

УДК 551.589.6(470.57)(045)

*Р.Г. Камалова, А.И. Исмагилова, Э.З. Нурмухаметова***КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХОЛОДНОГО ПЕРИОДА В ГОРОДЕ УФА**

В статье для выявления климатических изменений в городе Уфа рассматривались разные базовые периоды (1961–1990, 1981–2010, 1991–2020 гг.). По отдельным климатическим величинам временные ряды многолетних наблюдений имелись только с 1973 г., поэтому в этих случаях выделялось два базовых периода. Проанализированы статистические характеристики и изменения температуры воздуха и ее амплитуды, дат начала/окончания и продолжительности холодного периода, суммы атмосферных осадков, относительной влажности, высоты снежного покрова и его влагозапасов, дат установления/разрушения и продолжительности залегания снежного покрова. Для большей детальности характеристики использованы декадные данные многолетних наблюдений. Показаны корреляционные связи между климатическими величинами. В ходе исследования выявлено, что во всех месяцах холодного периода имеется тенденция к росту температуры воздуха, при этом наибольший вклад производит рост минимальных температур. Обнаружено устойчивое сокращение продолжительности холодного периода за счет смещения даты начала на более поздние сроки, а окончания – на более ранние. Сумма атмосферных осадков имеет тенденцию к росту. За счет сокращения холодного периода уменьшается продолжительность залегания снежного покрова в городе Уфа.

*Ключевые слова:* городской климат, термический режим, режим увлажнения, снежный покров, климатическая норма, изменение климата, Башкортостан.

DOI: 10.35634/2412-9518-2021-31-4-443-454

В условиях глобального потепления климатические изменения отмечаются как в целом в Республике Башкортостан и смежных субъектах [1], так и в крупных городах указанного региона [2-4]. Растущий интерес в вопросах исследования изменений городского климата имеет большое прикладное значение. В частности наибольшая актуальность таких исследований касается столиц и крупных городов, где обычно сосредоточена преобладающая доля населения субъекта. Так, Уфа, в которой проживает около 30 % населения Башкортостана, является городом-миллионером.

Известно, что глобальное потепление влияет на изменение режима городского климата [5]. Особенно значим данный отклик для городского населения и инфраструктуры в связи с увеличением частоты опасных гидрометеорологических процессов [5; 6]. В [5] указано, что в общих объемах выбросов климатически активных газов, связанных с антропогенной деятельностью, доля городов при расчётах на основании данных производственных отчетов составила 40–70 %, а при расчётах на основе данных по потреблению достигает 60–70 %. Следовательно, городские системы могут сами выступать в качестве активного «фактора» воздействия на климат региона. Особенности застройки и инфраструктуры урбанизированной среды могут усиливать региональные проявления глобальных изменений климата. В связи с этим будет меняться климатический режим холодного и теплого периодов.

**Материалы и методы исследований**

В представленном исследовании анализировались данные многолетних наблюдений холодного периода (ХП) на метеорологической станции Уфа-Дема, входящую в сеть Башкирского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Для анализа статистики и временной изменчивости метеорологических величин были рассчитаны их характеристики за разные базовые периоды: средняя (климатическая норма), среднеквадратическое отклонение (СКО); выявлены максимальные и минимальные значения величин.

Оценка региональных изменений климата получена с применением тренд-анализа и корреляционного анализа. С помощью углового коэффициента наклона линии тренда (КНЛТ) характеризовалась скорость изменения величины, ее рост (повышение) или снижение (уменьшение). Величиной коэффициента детерминации  $R^2$  оценивался вклад линейного тренда в общую изменчивость показателя. Достоверность результатов оценивалась с помощью критериев Фишера. В таблицах статистических характеристик (табл. 2-8) жирным выделены значимые коэффициенты (при уровне достоверности 95 %).

В качестве анализируемого периода для температуры воздуха ( $t$ ) и высоты снежного покрова ( $h$ ) использован временной ряд многолетних наблюдений 1961–2020 гг. По отдельным случаям проанализированы имеющиеся ряды температуры с 1937 по 2020 г. Для амплитуды температуры ( $A$ ) и суммы осадков ( $R$ ) использованы данные наблюдений периода 1966–2020 гг., для запасов воды в снежном покрове ( $z$ ), дат установления и разрушения снежного покрова (СП), дат перехода средней суточной температуры воздуха через  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  осенью и весной, относительной влажности ( $f$ ) – период 1973–2020 гг. В основном в тексте, если нет уточнений, при анализе указываются значения последнего базового периода – 1991–2020 гг.

Для определенных расчетов использована разная дискретность временных рядов: срочные – для расчета амплитуды температуры, выявления экстремумов (Max, Min), суточные – для выявления дат, декадные – для анализа изменчивости и трендов, месячные – для дополнительного анализа отдельных метеорологических величин, сезонные – для суммы осадков XII (с ноября по март), годовые – для расчета средней годовой температуры воздуха и годовой суммы осадков. Для расчетов использован архив данных Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мировой центр данных [7].

### Результаты и их обсуждение

Город Уфа находится практически на крайнем юго-востоке Русской равнины, в долине р. Белой, являющейся притоком р. Кама. Климат Уфы определяется процессами, преобладающими в умеренных широтах внетриконинентальной части Евразии [8]. Средние значения основных гидротермических величин для разных базовых периодов представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Средняя годовая температура воздуха и годовая сумма осадков в городе Уфа за разные базовые периоды**

Периоды	$t$ 1961-1990	$t$ 1981-2010	$t$ 1991-2020	$R$ 1966-1990	$R$ 1981-2010	$R$ 1991-2020
Среднее многолетнее значение	2,5	3,7	4,1	557	586	577

**Анализ температурного режима холодного периода в городе Уфа.** Самым холодным месяцем в году является январь ( $-12,1^{\circ}\text{C}$ ), в котором третья декада характеризуется самыми низкими температурами ( $-13,1^{\circ}\text{C}$ ). Самый теплый месяц XII – ноябрь ( $-3,6^{\circ}\text{C}$ ).

Внутрисезонный ход средних декадных температур показан на рис. 1. При сравнении базовых периодов (табл. 2) выявлено, что наибольший рост характерен для первой декады марта ( $2,4^{\circ}\text{C}/10$  лет в период 1981–2010 гг.).

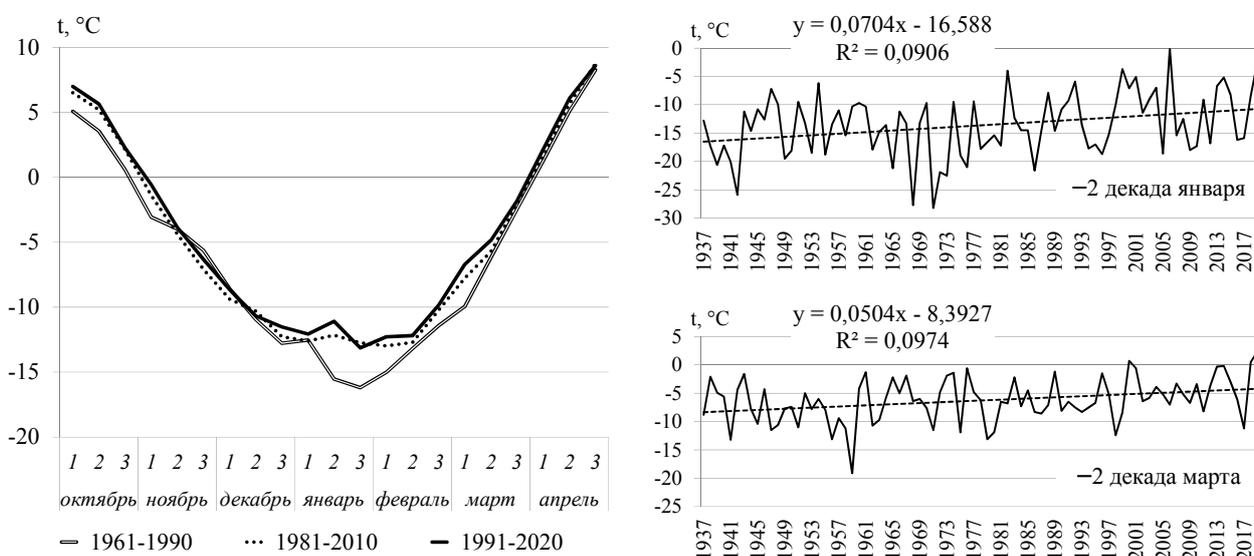


Рис. 1. Сезонный ход температуры (слева) и межгодовая изменчивость температуры отдельных декад (справа) за разные базовые периоды

