

2.1.3 Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение (технические науки)

КЛИМАТИЧЕСКАЯ КАРТА ГОРОДА ДЛЯ РАСЧЕТОВ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ СИСТЕМАМИ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

О.Ю. МАЛИКОВА, канд. техн. наук, доцент

KryuchkovaOU@mgsu.ru

Н.Х. ВАХИТОВ, аспирант

O. YU. MALIKOVA, Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor

N. KH. VAKHITOV, graduate student

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), Российская Федерация, Москва

National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU), Russian Federation, Moscow

Аннотация: В этой статье рассматриваются сложные вопросы создания особых климатических условий в условиях разросшегося мегаполиса, на примере Москвы. Исследование сосредоточено на изучении проявлений феномена городского теплового острова и его влияния на энергопотребление систем регулирования микроклимата. Сравнивая результаты расчетов энергопотребления систем управления микроклиматом на основе метеорологических данных из центра города (станция "ВДНХ") с данными, полученными с других станций (Балчуг и Бутово), расположенных ближе к природным зонам, мы получаем более глубокое понимание важности создания всеобъемлющей климатической карты города. Эта карта будет включать вероятностно-статистические климатические модели, специально разработанные для оценки энергопотребления систем кондиционирования воздуха. Исследование проводилось для центральной системы кондиционирования воздуха, работающей по регулируемому адиабатическому циклу, включающей увлажнитель и охладитель воздуха, в течение двух месяцев — января и июля. Результаты этого исследования показывают, что карта вероятностно-статистической климатической модели города, адаптированная к различным регионам мегаполиса, обладает значительным потенциалом для оценки энергоэффективности систем управления микроклиматом, внедренных в зданиях. В ходе исследования получены конкретные результаты, подтверждающие гипотезу о влиянии особенностей климата крупных городов на примере Москвы. Очевидно, что наибольшее влияние точность климатической модели будет иметь на энергопотребление в теплый период года. Полученные данные эмпирически подтверждают тезис о необходимости дифференцированного подхода к выбору климатических параметров для разных районов города. В Москве продолжительность превышения расчетной температуры в жаркие годы может быть весьма существенной (сотни часов). Это означает, что для здания, расположенного в зоне влияния станции "Балчуг" (центр), система кондиционирования, спроектированная по среднесезонным данным для этого района (даже с учетом локального "острова тепла"), будет обладать недостаточной производительностью в аномально жаркие годы и не сможет обеспечивать заданные параметры микроклимата в течение длительного времени.

Ключевые слова: городской климат, климатические параметры, температура воздуха, относительная влажность, система кондиционирования воздуха, энергопотребление, вероятность-статистическая модель, модель климата

Список источников

1. Ким Д. А. Влияние городского острова тепла на микроклимат урбанизированного пространства // Инженерный вестник Дона. - 2021. - №12 (84). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-gorodskogo-ostrova-tepla-na-mikroklimat-urbanizirovannogo-prostranstva> (дата обращения: 14.09.2025).
2. Локощенко М.А. Городской остров тепла в Москве. – М.: Макс Пресс, 2020. – 280 с.
3. Воронцов А.В., Глухов В.А. Анализ пространственно-временной изменчивости температуры воздуха в Москве по данным сети метеостанций // Метеорология и гидрология. – 2021. – № 4. – С. 45-56.
4. Репина И.А., Торопова Н.А. Влияние мегаполиса на конвективные осадки (на примере Москвы) // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. – 2019. – Т. 55. – № 5. – С. 589-600.
5. Гиясов А.И. Тепло-ветровой режим городского каньона, взаимосвязь его с воздушной средой помещений // Инженерный вестник Дона. – 2018. - №1. URL: <https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/473>.
6. Li H., Wang X., Sodoudi S., Zhou Y., Li X., Meng L., Wu S. A new method to quantify surface urban heat island intensity

// The Science of the Total Environment. 2018. T. 624. pp. 262-272. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.360>

7. Кузнецова И.Н., Брусова Н.Е., Нахаев М.И. Городской остров тепла в Москве: определение, границы, изменчивость // Метеорология и гидрология. - 2017. - № 5. - С. 49-61.

8. Алексеева Л.И., Горлач И.А., Кислов А.В. Вертикальная структура и сезонные особенности острова тепла и распределения влажности над Москвой по спутниковым данным // Метеорология и гидрология. - 2019. - № 8. - С. 107-118.

9. Lokoshchenko M. A. Urban heat island and urban dry island in Moscow and their centennial changes // J. App. Meteorol. And Climatol. - 2017. - Т. 56, № 10. - С. 2729-2745. doi: 10.1175/jamc-d-16-0383.1

10. Гиясова И.В., Гиясов Т.Б. Формирование микроклимата городской застройки высотными зданиями // Инженерный вестник Дона. - 2020. - №2

(62). - С. 38. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-mikroklimata-gorodskoy-zastroyki-vysotnymi-zdaniyami> (дата обращения: 14.09.2025).

11. Малявина Е.Г., Фам Ван Лонг. Предлагаемый подход к выбору расчётных параметров климата для тёплого периода года // СОК (Сантехника, Отопление, Кондиционирование). - 2019. - № 2. - С. 72-75.

12. Малявина Е.Г., Маликова О.Ю., Фам Ван Лонг. Метод выбора расчётных температуры и энтальпии наружного воздуха в тёплый период года // АВОК. - 2018. - №3. - С. 60-64.

