы Северного полушария (табл. 3) [Воробьев, 2003; Смирнов, 1998, 2002], то на юге наблюдается заметно большая интенсивность циклонических центров (приблизительно на 20 гПа) и несколько меньшая антициклонических (приблизительно на 4 гПа). Южные антициклоны по широте немного ближе расположены к экватору, чем северные (приблизительно на  $3^\circ$ ), а циклонические центры действия заметно ближе расположены к полюсу (на  $9-10^\circ$  широты). Если сравнивать долготное расположение центров действия в Атлантическом и Тихом океанах, то в первом из них антициклонический центр на юге расположен несколько восточнее, чем на севере, а циклонический, наоборот, – несколько западнее. В Тихом океане как антициклонический, так и циклонический центры действия атмосферы на юге расположены несколько восточнее, чем на севере.

Таблица 3

Среднемноголетние значения среднегодовых характеристик центров действия атмосферы в Северном полушарии

Характеристика	Северное полушарие, антициклоны		
	Азорский	Арктический	Гонолульский
$P$ , гПа	1024	1020	1023
$\varphi^\circ$ , с.ш.	34	76	35
$\lambda^\circ$ , в.д.	328	224	214
Северное полушарие, циклоны			
$P$ , гПа	Исландский	–	Алеутский
	1002	–	1002
$\varphi^\circ$ , с.ш.	63	–	54
$\lambda^\circ$ , в.д.	340	–	183

В сезонных изменениях всех гидрометеорологических характеристик обычно присутствуют годовая гармоника и довольно часто полугодовая гармоника. С целью их выделения в рассматриваемых характеристиках центров действия атмосферы был выполнен их гармонический анализ. Результаты анализа представлены в табл. 4 и 5.

Таблица 4

Амплитуды и фазы годовой и полугодовой гармоник сезонного хода характеристик циклонических и антициклонических центров действия атмосферы Южного полушария

Центры действия		Гармоники				
		$A_1$	$\theta^\circ$	$A_2$	$\theta^\circ$	$A_2/A_1$
Циклонические	Давление, гПа					
	Южно-Атлантический	2,0	45	1,4	116	0,70
	Индookeанский	3,2	48	2,2	142	0,69
	Южно-Тихookeанский	3,3	54	2,2	112	0,67
	Среднее	2,8	49	1,9	123	0,68
	Широта, град					
	Южно-Атлантический	0,8	277	1,0	341	1,25
	Индookeанский	0,2	175	1,0	309	5,00
	Южно-Тихookeанский	0,6	178	0,5	340	0,83
	Среднее	0,5	210	0,8	330	1,60
	Долгота, град					
	Южно-Атлантический	6,0	298	3,4	260	0,57
	Индookeанский	3,2	330	4,8	337	1,50
Южно-Тихookeанский	2,5	287	1,4	21	0,56	
Среднее	3,9	305	3,2	326	0,82	
Антициклонические	Давление, гПа					
	Южно-Атлантический	2,3	254	0,6	34	0,26
	Индookeанский	2,1	264	0,8	22	0,38
	Южно-Тихookeанский	1,2	186	0,2	89	0,17
	Среднее	1,9	235	0,5	48	0,26
	Широта, град					
	Южно-Атлантический	1,1	89	1,2	298	1,09
	Индookeанский	1,4	47	0,9	342	0,64
	Южно-Тихookeанский	0,9	49	0,3	338	0,33
	Среднее	1,1	62	0,8	326	0,72
	Долгота, град					
	Южно-Атлантический	5,6	100	1,1	190	0,20
	Индookeанский	9,3	80	2,2	23	0,24
Южно-Тихookeанский	1,7	208	2,0	182	1,18	
Среднее	5,5	129	1,8	132	0,54	

Анализ результатов табл. 1, 4 и 5 позволяет сделать следующие выводы.

В изменениях давления во всех центрах действия атмосферы, за исключением Азорского максимума давления, превалирует годовая гармоника. Особенно заметно ее определяющее значение у циклонических центров Северного полушария и антициклонических центров Южного полушария. Полугодовая гармоника достаточно заметна и стабильна по амплитуде у циклонических центров Южного полушария. У антициклонических центров, в противоположность Северному полушарию, она выражена значительно слабее.

