

**ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА В Г. ПЕРМИ  
И ИХ ВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ**

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

Рассмотрены временные изменения статистических характеристик отопительного периода в г. Перми. Выявлено, что первая часть отопительного периода характеризуется нулевым трендом. Общая продолжительность отопительного периода удлиняется за счет смещения даты его окончания на более позднее время. Тренд средней температуры отопительного периода положительный. Наибольший рост температуры наблюдается в последние 15 лет.

**Ключевые слова:** климат; расчетная температура; минимальная температура; отопительный период; климатологическая обработка; глобальное потепление.

Наблюдаемые изменения температуры воздуха в XX – начале XXI в. сопровождаются изменениями различных климатических характеристик, связанных с хозяйственной деятельностью человека. Например, продолжительность и средняя температура отопительного периода относятся к теплоэнергетическим показателям, с которыми связаны изменения расходуемого топлива. Исследование таких изменений позволит выявить тенденции, которые помогут скорректировать прогнозные оценки энергетической эффективности. Уточнение современных климатических характеристик теплозащиты зданий позволит адаптировать строительный комплекс к ожидаемым изменениям.

Отопительный период начинается, когда происходит устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 8 °С в сторону понижения, а заканчивается – после устойчивого перехода температуры воздуха через 8 °С в сторону повышения весной. При расчете теплотерь здания необходимо знать среднюю температуру за отопительный период, а также минимальную суточную температуру и минимальную температуру за 5 дней. Эти характеристики приводятся в СНиП [2] как вероятностные величины, но их современные значения могут отличаться вследствие глобального повышения температуры. В качестве дополнительных характеристик отопительного периода используются даты его начала и окончания, продолжительность первой (от даты начала до конца года) и второй (от начала года до даты окончания) частей периода, а также общая продолжительность отопительного периода.

Определенный интерес вызывает совместный анализ изменений перечисленных характеристик и средней температуры воздуха, сгруппированных за разные временные интервалы в течение XX в. и за период инструментальных наблюдений, включая начало XXI в. Это позволяет оценить ожидаемые изменения климатических характеристик отопительного периода, связав их с прогнозируемыми изменениями температуры воздуха, полученными по различным климатическим моделям.

С этой целью проводились исследования с использованием рядов температуры воздуха суточного разрешения. Предварительно был проведен контроль качества данных. Ряд наблюдений по г. Перми составил 125 лет (с 1882 по 2008 г.). Средняя продолжительность отопительного периода, найденная по этим данным, составила 228 суток, а отдельные величины могут различаться на 36 суток (табл. 1). Как следует из таблицы, наиболее часто за 125-летний период начало отопительного периода приходилось на середину третьей декады сентября, конец — на начало мая. Наиболее раннее наступление отопительного периода приходится на 3 сентября, а самое позднее – на 24 октября, различие в сроках наступления составляет 51 сутки. Наибольший разрыв в сроках окончания отопительного периода составляет 49 суток: от 15 апреля до 12 июня. От временных изменений отопительного периода зависят энергетические и финансовые затраты

на отопление, что указывает на практическую значимость проводимого анализа. Результаты нашего исследования хорошо согласуются с данными, полученными, например, для г. Москвы, где начало отопительного периода приходится на 30 сентября, а самая ранняя дата его наступлений – на 4 сентября [1].

Таблица 1

**Климатические характеристики отопительного периода в Перми за разные периоды обобщения**

Период осреднения	Характеристики*					
	$D_H$ (даты)	$D_K$ (даты)	$L_1$ , дни	$L_2$ , дни	$L$ , дни	$t_L$ , °C
1. Средние многолетние за период						
1882–2007 гг.	24.IX	11.V	98	130	228	–5,8
1901–1930 гг.	26.IX	08.V	97	127	224	–6,4
1931–1960 гг.	23.IX	12.V	100	131	231	–6,0
1961–1990 гг.	22.IX	11.V	101	130	231	–5,3
1993–2007 гг.	29.IX	10.V	94	128	222	–4,8
2. Средние квадратические отклонения						
1882–2007 гг.	11	12	11	12	18	1,6
1901–1930 гг.	13	10	13	10	18	1,3
1931–1960 гг.	11	14	11	14	20	1,7
1961–1990 гг.	10	12	10	12	15	1,5
1993–2007 гг.	7	12	7	12	19	1,0
3. Максимальные поздние даты / год наблюдений						
1882–2007 гг.	24.X	12.VI	120	164	281	–2,5
	1905	1940	1885	1940	1939–40	1980–81
4. Минимальные ранние даты / год наблюдений						
1882–2007 гг.	3.IX	15.IV	69	105	179	–9,8
	1885	1995	1905	1995	1994–95	1907–08

