

УДК 551.588.74:697.132

**Г. П. Васильев^а, А. С. Горшков^б, В. Ф. Горнов^а, М. В. Колесова^а, Т. М. Лысак^а,
В. Г. Силаева^а, П. П. Рымкевич^а, И. А. Войлоков^в, А. Н. Дмитриев^д**

^а **ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ»**

^б **Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна**

^в **Военно-космическая академия им. А. Ф. Можайского**

^д **Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет**

^д **Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова**

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ СРЕДНЕСУТОЧНЫХ И ЧАСОВЫХ ЗНАЧЕНИЙ ТЕМПЕРАТУР НАРУЖНОГО ВОЗДУХА В МОСКВЕ

Климат оказывает существенное влияние на энергопотребление и тепловые нагрузки зданий и, как следствие, на весь инженерно-энергетический комплекс. В этой связи анализ климатических изменений крайне важен для прогнозирования его функционирования и дальнейшего развития. Выполнен анализ изменения среднесуточных и часовых значений температур наружного воздуха в г. Москве за период с 1991 по 2020 гг. Показано, что за рассматриваемый тридцатилетний интервал времени наблюдается устойчивый тренд возрастания среднесуточных и часовых минимумов температур наружного воздуха. Это способствует уменьшению фактических тепловых нагрузок потребителей. При этом максимальные среднесуточные и часовые амплитуды температуры наружного воздуха в Москве устойчиво уменьшаются, что должно положительно сказаться на долговечности несущих и ограждающих конструкций, не защищенных от суточных и сезонных изменений температур наружного воздуха.

Ключевые слова: климат, климатические воздействия, температура наружного воздуха, комфортность, энергоэффективность, энергосбережение.

Введение

В работе [1] проведен анализ изменения фактических среднегодовых значений температуры наружного воздуха в Москве за период с 1821 по 2020 гг. Из полученных данных следует, что за последние 150 лет в Москве наблюдается устойчивая тенденция возрастания среднегодовой температуры воздуха в приземном слое. В исследовании авторов отмечено, что в холодный период температура наружного воздуха в Москве возрастает значительно более быстрыми темпами, чем в теплый, а наибольший прирост температур наблюдается в наиболее холодные месяцы года (декабрь, январь, февраль и март).

Среднегодовые температуры воздуха свидетельствуют о климатических изменениях и выявляют тренды, которые позволяют выстраивать долгосрочные прогнозы развития топливно-энергетического комплекса [2—5] и строительной отрасли [6—16], но практически не используются при проектировании зданий. На долговечность строительных конструкций и параметры инженерных систем значительно более существенное влияние оказывают среднесуточные и среднечасовые значения температур наружного воздуха. Например, при оценке климатических воздействий на наружные ограждающие конструкции используются среднесуточные значения температуры и амплитуды воздуха¹ (раздел 13 СП 20.133330). Определение мощности системы отопления здания осуществляется по температуре наиболее холодной пяти-

¹ СП 20.133330. Нагрузки и воздействия. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456044318?ysclid=m8703gjxnk671244446>.

дневки заданной обеспеченности² (табл. 3.1 СП 131.13330). Параметры отопительного периода (продолжительность и средняя температура воздуха) для зданий различного назначения устанавливаются по периоду со средней суточной температурой воздуха, равной и ниже восьми или десяти градусов по шкале Цельсия. Климатическое районирование строительства (табл. Б.1 СП 131.13330) разработано с учетом сочетания средних месячных температур воздуха в наиболее холодный и наиболее теплый месяцы года³.

Целью данного исследования является анализ изменения среднесуточных и часовых значений температур наружного воздуха в городе Москве за период с 1991 по 2020 гг.

Анализ среднесуточных значений температур наружного воздуха

Среднесуточные данные позволяют произвести сравнительную оценку расчетных (нормативных) и фактических (измеренных) показателей климата для рассматриваемого населенного пункта.

Экстремальные среднесуточные температуры и максимальные амплитуды температуры воздуха за рассматриваемые в исследовании годы представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

*Экстремальные значения суточной температуры воздуха в Москве
за период с 1991 по 2020 гг.*

