

УДК 551.582:551.52/.57

Г.Е. Турумова¹**ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОСНЕЖНЫХ И МАЛОСНЕЖНЫХ ЗИМ В КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

Ключевые слова: температура воздуха, атмосферные осадки, формы циркуляции, макроциркуляционные характеристики, большая и малая продолжительность залегания устойчивого снежного покрова, индекс Багрова

В статье рассмотрены климатические параметры (температура воздуха и атмосферных осадков), определяющие многоснежные и малоснежные зимы в Костанайской области за период 1971...2017 годы. Проведен анализ временного хода температуры воздуха и атмосферных осадков. Рассчитаны их статистические характеристики. Составлен каталог многоснежных и малоснежных зим на основе использования комплексного критерия. Рассчитаны аномалии чисел дней с формами циркуляции W, E и C, аномалии индексов Северно-Атлантического колебания NAO, южного колебания SOI и арктического колебания AO для многоснежных и малоснежных месяцев. Проанализирована связь многоснежных и малоснежных зим с экстремально большой и экстремально малой продолжительностью залегания устойчивого снежного покрова.

Введение. Изучение режима температуры и осадков зимних месяцев является одной из наиболее актуальных задач географической науки. Влияние изменения этих метеорологических величин на жизнь человека и окружающую среду может быть как положительным, так и отрицательным, поскольку температура воздуха и атмосферные осадки напрямую воздействуют как на состояние земной поверхности, так и на условия жизни и хозяйственной деятельности человека.

Твердые осадки (снег, снежная крупа, снежные зерна), выпадающие на земную поверхность при отрицательных температурах воздуха, в процессе накопления создают снежный покров. Накопление снега также зависит от характера и частоты выпадения осадков.

¹ КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

Существует большое количество работ, в которых особый интерес представляет анализ динамики распределения температуры воздуха и зимних осадков в условиях современного изменения климата [1, 2, 4, 10].

Исходный материал и методы исследования. В данной статье был рассмотрен временной ход температуры и атмосферных осадков за 47 лет на территории Костанайской области. Для исследования взяты среднемесячные значения температуры воздуха и количества осадков на 6 метеорологических станциях (М) Костанайской области относительно равномерно расположенных на территории (Костанай, Кушмурун, Жетыгара, Торгай, Аркалык и Амангельды) за зимние месяцы в период 1971...2017 гг.

В качестве критерия, описывающего особенности зимы использована величина

$$W = \frac{\Delta T}{\sigma_T} + \frac{\Delta R}{\sigma_R}, \quad (1)$$

где W – комплексный критерий, описывающий особенности зимы; T – температура воздуха; R – количество осадков; σ – среднеквадратическое отклонение.

Анализ некоторых вариантов, которые можно учесть с помощью формулы (1):

а) если $\Delta T > 0$ и $\Delta R > 0$, то $W \gg 0$;

б) если $\Delta T < 0$ и $\Delta R < 0$, то $W \ll 0$;

в) если $\Delta T > 0$ и $\Delta R < 0$, то величина и знак W будут определяться

соотношением между $\frac{\Delta T}{\sigma_T} > 0$ и $\frac{\Delta R}{\sigma_R} < 0$. Аналогично $\Delta T < 0$ и $\Delta R > 0$.

Таким образом, значение $W \gg 0$ характеризует теплую и многоснежную зиму; при $W \ll 0$ зима холодная и малоснежная [5].

Результаты и обсуждение. Среднемесячное количество осадков декабря в Костанайской области за период с 1971...2017 гг. составляет 18...26 мм, января – 13...27 мм, февраля – 10...21 мм.

С целью детального описания временного хода количества осадков в период с 1971 по 2017 годы были построены соответствующие графики для четырех станций Костанайской области (Костанай, Жетыгара, Кушмурун и Торгай) для января (рис. 1 – 4).

В соответствии с рис. 1-4 на исследуемой территории наблюдается тенденция уменьшения количества осадков со средней скоростью 0,2 мм/10 лет.

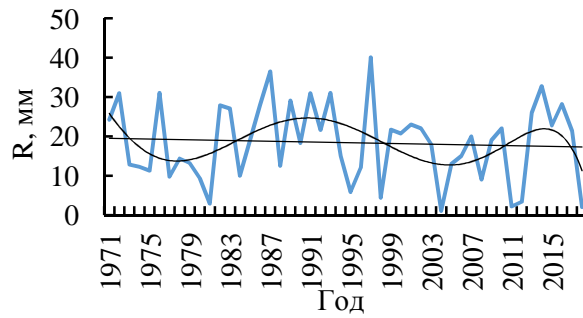


Рис. 1. Временной ход количества осадков в январе на М Костанай.

