

МЕТЕОРОЛОГИЯ

УДК 551.581

В.А. Шкляев, Л.Н. Ермакова, Л.С. Шкляева

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ХОЛОДНОГО ПЕРИОДА В Г. ПЕРМИ И ИХ ВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ²

Пермский государственный университет, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail:shklyayev@psu.ru

Рассмотрены временные изменения дат устойчивого перехода температуры воздуха через 0°C в г. Перми. Выявлено, что в последние годы происходит смещение начала морозного периода на более поздние сроки. Окончание морозного периода смещается на более ранние сроки, что приводит к его сокращению. Проведен анализ временных изменений декадных температур воздуха зимой.

Ключевые слова: климат; глобальное потепление; оттепель; морозный период; климатологическая обработка.

Отмеченное глобальное повышение средней годовой температуры воздуха имеет свои особенности в различные сезоны года [8]. Как правило, наблюдается более интенсивное увеличение зимней температуры, происходят изменения в переходные сезоны [9; 10]. В этом случае происходят смещения дат устойчивого перехода (УП) температуры воздуха через реперные значения 0, 5, 8 °C и др. Такие изменения сказываются на различных направлениях хозяйственной деятельности: теплоэнергетике, транспортном комплексе, коммунальном хозяйстве, агрокомплексе и пр. Например, изменяется продолжительность отопительного периода, что приводит к изменению финансовых затрат [11]. Важными характеристиками температурного режима в холодную половину года являются: продолжительность холодного периода; даты переходов температуры через 0 °C в сторону понижения; оттепели, наблюдаемые в зимний период; вариации температуры воздуха в течение различных периодов; режим максимальных и минимальных температур и др. Многие из перечисленных характеристик влияют на условия перезимовки озимых культур, интенсивность перехода к отрицательным температурам сказывается на будущем урожае различных плодовых и ягодных культур.

Сложность подобных исследований связана с критериями оценки дат устойчивого перехода через 0°C и с понятием «оттепель». В Перми довольно часто температура воздуха может колебаться около нулевых отметок длительное время. Это связано с особенностями циркуляционного режима и с тем, что сам переход к отрицательным или положительным значениям сопровождается выделением или поглощением скрытой теплоты замерзания или плавления. В этом случае подстилающая поверхность играет роль дополнительного инерционного фактора, влияющего на скорость изменения температуры воздуха. Даже когда накопленные отклонения температур от 0 °C одного знака преобладают, можно лишь условно определить точную дату перехода. В отдельные годы переход температуры через 0 °C осуществляется достаточно быстро, и применение обычных правил определения такой даты не вызывают сложности.

Понятие «оттепель» также трактуется неоднозначно. Согласно определению, используемому в России, оттепелью называется повышение температуры воздуха до положительных значений зимой на фоне отрицательных температур [7]. В некоторых случаях устанавливается минимальная длительность оттепели (2-3 дня) [3]. Это может быть оправдано, так как зимующие под снегом растения не сразу реагируют на положительные температуры воздуха.

Анализ климатических характеристик температуры воздуха был выполнен по данным архива средних суточных, максимальных и минимальных температур воздуха, подготовленным ВНИИГМИ-МЦД и доступным на сайте: http://meteo.ru/data_temperat_precipitation/. Период наблюдений составил 124 года с 1883 по 2007 г. Ряды минимальных и максимальных температур воздуха были значительно короче.

Средняя продолжительность морозного периода в Перми (между датами УП через 0 °C весной и осенью) составила 163 суток. Стандартное отклонение дат перехода составляет 10 и 11 дней соответ-

ственно весной и осенью (табл. 1). Как следует из таблицы, наиболее часто за 124-летний период начало морозного периода приходилось на конец третьей декады октября, окончание – на первую декаду апреля. Наиболее раннее наступление морозного периода наблюдалось 26 сентября 1903 г., а самое позднее – 26 ноября 1923 г., т.е. разрыв в крайних сроках наступления морозного периода составляет 2 месяца. Наибольший разрыв в сроках окончания морозного периода составляет 45 суток, что весьма близко к колебаниям сроков окончания отопительного периода (49 суток) [11].

