

УДК 697.13

DOI: [10.34031/ES.2025.4.12](https://doi.org/10.34031/ES.2025.4.12)

Секция Молодых ученых

Энергосбережение и энергоэффективность

АНАЛИЗ КЛИМАТА МОСКВЫ В ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Муромцева С.С.**Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Гашо Е.Г.**

НИУ «МЭИ», г. Москва

Аннотация

В статье были изучены отопительные сезоны в Москве в период 2005-2024 г. Были выявлены их начала и первые минусовые температуры. Также были изучены максимальные перепады температур, количество переходов температуры через «ноль», количество переходов температуры через «ноль» с изменением влажности более 15% и максимальные изменения влажности при переходе через «ноль» для каждого сезона. На основании этих данных были построены графики, а также выявлены и представлены некоторые зависимости и тренды, благодаря которым можно делать прогнозы на ближайшие несколько лет. Были выявлены самые нестабильные отопительные сезоны, а также те, что сочетали в себе экстремальные переходы через ноль и температурных скачков. Были выявлены периоды снижения всех рассматриваемых параметров.

Ключевые слова: теплоэнергетика, перепад температур, влажность, климатические изменения, метеоданные.

ANALYSIS OF THE CLIMATE OF MOSCOW DURING THE HEATING PERIOD

Stella Muromtseva**Supervisor: Dr. of Tech. Sciences E. G. Gasho**

National Research University «Moscow Power Engineering Institute», Moscow

Abstract

The article examined the heating seasons in Moscow in the period 2005-2024. Their beginnings and the first subzero temperatures were revealed. The maximum temperature differences, the number of temperature transitions through "zero", the number of temperature transitions through "zero" with a humidity change of more than 15%, and the maximum humidity changes during the transition through "zero" for each season were also studied. Based on these data, graphs were constructed, and some dependencies and trends were identified and presented, thanks to which forecasts for the next few years can be made. The most unstable heating seasons were identified, as well as those that combined extreme zero transitions and temperature spikes. Periods of decrease in all considered parameters were revealed.

Keywords: thermal power engineering, temperature difference, humidity, climatic changes, meteorological data.

Введение

Производство, передача и потребление тепловой энергии сильно зависят от климатических условий [1]. Изменение температуры и влажности может привести к нежелательным последствиям в том числе к большим тепловым потерям, снижению энергоэффективности, нарушению работы оборудования и пр.

Ввиду стремительных климатических изменений появилась необходимость в более тщательном сборе, анализе и прогнозировании метеоданных. Безусловно, постоянный мониторинг погодных условий осуществляется уже довольно давно, однако помимо стандартных данных имеет смысл отслеживать и прогнозировать «экстремальные», явно выбивающиеся из общей картины.



Под «экстремальными» условиями были приняты:

- 1) максимальные перепады температур;
- 2) переходы температуры через «ноль»;
- 3) переходы температуры через «ноль» с изменением влажности более 15%;
- 4) максимальное изменение влажности при переходе через «ноль».

Целесообразнее всего проводить данный анализ для средней полосы России ввиду наибольшей плотности населения. Конкретно в нашем случае была выбрана Москва. Так как отопительный сезон — это период максимальной нагрузки тепловых сетей, именно это время необходимо рассмотреть на предмет экстремальных климатических условий в первую очередь. Для получения наиболее точных данных было принято решение исследовать период 2005-2024гг.

Таким образом, целью работы является анализ климата Москвы в отопительный сезон, выявление «экстремальных» климатических изменений в этот период.

Материалы и методы

Москва является лидером по потреблению тепловой энергии в России. Это обуславливается величиной города и его населением, а также большим количеством промышленных и общественных объектов, работу которых необходимо обеспечивать непрерывно [1]. Данные для этого исследования были взяты с метеостанции Москва (ВДНХ). Для получения наиболее точного результата было принято решение анализировать данные, полученные метеостанцией с интервалом 3 часа [2].

Итак, для каждого года из рассматриваемого периода (2005-2024гг.) были выявлены начало отопительного сезона (ОС) и первые минусовые температуры. Далее были проведены тщательный поиск интересующих нас климатических явлений, анализ их совместных проявлений, выявление тенденций и различных закономерностей [3, 4].

