

УДК 699.83, 551.583

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

^а **ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ»**

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

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

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

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

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР НАРУЖНОГО ВОЗДУХА В МОСКВЕ

Статья содержит результаты выполненных ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ» исследований в рамках НИР Департамента градостроительной политики г. Москвы «Проведение исследований по оценке последствий изменения климатических воздействий на здания, сооружения, строительные конструкции и материалы и создание актуализированной базы данных климатологического обеспечения московского строительства, в том числе в рамках реализации Программы реновации жилищного фонда города Москвы», а также выполняемых ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ» исследований в рамках НИР Федерального автономного учреждения «Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве» (ФАУ ФЦС) «Проведение научно-исследовательской работы по разработке цифрового формата представления климатологических данных в СП 131.13330.2020. СНиП 23-01—99* Строительная климатология».

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

Введение

Температура наружного воздуха оказывает заметное влияние на энергопотребление зданий. В холодный период года для поддержания комфортных параметров микроклимата в отапливаемых помещениях и компенсации потерь тепловой энергии требуется подача заданного количества тепловой энергии в систему отопления здания, и чем больше разница температур внутреннего и наружного воздуха, тем выше оказывается потребность зданий в тепловой энергии. Наоборот, в теплый период года может потребоваться отвод от зданий излишек теплоты, приводящих к нарушению комфортных параметров микроклимата. В обоих случаях требуются значительные затраты энергетических ресурсов.

В последние годы большое внимание уделяется вопросам теплового загрязнения городской среды. Города, обеспечивая жизнеспособность своей среды, выделяют в атмосферу огромное количество тепловой энергии и превращаются, таким образом, в крупные острова тепла [1—5].

Превышение температуры воздуха над урбанизированными территориями по сравнению с пригородными территориями (так называемые тепловые острова) зафиксировано во многих городах мира [6—14]. Результаты сравнительных исследований показывают, что над урбанизированными территориями величина среднего повышения температуры воздуха может составлять 2...5 °С, достигая на пике 10 °С. Повышенные температуры окружающей среды приводят к росту потребления энергии для целей охлаждения помещений, пиковой

потребности в электроэнергии, оказывают серьезное влияние на смертность и заболеваемость жителей крупных городских агломераций, качество городской среды и комфортные условия проживания.

Цель настоящего исследования состоит в оценке изменений температур наружного воздуха в городе Москве в период с 1780 по 2020 гг.

Изменение температур наружного воздуха оказывает влияние на топливно-энергетический комплекс городов [15—19], строительную отрасль [20], дорожные покрытия [21], долговечность наружных ограждающих конструкций зданий [22—29]. В этой связи задачи настоящего исследования являются значимыми и актуальными.

Задачами исследования являются анализ и результаты сопоставления данных о климате Москвы, а также динамика изменения температуры наружного воздуха в Москве за последние 200 лет. Для этого использованы данные, полученные из открытого источника¹. Информация о погоде получена с метеорологической станции Москвы. Современное местоположение метеостанции: широта 55,83, долгота 37,62, высота над уровнем моря — 156 м.

Методы исследования

Объектом исследования является климат г. Москвы. Москва является крупным мегаполисом с численностью населения, превышающей 13 млн чел.

Динамика изменения среднегодовой температуры наружного воздуха в Москве по данным наблюдений с 1780 по 2020 гг., а также линейная аппроксимация полученного массива данных представлены на рис. 1.

Из данных, представленных на рис. 1, прослеживается возрастающий тренд изменения среднегодовой температуры наружного воздуха. За рассматриваемый двухсотпятидесятилетний период максимальная среднегодовая температура наружного воздуха в Москве зафиксирована в 2020 г. и составила +8,0°C. Минимальное значение среднегодовой температуры наружного воздуха зафиксировано в 1862 г. (+1,2 °C).

