НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
КРИОСФЕРА ЗЕМЛИ

Криосфера Земли, 2013, т. XVII, № 2, с. 70–73 http://www.izdatgeo.ru

СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ И ЛЕДНИКИ

УДК 531.578.46

ИЗМЕНЧИВОСТЬ СНЕГОЗАПАСОВ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ В ПРЕДВЕСЕННИЙ И ВЕСЕННИЙ ПЕРИОДЫ

Л.М. Китаев

Институт географии РАН, 109017, Москва, Старомонетный пер., 29, Россия; lkitaev@mail.ru

Исследованы особенности изменения снегозапасов в предвесенний и весенний периоды для севера Евразии в 1966–2008 гг. Выявлена многолетняя региональная неоднородность интенсивности предвесеннего и весеннего убывания запасов воды в снеге в зависимости от приземной температуры воздуха и суммы осадков.

Максимальные снегозапасы, сезонная интенсивность предвесеннего и весеннего убывания снегозапасов, многолетние тенденции

VARIABILITY OF SNOW STORAGE OVER NORTHERN EURASIA DURING THE PRESPRING AND SPRING PERIODS

L.M. Kitaev

Institute of Geography, RAS, 109017, Moscow, Staromonetniy per., 29, Russia; lkitaev@mail.ru

Features of snow storage during the prespring and spring periods of the North of Eurasia in 1966–2008 are investigated. The perennial regional heterogeneity of intensity of snow storage decreases due to the variability of air temperature and amount of precipitation is revealed.

Maximal snow storage, seasonal prespring and spring intensity of snow storage decrease, long-term tendencies

ВВЕДЕНИЕ

Пространственно-временная изменчивость снежного покрова обусловливается физико-географическими особенностями той или иной территории и, в свою очередь, оказывает существенное влияние на сезонные и многолетние изменения метеорологических и гидрологических параметров, состояние почвы и растительного покрова [*Рихтер, 1948; Копанев, 1971; Кренке и др., 2000; Котляков, 2004*]. Особенности водного баланса и, в частности, речного стока севера Евразии определяются не только характером снегонакопления и величиной снегозапасов, но и особенностями периода снеготаяния. Основные задачи работы заключаются, во-первых, в количественной оценке сезонных изменений параметров снежного покрова в предвесенний и весенний периоды (максимальные снегозапасы, продолжительность периода снеготаяния, интенсивность снеготаяния), во-вторых, в исследовании взаимосвязи изменчивости характеристик снежного покрова в предвесенний и весенний периоды с сезонными колебаниями приземной температуры воздуха и количества осадков.

ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В ходе анализа использованы данные наблюдений на 600 метеорологических станциях севера Евразии в границах России для периода 1966–2008 гг.: запасы воды в снеге, приземная температура воздуха, количество осадков. Использована также информация ВНИИГМИ МЦД, подготовленная в соответствии с “Наставлениями гидрометеорологическим станциям и постам” [*1985*].

Предвесенний и весенний сезоны рассматриваются в данном случае как период предвесеннего и весеннего убывания снегозапасов, а именно, как число дней в интервале от последней даты максимального запаса воды в снеге до даты полного исчезновения снежного покрова. Для данного периода определена сумма осадков и по значениям первого и последнего дня вычислена разница приземных температур воздуха; рассчитанные для метеостанций показатели интерполировались в узлы регулярной сетки $1 \times 1°$ [*Попова, 2004*]. Следует отметить, что особенности предвесеннего и весеннего убывания снежного покрова, кроме продолжительности периода, приземной температуры воздуха и суммы осадков, зависят еще от целого ряда факторов (метелевого переноса, испарения и др.), которые здесь не рассматриваются ввиду отсутствия на сегодня надежной информационной базы.

ИНТЕНСИВНОСТЬ ПРЕДВЕСЕННЕГО И ВЕСЕННЕГО УБЫВАНИЯ СНЕГОЗАПАСОВ

Особенности периода предвесеннего и весеннего убывания снегозапасов оценивались прежде всего по его продолжительности и изменению снегозапасов от их максимальной величины до полного исчезновения, по разнице приземной температуры воздуха начала и окончания периода и суммарным за период осадкам (табл. 1). Полученные результаты соответствуют сделанному ранее [*Китаев и др., 2006, 2007*] выводу о тенденции многолетнего увеличения максимальных снегозапасов. Он был основан на большей по количеству метеостанций базе данных и более длинных рядах наблюдений.

Для осадков в рассматриваемый период характерно устойчивое повсеместное многолетнее увеличение, аналогичное ранее выявленному увеличению снегозапасов в осенне-зимний период [*Китаев и др., 2006, 2007*]. Многолетние изменения разницы температур воздуха начала и окончания предвесеннего и весеннего периода во времени практически одинаковы (см. табл. 1). В связи с этим можно предположить, что тенденция увеличения продолжительности данного периода связана прежде всего с многолетним возрастанием количества осадков и, соответственно, снегозапасов.