Максимальные перепады температур (табл. 1) наблюдались в 2007-2008 г. и 2013-2014 г., 12,3°C и 12,6 °C соответственно. Минимум же наблюдался в 2020-2021 г. и составил 8,4 оС. В целом, тренд убывающий, четко прослеживается уменьшение максимального перепада температур (рис. 1).

Максимальное количество переходов через «ноль» (табл. 2) наблюдалось в 2014-2015гг. и 2015-2016гг., 132 и 143 перехода соответственно. Минимальное количество переходов через «ноль» наблюдалось в 2009-2010гг. и 2022-2023гг., 64 и 66 переходов соответственно. Среднее количество переходов через «ноль» за ближайшие 20 лет составило 96 переходов. В целом, тренд убывающий, вероятно, в ближайшие несколько лет количество переходов через «ноль» будет расти, но не превышать максимальные значения (рис. 2).

Максимальное количество переходов через "ноль" с изменением влажности более 15% (табл. 3) наблюдалось в 2014-2015 г. и составило 32 перехода. Минимальное количество переходов через "ноль" с изменением влажности более 15% наблюдалось в 2022-2023 г. и 2009-2010 г., 9 и 10 переходов соответственно. До «пика» переходов их среднее количество в год составляло 15 переходов, после же максимума – 20. С 2016-2017 г. можно заметить попеременное увеличение и уменьшение количества переходов в год. Вероятно, в будущем количество переходов через ноль с изменением влажности более 15% будет постепенно расти (рис. 3).

Максимальное изменение влажности при переходе через «ноль» (табл. 4) наблюдалось в 2005-2006гг. и 2021-2022гг., 57 и 61 переходов соответственно. Минимальное изменение влажности при переходе через «ноль» наблюдалось в 2008-2009гг. и составило 28 переходов. В целом, тренд возрастающий, также с некоторым чередованием (рис. 4).



Таблица 1
Максимальные перепады температур

Отопительный сезон	ΔT_{\max}
2005-2006	11,9
2006-2007	11,6
2007-2008	12,3
2008-2009	9,4
2009-2010	11
2010-2011	11
2011-2012	9,9
2012-2013	10,3
2013-2014	12,6
2014-2015	12,1
2015-2016	8,9
2016-2017	8,9
2017-2018	11,7
2018-2019	9,1
2019-2020	10,7
2020-2021	8,4
2021-2022	9,4
2022-2023	9
2023-2024	9,6

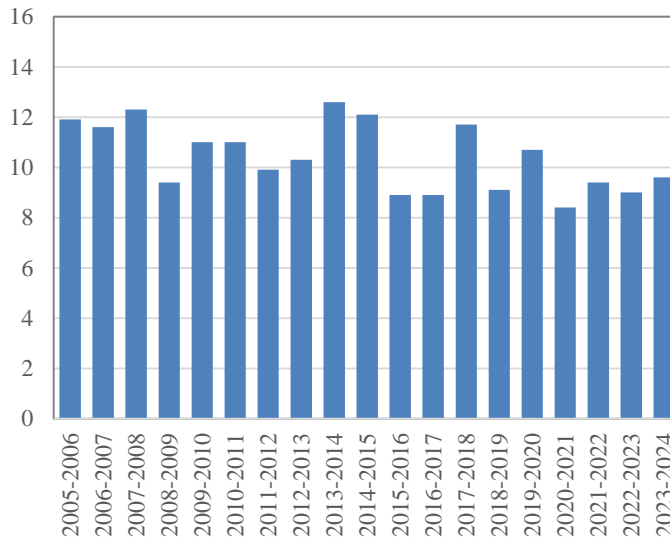


Рис. 1. Максимальные перепады температур

Таблица 2
Максимальное количество переходов через «ноль»

Отопительный сезон	Количество
2005-2006	92
2006-2007	88
2007-2008	100
2008-2009	114
2009-2010	64
2010-2011	88
2011-2012	86
2012-2013	96
2013-2014	92
2014-2015	132
2015-2016	143
2016-2017	105
2017-2018	90
2018-2019	88
2019-2020	109
2020-2021	77
2021-2022	118
2022-2023	66
2023-2024	77