Таблица 1

Даты устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 0 °С весной и осенью

Характеристика даты	Сезон	
	Осень	Весна
Средняя	27 октября	08 апреля
Самая ранняя	26 сентября 1903 г.	21 марта 2006 г.
Самая поздняя	26 ноября 1923 г.	05 мая 1884 г.
Среднее квадратическое отклонение, сутки	11	10

Известно, что повышение средней годовой температуры воздуха в большей степени происходит за счет повышения зимних температур [4; 5; 10]. В то же время осенняя дата устойчивого перехода температуры воздуха через 0 °С практически не изменилась, смещение даты на более поздние сроки составило 4 суток/100 лет (рис.1). Однако следует отметить, что в этом случае линейный тренд статистически не значим ввиду долговременных колебаний дат устойчивого перехода температуры воздуха через 0 °С. Лучшие результаты дает аппроксимация полиномом 5-й степени. Коэффициент детерминации R^2 в этом случае составляет 0,12.

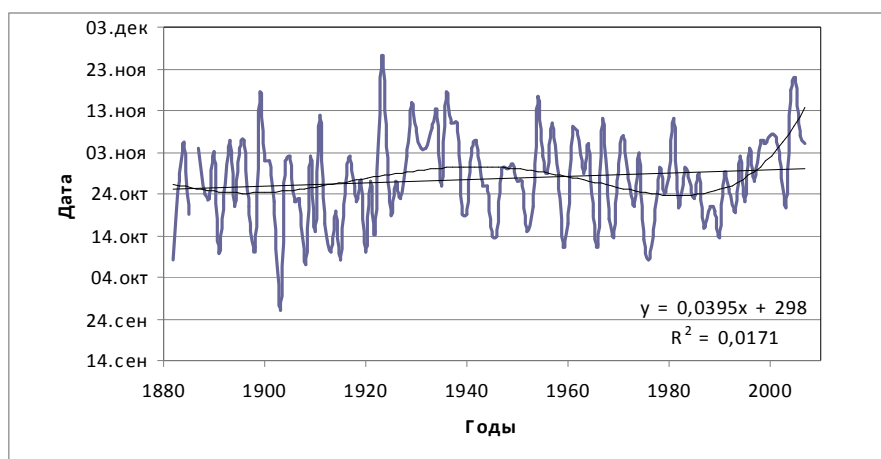


Рис. 1. Временные изменения даты устойчивого перехода через 0 °С осенью. Приведен линейный тренд и аппроксимация полиномом 5-й степени

На рис. 1 хорошо видно, что с 1990 г. наблюдается достаточно резкое смещение дат устойчивого перехода через 0 °С на более позднее время. Одной из причин, вызывающих подобные изменения, может быть изменение циркуляционных условий, которые накладываются на антропогенный фактор [4; 5; 9].

Иные временные изменения наблюдаются в весеннее время (рис. 2). Для этого периода характерно заметное смещение даты устойчивого перехода через 0 °С на более раннюю. Коэффициент тренда в этом случае отрицательный и составил 7,5 сут./100 лет. Так проявляется весеннее потепление, отмечаемое на широтах 50–65° с.ш. [9; 10]. При этом происходит уменьшение длительности морозного периода, но за счет более затянутого весеннего периода дата окончания отопительного периода имеет тенденцию к увеличению [11].

В течение XX в. средняя температура воздуха, осредненная за разные периоды, претерпевает разнообразные изменения. Для более детального анализа весь период наблюдений был разбит на циклы различной длительности, включая базовый, рекомендованный ВМО: 1961–1990 гг. Кроме этого, был выделен 17-летний период, приходящийся на последние годы. Все перечисленные характеристики приведены в табл. 2.