**Амплитуды и фазы годовой и полугодовой гармоник сезонного хода характеристик циклонических и антициклонических центров действия атмосферы Северного полушария**

Центры действия		Гармоники				
		A <sub>1</sub>	θ°	A <sub>2</sub>	θ°	A <sub>2</sub> /A <sub>1</sub>
Циклонические	Давление, гПа					
	Исландский	7,1	285	1,5	238	0,21
	Алеутский	6,7	281	0,6	288	0,09
	Среднее	6,9	283	1,0	263	0,14
	Широта, град					
	Исландский	1,4	180	0,5	34	0,36
	Алеутский	2,2	206	2,4	284	1,09
	Среднее	1,8	193	1,5	339	0,83
	Долгота, град					
	Исландский	3,4	60	1,0	125	0,29
	Алеутский	10,1	120	10,9	272	1,08
	Среднее	6,8	90	6,0	-	0,88
Антициклонические	Давление, гПа					
	Азорский	0,6	350	1,5	97	2,5
	Арктический	4,8	51	0,8	22	0,17
	Гонолульский	1,4	296	0,8	96	0,57
	Среднее (без Арктического ант.)	1,0	323	1,2	96	1,2
	Широта, град					
	Азорский	1,4	171	0,1	77	0,07
	Арктический	0,4	41	1,7	252	4,25
	Гонолульский	2,3	238	1,1	66	0,48
	Среднее (без Арктического ант.)	1,8	204	0,6	71	0,33
	Долгота, град					
	Азорский	5,9	100	0,8	100	0,14
	Арктический	11,8	243	4,7	153	0,40
	Гонолульский	6,1	100	5,6	118	9,18
Среднее (без Арктического ант.)	6,0	100	3,2	109	0,53	

В изменениях давления в течение года в Северном и Южном полушариях наблюдаются некоторые различия. Как видно из рис. 1, в Северном полушарии давление и в циклонических центрах, и в антициклонических максимально в летний период и минимально зимой Северного полушария, за исключением Арктического антициклона. В нем давление максимально в конце зимы – начале весны. Следует также отметить, что амплитуды годовой гармоник в сезонных изменениях давления у северных антициклонов очень малы (1–1,5 гПа), по сравнению как с Арктическим антициклоном (более 4 гПа), так и особенно с северными циклонами (более 6 гПа). В Южном полушарии изменения давления в годовой гармонике у циклонов, в сравнении с Северным, в два раза меньше по амплитуде. Максимумы и минимумы давления в них наблюдаются, как и на севере, в одинаковые сезоны, но несколько смещены на конец лета – начало осени и конец зимы – начало весны соответственно.