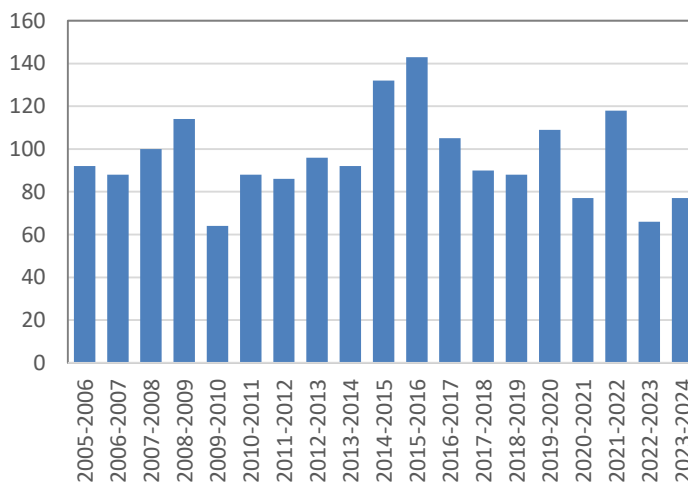


Рис. 2. Максимальное количество переходов через «ноль»



Таблица 3

Максимальное количество переходов через «ноль» с изменением влажности более 15%

Отопительный сезон	Количество
2005-2006	29
2006-2007	16
2007-2008	11
2008-2009	12
2009-2010	10
2010-2011	13
2011-2012	13
2012-2013	19
2013-2014	18
2014-2015	32
2015-2016	29
2016-2017	22
2017-2018	19
2018-2019	23
2019-2020	19
2020-2021	13
2021-2022	19
2022-2023	8
2023-2024	16

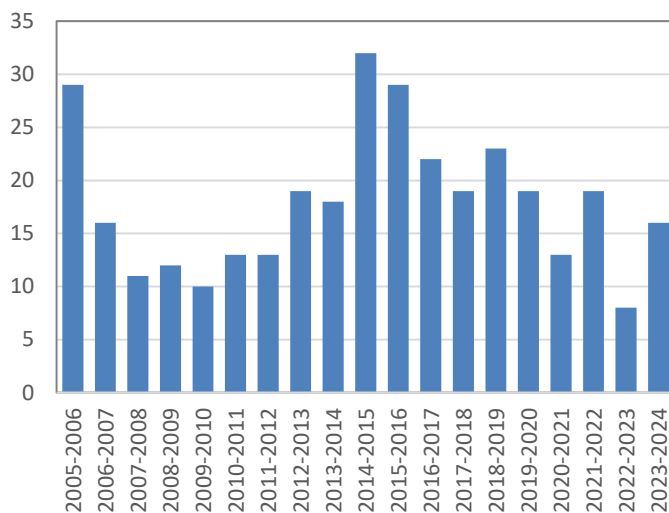


Рис. 3. Максимальное количество переходов через «ноль» с изменением влажности более 15%

Таблица 4

Максимальное изменение влажности при переходе через «ноль»

Отопительный сезон	Кол-во
2005-2006	57
2006-2007	39
2007-2008	36
2008-2009	28
2009-2010	47
2010-2011	39
2011-2012	32
2012-2013	53
2013-2014	51
2014-2015	54
2015-2016	42
2016-2017	52
2017-2018	47
2018-2019	37
2019-2020	53
2020-2021	35
2021-2022	61
2022-2023	34
2023-2024	39

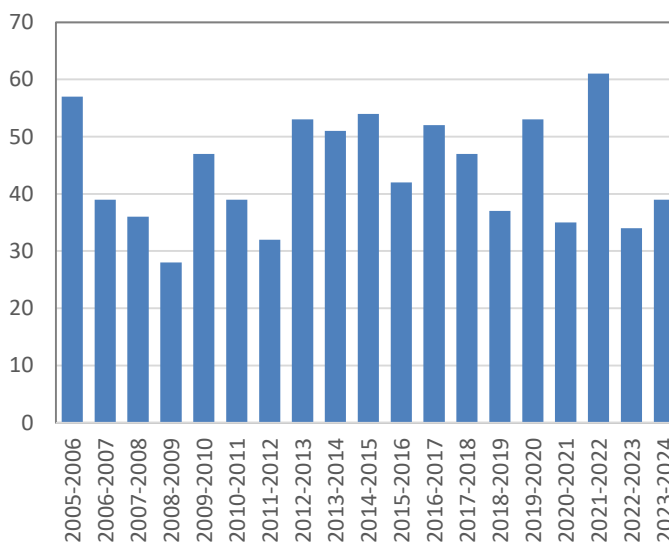


Рис. 4. Максимальное изменение влажности при переходе через «ноль»



