

УДК 551.5

Канд. геогр. наук М.М. Молдахметов ^{*}
Канд. геогр. наук Л.К. Махмудова ^{*}

**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ
МАКСИМАЛЬНОЙ ВЫСОТЫ СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА
ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО И ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА**

**СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ, ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЗАЛЕГАНИЯ
СНЕЖНОГО ПОКРОВА, ВЫСОТА СНЕЖНОГО ПОКРОВА**

В статье рассматривается динамика максимальной высоты снежного покрова на территории Северного и Центрального Казахстана за период с 1935 по 2012 гг. Выявлены закономерности изменения максимальной высоты снежного покрова на рассматриваемой территории и во времени.

Проблеме глобального изменения климата и его прогнозу сейчас в мире уделяется огромное внимание [3, 4]. В связи с этим изучение изменений характеристик снежного покрова важно для анализа формирования речного стока, воздействия на атмосферу, экономики и общества в целом. Согласно исследованиям казахстанских ученых в стране уже к 90-м годам прошлого столетия повышение температуры воздуха составило 1...1,3 °C [2, 8]. Есть сведения, что только за 1954...2003 гг. здесь среднегодовая температура воздуха, как показывают данные длиннорядных метеостанций, повысилась на 1,5 °C, а по некоторым станциям (например, Павлодар, Семипалатинск) – на 2...2,5 °C [6].

Естественно, существенное изменение температуры влечет за собой изменение других метеорологических характеристик, в том числе и характеристик снежного покрова. И эти изменения особенно заметны с 70-х гг. В частности, с середины 70-х гг. отмечается систематическое увеличение повторяемости зональных форм макроциркуляции атмосферы [1, 7]. Во внутренних континентальных районах средних широт повышение температуры вызывает увеличение испарения, сокращение периода снегонакопления.

* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

Период снегонакопления при продвижении с севера на юг Казахстана последовательно уменьшается. Так нарастание снежного покрова в северных районах происходит в течение всего зимнего периода. В северных районах Казахстана средняя из наибольших декадных высот снега отмечается в первой и второй декаде марта, в центральных районах – во второй и третьей декаде февраля.

Средняя из наибольших декадных высот снежного покрова колеблется в значительных пределах. Для рассматриваемой территории она последовательно убывает с севера на юг.

Между продолжительностью залегания и мощностью снежного покрова существует удовлетворительная связь. Так в период 2001...2002 гг. по данным М Астана отмечалась самая короткая продолжительность залегания снежного покрова – 86 суток. Значение высоты снежного покрова в этот период незначительное, всего 18 см, при среднемноголетнем значении – 26 см. Зима 1976...1977 гг. была многоснежной. Максимальная высота снежного покрова составила 39 см, а продолжительность залегания снежного покрова длилась 176 суток.

Были рассчитаны коэффициенты корреляции связей между максимальной высотой снежного покрова и продолжительностью его залегания, осредненными за многолетний период (1974...2012 гг.). Построено две зависимости: для Северного и Центрального Казахстана (рис. 1). При этом использованы данные метеостанций сети РГП «Казгидромет», расположенных в этих регионах. Заметим, коэффициенты корреляции, полученные для этих зависимостей между собой равны. Это свидетельствует об одинаковой закономерности режима залегания снежного покрова.

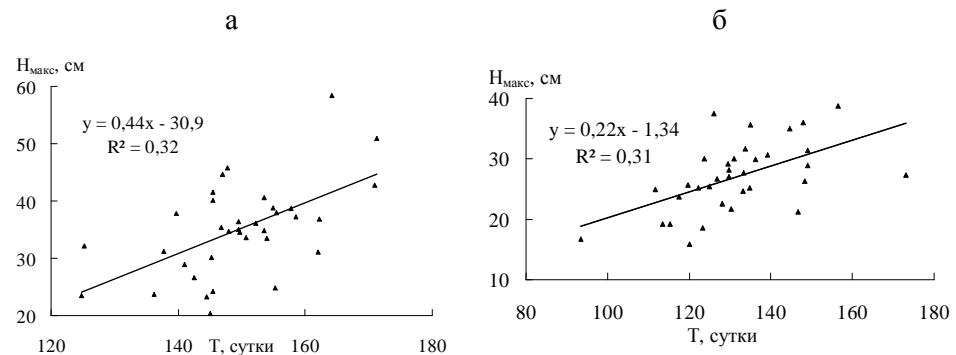


Рис. 1. Зависимость максимальной высоты снежного покрова от продолжительности его залегания на территории Северного Казахстана (а) и Центрального Казахстана (б).