Год	$T_{\text{СУТ.МАКС}}, ^\circ\text{C}$	Дата	$T_{\text{ГОД.СР}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{СУТ.МИН}}, ^\circ\text{C}$	Дата	$A(t_n)_{\text{СУТ}}, ^\circ\text{C}$
1991	27,8	29.06.1991	6,2	-26,5	31.01.1991	54,3
1992	24,9	05.08.1992	5,9	-20,5	15.01.1992	45,4
1993	22,4	22.07.1993	4,7	-21,1	02.01.1993	43,5
1994	23,2	07.08.1994	4,7	-23,8	12.02.1994	47,0
1995	24,3	28.05.1995	6,6	-18,4	28.12.1995	42,7
1996	28,6	11.07.1996	5,5	-24,9	26.12.1996	53,5
1997	28,3	15.06.1997	5,2	-26,2	16.12.1997	54,5
1998	28,3	15.06.1998	5,1	-21,8	15.02.1998	50,1
1999	27,0	08.07.1999	6,6	-24,2	03.02.1999	51,2
2000	24,2	30.05.2000	6,6	-19,1	26.01.2000	43,3
2001	27,5	22.07.2001	6,0	-16,3	20.02.2001	43,8
2002	26,9	22.07.2002	6,2	-23,9	08.01.2002	50,8
2003	24,3	29.07.2003	5,8	-24,8	08.01.2003	49,1
2004	23,2	21.08.2004	5,9	-17,5	20.02.2004	40,7
2005	23,4	25.05.2005	6,2	-15,9	05.02.2005	39,3
2006	25,5	25.05.2005	5,7	-29,0	05.02.2006	54,5
2007	27,1	21.08.2007	7,2	-20,9	22.02.2007	48,0
2008	25,6	17.08.2008	7,4	-16,8	07.01.2008	42,4
2009	23,8	14.07.2009	6,2	-23,7	15.12.2009	47,5
2010	30,7	29.07.2010	6,6	-22,9	26.01.2010	53,6
2011	27,6	28.07.2011	6,8	-21,6	18.02.2011	49,2
2012	26,0	07.08.2012	5,9	-23,4	13.02.2012	49,4
2013	25,2	27.06.2013	6,8	-14,0	05.03.2013	39,2
2014	26,5	02.08.2014	6,9	-20,8	30.01.2014	47,3
2015	24,3	09.08.2015	7,4	-18,5	07.01.2015	42,8
2016	26,8	07.08.2016	6,7	-17,2	11.01.2016	44,0
2017	25,5	29.07.2017	6,4	-27,3	07.01.2017	52,8
2018	25,2	28.07.2018	6,7	-17,6	27.02.2018	42,8
2019	25,4	07.06.2019	7,8	-14,5	23.01.2019	39,9
2020	25,2	17.06.2020	8,0	-10,9	08.02.2020	36,1

² СП 131.13330. Строительная климатология. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573659358?ysclid=m86ay1c0k3417857292>.

³ Там же.

График изменения максимальных среднесуточных значений температур наружного воздуха в г. Москве за рассматриваемый интервал времени продолжительностью 30 лет представлен на рис. 1, минимальных — на рис. 2, максимальных годовых амплитуд наружного воздуха (по данным суточных архивов наружного наблюдения воздуха) — на рис. 3. Среднегодовые значения остаются неизменными, поэтому отдельный график для них не строится (рис. 4).

Из данных, представленных на рис. 1, следует, что за последние 30 лет четко не прослеживается какая-либо тенденция к изменению (росту или понижению) максимальных значений среднесуточных температур наружного воздуха. Прослеживаются лишь периодические изменения максимальных значений температуры наружного воздуха, когда периоды повышения наблюдаемых максимальных температур сменяются периодами понижения. В то же время, минимальные и среднегодовые значения среднесуточных температур наружного воздуха имеют тенденцию к возрастанию (рис. 2, 4). Это приводит к тому, что амплитуды температур наружного воздуха постепенно уменьшаются (рис. 3).

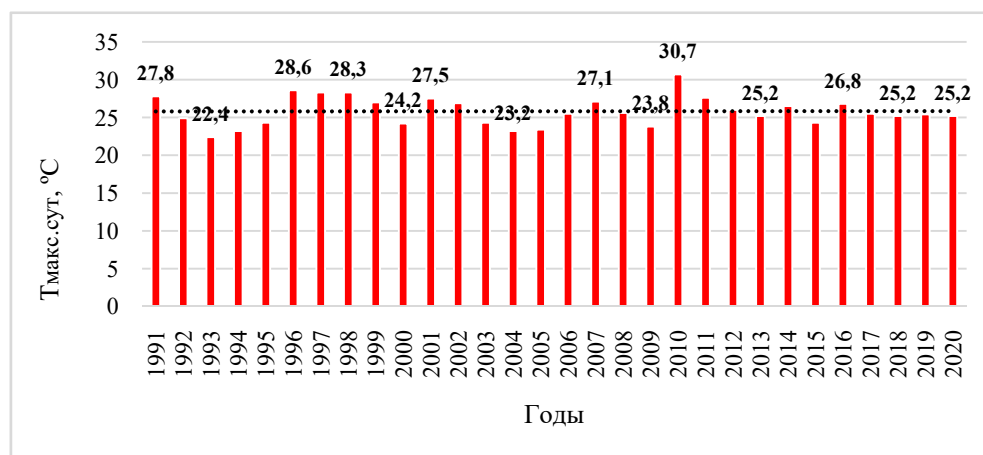


Рис. 1. Диаграмма летних суточных максимумов температуры наружного воздуха в Москве с 1991 по 2020 гг.