Выводы

Таким образом, самым нестабильным периодом является 2014-2025 г., во время которого наблюдалось максимальное количество переходов через «ноль» (в том числе с изменением влажности более 15%, 24%). В период 2022-2023 г. наблюдался минимум переходов через ноль (в том числе с изменением влажности более 15%, 13%).

Замеченные тенденции:

- 2012-2013, 2014-2016, 2017-2018 — сочетание экстремальных переходов через ноль, осадков и температурных скачков.
- 2009-2010, 2019-2020, 2022-2023 — снижение всех параметров.

Необходимо отметить, что «сырость» и влажность приводят к снижению термического сопротивления зданий и соответственно — к росту затрат на отопление.

Библиографический список

1. Климат Москвы в условиях глобального потепления // Л.И. Алексеева, М.И. Варенцов, Е.В. Горбаренко и др.; Под ред. А.В. Кислова – М.: Изд-во Московского ун-та, 2017. – 288 с.
2. Хандожко Л.А. Экономическая метеорология: Уч. – СПб.: Гидрометеиздат, 2005. – 491 с.
3. Богаткин О.Г., Тараканов Г.Г. Основы метеорологии. – СПб., РГГМУ, 2006. – 232 с.
4. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология: Уч. – М.: МГУ, 2012. – 584 с.

References

1. Alekseeva, L. I., Varentsov, M. I., Gorbarenko, E. V., Gorlach, I. A., Eremina, I. D., Zhdanova, E. Iu., Kirsanov, A. A., Kislov, A. V., Konstantinov, P. I., Korneva, I. A., Lokoshchenko, M. A., Nezval, E. I., Revokatova, A. P., Rivin, G. S., Samsonov, T. E., Soshinskaia, I. V., Chubarova, N. E., & Shilovtseva, O. A. (2017). *Klimat Moskvy v usloviyah global'nogo potepeniya [Moscow's climate in the context of global warming]*. Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta. [In Russian]
2. Handozhko, L. A. (2005). *Ekonomicheskaya meteorologiya [Economic Meteorology: Textbook]*. Gidrometeoizdat. [In Russian].
3. Bogatkin, O. G., & Tarakanov, G. G. (2006). *Osnovy meteorologii [Fundamentals of Meteorology]*. RGGMU. [In Russian].
4. Hromov, S. P., & Petrosyanc, M. A. (2012). *Meteorologiya i klimatologiya [Meteorology and climatology]*. MSU. [In Russian].

Сведения об авторах

Гашо Евгений Геннадьевич, д-р техн. наук, проф. кафедры Промышленных теплоэнергетических систем, НИУ «МЭИ», г. Москва, e-mail: 290461@bk.ru, SPIN-код: [1538-3965](https://orcid.org/1538-3965), ORCID: [0000-0003-3685-5636](https://orcid.org/0000-0003-3685-5636)

Муромцева Стелла Сергеевна, студент бакалавриата кафедры Инновационных технологий наукоёмких отраслей, НИУ «МЭИ», г. Москва

Authors about

Yevgeny Gasho – Dr(Sc), Professor, National Research University “Moscow Power Engineering Institute”, Moscow, email: 290461@bk.ru, ORCID: [0000-0003-3685-5636](https://orcid.org/0000-0003-3685-5636).

Stella Muromtseva, Bachelor student of the Department of Innovative Technologies of High-tech Industries, National Research University “Moscow Power Engineering Institute”, Moscow.

Ссылки для цитирования

Муромцева С.С. Анализ климата Москвы в отопительный период // Энергетические системы. 2025. – № 4. – С. 103-107.

Muromtseva, S. (2025). Analysis of the climate of Moscow during the heating period. *Energy Systems*, 4, 103-107. <https://doi.org/10.34031/es.2025.4.12>

