

УДК 551.51,551.582

Доктор геогр. наук В.С. Чередниченко \*  
Доктор геогр. наук А.В. Чередниченко \*\*  
Канд. геогр. наук Алексей В. Чередниченко \*\*

## О ПРОСТРАНСТВЕННОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ОСНОВНЫХ ЦИКЛОВ В РЯДАХ ОСАДКОВ

*ЦИКЛЫ, ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ ОСАДКОВ, ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, ДИНАМИКА КЛИМАТА*

*На основе спектрального анализа временных рядов годового количества осадков выделены основные циклы в рядах осадков и рассмотрено их пространственное распределение. Рассмотрена также устойчивость циклов в течение года. Результаты представляют интерес при рассмотрении динамики климата и построении сценариев его изменения на перспективу.*

Проблема выявления циклов во временных рядах температуры и осадков стала особенно актуальной в связи с изучением изменения климата, хотя и ранее ей уделялось много внимания [1-10, 12-15]. Существенное расширение возможностей компьютеров придало изучению цикличности новый импульс. В работе [11] мы рассмотрели пространственное распределение и устойчивость в течение года циклов во временных рядах температуры. Здесь по результатам спектрального анализа временных рядов годовых сумм осадков мы рассмотрим особенности распределения циклов во временных рядах осадков по территории Казахстана и их устойчивость во времени.

Для удобства анализа нами построены карты пространственного распределения периодограммных значений (PV) для некоторых наиболее выраженных длин волн (частот). Результаты представлены на рис. 1...5 и в таблице, причем значения даны в тысячах PV.

Для цикла, близкого к 80 годам, характерна его хорошая выраженность в полосе Атырау – Джезказган – Астана – Павлодар (рис. 1). Над Западным Казахстаном к северу от Атырау выраженность этих циклов постепенно ослабевает (14,9 PV в Атырау и 5,9 в Уральске). Над Северным

---

\* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

\*\* Институт проблем экологии КазНУ им. аль-Фараби

Казахстаном ослабление циклов к северу происходит более интенсивно и в Кустанае и Петропавловске они не просматриваются.

Еще одна область хорошей выраженности цикла 80 лет находится на юго-востоке территории до Балхаша. В районе Алматы его величина около 12,9 PV, в Талдыкоргане 10,5 PV, а в Усть-Каменогорске и Шымкенте 4,0 и 6,7 PV соответственно.

В полосе Семипалатинск – Туркестан цикл в 80 лет наиболее слабо выражен (рис. 1).

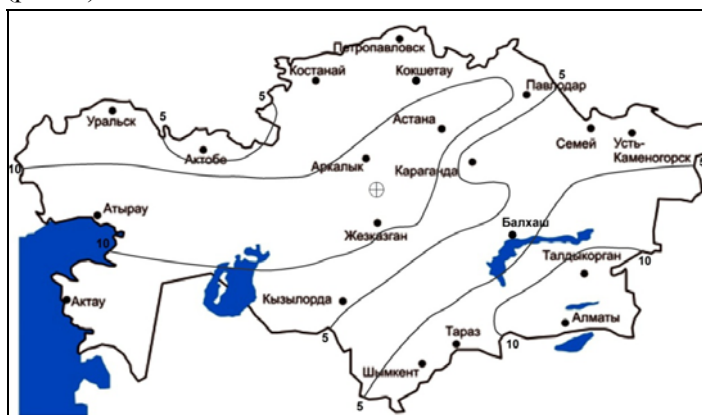


Рис. 1. Доли дисперсии (в тыс. PV) для 80 летних рядов годовых сумм осадков.

Следующий 40-летний цикл лучше всего выражен над центральными и южными районами Республики, захватывая Астану – Караганду – Жезказган – Балхаш, и далее, сужаясь по долготе к югу – Тараз – Шымкент. В предгорных районах Заилийского Алатау и на юго-западе Республики, а также вдоль Иртыша этот цикл проявляется слабо (рис. 2). Для крайнего северо-запада, район Уральска. 40-летний цикл является характерным.



Рис. 2. Доли дисперсии (в тыс. PV) для 40 летних рядов годовых сумм осадков.

26-летний цикл наиболее выражен над центральными районами северной части Республики с максимумом в районе Астаны, 32,6 PV (рис. 3).

Граница между западной и центральной областью проходит примерно вдоль Уральских гор и можно предположить, что каждая из этих областей формируется под воздействием процессов западнее, т.е. над Европейской территорией России (ЕТР) и над Западной Сибирью [1-4, 11, 14].