Для оценки скорости уменьшения снегозапасов в предвесенний и весенний период были рассчитаны градиенты изменений снегозапасов относительно изменений приземной температуры воздуха и относительно продолжительности периода убывания снежного покрова (табл. 2). Полученные величины составляют в среднем для исследуемой территории 2,6 мм/сут и 9,1 мм/°С. Коэффициенты линейных трендов (*а*) для многолетней изменчивости полученных величин незначимы (см. табл. 2). Интенсивность убывания снегозапасов (градиент относительно продолжительности периода) ниже региональной скорости снеготаяния, составляющей на открытых равнинных пространствах средних широт 5–18 мм/сут [*Гляциологический словарь, 1984*]. Это различие в скорости убывания закономерно, поскольку интенсивность снеготаяния рассчитывается для меньших снегозапасов, но для короткого периода – с момента достижения снежной толщей нулевой температуры.

Таблица 1. **Характеристики периода предвесеннего и весеннего убывания снегозапасов**

Регион	Продолжительность			Разница температур			Суммарные осадки			Запас воды в снеге, мм		
	Среднее, сут	Линейный тренд		Среднее, °С	Линейный тренд		Среднее, мм	Линейный тренд		Среднее, мм	Линейный тренд	
		а, сут/год	R^2		*а*, °С /год	R^2		*а*, мм/год	R^2		*а*, мм/год	R^2
Восточно-Европейская равнина	45	–0,020	0,00	12	–0,011	0,00	62	**0,051**	0,10	137	**0,444**	0,09
Западная Сибирь	57	0,099	0,02	13	–0,005	0,00	63	**0,062**	0,11	149	–0,035	0,00
Восточная Сибирь	49	**0,215**	0,10	16	0,003	0,00	65	**0,057**	0,25	125	**0,492**	0,18
Дальний Восток	52	**0,130**	0,06	16	–0,011	0,00	67	**0,071**	0,31	127	0,119	0,00
В целом	50	**0,156**	0,16	14	0,016	0,01	65	**0,074**	0,50	130	**0,242**	0,05

Примечание к табл. 1, 2. *а* – коэффициент линейного тренда; R^2 – коэффициент детерминации; жирным шрифтом выделены значимые тренды.

Таблица 2. **Многолетняя изменчивость скорости убывания снегозапасов относительно продолжительности периода убывания снегозапасов и изменения приземной температуры воздуха**

Регион	Запас воды в снеге/Период			Запас воды в снеге/Температура воздуха		
	Среднее, мм/сут	Линейный тренд		Среднее, мм/°С	Линейный тренд	
		а, $\frac{\text{мм/сут}}{\text{год}}$	R^2		*а*, $\frac{\text{мм/°С}}{\text{год}}$	R^2
Восточно-Европейская равнина	3,13	0,011	0,04	11,83	0,042	0,05
Западная Сибирь	2,70	–0,004	0,01	13,48	–0,016	0,00
Восточная Сибирь	2,64	–0,002	0,00	8,04	0,033	0,07
Дальний Восток	2,48	–0,004	0,01	8,41	0,031	0,03
В целом	2,60	–0,003	0,01	9,10	0,007	0,00

Таблица 3. **Зимы с величиной интенсивности убывания снегозапасов, превышающей стандартное отклонение**

Год	Восточно-Европейская равнина	Западная Сибирь	Восточная Сибирь	Дальний Восток	Регион в целом
1966/67					
1967/68					
1968/69	+				
1969/70					
1970/71					
1971/72					+
1972/73					
1973/74	+				
1974/75					
1975/76					
1976/77	+		+		+
1977/78		+	+	+	+
1978/79					
1979/80					+
1980/81					
1981/82					+
1982/83		+	+	+	+
1983/84	+				
1984/85					
1985/86					
1986/87					
1987/88			+		+
1988/89					
1989/90					
1990/91	+	+			
1991/92					
1992/93					
1993/94					
1994/95					
1995/96			+		
1996/97		+			
1997/98					
1998/99				+	
1999/00	+			+	+
2000/01					
2001/02	+		+		+
2002/03	+	+		+	
2003/04				+	
2004/05					
2005/06					
2006/07					
2007/08					
2008/09					

Значительные для рассматриваемого сезона величины суммарных осадков и снегозапасов формируются на севере европейской части России, в Западной Сибири и на Дальнем Востоке (см. табл. 1). Здесь же отмечены и большие значения градиентов снегозапасов относительно температуры воздуха и продолжительности рассматриваемого периода (см. табл. 2).