При рассмотрении декадных температур наибольшее увеличение в настоящее время отмечается в третьей декаде декабря (1,7 °C/10 лет в период 1991–2020 гг.). Указанные тренды статистически значимы. Также в этот базовый период значительные КНЛТ обнаружены во второй декаде марта (1,6 °C/10 лет) и в первой, и второй декадах ноября (1,3 °C/10 лет). Кроме того выявлено, что вторая декада января в настоящее время имеет более высокую температуру, чем первая и вторая, что связано с ее значительным ростом в период 1981–2010 гг. (1,1 °C/10 лет).

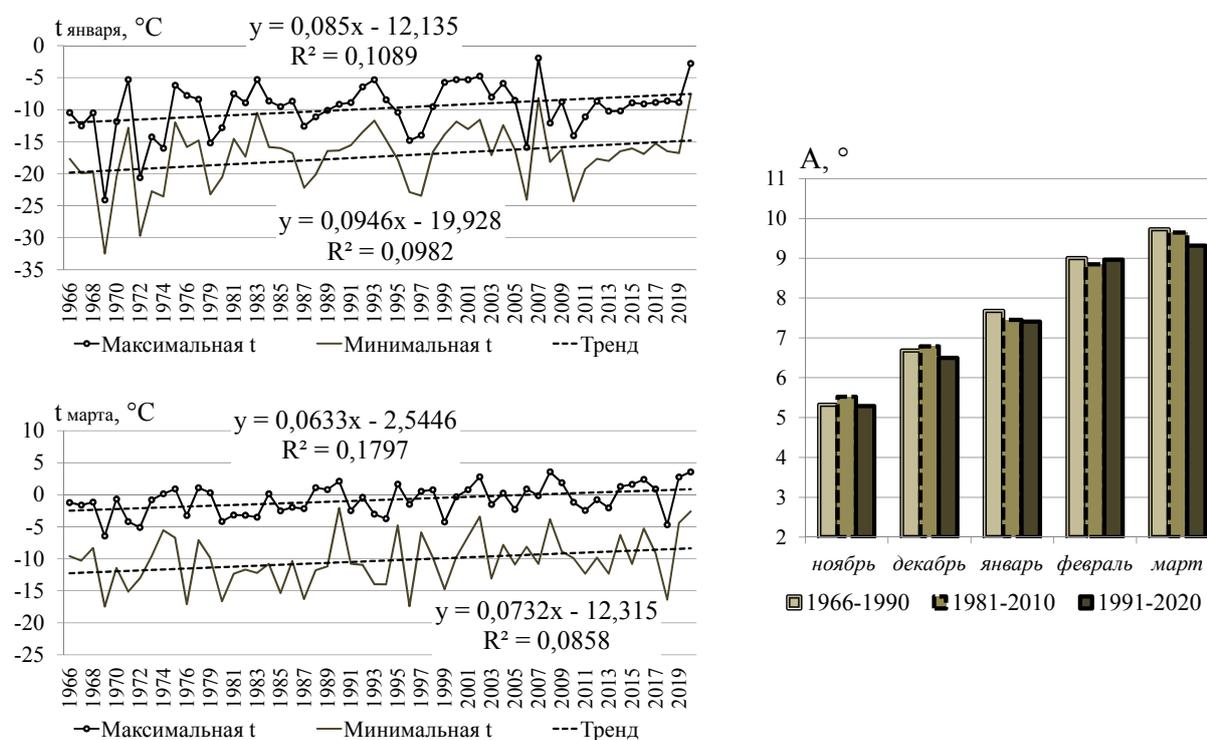


Рис. 2. Межгодовая изменчивость средних максимальных и минимальных температур за отдельные месяцы (слева) и сезонный ход средних месячных амплитуд температуры за разные базовые периоды (справа)

Таблица 2

Статистические характеристики температурного режима холодного периода в городе Уфа за разные базовые периоды

Характеристика период	ноябрь			декабрь			январь			февраль			март		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
t 1961-1990	-3,1	-4,0	-5,6	-8,6	-10,9	-12,8	-12,5	-15,5	-16,2	-15,0	-13,2	-11,4	-9,9	-6,2	-2,4
t 1981-2010	-1,4	-4,4	-7,1	-9,4	-10,3	-12,3	-12,6	-12,2	-12,7	-13,0	-12,7	-10,2	-7,8	-5,7	-2,0
t 1991-2020	-0,6	-3,9	-6,3	-8,6	-10,7	-11,5	-12,1	-11,1	-13,1	-12,3	-12,2	-9,8	-6,7	-4,8	-1,8
КНЛТ t 1961-1990	-0,9	-0,5	-1,0	-0,6	0,04	0,8	-0,1	0,6	1,6	1,1	-0,1	<b>1,5</b>	0,8	-0,4	0,2
КНЛТ t 1981-2010	<b>1,3</b>	<b>1,5</b>	0,6	0,8	-0,3	-0,03	-1,3	1,1	-0,2	-0,4	0,5	0,3	<b>2,4</b>	0,9	0,7
КНЛТ t 1991-2020	<b>1,3</b>	1,3	0,8	1,3	-0,3	<b>1,7</b>	0,5	0,6	-0,9	0,3	0,7	1,0	1,0	<b>1,6</b>	0,4
СКО t 1961-1990	3,4	3,7	4,4	4,9	5,1	5,4	5,5	5,6	6,7	5,8	4,2	4,0	4,3	3,6	3,7
СКО t 1981-2010	3,2	4,5	5,5	5,4	5,9	5,3	4,9	5,3	5,5	5,1	4,7	5,4	5,1	2,8	3,1
СКО t 1991-2020	3,3	4,6	5,0	5,5	6,2	4,9	4,5	5,5	5,6	4,9	5,1	6,2	4,8	3,6	2,9
Max t 1966-2020	14,2 (2006)			4,5 (2009)			3,6 (2002)			8,9 (1970)			15,3 (2008)		
Min t 1966-2020	-32,8 (1987)			-38,5 (2002)			-47,5 (1979)			-43,5 (1976)			-33,5 (1971)		
A 1966-1990	5,3			6,7			7,7			9,0			9,7		
A 1981-2010	5,5			6,8			7,5			8,8			9,6		
A 1991-2020	5,3			6,5			7,4			9,0			9,3		
КНЛТ A 1966-1990	0,2			0,1			-0,3			<b>-0,9</b>			0,8		
КНЛТ A 1981-2010	0,03			-0,1			0,2			<b>0,6</b>			-0,5		
КНЛТ A 1991-2020	<b>-0,5</b>			<b>-0,5</b>			0,01			0,03			-0,3		

Примечание. КНЛТ (°C /10 лет).