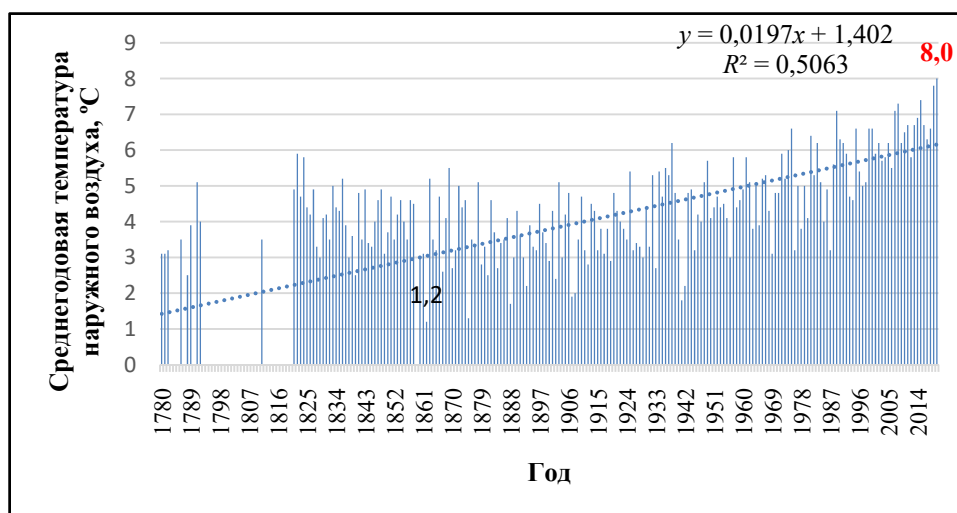


Рис. 1. Динамика изменения среднегодовых температур наружного воздуха в Москве с 1780 по 2020 гг.

¹ Погода и климат. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru>.

Пропуски значений в отдельные годы на рис. 1 обусловлены полным или частичным отсутствием исходных данных (значений среднемесячных температур наружного воздуха). В частности, для 1784, 1787, 1790, 1793—1809, 1813—1819, 1859 гг. данные отсутствуют по всем месяцам, в 1783, 1785, 1810, 1812, 1820 гг. данные отсутствуют по нескольким месяцам года. Вне зависимости от количества пропущенных месяцев в году указанные периоды исключены из анализа.

Аналогичные тренды наблюдаются при анализе среднемесячных температур наружного воздуха за рассматриваемый многолетний промежуток времени, при этом более интенсивно температуры наружного воздуха возрастают в наиболее холодные месяцы года (с декабря по март).

Следует отметить, что при анализе годовых изменений температур наружного воздуха и аппроксимирующих рассматриваемые массивы данных линий тренда, коэффициент детерминации (R^2), характеризующий меру разброса случайной величины относительно ее математического ожидания, оказывается достаточно низким (около 0,5). В этой связи более показательным представляется анализ более длительных временных интервалов (25 и 50 лет) [30].

Для исключения массива отсутствующих данных период рассмотрения принят с 1821 по 2020 гг. На рисунке 2 показана диаграмма изменения среднегодовой температуры наружного воздуха, усредненная за пятидесятилетние интервалы. Из представленных на рис. 2 данных следует, что наиболее низкие температуры наружного воздуха в Москве наблюдались в период с 1871 по 1920 гг.

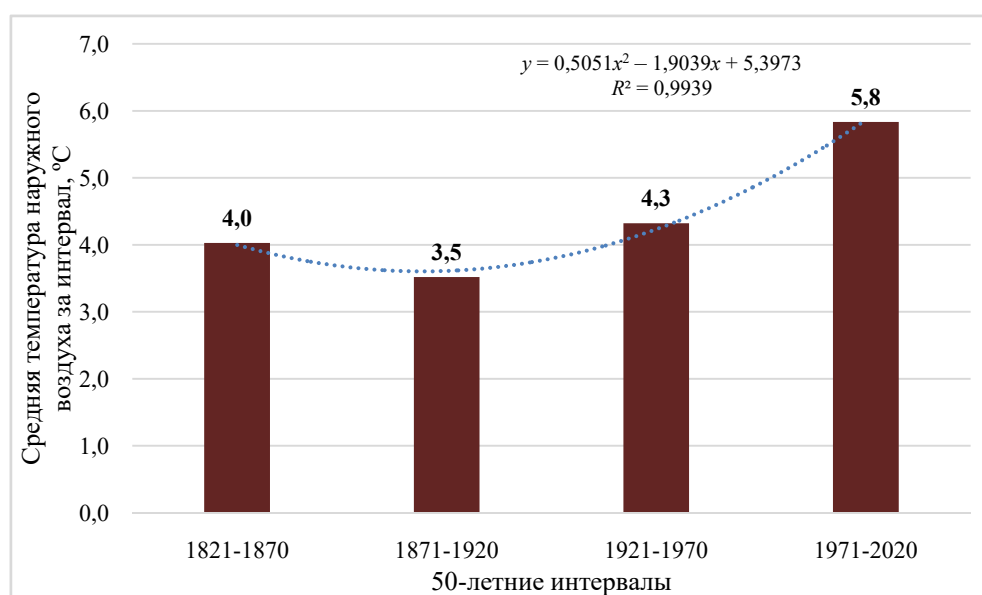


Рис. 2. Изменение среднегодовой температуры наружного воздуха с дифференциацией массива данных на пятидесятилетние интервалы