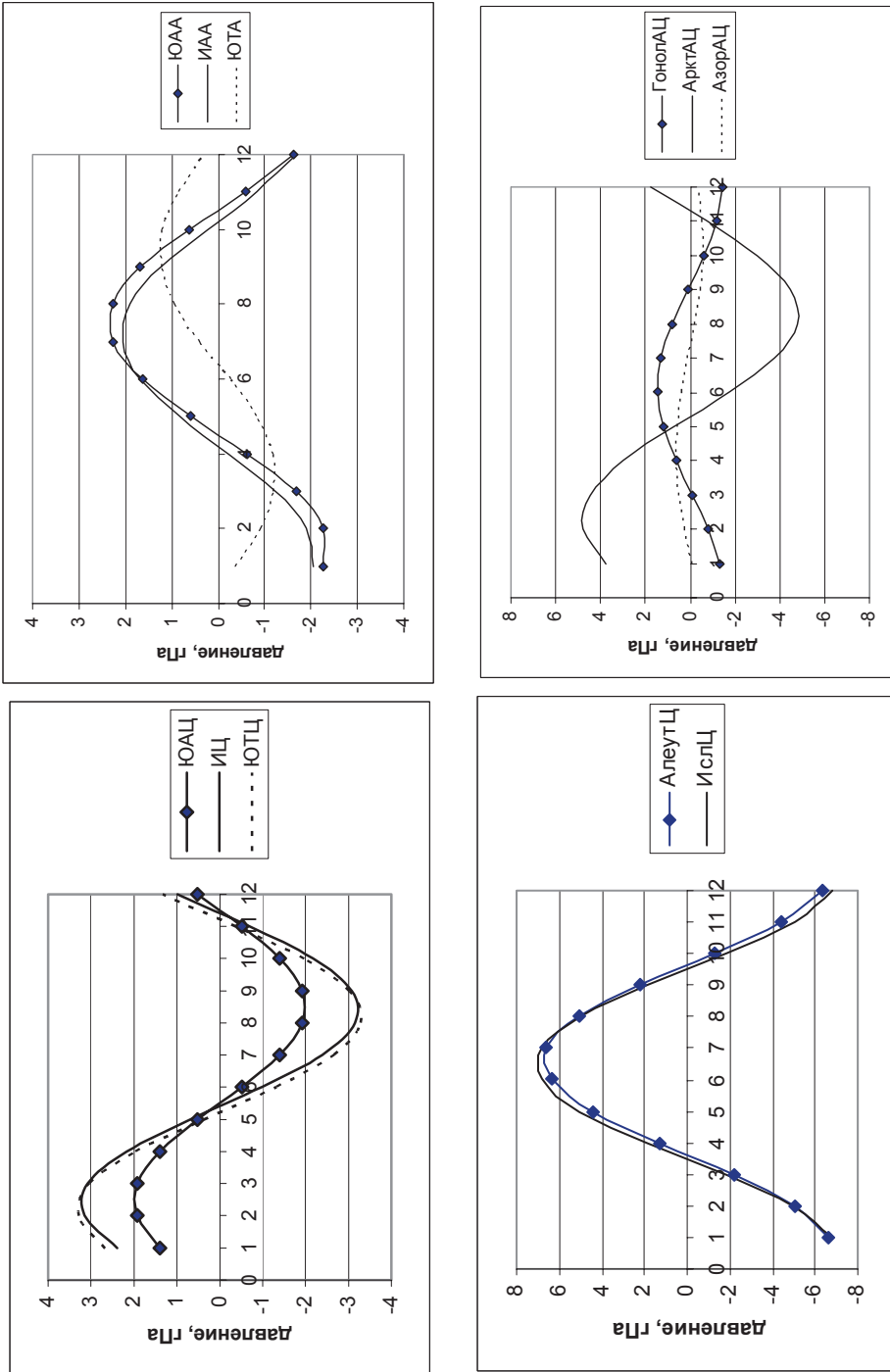


Рис. 1. Аномалии давления в головной гармонике сезонных изменений давления в центрах действия атмосферы Южного и Северного полушарий Земли.

Связано это с тем, что в Южном океане, вследствие наличия ледового покрова, зима заканчивается позднее своих календарных сроков, как и в Северном Ледовитом океане, а максимально теплым периодом является конец короткого лета, начало осени. У антициклонических центров действия атмосферы Южного полушария наибольшая выраженность (максимальное давление) наблюдается зимой, а минимум давления – летом. У Южно-Тихоокеанского антициклона экстремумы смещены на весну и осень соответственно.

Полугодовая гармоника в изменениях давления в центрах действия атмосферы представлена на рис. 2. Обращает внимание наибольшая выраженность (амплитуды до более 2 гПа) полугодовой гармонике у циклонических центров действия атмосферы Южного полушария. Максимумы давления наблюдаются летом и зимой, а минимумы осенью и весной. У северных циклонов наблюдается противоположность фаз. Максимальные значения давления в полугодовой волне наблюдаются весной и осенью, а минимальные – зимой и летом. Амплитуды гармонике при этом в полтора-два раза меньше. У антициклонов в отношении амплитуд полугодовой гармонике в сезонных изменениях давления имеет место обратная картина. У южных антициклонов амплитуды полугодовой гармонике в сезонных изменениях давления в полтора-два раза меньше, чем у северных. Экстремумы полугодовой гармонике в изменениях давления у антициклонов, как на севере, так и на юге, соответствуют по времени южным циклонам. Отличия состоят в том, что экстремумы южных антициклонов и Арктического антициклона смещены на конец соответствующих календарных периодов. Нужно отметить, что у Южно-Тихоокеанского антициклона полугодовая гармоника в давлении практически отсутствует.

Наибольшие колебания по широте в течение года наблюдаются у северо-тихоокеанских центров действия атмосферы. Максимальные амплитуды, как годовой, так и полугодовой гармонике, в изменениях широты имеют место у Алеутского минимума давления, при этом полугодовая гармоника превалирует в изменениях широты, что показывают рис. 3 и 4. Полугодовая гармоника в изменениях широты вообще более заметна, чем в изменениях давления. Наиболее велика она в изменениях широты (кроме Алеутского минимума давления) у Арктического антициклона, у всех южных циклонических центров действия атмосферы, а также у южных антициклонов, за исключением Южно-Тихоокеанского (рис. 4).

В соответствии с рис. 3 у центров действия атмосферы Северного полушария и у антициклонических центров действия атмосферы Южного полушария характер годовых смещений идентичен. К концу лета и началу осени они смещаются максимально к полюсам, а в конце зимы – к экватору. У южных циклонов характер смещения противоположен. Максимальное смещение к полюсу наблюдается в конце зимы и весной, а к экватору – в конце лета – осенью.