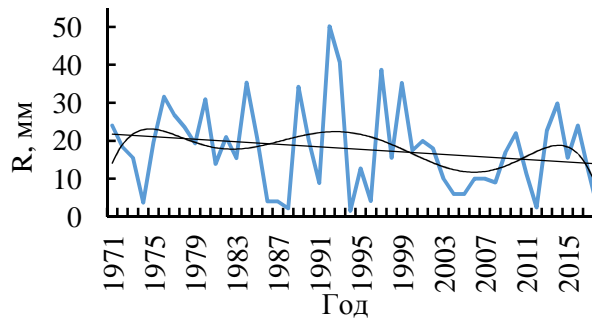


Рис. 2. Временной ход количества осадков в январе на М Жетыгара.

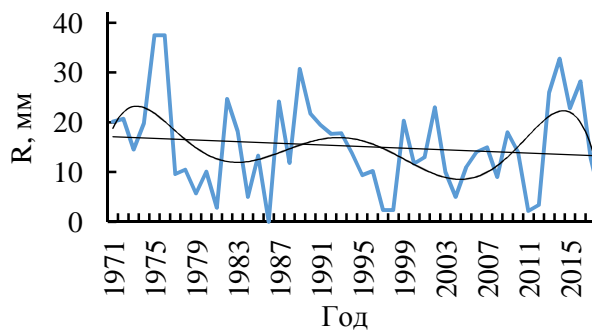


Рис. 3. Временной ход количества осадков в январе на М Кушмурун.

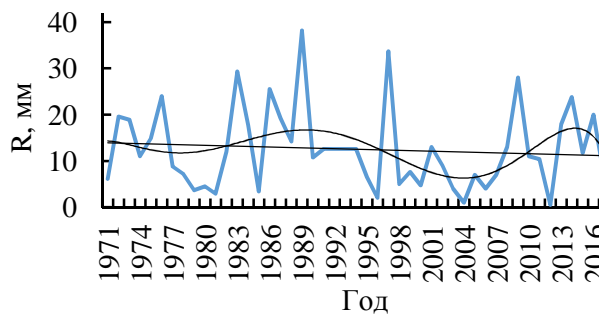


Рис. 4. Временной ход количества осадков в январе на М Торгай.

Средняя температура воздуха декабря в Костанайской области, рассчитанная за 1971...2017 гг. по 6 станциям области составляет $-12,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ и колеблется от $-13,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (на М Жетыгара) до $-10,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ (М Торгай). Средняя температура воздуха января равна $-15,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ и варьирует от $-16,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-14,9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Средняя температура воздуха февраля по области в среднем равна $-15,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ и колеблется от $-15,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-14,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. На всех рассматриваемых станциях наблюдается тенденция повышения температуры воздуха со средней скоростью $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет.

Результаты аналогичных расчетов и анализов пространственно-временного хода температуры воздуха и количества осадков для территории республики представлены в работах [3, 6, 7, 8].

На основе (1) представлен каталог многоснежных и малоснежных месяцев с использованием индекса W (табл. 1).

Таблица 1

Каталог многоснежных и малоснежных месяцев по комплексному критерию W

Месяц	Год	
	многоснежный	малоснежный
Декабрь	1971, 1975, 1979, 1982, 2006, 2015	1970, 1974, 1976, 1984, 2002, 2011, 2012
Январь	1975, 1976, 1983, 1989, 1997, 2002	1977, 1996, 2006, 2008, 2011, 2012
Февраль	1983, 1985, 1998, 1999, 2002, 2007	1972, 1974, 1980, 1988, 1991, 2010, 2012

Практический интерес представляет анализ поля температуры воздуха для двух классов зим. Выявлено, что в подавляющем большинстве случаев многоснежные зимы на исследуемой территории бывают теплыми, а малоснежные – холодными (табл. 2).

Таблица 2

Значения аномалий температуры воздуха для многоснежных и малоснежных месяцев

Месяц	Значение аномалий температуры воздуха ΔT			
	$\Delta T > 0$	$\overline{\Delta T},\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta T < 0$	$\overline{\Delta T},\text{ }^{\circ}\text{C}$
	многоснежная зима		малоснежная зима	
Декабрь	6	+3,5	7	-5,7
Январь	6	+4,2	6	-5,6
Февраль	6	+3,9	7	-4,2

В многоснежные зимы величина аномалии температуры составляет $+3,5...+4,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, в малоснежные – $-5,7...-4,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Заметим, что на изучаемой территории возможны случаи, когда многоснежные месяцы наблюдаются при отрицательной аномалии температуры воздуха, а малоснежные – при положительной.