Двадцатипятилетние интервалы (рис. 3) более точно локализируют минимальные значения температур наружного воздуха в период с 1871 по 1895 гг. Из данных, приведенных на рис. 3, следует, что после 1895 г. наблюдается

постепенный рост средних температур наружного воздуха, при этом в последние 25 лет этот тренд резко возрастает, — на +1,1 °С по сравнению с предыдущим двадцатипятилетним интервалом.

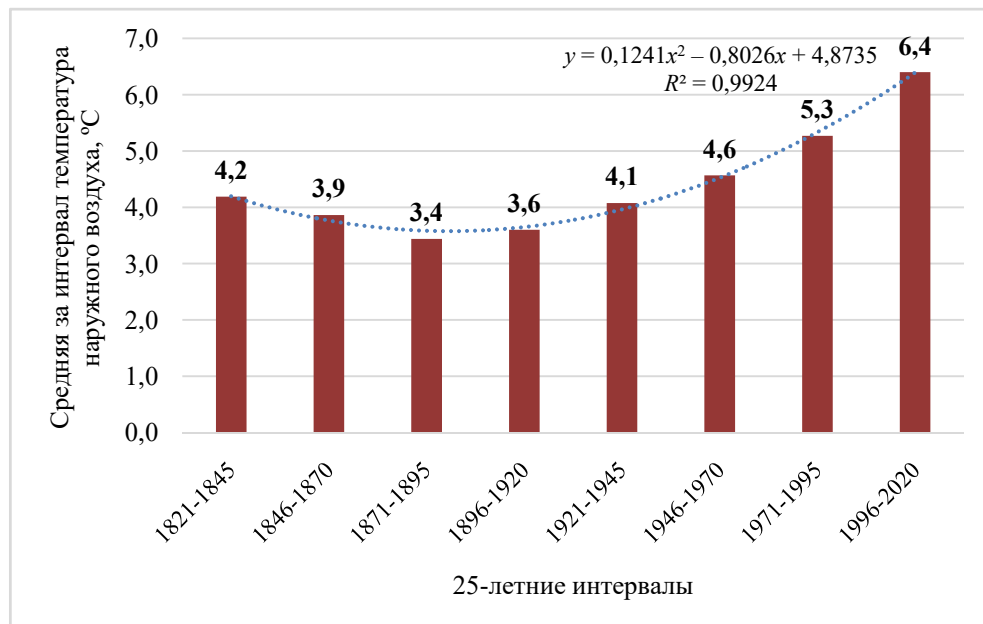


Рис. 3. Изменение среднегодовой температуры наружного воздуха с дифференциацией массива данных на двадцатипятилетние интервалы

Из сопоставления данных, представленных на рис. 2, 3, следует, что полученным массивам наиболее полно соответствует полиномиальная аппроксимация 2-й степени с меняющейся монотонностью линии тренда.

Показанные выше тренды очень хорошо коррелируют с данными, полученными для других городов РФ, в частности, Санкт-Петербурга [3, 14].

Интерес представляет также анализ изменения температур наружного воздуха соответственно в теплый и холодный периоды года [31]. На рисунках 4, 5 представлены графики изменения среднегодовых температур наружного воздуха, усредненные соответственно по 50-летним и 25-летним интервалам для теплого периода года (май — сентябрь), когда выработка в городе тепловой и электрической энергии значительно сокращается. На рисунках 6, 7 — то же для холодного периода года (октябрь — апрель).

Из представленных на рис. 4—7 данных следует, что минимальные значения среднегодовой температуры наружного воздуха, как в теплый, так и в холодный периоды года, наблюдались в Москве в период с 1871 по 1920 гг. Затем стал наблюдаться устойчивый тренд на повышение среднегодовой температуры наружного воздуха, наиболее интенсивный в последние 50 лет.