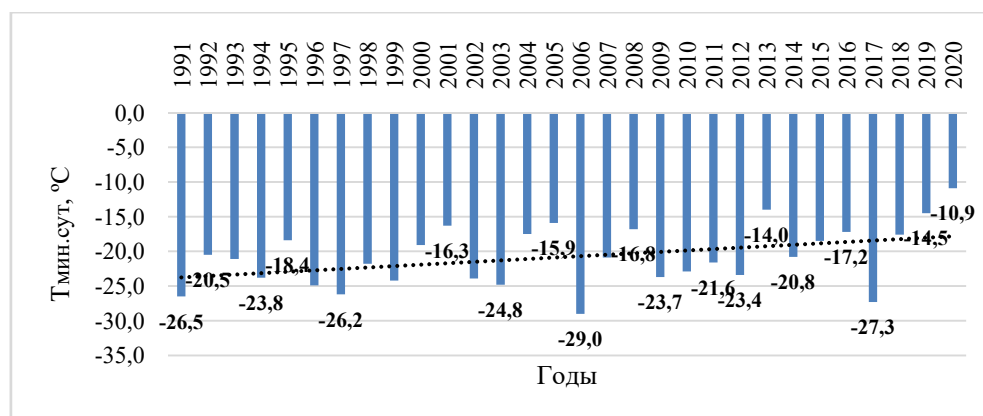


Рис. 2. Диаграмма зимних суточных минимумов температуры наружного воздуха в Москве с 1991 по 2020 гг.

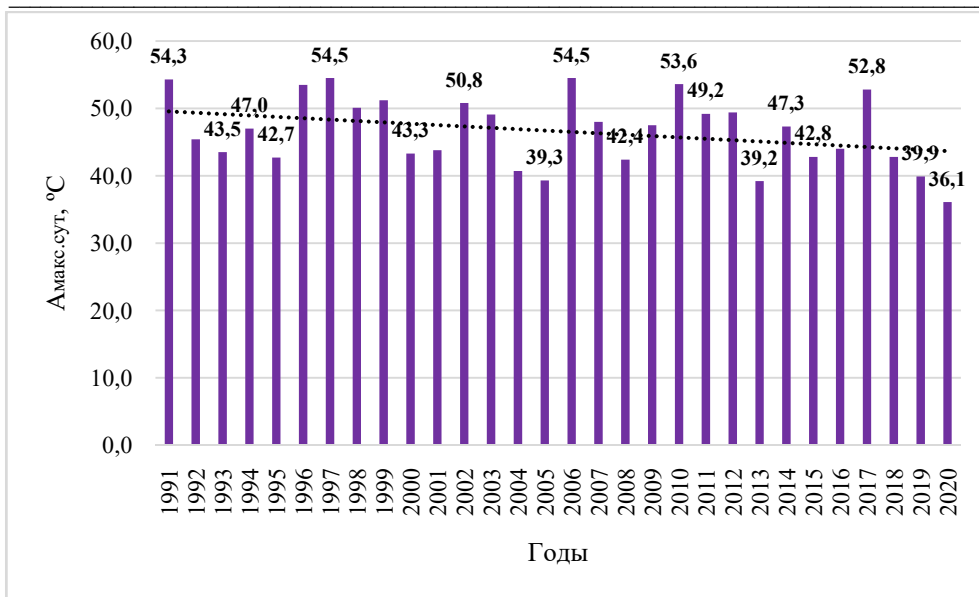


Рис. 3. Диаграмма максимальных амплитуд наружного воздуха в Москве по данным суточных архивов погоды с 1991 по 2020 гг.

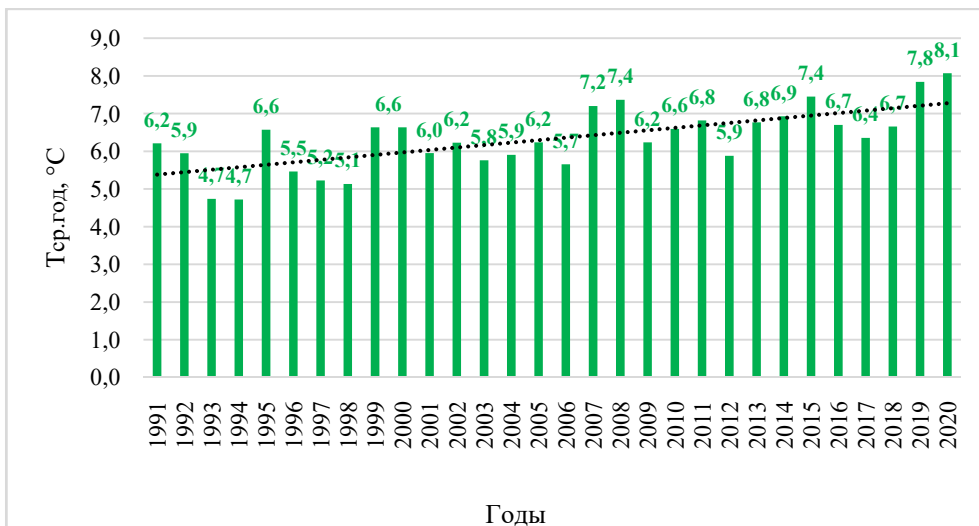


Рис. 4. Диаграмма среднегодовых температур наружного воздуха в Москве с 1991 по 2020 гг.