\* $D_H$ ,  $D_K$  – даты начала и конца отопительного периода;  $L_1$  – продолжительность (дни) от даты ( $D_H$ ) до нового года;  $L_2$  – продолжительность после нового года до даты ( $D_K$ );  $L$  – общая продолжительность (дни);  $t_L$  °C – средняя температура за период  $L$ .

В течение XX в. полученные характеристики претерпевают определенные изменения. Для более детального их анализа весь период наблюдений был разбит на 30-летние циклы, включая базовый, рекомендованный ВМО: 1961–1990 гг. Кроме этого, был выделен 15-летний период, приходящийся на последние годы. Полученные характеристики за различные периоды осреднения изменяются мало. Так, изменение средних дат наступления и окончания отопительного периода составляет 4 суток, изменение средней продолжительности отопительного периода составляет 7 суток. В течение трех 30-летних периодов наблюдается некоторое увеличение продолжительности отопительного периода за счет более раннего его наступления и более позднего окончания, но при этом средняя температура отопительного периода растет.

Следовательно, повышение средней годовой температуры воздуха происходит за счет повышения зимних температур, что хорошо подтверждается представленными данными. Однако в последние годы эта тенденция нарушается, происходит смещение времени наступления отопительного периода, причем весьма существенно, на 7 суток по сравнению с базовым периодом (табл. 1). Средняя температура отопительного периода при этом увеличилась на 0,5 °C, что является весьма значительным. В то же время дата окончания отопительного периода практически не изменилась.

Оценки, выполненные для г. Перми, позволяют выявить еще ряд особенностей. Длительность первой части отопительного периода практически не изменяется, соответствующий коэффициент равен –0,003 сут./100 лет (рис. 1).

Длительность второй части отопительного периода увеличивается с коэффициентом –1,8 сут./100 лет (рис. 2). Общая продолжительность отопительного периода также увеличивается в

первую очередь за счет смещения даты окончания на более позднее число (рис. 3). Коэффициент тренда в этом случае также отрицательный и составил  $-1,8$  сут./100 лет.