Южнее пятидесятой широты 26-летний цикл в рядах осадков выражен слабо (рис. 3). Наиболее значим он в районе Алматы, 10,1 PV. В этом тоже могут проявляться особенности циркуляции [15].

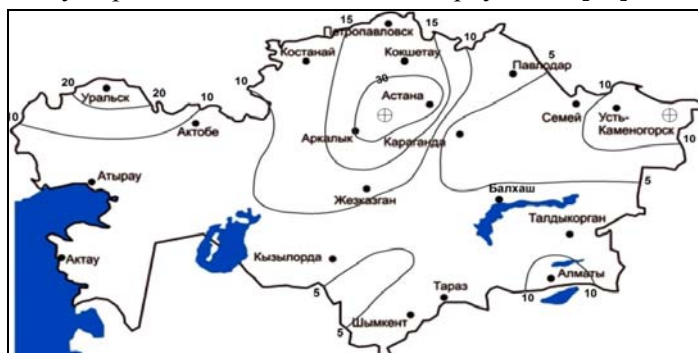


Рис. 3. Доли дисперсии (в тыс. PV) для 26-летних циклов годовых сумм осадков.

Двадцатилетний цикл хорошо проявляется над северной частью Казахстана, в основном севернее пятидесятой широты. Эта территория распадается на три самостоятельные области. Самая западная находится в районе Уральска, где аналог дисперсии достигает 22,5 PV. Самая восточная – в районе Алтая, здесь она опускается южнее пятидесятой широты, и ее центр находится в районе Усть-Каменогорска, 12,3 PV (рис. 4).

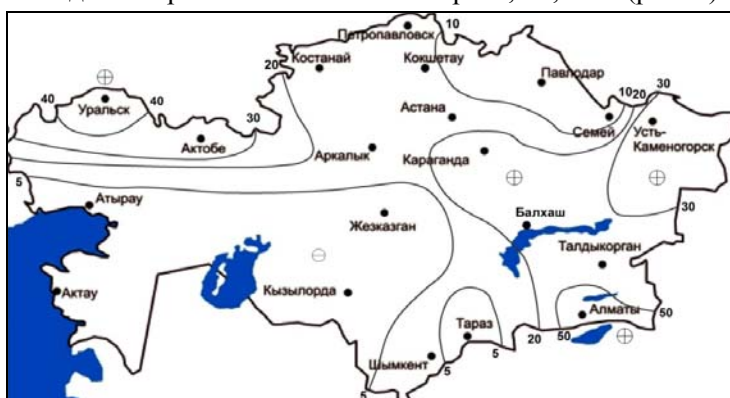


Рис. 4. Доли дисперсии (в тыс. PV) для двадцатилетних циклов годовых сумм осадков.

Двадцатилетний цикл хорошо выражен на северо-западе и юго-востоке Республики, 44,5 и 31,2 PV соответственно, а на северо-востоке и юго-западе располагаются области очень слабой выраженности этого цикла, мене 1,0 PV. Небольшая область особенно большой выраженности 20-летнего цикла отмечается у предгорий Заилийского Алатау, в районе Алматы, 59,5 PV.

Одиннадцатилетние циклы во временных рядах годовых сумм осадков хорошо выражены на всей территории Казахстана с минимумом над небольшими районами (рис. 5).

В необширном максимуме на юге в районе Тараза аналог дисперсии составляет 68,2 PV. Он наибольший на всей территории Казахстана. Второй максимум имеет место на Алтае в районе Усть-Каменогорска, 47,7 PV. Ещё один максимум – в районе Актюбинска, 28,3 PV. В неширокой полосе Кокчетав – Джезказган – Туркестан наблюдаются пониженные величины дисперсии, не опускающиеся ниже 5,7 PV в Петропавловске (рис. 5).

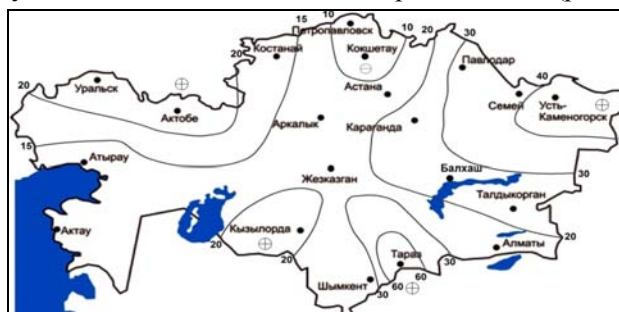


Рис. 5. Доли дисперсии (в тыс. PV) для одиннадцати летних циклов годовых сумм осадков.