Анализ часовых значений температур наружного воздуха

Часовые значения температур наружного воздуха позволяют оценить температурные экстремумы и тренды их изменения со временем.

В таблице 2 приведены максимальные, минимальные и усредненные за год значения температур наружного воздуха в Москве за период с 1991 по 2020 гг. и соответствующие экстремумам амплитуды температуры воздуха $A(t_n)$, °С. Максимумы температур наружного воздуха наблюдаются в дневное время суток, как правило, в районе 12 ч дня, минимумы — в ночное время.

Таблица 2

Экстремальные и усредненные за год значения часовых температур наружного воздуха в Москве за период с 1991 по 2020 гг.

Год	$T_{\text{час.макс}}, ^\circ\text{C}$	Дата	$T_{\text{год.ср}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{час.мин}}, ^\circ\text{C}$	Дата	$A(t_n)_{\text{час}}, ^\circ\text{C}$
1991	32,8	29.06.1991	6,2	-29,6	31.01.1991	62,4
1992	31,4	05.08.1992	5,9	-24,2	15.01.1992	55,6
1993	27,3	22.07.1993	4,7	-24,3	02.01.1993	51,6
1994	28,8	07.08.1994	4,7	-27,2	12.02.1994	56,0
1995	30,7	28.05.1995	6,6	-22,1	28.12.1995	52,8
1996	35,0	11.07.1996	5,5	-26,2	26.12.1996	61,2
1997	33,5	15.06.1997	5,2	-28,6	16.12.1997	62,1
1998	33,5	15.06.1998	5,1	-25,2	15.02.1998	58,7
1999	33,2	08.07.1999	6,6	-26,6	03.02.1999	59,8
2000	29,6	30.05.2000	6,6	-20,3	26.01.2000	49,9
2001	32,7	22.07.2001	6,0	-21,2	20.02.2001	53,9
2002	32,1	22.07.2002	6,2	-26,7	08.01.2002	58,8
2003	29,7	29.07.2003	5,8	-26,4	08.01.2003	56,1
2004	29,1	21.08.2004	5,9	-21,6	20.02.2004	50,7
2005	30,5	25.05.2005	6,2	-21,3	05.02.2005	51,8
2006	30,8	12.07.2006	5,7	-30,5	19.01.2006	61,3
2007	33,0	21.08.2007	7,2	-22,8	22.02.2007	55,8
2008	31,7	17.08.2008	7,4	-18,2	07.01.2008	49,9
2009	28,6	14.07.2009	6,2	-25,9	15.12.2009	54,5
2010	37,8	29.07.2010	6,6	-25,9	26.01.2010	63,7
2011	32,9	28.07.2011	6,8	-25,7	18.02.2011	58,6
2012	32,0	07.08.2012	5,9	-28,3	13.02.2012	60,3
2013	31,4	27.06.2013	6,8	-19,0	05.03.2013	50,4
2014	32,9	02.08.2014	6,9	-25,3	30.01.2014	58,2
2015	30,0	09.08.2015	7,4	-20,2	07.01.2015	50,2
2016	33,4	07.08.2016	6,7	-20,0	11.01.2016	53,4
2017	31,5	29.07.2017	6,4	-29,9	07.01.2017	61,4
2018	29,9	28.07.2018	6,7	-21,1	27.02.2018	51,0
2019	30,6	07.06.2019	7,8	-19,4	23.01.2019	50,0
2020	30,6	17.06.2020	8,0	-14,6	08.02.2020	45,2

График изменения максимальных часовых значений температур наружного воздуха в Москве за рассматриваемый промежуток времени продолжительностью 30 лет представлен на рис. 5, минимумов — на рис. 6, их разницы — на рис. 7. Среднегодовые значения при этом остаются неизменными (см. рис. 4).

Из данных, представленных на рис. 5, следует, что за последние 30 лет четко не прослеживается какая-либо тенденция к изменению (росту или понижению) максимальных часовых значений температур наружного воздуха. Прослеживаются лишь периодические изменения максимальных значений температуры наружного воздуха, когда периоды повышения наблюдаемых максимальных температур сменяются периодами понижения. В то же время минимальные часовые значения температур наружного воздуха имеют устойчивую тенденцию к возрастанию (см. рис. 4, 6). Соответственно это приводит к тому, что постепенно уменьшаются часовые амплитуды температур наружного воздуха (рис. 7), показывающие разницу между максимальным и минимальным часовыми значениями температуры наружного воздуха. То есть, наблюдаются те же тенденции, которые характерны для суточных экстремумов (рис. 3).