Между рассматриваемыми характеристиками снежного покрова получены удовлетворительные связи. Теснота связи зависимости $H_{\max} = f(T)$ для территории Северного Казахстана характеризуется коэффициентом корреляции $r = 0,56$. Уравнение регрессии имеет вид $y = 0,44x - 30,9$.

Теснота связи зависимости $H_{\max} = f(T)$ для территории Центрального Казахстана характеризуется коэффициентом корреляции $r = 0,55$. Уравнение регрессии имеет вид $y = 0,22x - 1,34$.

По ежегодным данным рассчитаны средние многолетние значения максимальной высоты снежного покрова. Анализ изменчивости максимальной высоты снежного покрова осуществлялся путем вычисления коэффициента вариации, который за последний 38-летний период изменялся для максимальной высоты в пределах от 0,28 (Астана) до 0,65 (Атбасар).

Средняя высота снежного покрова перед началом весеннего снеготаяния на открытых участках достигает 25...35 см в северо-западной части Акмолинской области и 20...25 см – на остальной территории (табл. 1).

Таблица 1

Максимальная высота снежного покрова

Период	Наименьшая высота, см	Средняя высота, см	Наибольшая высота, см
Костанай			
1974...2012	13	31	60
	Петропавловск		
1935...2012	5	37	124
1935...1973	5	22	62
1974...2012	14	51	124
Астана			
1935...2012	10	26	52
1935...1973	10	25	52
1974...2012	15	28	42
Атбасар			
1935...2012	8	41	115
1935...1973	16	39	115
1974...2012	8	43	102
Есиль			
1974...2012	9	26	52
Жанаарка			
1974...2012	10	21	39

Период	Наименьшая высота, см	Средняя высота, см	Наибольшая высота, см
Жезказган			
1974...2012	7	21	37
Караганды			
1936...2012	7	27	51
1936...1973	7	25	44
1974...2012	7	29	51
Торгай			
1939...2012	5	29	79
1939...1973	5	22	79
1974...2012	14	36	77

Наибольшие значения максимальной высоты снежного покрова превышают средние многолетние значения примерно в 2 раза (осредненное значение по территории). Осредненные наименьшие значения максимальной высоты снежного покрова отличаются от максимальных значений примерно в 6,3 раза. Самые наибольшие отличия минимальных и максимальных значений высоты снежного покрова наблюдаются на метеостанциях Атбасар и Петропавловск, в 12,8 и 8,85 раза соответственно (по данным наблюдений за период с 1974 по 2012 гг.).

Высота снежного покрова изменяется в значительных пределах – в отдельные годы, в течение всей зимы, а также в зависимости от расположения метеостанции. На рис. 2 приведена пространственная изменчивость этой характеристики.