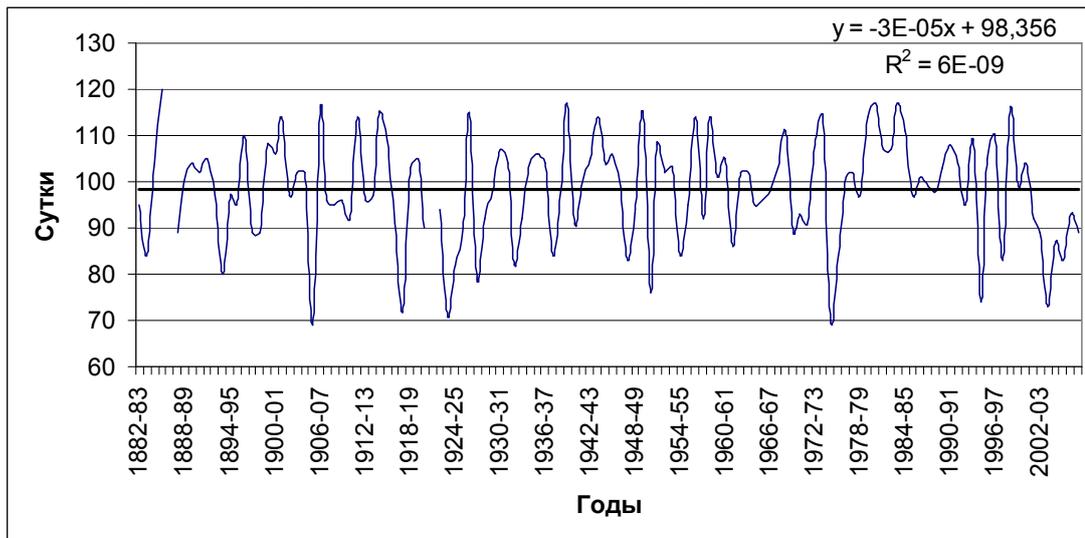


Рис. 1. Временные изменения первой части отопительного периода

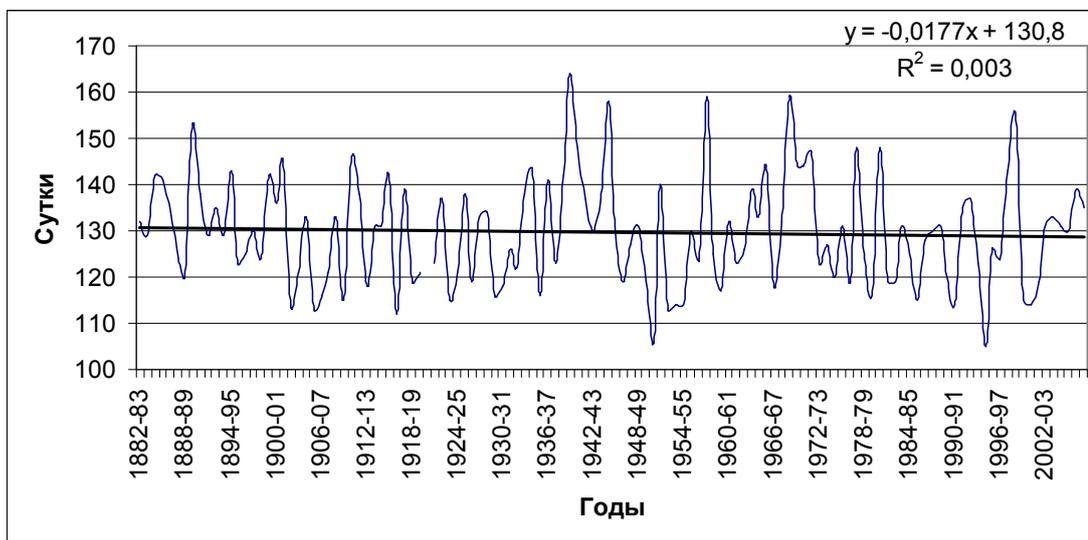


Рис. 2. Временные изменения второй части отопительного периода

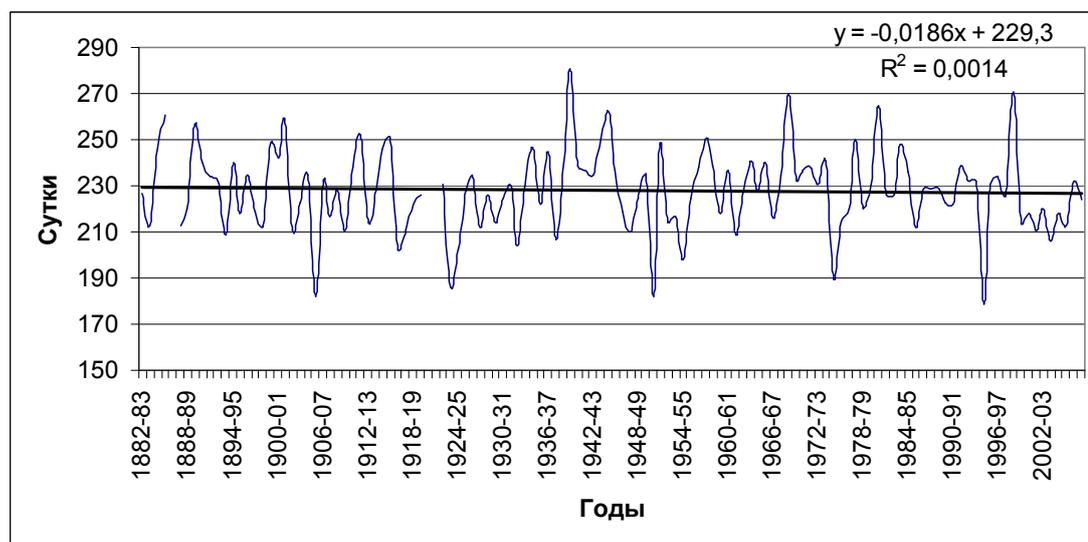


Рис. 3. Временные изменения продолжительности отопительного периода

Подобные изменения характерны для г. Перми, но не свойственны другим регионам России. Например, в Москве к концу XX в. происходит сокращение второй части (весенней) отопительного периода. Трендовые оценки климатических характеристик отопительного периода для г. Москвы проявляют себя следующим образом: вследствие потепления во время весенних месяцев продолжительность отопительного периода от начала к концу XX в. уменьшилась примерно на 17 суток – от 217 в 1901 г. до 200 суток в 2000 г. [3]. При этом происходит уменьшение общей продолжительности отопительного периода за счет сокращения второй его части. Кроме того, хорошо выражен тренд ряда средней температуры отопительного периода, которая от начала к концу XX в. возросла на 1,8 °С (или 0,18°/10 лет), что весьма существенно.