Аналогичные тенденции выявлены при анализе межгодовых изменений средних максимальных и минимальных температур воздуха (рис. 2). В период 1966–2020 гг. в январе КНЛТ составил 0,85 °C/10 лет для средней максимальной и 0,95 °C/10 лет средней минимальной температуры, в феврале – 0,75 °C/10 лет и 0,84 °C/10 лет, в марте – 0,63 °C/10 лет и 0,73 °C/10 лет соответственно (тренды статистически значимы). В остальные месяцы тренды также восходящие, но менее существенные: в ноябре – 0,27 °C/10 лет и 0,35 °C/10 лет, в декабре – 0,32 °C/10 лет и 0,45 °C/10 лет соответственно. Следовательно, для всех месяцев ХП рост средней минимальной температуры воздуха более значительный, чем в случае средних максимальных.

Максимальные и минимальные температуры в каждом месяце имеют достаточно экстремальные значения, особенно в отношении минимумов. Самой низкой температурой на МС Уфа-Дема является -47,5 °C, которая зарегистрирована 1 января 1979 г. Согласно [9; 10], к опасному явлению «сильный мороз» относятся 17 случаев, из которых 14 зафиксированы до 1980-х гг. В целом диапазон данных экстремальных температур составил от -40,1 до -47,5 °C. В 12 случаях они приходились на январь, остальные – на февраль.

Расчет амплитуд температуры воздуха (табл. 2) показывает, что их наибольшие значения характерны для марта, наименьшие – для ноября. При сравнении базовых периодов видно, что во всех месяцах имеется тенденция к ее снижению. Значимое уменьшение амплитуды в период 1991–2020 гг. выявлено в ноябре и декабре (-0,5°/10 лет). Данное изменение связано с ростом максимальных и минимальных срочных температур, при этом наибольший вклад вносят последние (табл. 3).

Таблица 3

**Коэффициенты парной корреляции между амплитудой и средними максимальными, минимальными температурами**

Характеристики парной корреляции	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март
Амплитуда – средняя максимальная температура	<b>-0,55</b>	<b>-0,62</b>	<b>-0,54</b>	<b>-0,50</b>	<b>-0,42</b>
Амплитуда – средняя минимальная температура	<b>-0,76</b>	<b>-0,78</b>	<b>-0,70</b>	<b>-0,79</b>	<b>-0,84</b>

Холодный период начинается осенью с даты устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 0 °C, весной – заканчивается при аналогичном переходе. Средней датой начала ХП в г. Уфа считается 7 ноября. В целом по рассчитанным базовым периодам (табл. 4) начало смещается на более ранние даты ноября. Кроме этого, смещение даты начала ХП на более поздние сроки подтверждает КНЛТ даты: для периодов 1973–2020 гг. и 1981–2010 гг. тренды статистически значимы. Раньше всего ХП начался 9 октября 1976 г., позднее – 9 декабря 2008 г.

Таблица 4

**Статистические характеристики дат начала/окончания и продолжительности холодного периода в городе Уфа за разные базовые периоды**

Характеристика <small>период</small>	Начало ХП		Окончание ХП		Продолжительность ХП	
	Дата	КНЛТ	Дата	КНЛТ	Дни	КНЛТ
Средняя дата <small>1973-2020</small>	3.11	<b>4,3</b>	31.03	-1,2	150	<b>-5,5</b>
Средняя дата <small>1981-2010</small>	5.11	<b>7,7</b>	1.04	-2,5	147	<b>-10,2</b>
Средняя дата <small>1991-2020</small>	7.11	2,0	30.03	-2,2	143	-4,3
СКО даты <small>1973-2020</small>	12,1		9,3		15,7	
СКО даты <small>1981-2010</small>	11,6		7,6		14,5	
СКО даты <small>1991-2020</small>	11,7		8,2		14,3	
Самая ранняя дата (год)	9.10 (1976)		9.03 (2020)		101 (2008)	
Самая поздняя дата (год)	9.12 (2008)		24.04 (1979)		182 (1979)	

*Примечание.* КНЛТ (дни/10 лет).

Средняя дата окончания ХП – 30 марта для последнего базового периода. Данные табл. 4 показывают, что происходит незначительное смещение даты перехода средней суточной температуры через 0°С на более ранние сроки (до 2,5 дней/10 лет). Самой ранней датой начала ХП считается 9 марта 2020 г., самой поздней – 24 апреля 1979 г.

Анализ динамики дат начала и окончания ХП выявил, что осенний переход температуры через  $0^{\circ}\text{C}$  имеет бóльшую временную изменчивость. При этом вариация осенней даты в базовых периодах остается практически неизменной, а весенней даты – увеличивается (рис. 4).

Продолжительность ХП в среднем в г. Уфа составляет 143 дня. Выявленные тренды дат начала и окончания ХП приводят к его сокращению. В 1973–2020 гг. и 1981–2010 гг. обнаружено очень устойчивое уменьшение продолжительности периода со средними суточными температурами воздуха ниже  $0^{\circ}\text{C}$ .

**Анализ режима увлажнения холодного периода в городе Уфа.** Доля осадков ХП является меньшей по сравнению с долей теплого периода, однако, соотношение в разных базовых периодах показывает, что их доля в ХП увеличивается: 1966–1990 гг. – 64 и 36 %; 1981–2010 гг. – 62 и 38 %; 1991–2020 гг. – 61 и 39 %.

Внутрисезонное распределение сумм осадков ХП отражено на рис. 3. В настоящее время наибольшая сумма осадков характерна для декабря (52 мм/мес), в период 1966–1990 гг. – для ноября (54 мм/мес). Кроме этого, сместились максимальные декадные суммы осадков: с первой декады ноября на третью декаду декабря, что объясняется существенным ростом этой величины в период 1981–2010 гг. (3,4 мм/10 лет).

Минимальная сумма осадков в ХП наблюдается в марте (38 мм/мес). Наименьшее декадное количество осадков выпадает в третьей декаде февраля (9 мм/дек).

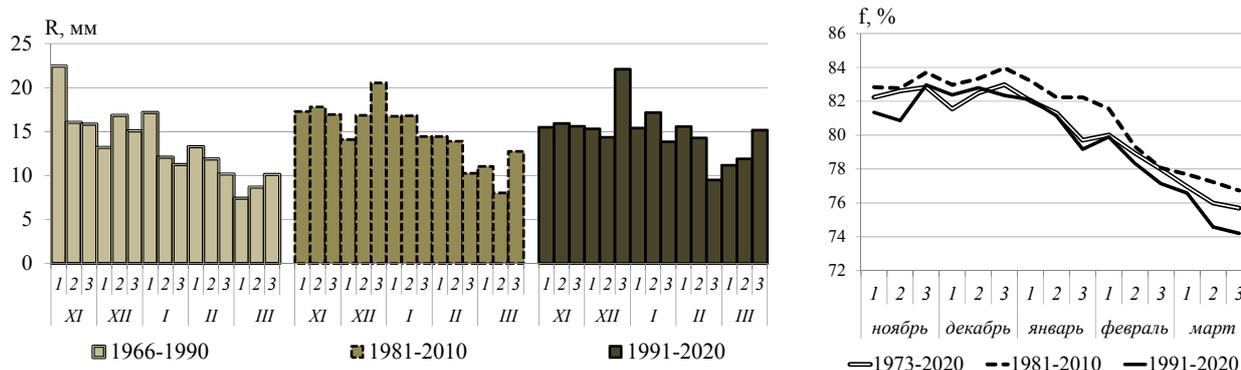


Рис. 3. Сезонный ход сумм осадков (слева) и относительной влажности (справа) за разные базовые периоды

Сумма осадков ХП в целом для Республики Башкортостан имеет тенденцию к росту [11; 12]. При этом их значимое увеличение для Уфы наблюдается в период 1966–2010 гг. (13 мм/10 лет). В то время как в период 1966–2020 гг. скорость роста суммы осадков несколько уменьшается (7,8 мм/10 лет) за счет отрицательных трендов некоторых декад.