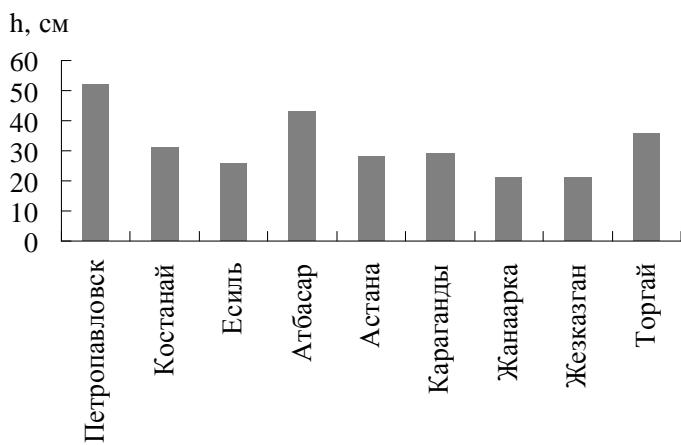
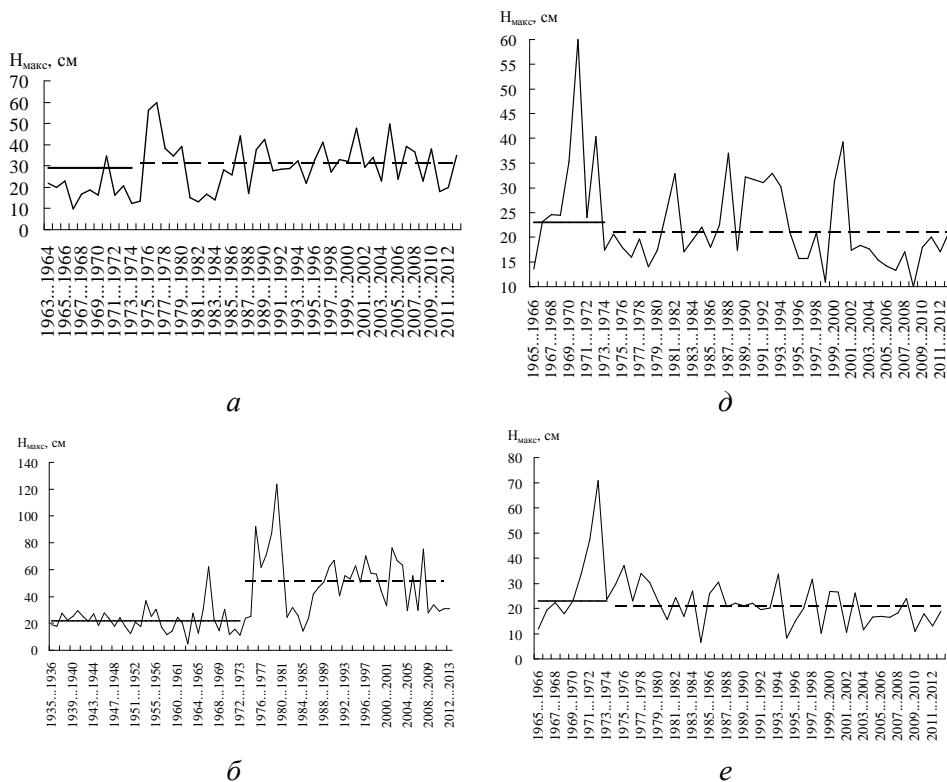


Рис. 2. Пространственная изменчивость максимальной высоты снежного покрова в Северном и Центральном Казахстане.

Хорошо прослеживается общая закономерность залегания снежного покрова. Наибольшая высота наблюдается на севере и на северо-западе рассматриваемой территории. Средняя максимальная высота снежного покрова по территории за период с 1974 по 2012 гг. составляет 32 см. Более подробные характеристики высоты снежного покрова приведены в табл. 1.

Амплитуда колебаний высоты снежного покрова минимальна в центральной части рассматриваемой территории, в районе М Жезказган и М Жанаарка составляет 30 см, и увеличивается к северо-западу и югу.

Основная особенность современных изменений максимальной высоты снежного покрова – увеличение в последние десятилетия мощности залегания снежного покрова. Для ряда метеостанций характерно увеличение средней многолетней величины максимальной высоты снежного покрова по сравнению с предыдущим периодом. Все это хорошо иллюстрируется приведенными графиками хода максимальной высоты снежного покрова (рис. 3, табл. 2).