В данной работе рассматриваются особенности атмосферной циркуляции, которые определяют многоснежные и малоснежные зимние месяцы. Для характеристики атмосферной циркуляции используется известная классификация Вангенгейма-Гирса [1]. Формы циркуляции W, E и C характеризуется чаще всего противоположным распределением очагов аномалий температуры и аномалий осадков [7]. Поэтому число суток с формами циркуляции может быть использовано при изучении многоснежных и малоснежных зим (табл. 3).

Таблица 3

Аномалии числа дней с формами циркуляции W, E и C многоснежных и малоснежных месяцев

Месяц	Многоснежный			Малоснежный		
	ΔW	ΔE	ΔC	ΔW	ΔE	ΔC
Декабрь	5	-8	3	-2	4	-2
Январь	5	-7	2	-3	4	-1
Февраль	1	-4	3	-3	6	-3
Ср. значение	4	-6	3	-3	5	-2

Многоснежные месяцы определяются преобладанием форм циркуляции W и C, а малоснежные – формой циркуляции E.

В последнее десятилетие особое внимание уделяется изучению таких макроциркуляционных характеристик как Северно-Атлантическое колебание NAO, южное колебание SOI и Арктическое колебание AO. В данной работе изучена их связь с многоснежными и малоснежными зимними месяцами (табл. 4).

Таблица 4

Аномалии индексов NAO, SOI и AO для многоснежных и малоснежных месяцев

Месяц	Многоснежный			Малоснежный		
	ΔNAO	ΔSOI	ΔAO	ΔNAO	ΔSOI	ΔAO
Декабрь	0,95	-0,16	1,371	-0,15	0,34	-0,349
Январь	0,24	-0,08	1,361	-0,06	0,91	-0,846
Февраль	-0,33	-0,44	-0,280	-0,22	0,16	-0,911
Ср. значение	0,29	-0,23	0,817	-0,14	0,47	-0,702

Многоснежным месяцам соответствуют положительные аномалии индексов NAO и AO и отрицательные аномалии индекса SOI, а малоснеж-

ным – отрицательные аномалии индексов NAO и AO и положительные аномалии индекса SOI.

Особый научный и практический интерес представляет анализ связи многоснежных и малоснежных зим с продолжительностью залегания устойчивого снежного покрова. В качестве критерия продолжительности залегания устойчивого снежного покрова, использовался критерий Багрова [9]. Анализ показал, что в подавляющем большинстве случаев многоснежные зимы сопровождаются большой продолжительностью залегания устойчивого снежного покрова, а малоснежные зимы – малой.

Выводы.

1. На территории Костанайской области наблюдается тенденция уменьшения количества осадков со средней скоростью 0,2 мм/10 лет;
2. Также наблюдается тенденция повышения температуры воздуха со средней скоростью 0,1 °С/10 лет;
3. Построен каталог многоснежных и малоснежных месяцев с использованием комплексного критерия W . В декабре наблюдалось 6 многоснежных и 7 малоснежных случаев; в январе – 6 многоснежных и 6 малоснежных случаев; в феврале – 6 многоснежных и 7 малоснежных случаев;
4. На исследуемой территории в подавляющем большинстве случаев многоснежные зимы бывают теплыми, а малоснежные – холодными. Также возможны случаи, когда многоснежные зимы наблюдаются при отрицательной аномалии температуры воздуха, а малоснежные – при положительной;
5. Многоснежные месяцы определяются преобладанием форм циркуляции W и C , а малоснежные – формой циркуляции E ;
6. Многоснежным месяцам соответствуют положительные аномалии индексов NAO и AO и отрицательные аномалии индекса SOI, а малоснежным – отрицательные аномалии индексов NAO и AO и положительные аномалии индекса SOI.
7. В подавляющем большинстве случаев многоснежные зимы сопровождаются большой продолжительностью залегания устойчивого снежного покрова, а малоснежные зимы – малой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байдал М.Х. Колебания климата Костанайской области в 20 столетии. – Л.: Гидрометеоздат, 1971. – 42 с.
2. Вилесов Е.Н. Региональные изменения климата в условиях глобального потепления // Гидрометеорология и экология. – 2008. – №1. – С. 7-19.