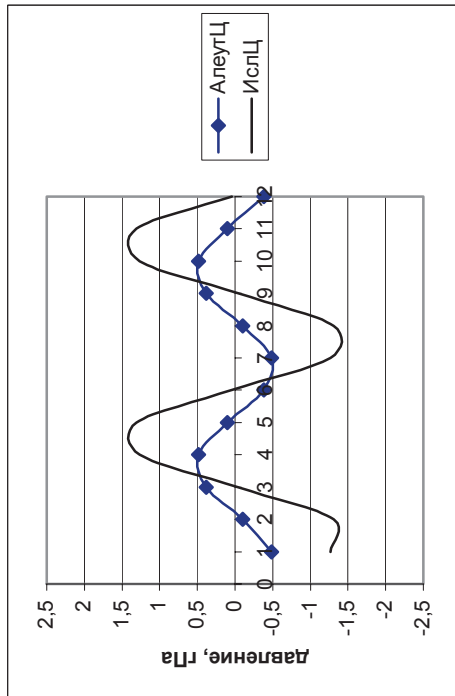
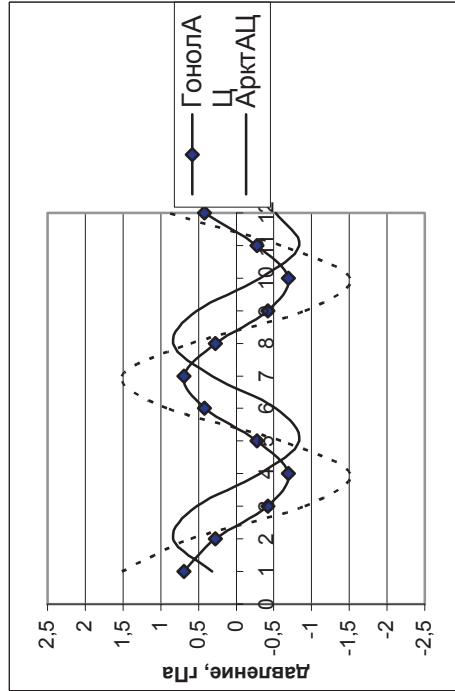
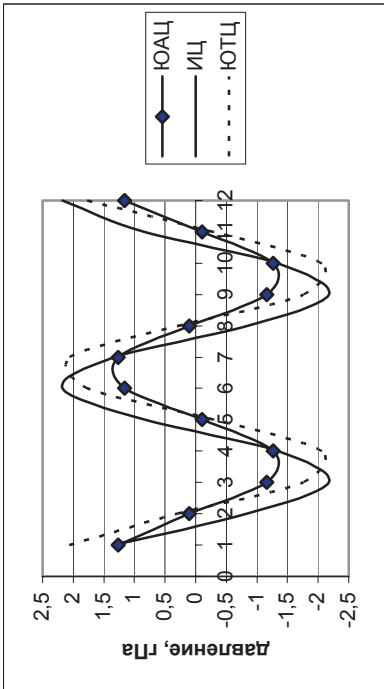
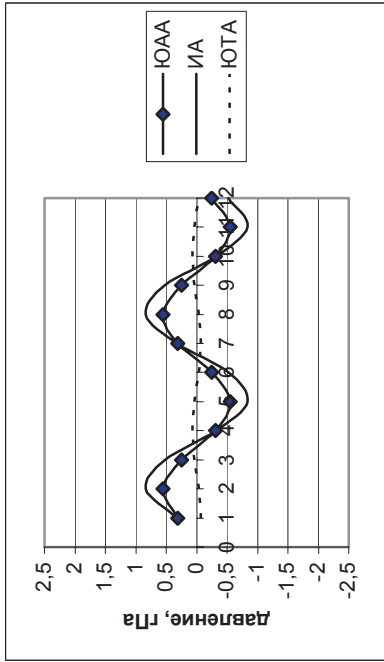


Рис. 2. Аномалии давления в полугодовой гармонике сезонных изменений давления в центрах действия атмосферы Южного и Северного полушарий Земли.