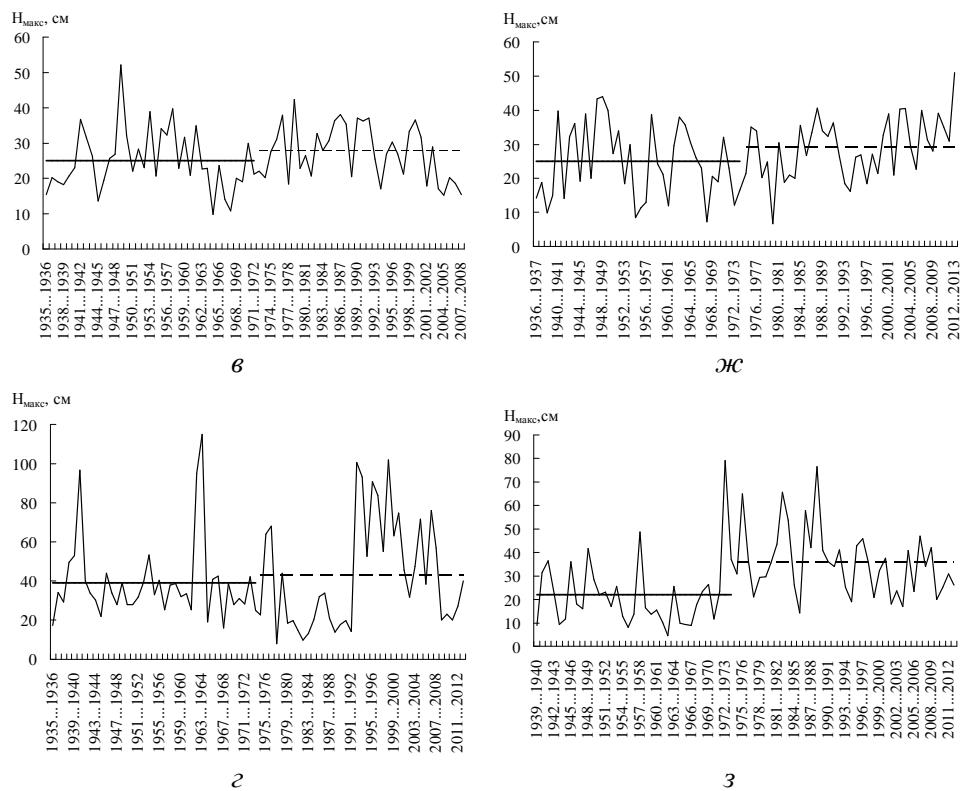


Рис. 3. Графики хода максимальной высоты снежного покрова по метеостанциям Северного и Центрального Казахстана. а – Костанай, б – Петропавловск, в – Астана, г – Атбасар, д – Жанаарка, е – Жезказган, ж – Караганды, з – Торгай.

Таблица 2
Статистические характеристики снежного покрова

Метеостанция	Период	Максимальная высота снежного покрова		
		Норма, см	σ	C_v
Костанай	1963...2012	29	12	0,41
	1974...2012	31	12	0,37
Петропавловск	1935...2012	37	23	0,62
	1935...1973	22	10	0,43
	1974...2012	51	23	0,45
Астана	1935...2006	26	8	0,32
	1935...1973	25	9	0,35
	1974...2008	28	8	0,28

Метеостанция	Период	Максимальная высота снежного покрова		
		Норма, см	σ	C_v
Атбасар	1935...2012	41	24	0,60
	1935...1973	39	21	0,53
	1974...2012	43	28	0,65
Есиль	1965...2012	24	10	0,42
	1974...2012	26	10	0,40
Жанаарка	1965...2012	23	9	0,41
	1974...2012	21	7	0,34
Жезказган	1965...2012	23	11	0,47
	1974...2012	21	8	0,36
Караганды	1936...2012	27	10	0,37
	1936...1973	25	11	0,44
	1974...2012	29	9	0,30
Торгай	1939...2012	29	16	0,55
	1939...1973	22	15	0,67
	1974...2012	36	14	0,40

В малоснежные зимы максимальная высота снежного покрова составляет всего около 15 см в северной части территории и 10 см – в южной. В многоснежные зимы максимальная высота снега увеличивается до 50...60 см на севере бассейна р. Есиль и до 30...40 см – в южной её части.