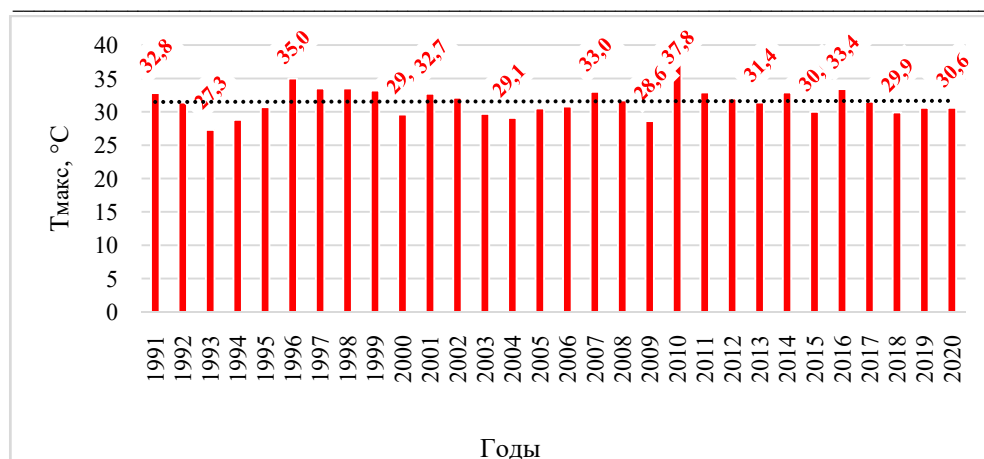


Рис. 5. Диаграмма летних часовых максимумов температуры наружного воздуха в Москве с 1991 по 2020 гг.

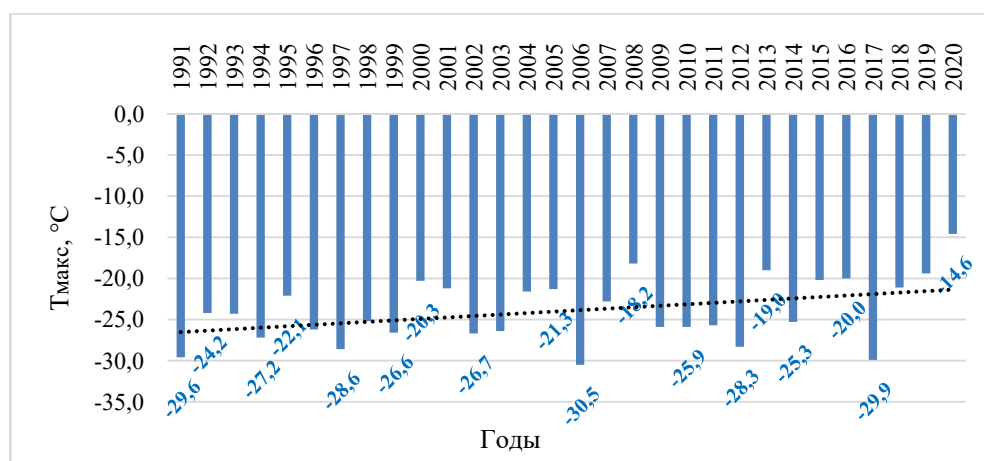


Рис. 6. Диаграмма зимних часовых минимумов температуры наружного воздуха в Москве с 1991 по 2020 гг.

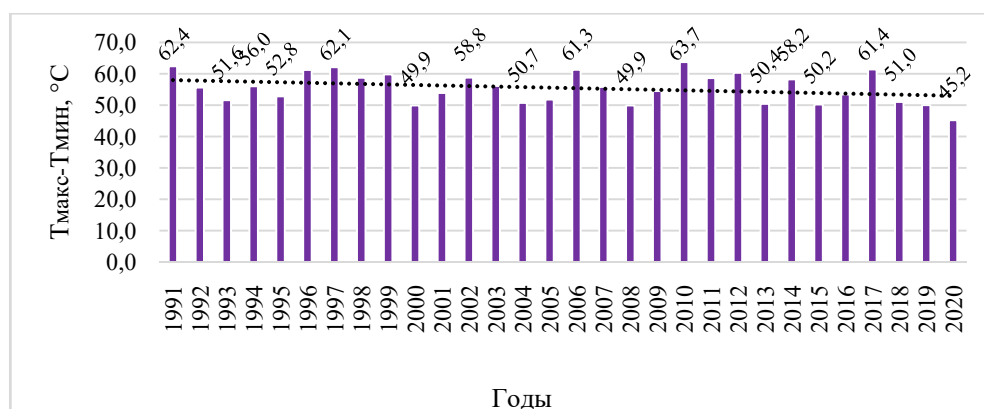


Рис. 7. Диаграмма максимальных годовых амплитуд температуры наружного воздуха в Москве по данным часовых архивов погоды с 1991 по 2020 гг.

Результаты и их обсуждение

Из данных, приведенных на рис. 1 и 5, видно, что в теплый период года суточные и часовые максимумы температуры воздуха в Москве остаются практически неизменными. В холодный период года суточные и часовые минимумы температуры воздуха устойчиво возрастают (см. рис. 2, 6), что согласуется с результатами исследований [17—19]. Это обстоятельство отражается на наблюдаемых изменениях среднегодовой температуры воздуха в Москве, которая также демонстрирует восходящий тренд (см. рис. 4) с некоторыми нерегулярными отклонениями выше или ниже линии тренда.