Рассмотрим далее, сохраняются ли циклы, обнаруженные в рядах годовых сумм осадков, в сезонах. Для этого рассмотрим временные ряды осадков за срединные месяцы сезонов по некоторым станциям (табл.)

Восьмидесятилетний цикл в срединные месяцы сезонов часто выявляется только с помощью метода весов Хэмминга, т.е. есть проблемы с выделением. Мы в данном анализе не обращаем внимания на то, каким из методов выделен цикл.

Для Алматы характерна выраженность 80-летнего положительно цикла в годовом ходе, а также в апреле. Положительным (или отрицательным) мы условно называем 80-летний цикл, PV которого больше (или меньше) чем PV более короткого 40-летнего цикла). В январе 80-летний летний цикл в PV выражен слабо, имеет минимальную дисперсию. Метод Хэмминга тоже не выделяет этот цикл.

Циклы во временных рядах осадков некоторых метеостанций (PV)

Метеостанция	Цикл, лет											
	> 76	40	26.6	20	16	13	10...11	9	8...7.2			
Алматы	год	12938	6365		59582	19867			66211			
	январь	83	152	180			2469		1202			
	апрель	2350	796						13951			
	июль	-1518	3436				3156					
Уральск	октябрь	-452	724		2391		3084		5221			
	год	-5924	31331		44542		21207	29967	24576			
	январь	-276	848		1549	684	336		499			
	апрель	444	426		429		1267		386			
Караганда	июль	-309	622	4994	1034		1658		3072			
	октябрь	1639	452	779			2394	5571	3525			
	год	-2804	31529	32626	21369		23173	26037				
	январь	225	41	458		392	988		918			
Усть-Каменогорск	апрель	331	182	778			802	776	40			
	июль	-1187	4745	6612			4863		1655			
	октябрь	-400	404		3085							
	год	-4080	7523	12307	20842	31180		47756				
Костанай	январь	-38	634	576		516		791				
	апрель	-283	368	2636	1662		1138		1230			
	июль	-1729	1905			3210		6323	4369			
	октябрь	950	882		3795		1464		2858			
Костанай	год	-48.4	7.0		17		14.4	20.0				
	январь	259	139	277			137	160	285			
	апрель	-56	1303			504		127	315			
	июль	-48	1075	5930			9433	2163	1421			
октябрь	-75	153			891		1552	1570				

В апреле 80-летний цикл положителен. В июле и октябре этот цикл отрицателен, хотя доля его дисперсии довольно значительна.

В Караганде в годовом ходе осадков 80-летний цикл выражен слабо и он отрицателен. В январе и апреле он положителен, хотя и содержит небольшую долю дисперсии (225...331 PV). В июле он отрицателен, но содержит большую долю дисперсии, 1187 PV. В октябре он отрицателен.

Можно видеть, что в Караганде 80-летний цикл в своем проявлении по сезонам года подобен его проявлению в Алматы.

Севернее Караганды в Костанае годовой цикл отрицателен и очень слабо выражен, 48,4 PV. В январе он положителен и имеет наибольшую дисперсию из всех сезонов, 259 PV. В апреле, июле и октябре этот цикл отрицателен и слабо выражен. Следовательно, в отличие от Алматы и Караганды 80-летний цикл в Костанае отрицателен не только в июле, октябре, но также в апреле и содержит меньшую долю дисперсии во все сезоны.

На востоке территории в Усть-Каменогорске 80-летний цикл в ходе годовых сумм осадков отрицателен, 4080 PV. Он отрицателен также в январе, апреле и июле, а в октябре положителен, 950 PV.

На крайнем северо-западе, в Уральске, 80-летний цикл годовых сумм осадков отрицателен, 5924 PV. По сезонам года он положителен в апреле и октябре, особенно в октябре, 1639 PV, и отрицателен в январе и июле при небольших величинах дисперсии, около 300 PV (табл.).

Отрицательные в нашем случае величины 80-летних циклов следует физически толковать так, что, они не выражены и их величина уменьшается. Следовательно, их использование при климатическом прогнозе проблематично. Возможно, что это результат ограниченных возможностей метода для циклов предельной длины. Вот по этой причине далее нами используется другой метод – метод периодичностей.

Сорокалетние циклы в ходе годовых сумм осадков хорошо выражены почти везде кроме севера Республики (Костанай).