Если в качестве больших величин принять значения интенсивности предвесеннего и весеннего убывания снегозапасов, превышающие величины стандартного отклонения [*Копанев, 1971*], то можно выявить частоту повторяемости таких ситуаций. За период 1966–2008 гг. количество указанных случаев не превышает 20 % от общего числа лет (табл. 3). Выделяются при этом зимы 1977/78 и 1982/83 гг., когда большие снегозапасы отмечены на всей территории Сибири.

ВЫВОДЫ

Для Восточно-Европейской равнины проведена количественная оценка сезонных изменений характеристик снежного покрова в предвесенний и весенний период, связанных с изменениями приземной температуры воздуха и суммы осадков.

Для исследуемой территории максимальные снегозапасы (запасы воды, убывшие в предвесенний и весенний периоды) за 1966–2008 гг. имеют многолетнюю тенденцию к увеличению (0,242 мм/год), так же как и суммарные осадки рассматриваемого периода (0,074 мм/год). Разница приземных температур начала и окончания периода предвесеннего и весеннего убывания снегозапасов в многолетнем аспекте практически не меняется. В результате выявленное для всей исследуемой территории многолетнее увеличение продолжительности предвесеннего и весеннего периода (0,156 сут/год) связано в большей степени с изменением осадков и, соответственно, снегозапасов, прежде всего в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. При этом увеличение продолжительности периода предвесеннего и весеннего убывания снегозапасов на территории Восточно-Европейской равнины и Западной Сибири достигло предела своего роста в связи с общим потеплением; коэффициенты линейного тренда рассматриваемого периода здесь незначимы.

Интенсивность предвесеннего и весеннего убывания снега и градиент относительно изменений приземной температуры воздуха во времени не меняются, коэффициенты линейных трендов этих показателей незначимы. В данном случае это определяется “сбалансированной” изменчивостью многолетних величин снегозапасов и метеорологических характеристик весеннего и предвесеннего периода.

Наибольшие величины суммарных осадков и снегозапасов формируются на севере европейской части России, в восточной части Западной Сибири и на Дальнем Востоке, в этих регионах также отмечены и большие значения градиентов снегозапасов относительно приземной температуры воздуха (11,83, 13,48, 8,41 мм/°С) и относительно продолжительности периода предвесеннего и весеннего убывания снежного покрова (3,13, 2,70, 2,48 мм/сут). Таким образом, интенсивное снеготаяние в указанных районах определяется в том числе и значительными снегозапасами.

Интенсивность предвесеннего и весеннего убывания снега и градиент относительно изменений приземной температуры воздуха во времени не меняются, коэффициенты линейных трендов этих показателей незначимы. Количество больших годовых значений интенсивности убывания снега (больше величины стандартного отклонения) не превышает 20 % от общего числа лет, причем выделяются зимы 1977/78 и 1982/83 гг., когда значительные снегозапасы были характерны практически для всей рассматриваемой территории.

В перспективе предполагается продолжить исследования по уточнению особенностей предвесеннего и весеннего убывания снегозапасов, связанных с изменениями испарения с поверхности снега и метелевым переносом.

Литература

Гляциологический словарь / Под ред. В.М. Котлякова. Л., Гидрометеоиздат, 1984, 527 с.

Китаев Л.М., Кренке А.Н., Титкова Т.Б. Изменение снежного покрова Северной Евразии в период глобального потепления // Оледенение Северной и Центральной Евразии в современную эпоху. М., Наука, 2006, с. 17–29.

Китаев Л.М., Титкова Т.Б., Черенкова Е.А. Тенденции снегонакопления на территории Северной Евразии // Криосфера Земли, 2007, т. IX, № 3, с. 71–77.

Копанев И.Д. Методы изучения снежного покрова / И.Д. Копанев. Л., Гидрометеоиздат, 1971, 226 с.

Котляков В.М. Снежный покров и ледники Земли / В.М. Котляков. М., Наука, 2004, 447 с.

Кренке А.Н., Разуваев В.Н., Китаев Л.М. и др. Снежность на территории СНГ и его регионов в условиях глобального потепления // Криосфера Земли, 2000, т. IV, № 4, с. 97–106.

Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 3, ч. 1. Метеорологические наблюдения на станциях. Л., Гидрометеоиздат, 1985, 208 с.

Попова В.В. Структура многолетних колебаний высоты снежного покрова Северной Евразии // Метеорология и гидрология, 2004, № 8, с. 78–88.

Рихтер Г.Д. Роль снежного покрова в физико-географическом процессе // Тр. Ин-та географии АН СССР, 1948, вып. 40, с. 64–75.

Поступила в редакцию
30 декабря 2010 г.