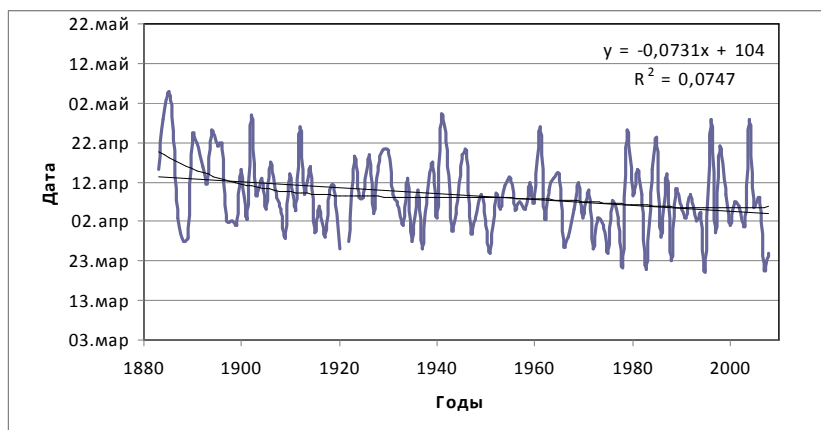


Рис. 2. Временные изменения даты устойчивого перехода через 0 °С весной. Приведен линейный тренд и аппроксимация полиномом 4-й степени

Таблица 2

Средние температуры воздуха по декадам, °С

Период	Декады	Месяцы							
		10	11	12	1	2	3	4	
1961–1990	1	3,9	-4,6	-9,6	-13,2	-14,4	-8,6	0,6	
1991–2007	1	6,1	-2,9	-10,0	-13,0	-13,3	-5,9	0,9	
1883–2007	1	4,3	-3,9	-10,2	-14,1	-14,4	-8,7	0,0	
1961–1990	2	1,8	-5,5	-11,6	-15,7	-12,1	-5,4	3,4	
1991–2007	2	3,5	-5,7	-9,5	-11,0	-12,3	-4,6	4,2	
1883–2007	2	2,1	-6,2	-12,3	-14,7	-12,7	-6,9	2,9	
1961–1990	3	-1,2	-6,7	-12,9	-16,2	-10,9	-1,9	5,5	
1991–2007	3	0,5	-9,7	-12,9	-12,4	-9,1	-2,3	6,2	
1883–2007	3	-0,8	-8,6	-14,1	-14,9	-11,4	-3,5	5,8	

Приведенные данные свидетельствуют о значительном потеплении в последние 17 лет в октябре, марте, апреле. В ноябре, декабре, январе и феврале однозначных изменений средней температуры воздуха не наблюдается. В отдельные декады этих месяцев температура может повышаться, а в другие – понижаться. Удобно выполнить анализ аномалий декадной температуры воздуха, когда в качестве нормы используется величина температуры воздуха за базовый период (рис. 3).

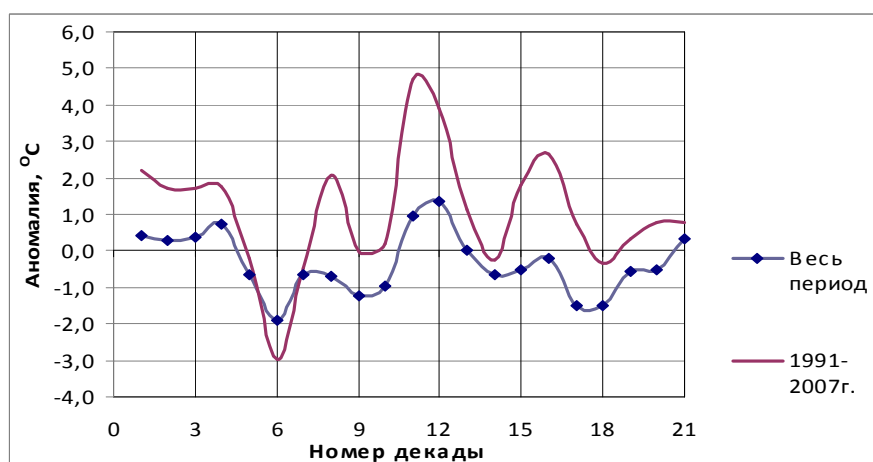


Рис. 3. Аномалии средней декадной температуры воздуха относительно базового периода (1961–1990 гг.). Первая декада соответствует первой декаде октября

Рисунок хорошо иллюстрирует отмеченные особенности изменений декадной температуры воздуха. Так, в последнюю декаду ноября отмечается отрицательная аномалия, свидетельствующая о рез-

ком снижении температуры воздуха в этот период. Подобные температурные колебания отрицательно сказываются на условиях адаптации растений к зимнему периоду.