В Алматы 40-летний цикл хорошо выражен во все сезоны кроме января, в Караганде – также, но в октябре этот цикл выражен слабее, чем в Алматы. В Костанае, несмотря на то, что сорокалетний цикл слабо выражен в ходе годовых сумм, он хорошо выражен в апреле и июле (1303 и 1075 PV соответственно) и слабо – в январе и октябре (139 и 153 PV соответственно).

На востоке в Усть-Каменогорске в ходе годовых сумм 40-летний цикл выражен хорошо, 7523 PV. По сезонам года он тоже выражен хорошо, хотя в апреле доля дисперсии составляет 368 PV.

На северо-западе 40-летний цикл в осадках выражен хорошо во все сезоны года.

В целом, по территории Казахстана, 40-летний цикл на юге и в центральных районах слабо выражен в январе, в центральных районах величина уменьшается, также в апреле. На остальной территории он имеет место во все сезоны (табл.).

26-летний цикл во временном ходе годовых сумм осадков присутствует только в Караганде и Усть-Каменогорске, однако он присутствует кое-где по сезонам года. Так, в Караганде он присутствует во все сезоны кроме октября, в Усть-Каменогорске – в январе и апреле, в Костанае в январе и июле, Уральске – в июле и октябре, в Алматы – в январе. Однако в Алматы в апреле, в январе в Костанае этот цикл выражен относительно слабо. В то же время в Костанае – в июле, Усть-Каменогорске – в апреле, в Караганде и Уральске – в июле, 26 летний цикл является основным или вторым по величине дисперсии (табл.).

Цикл в 20 лет выделяется в ходе годовых сумм осадков, однако на севере Казахстана он по сути не виден. На остальной территории он один из основных. По сезонам года он имеет место в октябре – в Алматы, Караганде, Усть-Каменогорске, в апреле – в Уральске, Усть-Каменогорске и в июле – в Уральске и Усть-Каменогорске. Таким образом, на северо-западе (Уральск) 20-летний цикл имеет место во все сезоны кроме октября.

16-летний цикл отсутствует в ходе годовых сумм осадков в Алматы, Уральске, Караганде, Костанае, но в ходе сезонных величин осадков имеет место на этих станциях в январе и июле, в апреле, в апреле и июле, в апреле и октябре соответственно. В Усть-Каменогорске 16-летний цикл присутствует в годовых величинах осадков, а также в апреле и июле, будучи очень хорошо выраженным через аналог дисперсии.

13-летний цикл появляется эпизодически. В Алматы он присутствует в ходе годовых величин, но не отмечен в сезонных рядах. В Уральске он появляется в ряду осадков за январь, в Караганде – в ходе годовых и январских величин осадков, в Усть-Каменогорске – в январских и апрельских рядах осадков. На севере Казахстана в Костанае этот цикл слабо присутствует в ходе годовых величин, 14,4 PV, но сильно выражен в июльских – 9433 PV (табл.).

10...11 летний цикл представляет особый интерес, поскольку он ассоциируется с солнечным 11-летним циклом.

В Алматы 11-летний цикл в ходе годовых величин не отмечен, но он значителен в январских, июльских и октябрьских рядах осадков, проявляясь, как основной цикл.

В Караганде 11-летний цикл выражен в ходе годовых и сезонных величин осадков, несколько ослабляясь только в июле, 2163 PV.

Циклы продолжительностью 9 лет проявляются эпизодически, являясь, видимо, модификацией 11-летних циклов. Более короткие циклы 8,44 и 11,2 года проявляются почти везде и всегда и содержат значительную, а с более короткими циклами, – основную долю дисперсии. Однако применительно к нашей задаче они имеют второстепенное значение.

Для большей наглядности мы представили циклы в годовых количествах осадков в виде графиков для станций, расположенных на разных широтах (рис. 6).