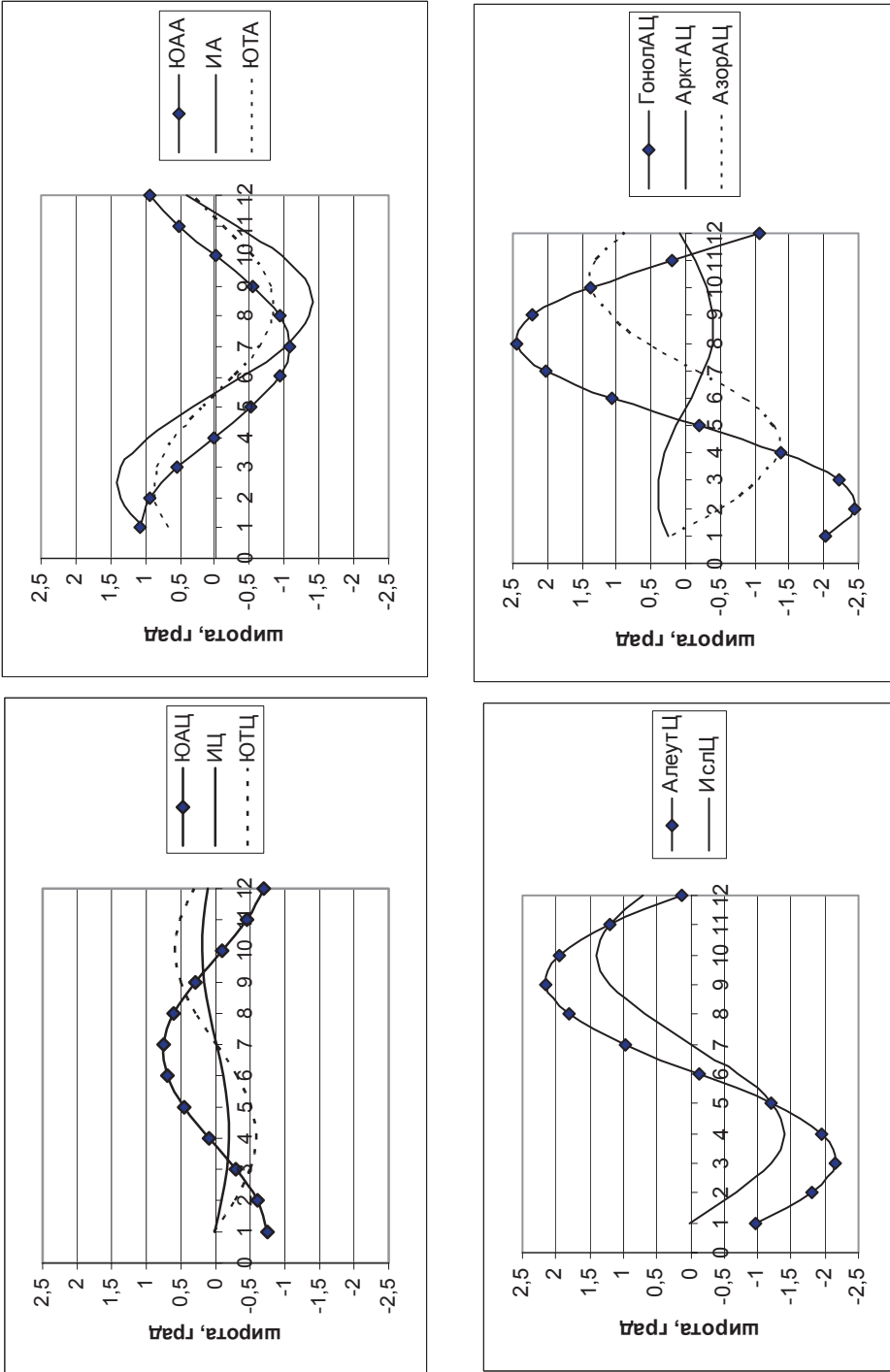


Рис. 3. Аномалии широты в годовой гармонике изменений широты центров действия атмосферы Южного и Северного полушарий Земли.