Декадные тренды количества осадков имеют в каждом месяце противоположные направления (табл. 5). Наибольшая скорость роста суммы осадков выявлена в третьей декаде марта (5,0 мм/10 лет), а также в первой декаде декабря (1,8 мм/10 лет) и в последней декаде февраля (1,7 мм/10 лет). Существенное уменьшение осадков наблюдается в третьей декаде января (-2,9 мм/10 лет), во второй и третьей декадах декабря (-2,5 и -2,6 мм/10 лет соответственно).

Экстремальные декадные суммы осадков в основной части проявлялись после 1990-х гг. Самые максимальные значения приходились на первую декаду ноября (73 мм – практически 5 декадных норм), на третью декаду февраля (56 мм – более 6 декадных норм). В среднем наибольшая временная изменчивость характерна для декабря (14,2 мм), наименьшая – для марта (10,7 мм).

Относительная влажность в течение ХП от ноября к марту уменьшается с 82 до 75 % (рис. 3). В последний тридцатилетний период данный климатический показатель имеет устойчивую тенденцию к уменьшению. Из 15 анализируемых декад (5 месяцев ХП) в 9 случаях тренды статистически значимы (табл. 5). Наибольшее снижение относительной влажности обнаружено в третьей декаде января (-5,7 %/10 лет) и первой декаде марта (-3,6 %/10 лет).

Наименьшей временной изменчивостью характеризуются вторая и третья декада декабря (4,1 %), наибольшей – вторая декада марта (7,7 %).

Максимальные декадные значения варьируют от 88 до 95 %, минимальные – от 50 до 73 %. После 2001 г. средние декадные значения относительной влажности не превышают 90 % (за исключением 2 декады января 2008 г.).

Таблица 5

**Статистические характеристики режима увлажнения холодного периода в городе Уфа за разные базовые периоды**

Характеристика период	ноябрь			декабрь			январь			февраль			март		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
R <sub>1966-1990</sub>	22	16	16	13	17	15	17	12	11	13	12	10	7	9	10
R <sub>1981-2010</sub>	17	18	17	14	17	21	17	17	14	14	14	10	11	8	13
R <sub>1991-2020</sub>	15	16	16	15	14	22	15	17	14	16	14	9	11	12	15
КНЛТ R <sub>1966-1990</sub>	0,2	4,4	2,7	1,7	2,0	0,8	1,6	2,3	2,5	0,7	0,3	<b>6,3</b>	1,6	-1,1	-1,2
КНЛТ R <sub>1981-2010</sub>	-4,9	1,4	2,8	1,	-3,5	3,4	-2,1	-0,2	-2,6	3,	1,1	-1,4	3,2	3,4	2,0
КНЛТ R <sub>1991-2020</sub>	0,2	-1,6	-0,1	1,8	-2,5	-2,6	0,5	0,4	-2,9	-0,8	-2,3	1,7	-0,5	<b>5,0</b>	0,5
СКО R <sub>1966-1990</sub>	14,4	13,3	10,0	9,7	9,7	10,4	11,4	7,8	11,3	12,5	9,1	11,8	7,6	7,8	9,4
СКО R <sub>1981-2010</sub>	15,7	14,0	13,6	9,9	10,5	14,8	9,9	9,8	13,1	10,2	12,7	11,7	10,7	7,6	12,1
СКО R <sub>1991-2020</sub>	14,5	13,9	14,2	11,9	10,1	14,1	11,6	11,1	11,3	9,9	12,5	11,2	10,5	10,4	11,3
Max R <sub>1966-2020</sub>	73 (1998)	53 (1990)	45 (1994)	47,4 (2012)	46 (2000)	54 (2000)	49,7 (2017)	40,9 (2007)	49 (1993)	41 (1979)	47 (2007)	56 (2008)	37 (2002)	32 (2020)	47 (1997)
f <sub>1973-2020</sub>	82	83	83	82	82	83	82	81	80	80	79	78	77	76	76
f <sub>1981-2010</sub>	83	83	84	83	83	84	83	82	82	82	79	78	78	77	77
f <sub>1991-2020</sub>	81	81	83	82	83	82	82	81	79	80	78	77	77	75	74
КНЛТ f <sub>1973-2020</sub>	-0,6	<b>-1,7</b>	-0,7	0,3	-0,3	-0,6	-0,7	-0,5	-1,7	-0,7	-0,8	-1,1	<b>-1,8</b>	<b>-1,6</b>	<b>-1,8</b>
КНЛТ f <sub>1981-2010</sub>	-1,4	-1,4	1,0	1,0	1,0	-0,5	-0,4	-0,1	-1,1	0,4	-0,3	-1,2	0,2	-0,3	<b>-2,7</b>
КНЛТ f <sub>1991-2020</sub>	-0,2	-0,1	<b>-2,6</b>	<b>-2,7</b>	<b>-2,5</b>	-1,2	<b>-2,5</b>	<b>-1,6</b>	<b>-5,7</b>	<b>-2,9</b>	-1,7	-0,8	<b>-3,6</b>	-2,1	<b>-1,9</b>
СКО f <sub>1973-2020</sub>	4,8	5,3	4,9	6,2	4,6	4,7	5,4	4,1	6,6	5,6	5,5	6,2	7,0	7,5	5,6
СКО f <sub>1981-2010</sub>	5,0	5,5	4,9	5,3	5,1	3,6	5,1	4,4	3,9	5,1	6,2	7,2	7,2	7,2	5,5
СКО f <sub>1991-2020</sub>	4,3	5,2	5,2	4,8	4,1	4,1	5,7	4,3	7,4	5,8	5,8	4,9	6,5	7,7	5,2
Max f <sub>1973-2020</sub>	91 (1987)	95 (1986)	92 (1991, 1994)	93 (1996)	92 (2000)	90 (1985, 2008)	94 (1998)	91 (2009)	88 (2004)	91 (1992, 2000)	92 (2000)	89 (1987)	92 (1974)	92 (2000)	91 (1986)
Min f <sub>1973-2020</sub>	71 (1979)	69 (2009)	70 (2016)	55 (1974)	68 (1984)	67 (1976)	64 (2011)	73 (2008)	50 (2018)	69 (2014)	65 (1993)	54 (1988)	60 (1989)	54 (1998)	62 (2015)

Примечание. КНЛТ R (мм/10 лет); КНЛТ f (%/10 лет).

**Анализ режима снежного покрова в городе Уфа.** Образование и разрушение устойчивого СП сильно зависят от даты перехода средней суточной температуры воздуха через 0 °С (рис. 4). При этом парный коэффициент корреляции между осенними датами составляет  $r = 0,63$ , между весенними датами –  $r = 0,56$  (для периода 1973–2020 гг.).

Таблица 6

**Статистические характеристики дат установления/схода и продолжительности залегания снежного покрова в городе Уфа за разные базовые периоды**

Характеристика период	Установление СП		Сход СП		Продолжительность залегания СП	
	Дата	КНЛТ	Дата	КНЛТ	Дни	КНЛТ
Средняя дата <sub>1973-2020</sub>	12.11	<b>4,1</b>	11.4	0,03	150	<b>-4,0</b>
Средняя дата <sub>1981-2010</sub>	14.11	<b>4,6</b>	12.4	0,3	150	-4,3
Средняя дата <sub>1991-2020</sub>	16.11	3,0	12.4	<b>-3,2</b>	147	<b>-6,2</b>
СКО <sub>1973-2020</sub>	13,6		7,8		16,1	
СКО <sub>1981-2010</sub>	11,8		8,2		14,9	
СКО <sub>1991-2020</sub>	10,9		7,6		14,6	
Самая ранняя дата (год)	10.10 (1976)		27.03 (1990)		101 (2008)	
Самая поздняя дата (год)	12.12 (2002)		7.05 (1998)		186 (1976)	

Примечание. КНЛТ (дни/10 лет).

Средняя дата установления постоянного СП в Уфе – 16 ноября (табл. 6), самая ранняя – 10 октября 1976 г., самая поздняя – 12 декабря 2002 г. Выявленное общее потепление ноября (табл. 2) приводит к смещению даты установления СП на более поздние сроки. До 2010 г. тренды были статистически значимыми.