В центральной части исследуемой территории средняя многолетняя высота снежного покрова была ниже на 10...12 %, чем за предшествующий многолетний период.

Расчет значений среднего квадратического отклонения для высоты снежного покрова за последний период показал, что они изменяются от 7 см в Жанаарке до 28 см в Атбасаре.

В научно-прикладном справочнике [5] обобщены материалы наблюдений за период 1891...1980 гг. Сравнительная оценка показала, что средняя продолжительность устойчивого залегания снежного покрова в условиях Северного Казахстана за период с 1974 по 2010 гг., по сравнению с предыдущим периодом, в целом не претерпела значительных изменений. По данным М Костанай и М Караганды число дней со снежным покровом осталось без изменений. А в районе М Петропавловск и М Жанаарка продолжительность устойчивого залегания снежного покрова сократилась на одни сутки. В районах М Атбасар и М Жезказган наоборот увеличилась на 1 сутки и составила 158 и 115 суток соответственно. Более

значительное сокращение продолжительности залегания снежного покрова отмечены в районе М Астана и М Торгай. Число дней со снежным покровом уменьшилось на 9 и 8 суток соответственно [9].

Анализ изменчивости высоты снежного покрова Северного Казахстана за последние десятилетия осуществлялся путем построения графика отклонения высоты снежного покрова от нормы за период с 1974 по 2012 гг.

Были вычислены отклонения от среднего многолетнего значения по высоте снежного покрова по всем 9 метеостанциям. Эти данные были осреднены по всему Северному Казахстану. По результатам вычислений были построены графики отклонений для высоты снежного покрова (рис. 4).

Как видно на рис. 4, отклонение от средних многолетних значений носят как положительный, так и отрицательный характер. Линия тренда описывается уравнением полинома второй степени $y = -0,013x^2 + 0,40x - 1,23$, где x – период времени, год, y – высота снежного покрова, см.

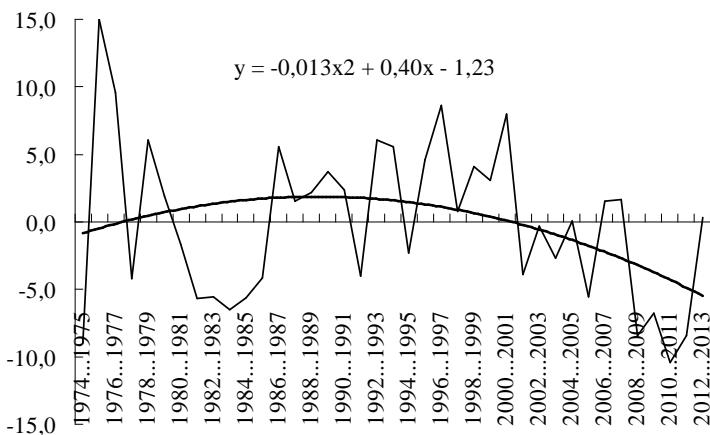


Рис. 4. Отклонение от среднего многолетнего значения высоты снежного покрова по метеостанциям Северного Казахстана.

Увеличение значений величины снежного покрова наблюдалось до середины 90-х годов прошлого столетия. В настоящее время преобладает тенденция к уменьшению высоты снежного покрова.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- Выявлена зависимость максимальной высоты снежного покрова от продолжительности его залегания, что позволяет определять ее величины в условиях Северного и Центрального Казахстана при отсутствии дан-

ных наблюдений за выпавшими зимними атмосферными осадками, колебаниями температуры воздуха и другими факторами формирования максимальной высоты снежного покрова.

- Установлено, что продолжительность залегания снежного покрова в условиях глобального потепления практически не изменилась. Значительные изменения имеются лишь в районе г. Астаны (уменьшение продолжительности на 9 суток) и М Торгай (уменьшение на 8 суток).