3. Долгих С.А., Илякова Р.М., Кожаметов П.Ж., Никифоров Л.Н., Петров Е.Е., Смирнова Е.Ю. Оценочный доклад об изменениях климата на территории Казахстана. – Астана: РГП «Казгидромет», 2014. – С. 7-25.
4. Долгих С.А., Илякова Р.М., Сабитаева А.У. Об изменении климата Казахстана в прошедший столетний период // Гидрометеорология и экология. – 2005. – № 4. – С. 6-23.
5. Попов А.В. О возможности прогноза теплых многоснежных и холодных малоснежных зим. //Тр. Гидрометцентра СССР. – 1975. – Вып. 156. – С. 39-45.
6. Сальников В.Г., Турулина Г.К., Долгих С.А., Полякова С.Е. Современные тенденции изменения климата // Университеты XXI века: инновации и новые технологии: Матер. междунар. науч. конф., посв. 75-летию КазНУ им. аль-Фараби, 14-15 октября, 2009 г. – Алматы: Казак университеті, 2009. – С. 216-220.
7. Сальников В.Г., Турулина Г.К., Полякова С.Е. Атмосферная циркуляция и особенности распределения аномалий температуры и осадков в Казахстане // Вестник КазНУ. Серия география. – 2010. – №2(31). – С. 62-75.
8. Сальников В.Г., Турулина Г.К., Полякова С.Е., Петрова Е.Е. Изменения климата и его региональные проявления в Казахстане // Гидрометеорология и экология. – 2014. – Вып. 2. – С. 17-31.
9. Турулина Г.К., Сальников В.Г., Полякова С.Е., Муратова Н.Р. Современные тенденции продолжительности залегания устойчивого снежного покрова в Северном Казахстане // Гидрометеорология и экология. – 2013. – Вып. 3. – С. 7-15.
10. Чичасов Г.Н. О пространственной структуре полей средней месячной температуры воздуха в Казахстане // Тр. КазНИИ Госкомгидромета. – 1986. – Вып. 94. – С. 82-89.

Поступила 7.06.2018

Г.Е. Турумова

ҚОСТАНАЙ ОБЛЫСЫ БОЙЫНША КӨП ҚАРЛЫ ЖӘНЕ АЗ ҚАРЛЫ ҚЫСТЫҢ ТАРАЛУЫ

Түйінді сөздер: ауа температурасы, атмосфералық жауын-шашын, көп қарлы қыс, аз қарлы қыс, циркуляция түрлері, макроциркуляциялық сипаттамалар, тұрақты қар жамылғысының өте үлкен және өте қысқа ұзақтығы, Багрова индексі

Мақалада 1971...2017 жылдар кезінде Қостанай облысындағы көп қарлы және аз қарлы қыстардың негізгі

климаттық параметрлерін (температура және жауын) уақытша бөлу мүмкіндіктерін сипатталады. Ауа температурасының және атмосфералық жауын-шашынның уақытша бағалары талданады. Олардың статистикалық сипаттамалары есептеледі. Кеешенді критерий қолдану арқылы көп қарлы қыс пен аз қарлы қыс каталогі жасалынған. Көп қарлы және аз қарлы айларға циркуляция түрлерінің, W, E, және C, аномалиялары, NAO Солтүстік Атлант Тербелісі, SOI Оңтүстік тербеліс және АО Арктикалық Тербеліс индекстер күндеріні аномалиялар саны есептеледі. Өте үлкен және өте қысқа тұрақты қар жамылғысының ұзақтығы мен көп қарлы және аз қарлы қыстармен қарым-қатынасы талданады.

Turumova G.E.

RESEARCH SNOWY WINTERS AND LITTLE SNOW WINTERS IN AREA OF KOSTANAI

Keywords: air temperature, atmospheric precipitation, snow winters, little snow winters, circulation forms, macrocirculation characteristics, long and short duration of stable snow cover, Bagrov index

The peculiarities of the temporal distribution of the main climatic parameters (air temperature and atmospheric precipitation) determining during the snowy and little snow winters in the Kostanay region for the period 1971...2017 are considered in the paper. The time course of air temperature and atmospheric precipitation is analyzed. Their statistical characteristics are calculated. A catalog of snowy and little snow winters is compiled on the basis of the use of a complex criterion. The anomalies of the days numbers with circulation forms W, E and C, anomalies of the indices of the North Atlantic Oscillation NAO, the Southern Oscillation Index SOI and the Arctic Oscillation AO for the snowy and little snow months are calculated. The connection between snowy and little snow winters with extremely large and extremely short duration of occurrence of a stable snow cover has been analyzed.