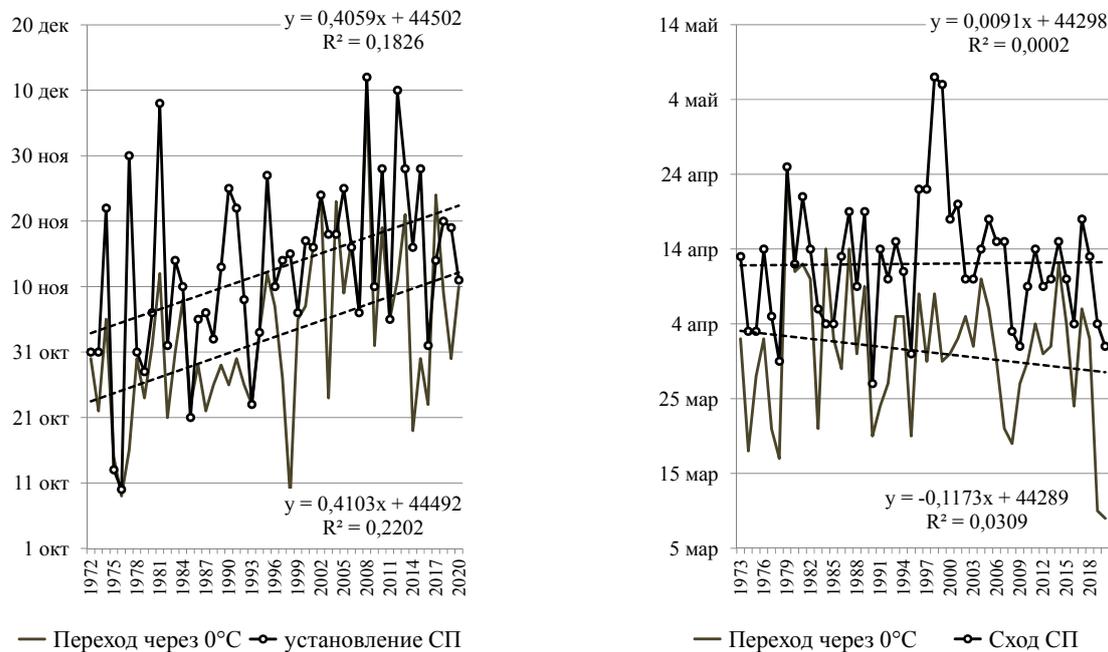


Рис. 4. Межгодовая изменчивость дат начала холодного периода, установления снежного покрова (слева) и дат его окончания, схода снежного покрова (справа)

Сход СП в среднем приходится на начало второй декады апреля. Самое раннее разрушение СП наблюдалось 27 марта 1990 г., самое позднее – 7 мая 1998 г. Тренды данной даты в различные периоды имеют разнонаправленный характер: с 1973 до 2001 г. КНЛТ даты разрушения СП составлял 4,1 дней/10 лет (значимое смещение на более поздние сроки), в 1991–2020 гг. становится отрицательным (-3,2 дней/10 лет). В описанных случаях тренды статистически значимы. Таким образом, в последнем базовом периоде разрушение СП начинает происходить раньше.

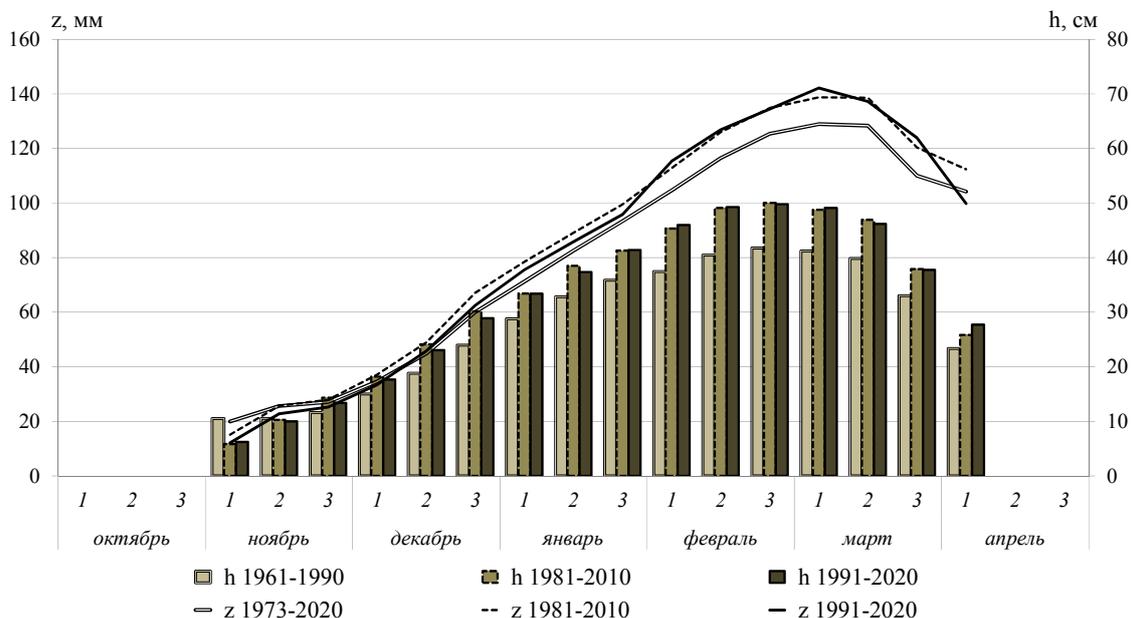


Рис. 5. Сезонный ход высоты снежного покрова и его влагозапасов за разные базовые периоды

Продолжительность залегания СП в среднем составляет 147 дней, наименьшая – 101 день (2008 г.), наибольшая – 186 дней (1976 г.). Данная характеристика имеет устойчивую тенденцию к сокращению со скоростью 6,2 дней/10 лет.

Наибольшая средняя многолетняя высота СП за зиму приходится на 3 декаду февраля во всех базовых периодах. Наибольший декадный прирост высоты СП отмечается от второй к третьей декаде декабря.