В целом для периода с декабря по март характерны положительные аномалии, но в отдельные декады аномалии нулевые.

Важной характеристикой зимнего периода является число дней с температурой, равной или ниже заданного предела (табл. 3). Эта информация является косвенной характеристикой продолжительности периодов с определенными температурами воздуха. Данные таблицы также свидетельствуют, что для последнего периода в 17 лет характерно уменьшение продолжительности более низких температур и увеличение продолжительности более высоких температур (выше -5°C).

Таблица 3

Число дней со средней суточной температурой, равной и ниже указанных пределов

Период	Предел	Месяцы							
		10	11	12	1	2	3	4	Сумма
1961–1990 гг.	-5	2,9	14,1	24,0	27,7	24,9	14,0	2,0	109,6
	-10	0,7	6,5	15,9	20,9	17,5	5,6	0,3	67,4
	-15	0,1	2,4	9,5	14,4	8,8	2,0	0,0	37,2
	-20	–	0,7	4,2	8,9	3,9	0,8	0,0	18,5
	-25	–	0,2	1,8	4,1	1,3	0,2	–	7,5
1991–2007 гг.	-5	1,1	14,2	23,6	24,7	22,9	12,2	1,5	100,1
	-10	0,0	7,8	15,6	16,9	16,6	3,5	0,4	60,9
	-15	0,0	3,9	8,9	10,5	8,7	0,8	0,0	32,8
	-20	–	1,2	3,7	5,6	3,8	0,1	0,0	14,4
	-25	–	0,0	1,1	2,2	1,3	0,0	–	4,6
1883–2007 гг.	-5	2,7	15,3	25,2	27,6	24,8	16,9	2,0	114,5
	-10	0,5	7,5	17,3	21,0	18,1	7,4	0,2	72,0
	-15	0,0	3,2	10,3	13,7	9,9	2,5	0,0	39,7
	-20	–	1,1	5,3	7,8	4,6	0,7	0,0	19,5
	-25	–	0,3	2,3	3,6	1,7	0,1	–	8,1
1883–1960 гг.	-5	2,9	16,1	26,0	28,1	25,1	19,2	2,2	119,5
	-10	0,5	7,8	18,1	21,9	18,7	9,1	0,2	76,3
	-15	0,1	3,4	10,7	14,2	10,7	3,1	0,0	42,2
	-20	–	1,3	6,0	7,8	5,2	0,8	0,0	21,1
	-25	–	0,5	2,8	3,7	1,9	0,1	–	9,0

Колебания среднего квадратического отклонения средней суточной температуры воздуха в течение зимнего периода подтверждают наибольшую изменчивость температуры воздуха в январе и декабре во все 30-летние периоды обобщения (табл. 4). Наибольшая изменчивость в январе наблюдалась в период 1961–1990 гг., в декабре – 1931–1960 гг.

Характерное явление для зимы – оттепель. Их число за зиму и продолжительность влияют на условия перезимовки сельхозкультур. В настоящее время существуют различные методики определения оттепелей, и нет единого толкования понятия «оттепель». По этой причине в данной работе определялось лишь число дней с оттепелью, под которыми понимались случаи, когда $T_{\text{макс}} \geq 0^{\circ}\text{C}$ в течение устойчивого морозного периода [2].

Среднее число дней с оттепелью в Перми составляет 34, при этом среднее квадратическое отклонение – 11,3. Максимальное число дней с оттепелью – 65, минимальное – 14. Например, в Республике Удмуртия число дней с оттепелью составляет 25–30, а в Татарстане 22–33 дня, что несколько меньше, чем в Перми [4; 5]. Одна из причин такого различия – более продолжительный период с отрицательными температурами воздуха в Перми. Однако в Санкт-Петербурге число дней с оттепелью составляет 42–53 дня, что может быть объяснено близостью Балтийского моря [1].