13. Malayavina E, Malikova O. Analysis of annual energy consumption of air conditioning systems, calculated on the basis of probabilistic-statistical climate model // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. - 2018 - P. 451 012104. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/451/1/012104>

CLIMATE MAP OF THE URBAN AREA FOR CALCULATIONS OF ENERGY CONSUMPTION BY AIR CONDITIONING SYSTEMS

Abstract. This article delves into the intricate realm of creating specific climatic conditions within a sprawling metropolis, with Moscow serving as a case study. The investigation focuses on examining the manifestations of the urban heat island (UHI) phenomenon and its impact on the energy consumption of microclimate regulation systems. By comparing the results of energy consumption calculations for microclimate control systems based on meteorological data from the city center (VDNKh station), with data obtained from other stations situated closer to natural areas (Balchug and Bytovo), we gain a deeper understanding of the significance of creating a comprehensive city-wide climate map. This map would incorporate probabilistic-statistical climate models specifically tailored for estimating energy demands of air conditioning systems. The study was conducted for a central air conditioning system operating on a controlled adiabatic cycle, featuring a humidifier unit and air cooler, over a period spanning two months - January and July. The findings of this study suggest that a probabilistic-statistical climate model map for the city, tailored to different regions within the metropolis, holds significant potential in evaluating the energy efficiency of microclimate control systems implemented in buildings. During the study, specific results were obtained that confirm the hypothesis regarding the influence of climate characteristics in large cities, using Moscow as a case study. It is evident that the accuracy of the climate model will have the greatest impact on energy consumption during the warm season. The data obtained empirically support the thesis that a differentiated approach to selecting climate parameters for different city districts is necessary. In Moscow, the duration of exceeding the design temperature in hot years can be quite significant (hundreds of hours). This means that for a building located in the area influenced by the Balchug station (city centre), the air-conditioning system designed based on long-term average data for this district - even taking into account the local heat island effect - will have insufficient capacity in abnormally hot years and will not be able to maintain the specified microclimate parameters over an extended period.

Abstract. urban climate, climatic parameters, air temperature, relative humidity, air conditioning system, energy consumption, probabilistic-statistical model, climate model

References

1. Kim D. A. Vliyanie gorodskogo ostrova tepla na mikroklimat urbanizirovannogo prostranstva // Inzhenernyi vestnik Dona. - 2021. - №12 (84). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-gorodskogo-ostrova-tepla-na-mikroklimat-urbanizirovannogo-prostranstva> (data obrashcheniya: 14.09.2025). (In Russian)

2. Lokoshchenko M.A. Gorodskoi ostrov tepla v Moskve. - M.: Maks Press, 2020. - 280 s. (In Russian)

3. Vorontsov A.V., Glukhov V.A. Analiz prostranstvenno-vremennoi izmenchivosti temperatury vozdukha v Moskve po dannym seti meteostantsii // Meteorologiya i gidrologiya. - 2021. - № 4. - С. 45-56. (In Russian)

4. Repina I.A., Toropova N.A. Vliyanie megapolisa na konvektivnye osadki (na primere Moskvy) // Izvestiya RAN. Fizika atmosfery i okeana. - 2019. - Т. 55. - № 5. - С. 589-600. (In Russian)

5. Giasov A.I. Teplo-vetrovoi rezhim gorodskogo kan'ona, vzaimosvyaz' ego s vozduzhnoi sredoi pomeshchenii // Inzhenernyi vestnik Dona. - 2018. - №1. URL: <https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/473>. (In Russian)

6. Li H., Wang X., Sodoudi S., Zhou Y., Li X., Meng L., Wu S. A new method to quantify surface urban heat island intensity // The Science of the Total Environment. 2018. T. 624. pp. 262-272. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.360>

7. Kuznetsova I.N., Brusova N.E., Nakhaev M.I. Gorodskoi ostrov tepla v Moskve: opredelenie, granitsy, izmenchivost' // Meteorologiya i gidrologiya. - 2017. - № 5. - С. 49-61. (In Russian)

8. Alekseeva L.I., Gorlach I.A., Kislov A.V. Vertikal'naya struktura i sezonnye osobennosti ostrova tepla i raspredeleniya vlazhnosti nad Moskvoy po sputnikovym dannym // Meteorologiya i gidrologiya. - 2019. - № 8. - С. 107-118. (In Russian)

9. Lokoshchenko M. A. Urban heat island and urban dry island in Moscow and their centennial changes // J. App. Meteorol. And Climatol. - 2017. - Т. 56, № 10. - С. 2729-2745. doi: 10.1175/jamc-d-16-0383.1

10. Giasova I.V., Giasov T.B. Formirovanie mikroklimata gorodskoi zastroyki vysotnymi zdaniyami // Inzhenernyi vestnik Dona. - 2020. - №2 (62). - С. 38. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-mikroklimata-gorodskoy-zastroyki-vysotnymi-zdaniyami>

mikroklimate-gorodskoy-zastroyki-vysotnymi-zdaniyami
(data obrashcheniya: 14.09.2025). (In Russian)

11. Malyavina E.G., Fam Van L'ong. Predlagaemyi podkhod k
vyboru raschetnykh parametrov klimata dlya teplogo
perioda goda // SOK (Santekhnika, Otoplenie,
Konditsionirovanie). - 2019. - № 2. - S. 72-75. (In Russian)

12. Malyavina E.G., Malikova O.YU., Fam Van L'ong. Metod
vybora raschetnykh temperatury i ental'pii naruzhnogo
vozdukha v teplyi period goda // AVOK. - 2018. - №3. - P. 60-
64. (In Russian)

13. Malyavina E, Malikova O. Analysis of annual energy
consumption of air conditioning systems, calculated on the
basis of probabilistic-statistical climate model // IOP Conf.
Ser.: Mater. Sci. Eng. – 2018 – P. 451 012104. doi:
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/451/1/012104>

©Маликова О.Ю., Вахитов Н.Х., 2026