Таблица 7

**Статистические характеристики режима снежного покрова в городе Уфа  
за разные базовые периоды**

Характеристика	ноябрь			декабрь			январь			февраль			март		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
h <sub>1961-1990</sub>	11	11	12	15	19	24	29	33	36	37	40	42	41	40	33
h <sub>1981-2010</sub>	6	10	14	18	24	30	33	39	41	45	49	50	49	47	38
h <sub>1991-2020</sub>	6	10	13	18	23	29	33	37	41	46	49	50	49	46	38
КНЛТ h <sub>1961-1990</sub>	-1,0	1,6	1,4	2,0	<b>3,9</b>	2,3	1,3	3,4	0,6	1,6	1,9	4,6	2,4	4,0	0,2
КНЛТ h <sub>1981-2010</sub>	-1,1	-2,1	2,7	0,8	-1,0	-0,2	0,9	-0,1	-1,1	1,4	1,6	0,1	0,2	0,7	-0,4
КНЛТ h <sub>1991-2020</sub>	0,7	-2,5	-2,5	-2,6	<b>-4,8</b>	<b>-5,3</b>	-2,2	-3,4	-3,2	-3,0	-3,9	-3,3	-3,9	-4,3	-2,4
СКО h <sub>1961-1990</sub>	7,5	7,8	7,3	8,4	9,3	9,8	11,4	11,0	10,7	10,1	11,9	11,7	10,6	13,9	14,5
СКО h <sub>1981-2010</sub>	4,6	8,4	7,5	10,6	11,6	14,5	13,8	12,9	11,8	11,1	13,0	12,8	13,0	12,2	15,8
СКО h <sub>1991-2020</sub>	6,3	8,1	7,1	10,4	10,7	13,9	13,6	13,0	12,8	12,9	14,6	13,9	13,5	12,8	16,9
Max h <sub>1961-2020</sub>	26 (1977)	26 (2012)	29 (2004)	46 (2004)	44 (1999)	67 (2000)	64 (2000)	74 (2001)	77 (2001)	75 (2017)	86 (2001)	88 (2001)	88 (2001)	80 (2001)	77 (2001)
Z <sub>1973-2020</sub>	*	*	27	35	45	60	71	83	93	105	116	125	129	128	110
Z <sub>1981-2010</sub>	*	*	28	37	49	67	78	89	100	113	126	135	139	139	120
Z <sub>1991-2020</sub>	*	*	25	33	46	63	76	86	96	115	127	135	142	137	124
КНЛТ Z <sub>1973-2020</sub>	*	*	-1,3	-1,4	0,4	0,7	3,2	2,5	1,6	7,9	7,7	5,5	7,8	4,9	10,1
КНЛТ Z <sub>1981-2010</sub>	*	*	-5,1	-1,3	-1,7	1,4	2,6	-1,7	-5,8	6,5	4,6	2,3	1,2	4,3	3,0
КНЛТ Z <sub>1991-2020</sub>	*	*	-10,3	-3,8	-6,2	-10,7	-6,7	-7,7	-9,2	-10,2	-9,3	-14,2	<b>-19,3</b>	-15,8	-16,2
СКО Z <sub>1973-2020</sub>	*	*	14,0	17,8	22,2	30,5	34,4	34,9	36,8	40,2	47,2	49,5	47,8	43,5	53,9
СКО Z <sub>1981-2010</sub>	*	*	13,3	19,5	24,6	34,9	36,4	37,6	39,3	41,1	48,0	51,2	50,8	42,2	56,8
СКО Z <sub>1991-2020</sub>	*	*	13,4	17,9	22,2	32,7	34,4	36,6	40,8	42,7	49,7	52,8	49,3	43,3	55,0
Max z <sub>1973-2020</sub>	62 (1977)	53 (1976)	55 (1977)	70 (1999)	101 (1999)	134 (2000)	160 (2000)	207 (2001)	223 (2001)	237 (2001)	284 (2001)	299 (2001)	265 (2001)	256 (2001)	252 (2001)

Примечание: КНЛТ h (см/10 лет); КНЛТ z (мм/10 лет). \* – наблюдения проводились менее, чем в 50% случаев.

В период 1961–1990 гг. КНЛТ высоты СП имеет положительные значения, во второй декаде декабря и третьей декаде февраля тренды статистически значимые (3,9 и 4,6 см/10 лет соответственно). В следующий базовый период незначительные отрицательные тренды начинают проявляться в декабре-январе. Данная тенденция усиливается, и в последнем базовом периоде отмечаются отрицательные тренды во всех декадах (табл. 7). Все же за общий период 1961–2020 гг. высота СП имеет тенденцию к увеличению (10,0 см/10 лет).

Наименьшая временная изменчивость высоты СП наблюдается в начальные декады ХП, наибольшая – к его окончанию.

Максимальные высоты СП имеют очень существенные значения. Самой снежной оказалась зима 2000–2001 гг. В первой декаде марта высота СП составляла 88 см (на 80 % больше нормы).

С использованием данных наблюдений метеостанции суточного расширения в 1966–2020 гг. выявлены случаи опасного гидрометеорологического явления «очень сильный снег» [9]. Опасным количеством осадков для республики является 20 мм и более за период менее 12 часов [10]. Также в статистику включены случаи с суммой осадков 10 мм и более за тот же интервал времени, так как указанный уровень в большом городе создает значительные трудности для автотранспорта и населения. Общее количество случаев с сильным снегопадом составило 69 за период с 1966–2020 гг.

Рассматривая сильные снегопады строго по критериям опасных явлений [10], выявлено 4 случая с суммой осадков более 20 мм (рис. 6). Наибольшая доля характерна для случаев с суммой осадков 10,0–14,9 мм (83 %). Самое большое количество случаев сильных снегопадов приходится на ноябрь (43 %). В декабре 20 % таких случаев. В феврале сильных снегопадов меньше всего: 7 случаев (10 %).

Сезонный ход запасов воды в СП представлен на рис. 5. Данная характеристика имеет очень тесную корреляционную связь с высотой СП (табл. 8). В силу этого общие сезонные и многолетние закономерности изменений очень схожи. В первой декаде марта наблюдаются наибольшие запасы воды в СП (142 мм). Максимальное значение наблюдалось в третьей декаде февраля 2001 г. и составило 299 мм (в 2,2 раза больше нормы). Минимальные значения влагозапасов в пределах периода устойчивого СП не превышают 53 мм.

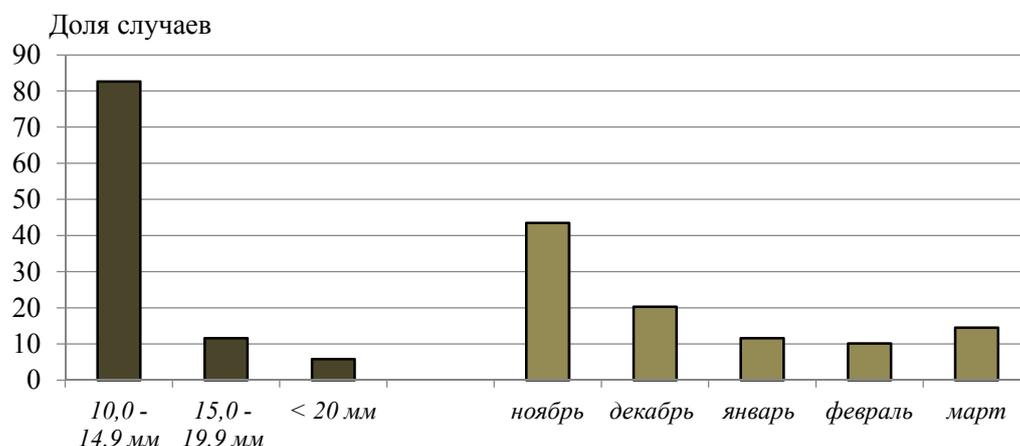


Рис. 6. Распределение случаев сильных снегопадов по критериям суммы (слева) и месяцев (справа) в период 1966–2020 гг.

В многолетней динамике запасов воды в СП отмечаются аналогичные тенденции как и у его высоты: в последний базовый период выявлены отрицательные КНЛТ во всех декадах. Максимальные скорости уменьшения характерны для марта (до 19,3 мм/10 лет).

Сравнивая СКО запасов воды в СП в периоды 1981–2010 и 1991–2020 гг., можно отметить, что оно в целом несущественно уменьшилось.

**Анализ связей между климатическими величинами холодного периода.** Между основными климатическими показателями были рассчитаны коэффициенты парной корреляции (табл. 8).