Интерес представляет сравнение экстремумов (максимумов и минимумов) температур наружного воздуха за рассматриваемый тридцатилетний период при сопоставлении часовых и среднесуточных значений. Эти данные приведены на рис. 8. и показывают, что максимальные суточные амплитуды температур наружного воздуха примерно на 9 °C меньше максимальных часовых амплитуд. Однако тренды, полученные по данным суточных архивов погоды, повторяют тренды, выявленные по результатам анализа часовых архивов. В холодное время года температура воздуха возрастает, в теплый — остается практически неизменной.

Рост суточных и часовых минимумов температуры воздуха в Москве должен отразиться на уменьшении фактических тепловых нагрузок потребителей тепловой энергии, как это наблюдается в других городах России [20—22].

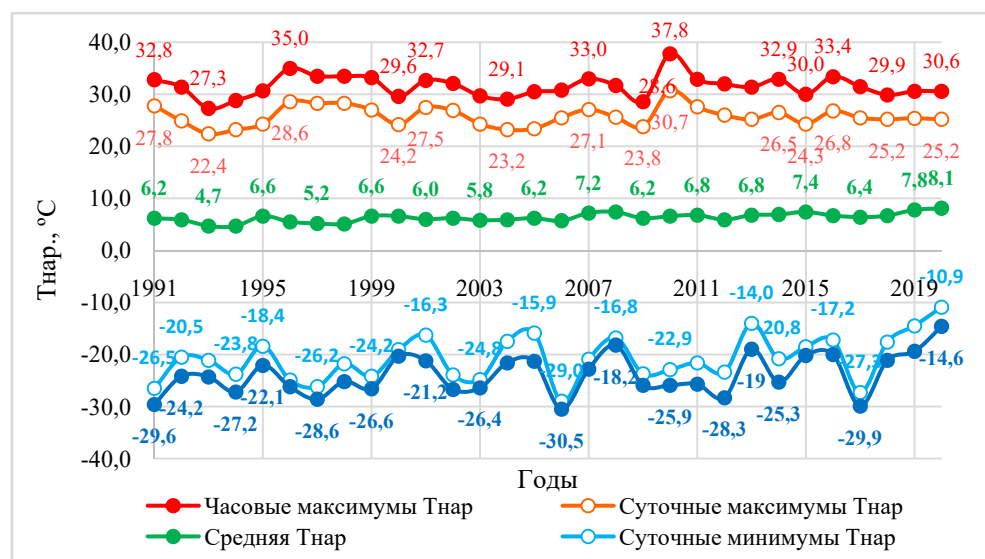


Рис. 8. Сравнительный анализ экстремумов температуры наружного воздуха по данным часовых и суточных архивов погоды в Москве с 1991 по 2020 гг.

Выводы

Выполненный в работе анализ изменений за период с 1991 по 2020 гг. летних максимумов и зимних минимумов среднесуточных и часовых значений температуры воздуха в Москве позволяет сформулировать следующие основные выводы:

1. Устойчивые тренды повышения или уменьшения среднесуточных и часовых максимумов температуры воздуха за рассматриваемый тридцатилетний интервал времени не выявлены.

2. За рассматриваемый интервал времени наблюдается устойчивый тренд возрастания среднесуточных и часовых минимумов температур наружного воздуха в Москве, что должно отразиться на уменьшении фактических тепловых нагрузок потребителей.