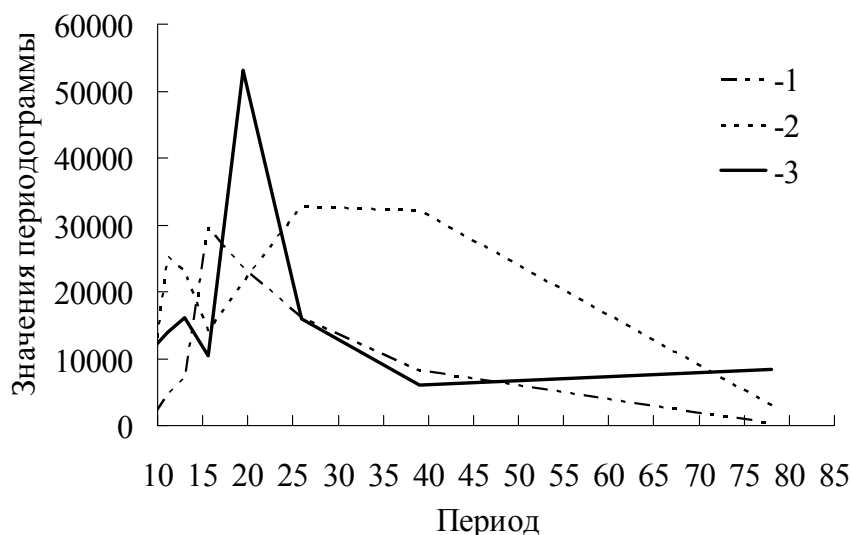


Рис. 6. Циклы в годовых количествах осадков для станций, расположенных на разных широтах. 1 – Костанай, 2 – Караганда, 3 – Алматы.

Можно видеть, что вклад гармоник в общую дисперсию заметно меняется даже для близко расположенных станций. Это происходит, в первую очередь, за счёт разного вклада сезонных гармоник в годовые, как это видно из данных таблицы.

Общим остаётся только слабая выраженность вековой гармоник на всех широтах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байдал М.Х. Колебания климата Кустанайской области в XX столетии. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 155 с.
2. Воейков А.И. Колебания климата и уровня озер Туркестана и Западной Сибири. // Метеорологический вестник. – №3. – 1901. – С. 16-27.
3. Гирс А.А. Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные метеорологические прогнозы. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 280 с.



4. Дроздов О.А., Григорьева А.С. Многолетние циклические колебания атмосферных осадков на территории СССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1971. – 67 с.
5. Монин А. С., Вулис И. Л. О спектре долгопериодных колебаний геофизических характеристик. – М.: Наука, 1971. – 22 с.
6. Монин А.С. Прогноз погоды, как задача физики. – М.: Наука, 1969. – 184 с.
7. Оль А. И. Проявление 22-летнего цикла солнечной активности в климате Земли. // Труды ААНИИ. – Вып. 289. – 1969. – С. 5-21.
8. Рубашев Б.М. Проблемы солнечной активности. – М.: Наука, 1964. – 362 с.
9. Рубинштейн Е.С., Полозова Л. Г. Современное изменение климата. – Л.: Гидрометеоздат, 1966. – 268 с.
10. Хромов С.П. Солнечные циклы и климат // Метеорология и гидрология. – №3. – 1973. – С. 93-110.
11. Чердниченко А.В., Чердниченко Алексей В., Чердниченко В.С., Кожахметова Э.П., Смирнова А.Ю. Распределение по территории Казахстана циклов в рядах температуры // Гидрометеорология и экология. – № 2. – 2013. – С. 7-17.
12. Шерстюков Б.Г. Региональные и сезонные закономерности изменений современного климата. – Обнинск: ГУ ВНИИГМИ-МЦД, 2008. – 300 с.
13. Шнитников А.В. Внутривековая изменчивость компонентов общей увлажненности. – Л.: Наука, 1969. – 244 с.
14. Шнитников А.В. Внутривековые колебания уровня степных озер Западной Сибири и Северного Казахстана и их зависимость от климата // Тр. Лаб. озероведения АН СССР. – 1950. – Т. 1. – 129 с.
15. Шнитников А.В. Изменчивость общей увлажненности материков Северного полушария. / Зап. Геогр. общество СССР.– М.-Л.: Изд-во АН СССР, Т. 16. – 1957. – С. 1-336.

Поступила 5.11.2013

Геогр. ғылымд. докторы	В.С. Чердниченко
Геогр. ғылымд. докторы	А.В. Чердниченко
Геогр. ғылымд. канд.	Алексей В. Чердниченко

#### **ЖАУЫН-ШАШЫН ҚАТАРЛАРЫНДАҒЫ НЕГІЗГІ ЦИКЛДАРДЫҢ КЕҢІСТІКТЕГІ ТАРАЛУЫ**

*Жауын-шашын мәлішерінің уақытша жылдық қатарын спектральді талдау негізінде жауын-шашын қатарында негізгі циклдері және олардың кеңістікте таралуы анықталды. Сонымен қатар жыл ішінде циклдердің тұрақтылығы қарастырылды. Нәтижелер климат динамикасын және оның болашақта өзгеру сценарилерін тұрғызуда қажетін тигізеді.*