Таблица 8

**Парные коэффициенты корреляции между декадными значениями климатических показателей холодного периода в городе Уфа**

Показатели	ноябрь			декабрь			январь			февраль			март		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Температура воздуха – амплитуда	-0,18	-0,12	-0,22	-0,09	-0,12	-0,08	-0,15	<b>-0,29</b>	-0,20	-0,003	-0,12	-0,17	0,13	-0,14	0,04
Температура воздуха – сумма осадков	-0,07	0,26	<b>0,32</b>	0,14	<b>0,38</b>	0,27	<b>0,39</b>	<b>0,55</b>	<b>0,53</b>	<b>0,59</b>	<b>0,28</b>	<b>0,41</b>	<b>0,48</b>	<b>0,37</b>	0,15
Температура воздуха – относ. влажность	0,14	<b>0,31</b>	<b>0,38</b>	0,29	0,23	<b>0,47</b>	<b>0,43</b>	0,30	<b>0,38</b>	<b>0,55</b>	<b>0,38</b>	0,25	<b>0,36</b>	0,08	0,23
Температура воздуха – высота СП 1937-2020	<b>-0,61</b>	<b>-0,42</b>	<b>-0,25</b>	-0,17	-0,08	-0,13	0,06	-0,01	-0,08	0,15	-0,09	0,08	0,02	-0,13	<b>-0,49</b>
Температура воздуха – высота СП 1961–2020	<b>-0,59</b>	<b>-0,44</b>	<b>-0,36</b>	-0,26	-0,18	0,08	0,13	0,02	-0,03	0,20	-0,12	0,05	-0,06	-0,21	<b>-0,55</b>
Сумма осадков – относ. влажность	<b>0,38</b>	<b>0,50</b>	0,16	<b>0,35</b>	0,23	0,22	0,26	0,26	0,12	<b>0,31</b>	0,28	0,29	0,28	0,15	0,10
Сумма осадков – высота СП	<b>0,28</b>	<b>0,32</b>	0,19	<b>0,55</b>	<b>0,31</b>	<b>0,71</b>	<b>0,51</b>	0,09	0,16	<b>0,34</b>	<b>0,47</b>	0,18	0,09	0,11	0,03
Высота СП – запас воды в СП	<b>0,76</b>	<b>0,87</b>	<b>0,86</b>	<b>0,91</b>	<b>0,93</b>	<b>0,95</b>	<b>0,94</b>	<b>0,95</b>	<b>0,92</b>	<b>0,91</b>	<b>0,94</b>	<b>0,95</b>	<b>0,90</b>	<b>0,89</b>	<b>0,90</b>
Высота СП – относ. влажность	0,17	0,22	-0,04	0,24	0,32	0,03	0,12	0,05	0,27	0,02	-0,03	-0,14	-0,17	-0,07	0,03

Между температурой воздуха и суммой осадков обнаружены значимые связи, особенно тесные со второй декады января по вторую декаду марта. Для осредненных температур воздуха и суммы осадков за ХП коэффициент корреляции составляет 0,39 для периода 1966–2020 гг. В восьми декадах проявились значимые связи между температурой воздуха и относительной влажностью. Самые тесные связи выявлены между высотой СП и его влагозапасами ( $r = 0,76-0,95$ ). Во второй декаде ноября обнаружено наибольшее количество значимых связей между климатическими величинами.

## Выводы

В ходе исследования можно сделать следующие основные выводы по климатической характеристике холодного периода в г. Уфа.

Самым холодным месяцем является январь, самым теплым – ноябрь. В период 1937–2020 гг. обнаружен значимый рост температуры воздуха холодного периода со скоростью  $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет, в 1961–2020 гг. –  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет, в 1981–2020 гг. –  $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет, в 1991–2020 гг. –  $0,8\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет. Наибольшее значимое увеличение декадной температуры в период 1991–2020 гг. выявлено в третьей декаде декабря ( $1,7\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет), во второй декаде марта ( $1,6\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет) и в первой и второй декадах ноября ( $1,3\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет). Во всех месяцах рост средней минимальной температуры воздуха более значительный, чем в случае средних максимальных (в январе, феврале, марте тренды значимые). Наибольшие значения месячных амплитуд температуры воздуха характерны для марта, наименьшие – для ноября. Выявлено, что во всех месяцах имеется тенденция к ее снижению, при этом наибольший вклад производит рост минимальных температур. На МС Уфа-Дема зафиксировано 17 случаев опасного явления «сильный мороз» ( $-40,1 \dots -47,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), из которых 82 % наблюдались в период до 1980-х гг.

Датой начала холодного периода считается 7 ноября, окончание – 30 марта. Его средняя продолжительность составляет 143 дня. В период 1973–2020 гг. обнаружено устойчивое сокращение продолжительности холодного периода ( $5,5$  дней/10 лет) за счет смещения даты начала на более поздние сроки, а окончания – на более ранние.

Доля осадков холодного периода является меньшей по сравнению с долей теплого, однако, соотношение в разных базовых периодах показывает, что их доля увеличивается: 1966–1990 гг. – 64 и 36 %; 1981–2010 гг. – 62 и 38 %; 1991–2020 гг. – 61 и 39 %. Наибольшая сумма осадков выпадает в декабре (52 мм), наименьшая – в марте (38 мм). В период 1966–2010 гг. выявлена тенденция к росту суммы осадков ( $13\text{ мм}/10$  лет), в 1966–2020 гг. – она несколько уменьшается ( $7,8\text{ мм}/10$  лет). Наибольшее увеличение осадков характерно для третьей декады марта ( $5,0\text{ мм}/10$  лет). Кроме этого, в третьей декаде января, во второй и третьей декадах декабря обнаружено их снижение ( $-2,9$ ,  $-2,5$  и  $-2,6\text{ мм}/10$  лет соответственно).

Относительная влажность воздуха от ноября к марту уменьшается с 82 до 75 %. Эта климатическая величина имеет устойчивую тенденцию к уменьшению в период 1991–2020 гг. ( $-2,2\text{ } \%/10$  лет).

Средняя дата установления постоянного снежного покрова – 16 ноября, схода – 12 апреля. Продолжительность его залегания составляет 147 дней. Обнаружено устойчивое сокращение продолжительности залегания снежного покрова со скоростью  $6,2$  дней/10 лет. Главным образом, это изменение вызвано смещением дат образования снежного покрова на более поздние сроки ( $3,0$  дня/10 лет), а дат разрушения – на более ранние ( $-3,2$  дней/10 лет). На МС Уфа-Дема зафиксировано 4 случая опасного явления «очень сильный снег». Сезонный ход и многолетние изменения запасов воды в снежном покрове аналогичны закономерностям, связанным с его высотой, поскольку между величинами существуют очень тесные связи ( $r = 0,76-0,95$ ). Наибольшие запасы воды в снежном покрове приходятся на первую декаду марта (142 мм). В период 1991–2020 гг. выявлены отрицательные тренды этой величины во всех декадах холодного периода.

Корреляционный анализ выявил следующие основные взаимозависимости между климатическими величинами: рост температуры воздуха влияет на увеличение суммы атмосферных осадков; рост температуры воздуха влияет на устойчивое понижение относительной влажности; рост температуры воздуха влияет на снижение высоты снежного покрова.

Таким образом, холодный период в городе Уфа становится более мягким, особенно это изменение будет сказываться на более комфортных биоклиматических условиях для населения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Переведенцев Ю.П., Шерстюков Б.Г., Шанталинский К.М., Гурьянов В.В., Аухадеев Т.Р. Климатические изменения в Приволжском федеральном округе в XIX–XXI веках // *Метеорология и гидрология*. 2020. № 6. С. 36-46.
2. Галимова Р.Г. Анализ изменений температурно-влажностного режима на территории Республики Башкортостан в современный период // *Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле*. 2020. Т. 30, вып. 1. С. 83-93.
3. Переведенцев Ю.П., Шумихина А.В. Динамика биоклиматических показателей комфортности природной среды в Удмуртской Республике // *Уч. зап. Казан. ун-та. Серия: Естественные науки*. 2016. Т. 158. № 4. С. 531-547.
4. Шкляев В.А., Ермакова Л.Н., Шкляева Л.С. Статистические характеристики температуры воздуха холодного периода в г. Перми и их временные изменения // *Географический вестник*. 2011. № 2 (17). С. 44-48.
5. *Cities and Climate Change: Global Human Settlements Report (UN-Habitat)*, 2011. London / Washington, 300 p. URL: <https://www.unhabitat.org> (дата обращения: 15.09.2021).
6. IPCC: Sixth Assessment Report [Сайт]. URL: <https://www.ipcc.ch> (дата обращения: 15.09.2021).
7. Специализированные массивы: Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных. URL: <http://meteo.ru/data> (дата обращения: 15.03.2021).
8. Галимова Р.Г. Климат Республики Башкортостан. Уфа: РИЦ БашГУ, 2017. С. 96.
9. РД 52.04.563-2013 Инструкция по подготовке и передаче штормовых сообщений наблюдательными подразделениями. СПб.: ГГО им. А.И. Воейкова, 2013. 58 с.
10. Перечень и критерии опасных явления и комплекс неблагоприятных явлений на территории Республики Башкортостан. URL: <http://www.meteorb.ru/perechen-i-kriterii-opasnykh-yavleniy-i-kompleksov-neblagopriyatnykh-yavleniy-po-territorii-respubliki-bashkortostan> (дата обращения: 28.05.2021).
11. Галимова Р.Г. Современный климатический режим атмосферных осадков на территории Республики Башкортостан // *Географический вестник = Geographical bulletin*. 2020. №2(53). С. 111-119. DOI 10.17072/2079-7877-2020-2-111-119.
12. Galimova R., Silantyev K. The analysis of the long-term dynamic of the amount of atmospheric precipitation on the territory of the republic of Bashkortostan // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019. С. 012020. DOI: 10.1088/1755-1315/321/1/012020.