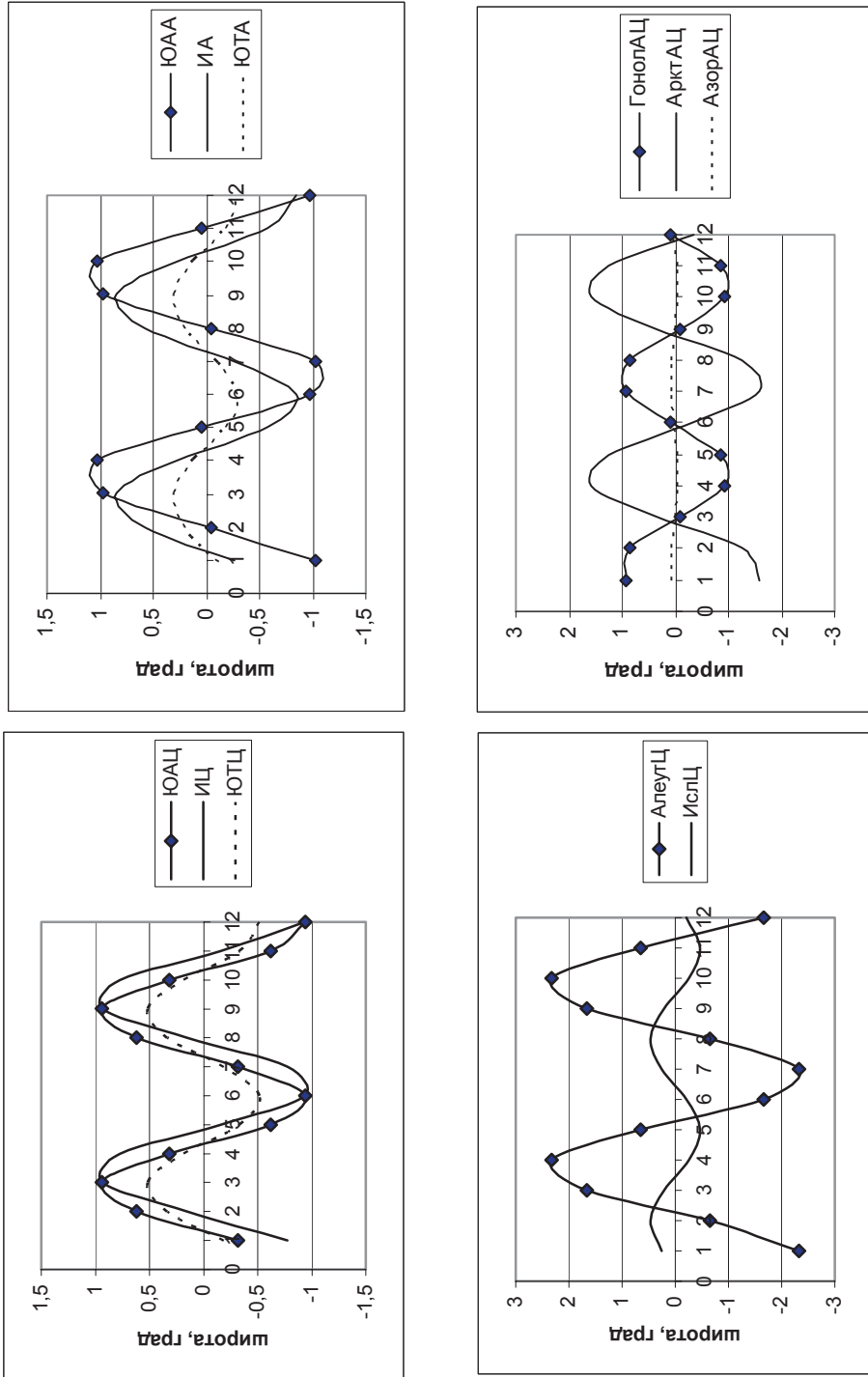


Рис. 4. Аномалии широты в полугодовой гармонике изменений широты центров действия атмосферы Южного и Северного полушарий Земли.