Сравнительный анализ данных, представленных на рис. 2, 4, 6 (пятидесятилетние интервалы), показывает, что за последние 50 лет среднегодовой прирост температуры наружного воздуха составил +1,5 °С, при этом в теплый период года прирост составил +0,6 °С, в холодный +2,2 °С. Таким обра-

зом, в холодный период года наблюдается значительно более интенсивный (примерно в 4 раза) темп повышения температур наружного воздуха.

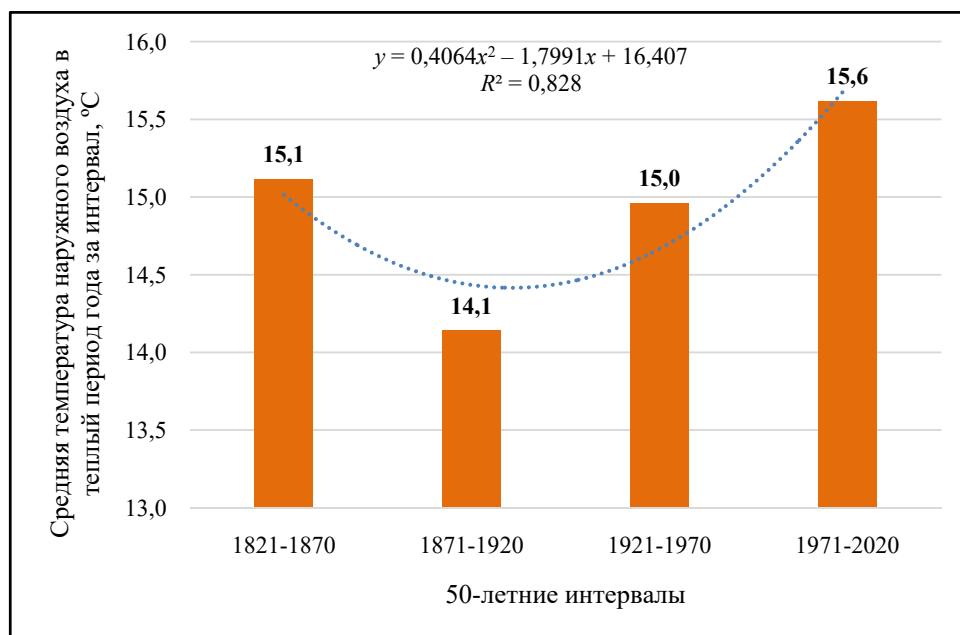


Рис. 4. Изменение среднегодовой температуры воздуха в теплый период года с распределением данных на пятидесятилетние интервалы

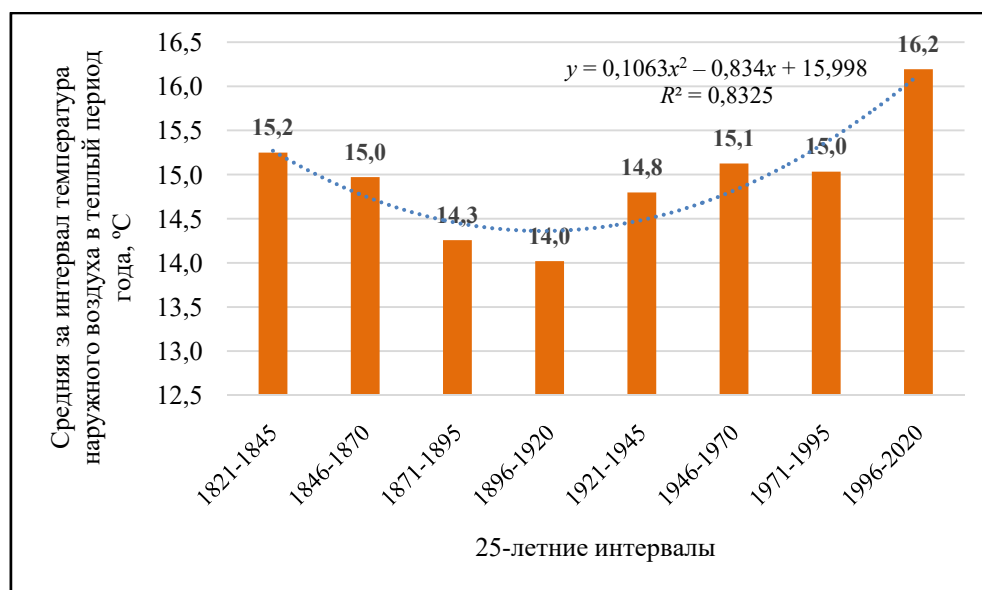


Рис. 5. Изменение среднегодовой температуры воздуха в теплый период года с распределением данных на двадцатипятилетние интервалы