Поступила в редакцию 06.11.2021

Камалова Рита Галимьяновна, старший преподаватель кафедры геологии,  
гидрометеорологии и геоэкологии

E-mail: [galim-rita@yandex.ru](mailto:galim-rita@yandex.ru)

Нурмухаметова Эльмира Зульфировна, бакалавр направления «Гидрометеорология»

E-mail: [elmira18.01.02@gmail.com](mailto:elmira18.01.02@gmail.com)

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»

450076, Россия, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32

Исмагилова Алина Илдаровна, агрометеоролог 2 категории

ФГБУ «Башкирское УГМС»

450059, Россия, г. Уфа, ул. Р. Зорге, 25/2

E-mail: [lina.ismagilova.98@mail.ru](mailto:lina.ismagilova.98@mail.ru)

***R.G. Kamalova, A.I. Ismagilova, E.Z. Nurmukhametova***

**CLIMATIC CHARACTERISTICS OF THE COLD PERIOD IN UFA**

DOI: 10.35634/2412-9518-2021-31-4-443-454

The article presents the results of a study of the climatic characteristics of the cold period in the city of Ufa of the Republic of Bashkortostan in the modern period. For the analysis, the authors used traditional processing methods. To identify climate changes, different base periods were considered (1961–1990, 1981–2010, 1991–2020). In some cases, time series of long-term observations were available only since 1973, so in these cases two base periods were distinguished. The statistical characteristics and changes in air temperature and its amplitude, the dates of the beginning/end and duration of the cold period, the amount of precipitation, relative humidity, the height of the snow cover and its moisture reserves, the dates of establishment/destruction and the duration of the snow cover are analyzed. Correlations between climatic indicators are shown. The study revealed that in all months of the cold period there is a tendency to

increase air temperature, while the greatest contribution is made by an increase in minimum temperatures. A steady reduction in the duration of the cold period was found due to the shift of the start date to a later date, and the end date to an earlier one. The amount of precipitation tends to increase. Due to the reduction of the cold period, the duration of the snow cover in the city of Ufa decreases.

*Keywords:* urban climate, temperature regime, humidification regime, snow cover, climate norm, climate change, Bashkortostan.

#### REFERENCES

1. Perevedentsev Yu.P., Sherstyukov B.G., Shantalinskiy K.M., Gur'yanov V.V., Aukhadeev T.R. [Climate changes in the Volga Federal District in the 19th–21st centuries], in *Meteorologiya i gidrologiya*, 2020, no. 6, pp. 36-46 (in Russ.).
2. Galimova R.G. [Analysis of changes in the temperature and humidity regime on the territory of the Republic of Bashkortostan in recent period], in *Vestn. Udmurt. Univ. Ser. Biol. Nauki o Zemle*, 2020, vol. 30, no. 1, pp. 83-93 (in Russ.).
3. Perevedentsev Yu.P., Shumikhina A.V. [The dynamics of the bioclimatic indices of environmental comfort in the Udmurt Republic], in *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta, Ser. Estestvennye Nauki [Proceeding of Kazan University. Natural Sciences Series]*, 2016, vol. 158, no. 4, pp. 531-547 (in Russ.).
4. Shklyayev V.A., Ermakova L.N., Shklyayeva L. [Statistical characteristics of air temperature during the cold period in Perm city and their time changes], in *Geograficheskiy Vestnik [Geographical Bulletin]*, 2011, no. 2 (17), pp. 44-48 (in Russ.).
5. *Cities and Climate Change: Global Human Settlements Report* (UN-Habitat), 2011. London, Washington, 300 p., Available at: <https://www.unhabitat.org> (accessed: 15.09.2021).
6. *Sixth Assessment Report, Website IPCC*, Available at: <https://www.ipcc.ch> (accessed: 15.09.2021).
7. *Spetsializirovannyye massivy: Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut gidrometeorologicheskoy informatsii – Mirovoy tsentr dannykh* [Specialized Arrays / Website of the All-Russian Research Institute of Hydrometeorological Information – World Data Center], Available at: <http://meteo.ru/data> (accessed: 15.03.2021) (in Russ.).
8. Galimova R.G. *Klimat Respubliki Bashkortostan* [Climate of the Republic of Bashkortostan], Ufa: EPC Bashkir. Gos. Univ., 2017, 96 p. (in Russ.).
9. *RD 52.04.563-2013. Instruktsiya po podgotovke i peredache shtormovykh soobshcheniy nablyudatel'nymi podrazdeleniyami* [Working Document 52.04.563-2013 Instructions for the preparation and transmission of storm messages by observation units], St-Petersburg: Glavnaya geofizicheskaya observatoriya imeni A.I. Voeykova, 2013, 58 p. (in Russ.).
10. *Perechen' i kriterii opasnykh yavleniya i kompleks neblagopriyatnykh yavleniya na territorii Respubliki Bashkortostan*, *Sayt Bashkirskogo upravleniya po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchey sredy* [The list and criteria of dangerous phenomena and a complex of adverse phenomena on the territory of the Republic of Bashkortostan / Website of the Bashkir Department for Hydrometeorology and Environmental Monitoring], Available at: <http://www.meteorb.ru/perechen-i-kriterii-opasnykh-yavleniy-i-kompleksov-neblagopriyatnykh-yavleniy-po-territorii-respubliki-bashkortostan> (accessed: 28.05.2021) (in Russ.).
11. Galimova R.G. [Modern climatic regime of precipitation in the territory of the Republic of Bashkortostan], in *Geograficheskiy Vestnik [Geographical Bulletin]*, 2020. vol. 53, iss. 2, pp. 111-119. DOI 10.17072/2079-7877-2020-2-111-119 (in Russ.).
12. Galimova R., Silantyev K. [The analysis of the long-term dynamic of the amount of atmospheric precipitation on the territory of the republic of Bashkortostan], in *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Sci.*, 2019, p. 012020. DOI: 10.1088/1755-1315/321/1/012020.

Received 06.11.2021

Kamalova R.G., Senior Lecturer of the Department of Geology, Hydrometeorology and Geocology

E-mail: [galim-rita@yandex.ru](mailto:galim-rita@yandex.ru)

Nurmukhametova E.Z., Bachelor of Hydrometeorology

E-mail: [elmira18.01.02@gmail.com](mailto:elmira18.01.02@gmail.com)

Bashkir State University

Zaki Validi st., 32, Ufa, Russia, 450076

Ismagilova A.I., agrometeorologist

Bashkir Department of Hydrometeorology and Environmental Monitoring

R. Zorge st., 25/2, Ufa, Russia, 450059

E-mail: [lina.ismagilova.98@mail.ru](mailto:lina.ismagilova.98@mail.ru)