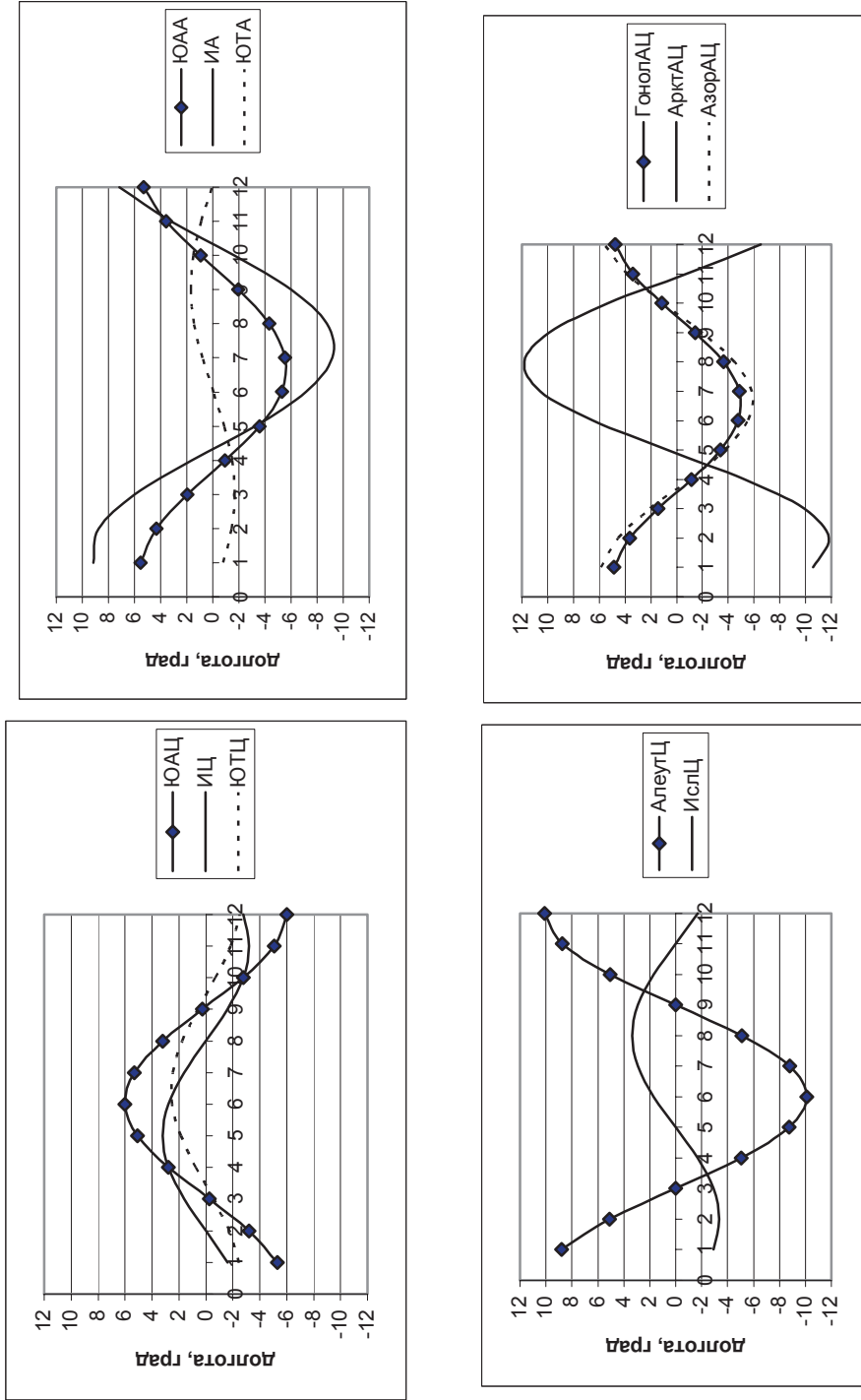


Рис. 5. Аномалии долготы в годовой гармонике изменений долготы центров действия атмосферы Южного и Северного полушарий Земли.

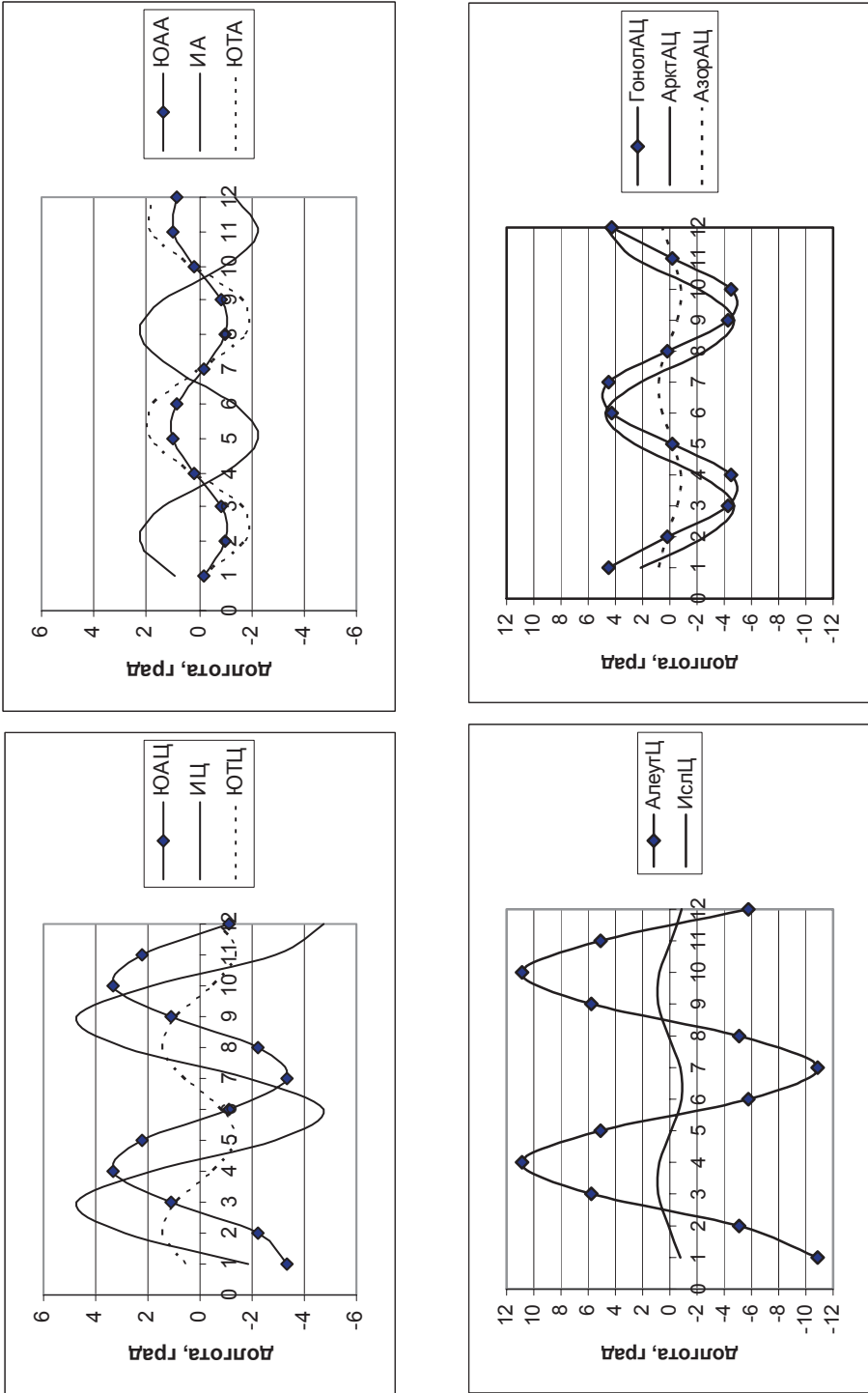


Рис. 6. Аномалии долготы в полугодовой гармонике изменений долготы центров действия атмосферы Южного и Северного полушарий Земли.