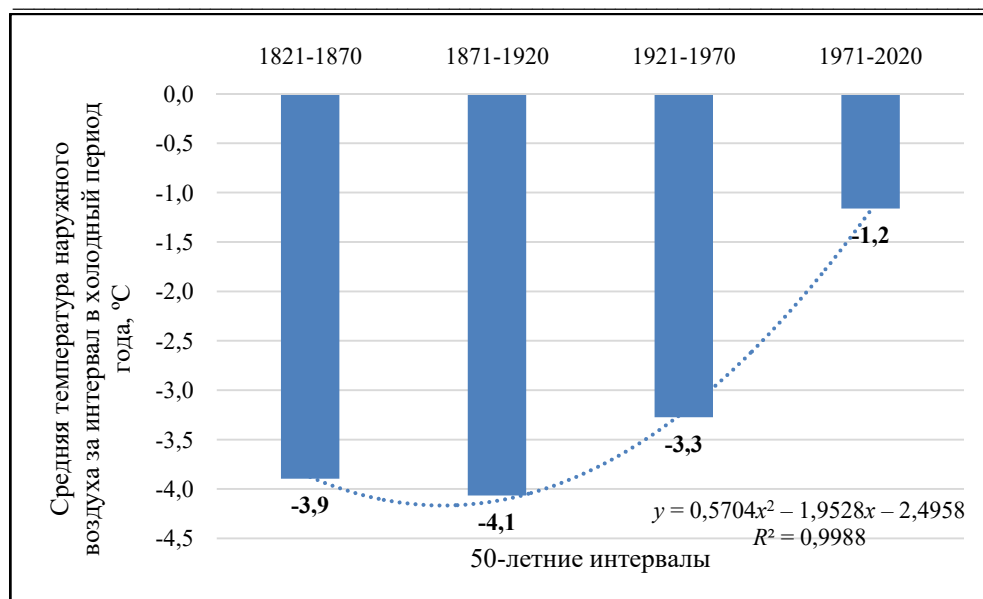


Рис. 6. Изменение среднегодовой температуры воздуха в холодный период года с распределением данных на пятидесятилетние интервалы

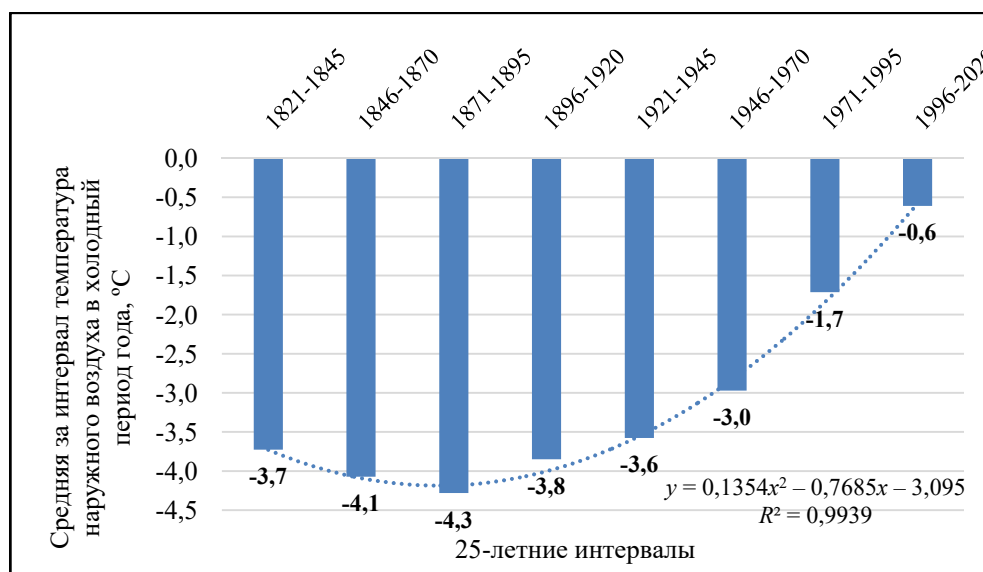


Рис. 7. Изменение среднегодовой температуры воздуха в холодный период года с распределением данных на двадцатипятилетние интервалы

Линия тренда изменения температуры наружного воздуха в холодный период года совпадает с линией тренда, наблюдаемой в теплый период года, когда среднегодовая температура наружного воздуха сначала монотонно убывает, достигает некоторых минимальных значений, а затем меняет свою монотонность.