В результате проведенных исследований было получено, что наблюдаемое потепление климата сказывается на различных климатических характеристиках температуры холодного периода года. Даты устойчивого перехода воздуха через 0°C и общая продолжительность морозного периода варьируются в широких пределах, однако в последние годы наблюдается смещение осенних дат на более позднее время, а весенних – на более раннее.

Таблица 4

Среднее квадратическое отклонение средней суточной температуры воздуха в Перми

Период	Месяцы						
	10	11	12	1	2	3	4
1901–1930 гг.	5,1	6,4	7,7	8,1	6,9	5,7	5,3
1931–1960 гг.	4,5	6,5	7,9	7,9	7,2	5,7	5,1
1961–1990 гг.	4,9	6,0	7,7	8,5	6,9	5,9	5,3
1991–2007 гг.	4,9	6,8	7,2	7,8	7,0	4,7	5,3
1883–2007 гг.	5,0	6,6	7,9	8,2	6,9	5,8	5,2

Временные изменения средних декадных температур воздуха в сравнении с нормой выявило значительную отрицательную аномалию температуры в конце ноября, проявляющуюся в последние годы.

Число дней с оттепелью в Перми варьируется в широких пределах, минимальные и максимальные значения могут различаться в 4–5 раз.

Библиографический список

1. Климат Санкт-Петербурга и его изменения/ под ред. В.П. Мелешко, А.В. Мещерской, Е.И. Хлебниковой. СПб.: ГУ «Главная геофизическая обсерватория», 2010. 256 с.
2. Мирвис В.М., Гусева И.П. Изменения в режиме оттепелей на территории России // Тр. ГГО. 2007. Вып. 556. С. 101–115.
3. Орлова В.В. Устойчивые морозы в СССР // Тр. ГГО. 1985. Вып. 85.
4. Переведенцев Ю.П., Наумов Э.П., Шанталинский К.М. Климатические условия и ресурсы Республики Удмуртия / под ред. Ю.П. Переведенцева, Э.П. Наумова. Казань: Казан. гос. ун-т, 2009. 212 с.
5. Переведенцев Ю.П., Шерстюков Б.Г., Наумов Э.П. и др. Климатические условия и ресурсы Республики Татарстан. Казань: Казан. гос. ун-т, 2008. 288 с.
6. Хайруллин К.Ш. Оттепели на территории СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1969. 88 с.
7. Хромов С.П., Мамонтова Л.И. Метеорологический словарь. Л., 1974. 568 с.
8. Четвертый оценочный доклад МГЭИК, 2007. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change (AR4). Geneva, 2007.
9. Шерстюков Б.Г. Современные изменения климата: пространственно-временные особенности и основные причины // Окружающая среда и устойчивое развитие регионов: новые методы и технологии исследований: тр. всерос. науч. конф. с междунар. участием. Казань: Казан. гос. ун-т, 2009. Т. II. С. 239–242.
10. Шкляев В.А., Шкляева Л.С. Вековые изменения температуры воздуха на Урале // Современные географические исследования: сб. тр. ученых геогр. фак-та, посвящ. 90-летию Перм. гос.ун-та. Пермь. 2006. С. 254–265.
11. Шкляев В.А., Шкляева Л.С. Характеристики отопительного периода в г. Перми и их временные изменения // Географический вестник. 2011. №1 (16). С. 43–48.

V.A. Shklyayev, L.N. Ermakova, L.S. Shklyayeva

STATISTICAL CHARACTERISTICS OF AIR TEMPERATURE DURING
THE COLD PERIOD IN PERM CITY AND THEIR TIME CHANGES

Time changes of dates of air temperature steady transition through 0 °C in Perm City are considered. It is revealed, that last years there is displacement of the beginning of the frosty period to later terms. The termination of the frosty period is displaced to earlier terms. The analysis of time changes of winter decade air temperatures is worked out. It was revealed, that last years in the end of November significant negative anomaly displays.

Key words: climate; global warming; thawing weather; the frosty period; climatological processing.