В нашем случае средняя температура отопительного периода возросла к концу XX в. на 1,6 °С (0,16°/10 лет), что несколько меньше, чем в Москве (рис. 4).

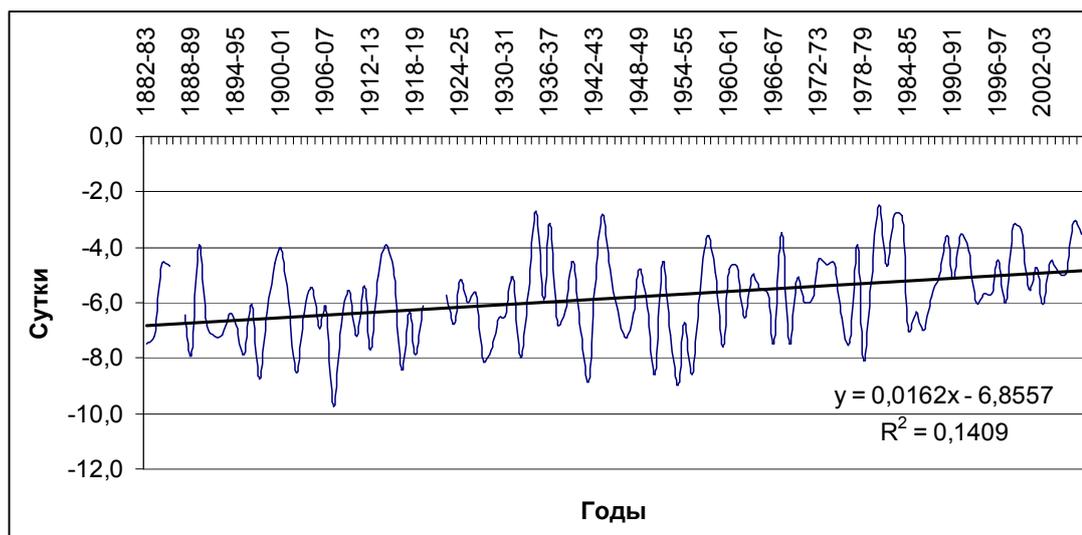


Рис. 4. Временные изменения средней температуры отопительного периода

Таким образом, глобальное повышение температуры воздуха проявляется в увеличении зимних температур, но температуры переходных сезонов (как правило осенью) меняются незначительно, что подтверждается небольшим изменением даты начала отопительного периода в течение XX в. Причем этот процесс характерен не только для Перми, но и для других регионов. Самая ранняя дата начала отопительного периода приходится на начало сентября и отличаются от соответствующей даты в Москве на 1 сутки, что может быть объяснено интенсивными вторжениями холодного воздуха, охватывающими европейскую территорию России, включая Урал.

Далее, в результате проведенных исследований было получено, что в г. Перми общая продолжительность отопительного периода незначительно увеличивается за счет смещения даты окончания периода на более позднее время. Как было отмечено, первая часть отопительного периода характеризуется нулевым трендом.

Важную роль при проектировании зданий играют вероятностные значения перечисленных характеристик отопительного периода, а также минимальных температур воздуха в течение отопительного периода. Среди них выделяют средний суточный минимум температуры ( $t_{1,мин}$ ) и средний 5-дневный минимум температуры ( $t_{5,мин}$ ). Все перечисленные характеристики приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Обеспеченность климатических характеристик отопительного периода**

P, %	Характеристики периода*							
	$D_H$	$D_K$	$L_1, \text{дни}$	$L_2, \text{дни}$	$L, \text{дни}$	$t_L, \text{°C}$	$t_{1,мин}, \text{°C}$	$t_{5,мин}, \text{°C}$
Экстремум (минимум)	03.IX	15.IV	69	105	179	-9,8	-45,7	-38,9
2/98	05.IX	20.IV	71	110	181	-8,9	-42,7	-37,2
5/95	08.IX	23.IV	75	113	188	-8,6	-40,7	-35,6
10/90	10.IX	25.IV	83	115	198	-7,9	-39	-33,4