Двадцатипятилетние интервалы в целом подтверждают закономерности, выявленные при анализе пятидесятилетних интервалов, но несколько их детализируют.

Результаты и обсуждение

Анализ изменения среднемесячных температур наружного воздуха за период с 1821 по 2020 гг., усредненных по временным интервалам длительностью по 50 лет, представлен в таблице.

Из представленных данных следует, что за последние 50 лет максимальные приросты температур наружного воздуха наблюдались в наиболее холодные месяцы года (декабрь, январь, февраль, март). В наиболее теплые месяцы года (июнь, июль, август) за это же время прирост температур наружного воздуха не превысил 1 °С. В холодный период года прирост температур наружного воздуха значительно опережает прирост температур воздуха в теплый период. Например, за период с 1970 по 2020 гг. в холодный период года прирост температуры наружного воздуха составил +2,1 °С (рис. 6), в теплый +0,6 °С (см. рис. 4).

Обобщенные данные, усредненные за 50 лет по месяцам

50-летний интервал	Январь		Февраль		Март	
	абс. зн.	прирост	абс. зн.	прирост	абс. зн.	прирост
1821—1870	–10,9	—	–9,4	—	–4,6	—
1871—1920	–10,5	+0,4	–9,6	–0,2	–5,1	–0,5
1921—1970	–10,1	+0,4	–9,6	0	–4,0	+1,1
1971—2020	–7,1	+3,0	–6,4	+3,2	–1,0	+3,0
50-летний интервал	Апрель		Май		Июнь	
	абс. зн.	прирост	абс. зн.	прирост	абс. зн.	прирост
1821—1870	3,5	—	11,6	—	16,4	—
1871—1920	3,5	0	11,2	–0,4	15,7	–0,7
1921—1970	4,7	+1,2	12,3	+1,1	16,3	+0,6
1971—2020	6,5	+1,8	13,3	+1,0	17,1	+0,8
50-летний интервал	Июль		Август		Сентябрь	
	абс. зн.	прирост	абс. зн.	прирост	абс. зн.	прирост
1821—1870	18,9	—	17,3	—	11,4	—
1871—1920	17,9	–1,0	15,7	–1,6	10,2	–1,2
1921—1970	18,3	+0,4	16,8	+1,1	11,1	+0,9
1971—2020	19,1	+0,8	17,1	+0,3	11,4	+0,3
50-летний интервал	Октябрь		Ноябрь		Декабрь	
	абс. зн.	прирост	абс. зн.	прирост	абс. зн.	прирост
1821—1870	4,6	—	–2,5	—	–7,9	—
1871—1920	3,9	–0,7	–2,6	–0,1	–8,1	–0,2
1921—1970	4,7	+0,8	–1,5	+1,1	–7,1	+1,0
1971—2020	5,4	+0,7	–0,7	+0,8	–4,8	+2,3

При рассмотрении двадцатипятилетних интервалов (см. рис. 5, 7) наиболее резкие изменения температур наружного воздуха в Москве по сравнению с предыдущими интервалами той же продолжительности наблюдались:

- в холодный период года (рис. 7):
1971—1995 — прирост на +1,3 °С,
1996—2020 — прирост на +1,1 °С;

- в теплый период года (рис. 5):
1921—1945 — приrost на $+0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$,
1996—2020 — приrost на $+1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Двадцатипятилетние интервалы таким образом показывают, что в последние 25 лет прироста температур в холодный и теплый периоды года практически выровнялись.