3. Максимальные среднесуточные и часовые амплитуды температуры наружного воздуха в Москве устойчиво уменьшаются, что должно положительно отразиться на долговечности несущих и ограждающих конструкций, не защищенных от суточных и сезонных изменений температур наружного воздуха.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анализ изменения температур наружного воздуха в Москве / Г. П. Васильев, А. С. Горшков, Т. М. Лысак, В. Ф. Горнов, М. В. Колесова, В. Г. Силаева, И. А. Войлоков, А. Н. Дмитриев, П. П. Рымкевич // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2025. Вып. 1(98). С. 384—395. DOI: 10.35211/18154360_2025_1_384.
2. *Mil'kov D. A., Yuferev Yu. V., Tyutyunnikov A. I., Gorshkov A. S.* Climate Change and Its Influence on the Energy Engineering Complex (Taking St. Petersburg as an Example) // Thermal Engineering. 2023. Vol. 70. Iss. 3. Pp. 236—244. DOI 10.1134/s0040601523030047.
3. *Клименко В. В., Клименко А. В., Терешин А. Г., Микушина О. В.* Изменение параметров отопительного периода на европейской территории России в результате глобального потепления // Известия РАН. Серия: Энергетика. 2002. № 2. С. 10—27.
4. *Клименко В. В., Клименко А. В., Терешин А. Г.* Энергетика и климат на рубеже веков: прогнозы и реальность // Теплоэнергетика. 2001. № 10. С. 61—66.
5. *Клименко В. В., Клименко А. В., Терешин А. Г., Федотова Е. В.* Климатические экстремумы — новый вызов для российских энергосистем // Теплоэнергетика. 2021. № 3. С. 3—17. DOI: 10.1134/S004036362103005X.
6. *Хлебникова Е. И., Дацюк Т. А., Салль И. А.* Воздействие изменений климата на строительство, наземный транспорт, топливно-энергетический комплекс // Труды Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова. 2014. № 574. С. 125—178.
7. *Порфирьев Б. Н., Хлебникова Е. И.* Строительство в условиях изменений климата в Арктике: риски и возможности их снижения // Экономика строительства. 2015. № 6(36). С. 4—15.
8. *Якубович А. Н., Якубович И. А.* Влияние прогнозируемых климатических изменений на дорожную сеть в криолитозоне России // Наука и техника в дорожной отрасли. 2019. № 1(87). С. 25—28.
9. *Куприянов В. Н., Иванцов А. И.* К вопросу о долговечности многослойных ограждающих конструкций // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2011. № 3(17). С. 63—76.
10. *Перехоженцев А. Г., Груздо И. Ю.* Влияние климатических воздействий на температурно-влажностное состояние поверхностных слоев многослойных наружных ограждающих конструкций зданий // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 4-2(46). С. 143—149. DOI: 10.18454/IRJ.2016.46.017.
11. *Горшков А. С., Кнатко М. В., Рымкевич П. П.* Лабораторные и натурные исследования долговечности (эксплуатационного срока службы) стеновой конструкции из автоклавного газобетона с облицовочным слоем из силикатного кирпича // Инженерно-строительный журнал. 2009. № 8(10). С. 20—26.
12. *Горшков А. С.* Модель физического износа строительных конструкций // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2014. № 12(191). С. 34—37.
13. *Vatin N., Gorshkov A., Rymkevich P.* Nonstationary thermal conduction through the building envelope // Applied Mechanics and Materials. 2014. Vol. 670-671. Pp. 365—369. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.670-671.365.

14. Орлович Р. Б., Горшков А. С., Деркач В. Н. Причины повреждений каменной кладки после реставрации // Строительство и реконструкция. 2022. № 1(99). С. 48—58. DOI 10.33979/2073-7416-2022-99-1-48-58.
15. Горшков А. С., Попов Д. Ю., Глумов А. В. Конструктивное исполнение вентилируемого фасада повышенной надежности // Инженерно-строительный журнал. 2010. № 8(18). С. 5—8.
16. Vatin N., Gorshkov A., Nemova D., Tarasova D. Energy efficiency of facades at major repairs of buildings // Applied Mechanics and Materials. 2014. Vol. 633-634. Pp. 991—996. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.633-634.991.
17. Gorshkov A. S., Vatin N. I., Rymkevich P. P. Climate change and the thermal island effect in the million-plus city // Construction of Unique Buildings and Structures. 2020. No. 4(89), Pp. 8902. DOI: 10.18720/CUBS.89.2.
18. Горшков А. С., Ватин Н. И., Рымкевич П. П. Влияние антропогенных факторов на тепловое загрязнение городской среды // Энергосбережение. 2020. № 7. С. 46—51.
19. Korniyenko S. V., Dikareva E. A. Optical Remote Sensing for Urban Heat Islands Identification // Construction of Unique Buildings and Structures. 2022. No. 6(104). Pp. 10404. DOI: 10.4123/CUBS.104.4.
20. Gorshkov A. S., Yuferev Y. V., Kabanov M. S. Analysis of Thermal Loads and Specific Consumption of Thermal Energy in Apartment Buildings // Thermal Engineering. 2021. Vol. 68. Iss. 8. Pp. 654—661. DOI 10.1134/S0040601521050050.
21. Юфеев Ю. В., Артамонова И. В., Горшков А. С. Об анализе тепловых нагрузок потребителей при разработке и актуализации схем теплоснабжения // Новости теплоснабжения. 2017. № 8. С. 32.
22. Аверьянов В. К., Тютюников А. И., Богданов К. В., Горшков А. С. Методология коррекции существующих графиков регулирования отпуска тепловой энергии // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2024. № 3. С. 52—57.

© Васильев Г. П., Горшков А. С., Горнов В. Ф., Колесова М. В., Лысак Т. М., Силаева В. Г., Рымкевич П. П., Войлоков И. А., Дмитриев А. Н., 2025

Поступила в редакцию
в декабре 2024 г.

Ссылка для цитирования:

Ретроспективный анализ среднесуточных и часовых значений температур наружного воздуха в Москве / Г. П. Васильев, А. С. Горшков, В. Ф. Горнов, М. В. Колесова, Т. М. Лысак, В. Г. Силаева, П. П. Рымкевич, И. А. Войлоков, А. Н. Дмитриев // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2025. Вып. 1(98). С. 396—406. DOI: 10.35211/18154360_2025_1_396.