На рис. 4 показано, что в полугодовой гармонике все южные центры действия атмосферы смещаются к полюсу осенью (март) и весной (сентябрь) и к экватору зимой (июнь) и летом (декабрь). В Северном полушарии Алеутский минимум давления и Арктический антициклон, у которых самые большие величины амплитуд полугодового колебания по сравнению с другими центрами действия атмосферы на севере, имеют тот же характер смещения. К полюсу максимальное смещение наблюдается весной (апрель) и осенью (октябрь), а к экватору – зимой (январь) и летом (июль) (рис. 4). У Исландского минимума давления и Азорского максимума полугодовое колебание в сезонных изменениях широты практически отсутствует. Гонолульский антициклон смещается к полюсу в январе и июле, а к экватору – в апреле и октябре (рис. 4).

Как видно на рис. 5, в годовой волне по долготе все три южных циклона и Алеутский минимум давления смещаются одинаково, летом занимая самое западное положение, а зимой – самое восточное. У Исландского минимума и Азорского максимума давления смещения по долготе очень малы. В противоположность циклонам, Южно-Атлантический и Индоокеанский антициклоны летом располагаются восточнее, а зимой смещаются к западу. У Южно-Тихоокеанского антициклона колебания по долготе практически отсутствуют.

Гонолульский антициклон в конце зимы – начале весны смещается к востоку, а в конце лета – начале осени смещается к западу. Арктический антициклон, в противоположность этому, крайнее западное положение занимает в конце зимы, а крайнее восточное – в конце лета.

В полугодовой волне (рис. 6) все циклоны, как на юге, так и на севере, смещаются на восток весной и осенью, а на запад – зимой и летом. Такой же характер смещений наблюдается и у Индоокеанского антициклона. Только наступление экстремумов у него происходит на месяц раньше. У Южно-Атлантического и Южно-Тихоокеанского антициклонов, так же как и у Гонолульского и Арктического антициклонов, максимальное смещение на восток приходится на самый конец весны – начало лета и самый конец осени – начало зимы. И соответственно максимальное смещение на запад на самый конец зимы – начало весны и самый конец лета – начало осени – в феврале и августе, на восток – в мае и ноябре, что показано на рис. 5.

В заключение можно отметить, что северные центры действия атмосферы имеют тенденцию к смещению с юго-запада на северо-восток и обратно, а южные – с северо-запада на юго-восток и обратно. Это означает, что при смещении на восток центры действия приближаются к полюсам, а при движении на запад – к экватору. При этом давление имеет тенденцию уменьшаться у циклонических центров действия атмосферы при их смещении к полюсам и на восток (т.е. центры действия акцентируются) и они ослабевают при их смещении к экватору и на запад. И, наоборот, антициклонические центры действия акцентируются при их смещении к экватору и на запад и ослабевают при их движении к полюсам и на восток.

***Литература***

1. *Абрамов Р.В.* Многолетние и сезонные изменения географического положения Исландского минимума атмосферного давления. // Изв. ВГО, 1966, т. 98, вып. 4, с. 315–325.
2. *Абрамов Р.В.* О субтропических максимумах над Атлантическим океаном в системе общей циркуляции атмосферы. // Труды ЛГМИ, 1970, вып. 41, с. 3–17.
3. *Воробьев В.Н., Смирнов Н.П.* Арктический антициклон и динамика климата Северной Полярной области. – СПб.: изд. РГГМУ, 2003. – 81 с.
4. *Смирнов Н.П., Воробьев В.Н., Кочанов С.Ю.* Северо-Атлантическое колебание и климат. – СПб.: изд. РГГМУ, 1998. – 121 с.
5. *Смирнов Н.П., Воробьев В.Н.* Северо-Тихоокеанское колебание и динамика климата в северной части Тихого океана. – СПб.: изд. РГГМУ, 2002. – 121 с.
6. *Смирнов Н.П., Саруханян Э.И., Розанова И.В.* Циклонические центры действия атмосферы Южного полушария и изменения климата. – СПб.: изд. РГГМУ, 2004. – 217 с.
7. *Machel H., Kapala A., Flohn H.* Behaviour of the centers of action above the Atlantic since 1881. Part I: Characteristics of seasonal and interannual variability. // Int. Journ. Climatology, 1998, vol. 18, p. 1–22.