Выводы

Результаты исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Климат Москвы претерпевает значительные изменения.
2. За период с 1821 г. средние за год температуры наружного воздуха монотонно уменьшались, достигнув минимума в период с 1871 по 1895 гг., когда средняя за двадцатипятилетний интервал температура наружного воздуха составила $3,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, после чего температуры наружного воздуха в Москве стали монотонно возрастать.
3. В 2020 г. среднегодовая температура наружного воздуха в Москве достигла максимального значения за весь период наблюдений $+8,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.
4. Наибольший приrost температур наружного воздуха в Москве наблюдался в последние 50 лет, который, по сравнению с предыдущим 50-летним интервалом (с 1921 по 1970 гг.) составил $+1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (в среднем температура воздуха за рассматриваемый период повышалась со скоростью $0,03\text{ }^{\circ}\text{C/год}$).
5. При рассмотрении 25-летних временных интервалов наибольший приrost температуры наружного воздуха также наблюдался в последние 25 лет и составил $+1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ по сравнению с предыдущим интервалом той же продолжительности (среднегодовой приrost температуры наружного воздуха составил $0,044\text{ }^{\circ}\text{C/год}$).
6. Наиболее интенсивный приrost температуры наружного воздуха в Москве наблюдается в холодный период года (с октября по апрель). За период с 1971 по 2020 гг. в теплый период года приrost температур наружного воздуха составил $+0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ по сравнению с предыдущим 50-летним интервалом (1921—1970 гг.), в холодный — $+2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, т. е. в холодный период года наблюдается значительно более быстрый ($\approx$ в 3,5...4 раза) темп возрастания температуры наружного воздуха по сравнению с теплым периодом года.
7. Максимальный приrost температур наружного воздуха за последние 50 лет наблюдается в наиболее холодные месяцы года (с декабря по март).
8. Максимальный приrost при этом наблюдался в феврале ($+3,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ по сравнению с предыдущим интервалом продолжительностью 50 лет).
9. Минимальный приrost температуры наружного воздуха ($+0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ по сравнению с предыдущим 50-летним интервалом) наблюдался в августе и сентябре.
10. Полученные данные свидетельствуют о том, что температуры наружного воздуха в Москве постоянно возрастают, наиболее интенсивно — в последние 25...50 лет. Это требует более детального изучения изменений температур наружного воздуха за последние 25...30 лет и более быстрого внесения изменений в нормативные документы по строительной климатологии.
11. Повышение температуры наружного воздуха в Москве наблюдается не только в холодный, но и в теплый период года. В июне и июле приrost температур наружного воздуха за последние 50 лет, по сравнению с

предыдущим интервалом той же продолжительности, составил $+0,8^{\circ}\text{C}$. В этой связи возрастает потребность зданий в охлаждении. Возможно, при проектировании новых микрорайонов города следует рассмотреть вопрос о целесообразности разработки и внедрения систем централизованного холодо-снабжения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Korniyenko S. V., Dikareva E. A. Optical Remote Sensing for Urban Heat Islands Identification // Construction of Unique Buildings and Structures. 2022. Vol. 6. Iss. 104. Pp. 10404. DOI: 10.4123/CUBS.104.4.
2. Корниенко С. В., Дикарева Е. А. Анализ городского теплового острова средствами имитационного моделирования (на примере квартала) // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2023. № 1(41). С. 84—95. DOI: 10.21869/2311-1518-2023-41-1-84-95.
3. 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. Vol. 4. Iss. 89. Pp. 8902. DOI: 10.18720/CUBS.89.2.
4. Ле Минь Туан Влияние планировки города на возникновение островов тепла в мегаполисах с тропическим климатом (г. Ханой) // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. № 2(125). С. 148—157. DOI: 10.22227/1997-0935.2019.2.148-157.
5. Ле Минь Туан, Шукуров И. С., Гельманова М. О., Слесарев М. Ю. Расчет интенсивности теплового острова в мегаполисах с помощью моделирования в программе ENVI-met // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. № 9. С. 1262—1273. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.9.1262-1273.
6. Santamouris M. Heat Island Research in Europe: The State of the Art // Advances in Building Energy Research. 2007. Vol. 1. Iss. 1. Pp. 123—150. DOI: 10.1080/17512549.2007.9687272.
7. Santamouris M. Cooling the cities — A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments // Solar Energy. 2014. No 103. Pp. 682—703. DOI: 10.1016/j.solener.2012.07.003.
8. Kyriakodis G. E., Santamouris M. Using reflective pavements to mitigate urban heat island in warm climates results from a large scale urban mitigation project // Urban Climate. 2018. No 24. Pp. 326—339. DOI: 10.1016/j.uclim.2017.02.002.
9. Santamouris M. Recent progress on urban overheating and heat island research. Integrated assessment of the energy, environmental, vulnerability and health impact. Synergies with the global climate change // Energy and Buildings. 2020. No 207. Pp. 109482. DOI: 10.1016/j.enbuild.2019.109482.
10. Louiza H., Zérroual A., Djamel H. Impact of the transport on the urban heat island // International journal for traffic and transport engineering. 2015. Vol. 5. Iss. 3. Pp. 252—263. DOI: 10.7708/ijtte.2015.5(3).03.
11. Orimoloye I. R., Mazinyo S. P., Nel W., Kalumba A. M. Spatiotemporal monitoring of land surface temperature and estimated radiation using remote sensing: human health implications for East London, South Africa // Environmental Earth Sciences. 2018. Vol. 77. Iss. 3. P. 77. DOI: 10.1007/s12665-018-7252-6.
12. Oliveira S., Andrade H., Vaz T. The cooling effect of green spaces as a contribution to the mitigation of urban heat: A case study in Lisbon // Building and Environment. 2011. Vol. 46. Iss. 11. Pp. 2186—2194. DOI: 10.1016/j.buildenv.2011.04.034.
13. Korniyenko S. The influence of the sky radiative temperature on the building energy performance // Magazine of Civil Engineering. 2022. Vol. 6. Iss. 114. Pp. 11412. DOI 10.34910/MCE.114.12.
14. Горшков А. С., Ватин Н. И., Рымкевич П. П. Влияние антропогенных факторов на тепловое загрязнение городской среды // Энергосбережение. 2020. № 7. С. 46—51.
15. 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.
16. 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.
17. Клименко В. В., Клименко А. В., Терешин А. Г. Энергетика и климат на рубеже веков: прогнозы и реальность // Теплоэнергетика. 2001. № 10. С. 61—66.