- Анализ среднемноголетней максимальной высоты снежного покрова на рассматриваемой территории показал, что она распределяется в основном равномерно, значения колеблются в пределах 20...30 см, и только в районе 3-х метеостанций она имеет большую величину: Петропавловск – 57 см, Атбасар – 43 см, Торгай – 36 см.

- При анализе изменения максимальной высоты снежного покрова во времени, прежде всего, проанализированы ее колебания в районе конкретных метеостанций (рис. 3). При этом выявлено ее увеличение в период с 1974 по 2012 гг. в сравнении с периодом до 1974 г. Так же сделан вывод о том, что максимальная высота снежного покрова в целом по рассматриваемому региону до середины 90-х годов прошлого столетия увеличивалась, а далее по настоящее время уменьшается.

Полученные результаты, закономерности, выводы могут быть использованы в дальнейших исследованиях снежного покрова, стока воды рек, а также для практических целей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление: Т. VII: Ресурсы речного стока Казахстана: кн. 1: Возобновляемые ресурсы поверхностных вод Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстана / Под науч. ред. Гальперина Р.И. – Алматы: 2012. – 684 с.
2. Долгих С.А. Мониторинг и сценарии изменения климата Республики Казахстан с учетом глобального потепления: Автореф. дисс. канд. геогр. наук. – Алматы, 1999. – 23 с.
3. Мелешко В.П., Катцов В.М., Говоркова В.А., Спорышев П.В., Школьник И.М., Шнееров Б.Е. Климат России в XXI веке. Часть 3 – Будущие изменения климата, рассчитанные с помощью ансамбля моделей общей циркуляции атмосферы и океана СМИРЗ // Метеорология и гидрология. – 2008. – № 9. – С. 5-21.

4. Мелешко В.П., Катцов В.М., Мирвис В.М., Говоркова В.А., Павлова Т.В. Климат России в XXI веке. Часть 1 – Новые свидетельства антропогенного изменения климата и современные возможности его расчета // Метеорология и гидрология. – 2008. – № 6. – С. 5-19.
5. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1-6. Вып. 18. Казахская ССР. Книга 2. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – С. 322-352.
6. О состоянии окружающей среды в РК в 2003 году Национальный доклад Министерства окружающей среды РК – Астана, 2005. – 256 с.
7. Сальников В.Г., Туркулина Г.К., Полякова С.Е., Молдахметов М.М., Махмудова Л.К. Климатические колебания общей циркуляции атмосферы, осадков и речного стока над территорией Казахстана // Вестник КазНУ, сер. геогр. – 2011. – №2(33). – С. 19-24.
8. Чичасов Г.Н. Технология долгосрочных прогнозов погоды. – Л.: Гидрометеоиздат, 1991. – 304 с.
9. Moldakhmetov M., Makhmudova L., Mussina A., Bolatov K. Dynamics of snow characteristics in terms of regional climate change in the Northern and the Central Kazakhstan // 7th Conference «European Applied Sciences: modern approaches in scientific researches», Hosted by the ORT Publishing and the center for social and political studies «Premier». Conference papers / December 16, 2013. – Stuttgart, Germany. – P. 6-9.

Поступила 20.04.2015

Геогр. ғылымд. канд. М.М. Молдахметов
Геогр. ғылымд. канд. Л.К. Махмудова

**СОЛТУСТИК ЖӘНЕ ОРТАЛЫҚ ҚАЗАҚСТАН АУМАҒЫНДАҒЫ
ҚАР ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ ЕҢ ЖОГАРҒЫ ҚАЛЫНДЫҒЫНЫҢ
КЕҢІСТІКТІК-УАҚЫТТЫҚ ӨЗГЕРІСІ**

Мақалада Солтүстік және Орталық Қазақстан аумағындағы 1935...2012 жж. аралығындағы қар жамылғысының ең жоғарғы қалындығының динамикасы қарастырылған. Қарастырылған отырған аумақтар бойынша қар жамылғысының ең жоғарғы қалындығының аумақ және уақыт бойынша өзгеру заңдылықтары айқындалған.