Об авторах:

Васильев Григорий Петрович — д-р техн. наук, научный руководитель, ОАО «ИНСОЛАРИНВЕСТ». Российская Федерация, 121433, г. Москва, ул. Большая Филевская, 32-3; GPVassiliev@mail.ru

Горшков Александр Сергеевич — д-р техн. наук, Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна. Российская Федерация, 191186, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 18; alsgor@yandex.ru

Горнов Виктор Федорович — директор проектного отделения, ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ». Российская Федерация, 121433, Москва, Большая Филевская, 32-3; insolar-invest@yandex.ru

Колесова Марина Владимировна — начальник отдела экологии, ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ». Российская Федерация, 121433, Москва, Большая Филевская, 32-3; eco-insolar@mail.ru

Лысак Татьяна Михайловна — канд. физ.-мат. наук, доц., старший научный сотрудник, ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ». Российская Федерация, 121433, Москва, Большая Филевская, 32-3; lysak@cs.msu.su

Силаева Виктория Григорьевна — главный архитектор проекта, ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ». Российская Федерация, 121433, Москва, Большая Филевская, 32-3; vikavealis@yandex.ru

Рымкевич Павел Павлович — д-р техн. наук, проф., Военно-космическая академия им. А. Ф. Можайского. Российская Федерация, 197198, г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13

Войлоков Илья Анатольевич — канд. техн. наук, доц., Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. Российская Федерация, 190005, Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, 4; voilokov@mail.ru

Дмитриев Александр Николаевич — д-р техн. наук, проф., Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова. Российская Федерация, 115054, г. Москва, Стремянный переулок, 36; alexander.dmitriev@inbox.ru

Gregory P. Vasilyev^a, Alexander S. Gorshkov^b, Victor F. Gornov^a, Marina V. Kolesova^a, Tatiana M. Lysak^a, Victoria G. Silaeva^a, Pavel P. Rymkevich^c, Ilya A. Voilokov^d, Alexander N. Dmitriev^e

^a JSC "INSOLAR-INVEST"

^b Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design

^c Military Space Academy named after A. F. Mozhaisky

^d Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

^e Plekhanov Russian University of Economics

A RETROSPECTIVE ANALYSIS OF THE AVERAGE DAILY AND HOURLY OUTDOOR TEMPERATURES IN MOSCOW

Climate has a significant impact on energy consumption and thermal loads of buildings and, as a consequence, on the entire engineering and energy complex. In this regard, the analysis of climate change is extremely important for predicting its functioning and further development. The analysis of changes in average daily and hourly values of outdoor air temperatures in Moscow for the period from 1991 to 2020 was performed. It is shown that over the thirty-year period under consideration, there is a stable trend of increasing average daily and hourly minimum outdoor air temperatures. This helps to reduce the actual thermal loads of consumers. At the same time, the maximum average daily and hourly amplitudes of outdoor air temperature in Moscow are steadily decreasing, which should have a positive effect on the durability of load-bearing and enclosing structures that are not protected from daily and seasonal changes in outdoor air temperatures.

Key words: climate, climate impacts, outdoor temperature, comfort, energy efficiency, energy conservation.

For citation:

Vasilyev G. P., Gorshkov A. S., Gornov V. F., Kolesova M. V., Lysak T. M., Silaeva V. G., Rymkevich P. P., Voilokov I. A., Dmitriev A. N. [A retrospective analysis of the average daily and hourly outdoor temperatures in Moscow]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2025, iss. 1, pp. 396—406. DOI: 10.35211/18154360_2025_1_396.

About authors:

Gregory P. Vasilyev — Doctor of Engineering Sciences, Scientific Director, JSC "INSOLAR-INVEST". 32-3, B. Filevskaya st., Moscow, 121433, Russian Federation; GPVassiliev@mail.ru

Alexander S. Gorshkov — Doctor of Engineering Sciences, Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design. 18, B. Morskaya st., Saint Petersburg, 1911862, Russian Federation; alsgor@yandex.ru

Victor F. Gornov — Director of the Project Department, JSC "INSOLAR-INVEST". 32-3, B. Filevskaya st., Moscow, 121433, Russian Federation; insolar-invest@yandex.ru

Marina V. Kolesova — Head of the Environmental Protection Department, JSC "INSOLAR-INVEST". 32-3, B. Filevskaya st., Moscow, 121433, Russian Federation; eco-insolar@mail.ru

Tatiana M. Lysak — Candidate of Physics and Mathematics, Docent, JSC "INSOLAR-INVEST". 32-3, B. Filevskaya st., Moscow, 121433, Russian Federation; lysak@cs.msu.su

Victoria G. Silaeva — Chief Architect of the project, JSC "INSOLAR-INVEST". 32-3, B. Filevskaya st., Moscow, 121433, Russian Federation; vikavealis@yandex.ru

Pavel P. Rymkevich — Doctor of Engineering Sciences, Professor, Military Space Academy named after A. F. Mozhaisky. 13, Zhdanovskaya st., Saint Petersburg, 197198, Russian Federation

Ilya A. Voilokov — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering. 4, 2nd Krasnoarmeyskaya st., Saint Petersburg, 1900052, Russian Federation; voilokov@mail.ru

Alexander N. Dmitriev — Doctor of Engineering Sciences, Professor, Plekhanov Russian University of Economics. 36, Stremyanny lane, Moscow, 115054, Russian Federation; alexander.dmitriev@inbox.ru