18. 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.
19. 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.
20. 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.
21. 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.
22. 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.
23. 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.
24. Горшков А. С., Кнатько 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.
25. Горшков А. С. Модель физического износа строительных конструкций // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2014. № 12(191). С. 34—37.
26. 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.
27. Орлов 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.
28. Горшков А. С., Попов Д. Ю., Глузов А. В. Конструктивное исполнение вентилируемого фасада повышенной надежности // Инженерно-строительный журнал. 2010. № 8(18). С. 5—8.
29. 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.
30. Analysis of ground temperature variations on the basis of years-long measurements / G. P. Vasilyev, V. F. Gornov, P. I. Konstantinov, M. V. Kolesova, I. A. Korneva // Magazine of Civil Engineering. 2017. Vol. 4. Iss. 72. Pp. 62—72. DOI: 10.18720/mce.72.8.
31. Vasilyev G. P., Lichman V. A., Yurchenko I. A., Kolesova M. V. Method of thermotechnical uniformity coefficient evaluation by analyzing thermograms // Magazine of Civil Engineering. 2016. Vol. 6. Iss. 66. Pp. 60—67. DOI: 10.5862/MCE.66.6.

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

Поступила в редакцию
в декабре 2024 г.

Ссылка для цитирования:

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.

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

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

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

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

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

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

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

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

^a JSC “INSOLAR-INVEST”

^b Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design

^c Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

^d Plekhanov Russian University of Economics

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

ANALYSIS OF CHANGES THE OUTDOOR TEMPERATURES IN MOSCOW

The article contains the results of the research carried out by JSC INSOLAR-INVEST within the framework of the research work of the Department of Urban Planning Policy of the City of Moscow “Conducting research to assess the effects of climate change on buildings, structures, building structures and materials and creating an updated database of climatological support for Moscow construction, including within the framework of the Moscow Housing Renovation Program”. The research is carried out by JSC INSOLAR-INVEST within the framework of research of the Federal Center of Regulation, Standardization and Technical Assessment of Compliance in Construction (FAU FTSS): “Conducting research work on the development of a digital format for presenting climatological data in SP 131.13330.2020 SNIP 23-01-99* Construction climatology”, this work is carried out in JSC INSOLAR-INVEST.

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

For citation:

Vasilyev G. P., Gorshkov A. S., Lysak T. M., Gornov V. F., Kolesova M. V., Silaeva V. G., Voilokov I. A., Dmitriev A. N., Rymkevich P. P. [Analysis of changes the 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. 384—395. DOI: 10.35211/18154360_2025_1_384.

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

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

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

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

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

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