P, %	Характеристики периода*							
	Д <sub>н</sub>	Д <sub>к</sub>	L <sub>1</sub> , дни	L <sub>2</sub> , дни	L, дни	t <sub>L</sub> , °C	t <sub>1,мин</sub> , °C	t <sub>5,мин</sub> , °C
20/80	14.IX	29.IV	89	119	208	-7,2	-36,8	-30,8
30/70	18.IX	02.V	93	122	215	-6,7	-35	-29,4
50/50	24.IX	09.V	99	129	228	-5,8	-32,6	-26,9
70/30	30.IX	15.V	105	135	240	-4,9	-30,2	-24,6
80/20	04.X	19.V	109	139	248	-4,5	-28,5	-23,4
90/10	10.X	24.V	113	144	257	-3,6	-26,4	-21,8
95/5	18.X	29.V	115	149	264	-3,1	-24,6	-20,4
98/2	22.X	08.VI	118	159	277	-2,8	-23,3	-18,1
Экстремум (максимум)	24.X	12.VI	120	164	281	-2,5	-20,6	-15,5

\* Д<sub>н</sub>, Д<sub>к</sub> – начало и конец отопительного периода; L<sub>1</sub> – продолжительность (дни) от даты (Д<sub>н</sub>) до нового года; L<sub>2</sub> – продолжительность после нового года до даты (Д<sub>к</sub>); L – общая продолжительность (дни); t<sub>L</sub> – средняя температура за период L; максимальное и минимальное значение в случае Д<sub>н</sub>, Д<sub>к</sub> трактуется в зависимости от смыслового значения – самая ранняя или самая поздняя дата.

Некоторые из представленных характеристик также указаны в СНиП 23-01-99 [2]. Однако происходящее в последнее время глобальное потепление сказывается и на вероятностных характеристиках. Сравнение этих данных позволило выявить некоторые различия (табл. 3).

Таблица 3

**Климатические параметры, используемые в практике строительства  
и эксплуатации зданий в холодный период года**

P, %	Характеристики температуры			
	t <sub>1,мин</sub> , °C		t <sub>5,мин</sub> , °C	
	СНиП 23-01-99	1882–2008 гг.	СНиП 23-01-99	1882–2008 гг.
98	-42	-42,7	-38	-37,2
92	-39	-39,6	-35	-35,0

Из таблицы видно, что минимальные суточные температуры, включая современные измерения, оказались ниже, чем приведенные в СНиП, но минимальные 5-дневные температуры с учетом современных данных оказались более высокими или равны приведенным в СНиП.

Таким образом, в результате проведенных исследований было получено, что общая продолжительность отопительного периода незначительно увеличивается за счет смещения даты окончания периода на более позднее время. Первая часть отопительного периода характеризуется нулевым трендом.

Самые ранние даты начала отопительного периода приходятся на начало сентября. Подобное отмечается и в других регионах. Например, в Москве самое раннее наступление отопительного периода также приходится на начало сентября, что может быть объяснено интенсивными вторжениями холодного воздуха, охватывающими европейскую территорию России.

Тренд средней температуры отопительного периода положительный. Наибольший рост температуры наблюдается в конце XX – начале XXI в.

**Библиографический список**

1. Конова Л.И. Критерии климатического районирования для проектирования жилища // Обзорная информация. 1984. Вып. 10. С.1–25.
2. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. М.: Стройиздат, 1999. С изменениями 2003 г.
3. Справочник эколого-климатических характеристик Москвы. Т.2: Прикладные характеристики климата, мониторинг загрязнения атмосферы, опасные явления, ожидаемые тенденции в XXI веке / под ред. А.А. Исаева. М.: МГУ. 2005. 411 с.

**V.A. Shklyayev, L.S. Shklyayeva**

**CHARACTERISTICS OF THE HEATING PERIOD IN PERM CITY  
AND THEIR TIME CHANGES**

Time changes of statistical characteristics of the heating period in Perm City are considered. It is revealed that the first part of the heating period is characterized by «zero» trend. The general duration of the heating period is extended at the expense of displacement of date of its termination for later time. The trend of average temperature of the heating period is positive; greatest growth of temperature is observed for last 15 years.

**Key words** : climate; settlement temperature; the minimum temperature; heating period; climatological processing; global warming.