

УДК 697.97

Анализ энергетических характеристик системы термостатирования объекта со случайным характером тепловых возмущений

А. С. МАРЧЕНКО¹, д-р техн. наук А. Б. СУЛИН², Т. В. РЯБОВА³,
канд. техн. наук А. Л. ТИМОФЕЕВСКИЙ⁴

¹mandserg@gmail.com, ²miconta@rambler.ru, ³rjabova_tatjana@mail.ru, ⁴alt1960@mail.ru
Университет ИТМО

Рассмотрено применение методики имитационного моделирования для системы термостатирования объекта со случайным характером тепловых возмущений. Исследуемый объект представляет собой помещение с ограждающими конструкциями из стеклопластика, внутри которого находится тепловыделяющее оборудование. Термостатирование объекта осуществляется рециркуляционной системой вентиляции, осуществляющей равномерный обдув внутренних ограждений объекта приточным воздухом. Для максимального приближения имитационной модели к реальным условиям в ней были использованы статистические метеорологические данные для Санкт-Петербурга за 2016 г., а также через каждые три часа задавалось изменение следующих параметров: температуры окружающей среды, скорости ветра, интенсивности солнечной радиации и облачности. Тепловыделяющее оборудование, находящееся внутри обслуживаемого помещения, работало в нестационарном режиме. Включение данного оборудования происходило в случайные моменты времени, длительность работы и величина тепловыделений также были различны. Для учета данного обстоятельства, изменение параметров работы оборудования осуществлялось программой в соответствии с распределением Симпсона. В статье приведены графики изменения температур и энергетических характеристик системы для трех холодных и трех теплых дней из рассматриваемого годового периода функционирования системы. Сделаны выводы о целесообразности использования метода имитационного моделирования при проектировании и разработке подобных систем, возможности повышения их энергоэффективности и снижения капитальных и эксплуатационных затрат.

Ключевые слова: имитационное моделирование, система термостатирования, случайные тепловые возмущения.

Информация о статье:

Поступила в редакцию 09.11.2018, принята к печати 28.01.2019

DOI: 10.17586/1606-4313-2019-18-1-84-91

Язык статьи — русский

Ссылка для цитирования:

Марченко А. С., Сулин А. Б., Рябова Т. В., Тимофеевский А. Л. Анализ энергетических характеристик системы термостатирования объекта со случайным характером тепловых возмущений. // Вестник Международной академии холода. 2019. № 1. С. 84–91.

Energy performance analysis of the temperature control system of an object with a random principle of thermal perturbations

A. S. MARCHENKO¹, D. Sc. A. B. SULIN², T. V. RYABOVA³,
Ph. D. A. L. TIMOFEEVSKIY⁴

¹mandserg@gmail.com, ²miconta@rambler.ru, ³rjabova_tatjana@mail.ru, ⁴alt1960@mail.ru
ITMO University

The application of simulation modeling to the development of a temperature control system for an object with a random nature of thermal perturbations is analyzed. The object under investigation is a room with enclosing structures made of fiberglass, inside of which there is heat-generating equipment. Its thermostating is carried out by a fully recirculating ventilation system that provides uniform blowing of the inner walls of the object with fresh air. To create a simulation model that is closest to real conditions, based on statistical meteorological data for 2016 for the city of St. Petersburg, a model of meteorological conditions was created, every three hours suggesting changing the following parameters: ambient temperature, wind speed, solar radiation intensity, and cloudiness. Heat-generating equipment located inside the serviced premises does not operate continuously. The inclusion of this equipment occurs at random times; the duration of work and the amount of heat release are also different. To take into account this condition the specified parameters are selected by the program in accordance with the Simpson distribution. The article presents graphs of changes in temperature and energy characteristics of the system for three cold and three warm days of the annual period of the system operation considered. Conclusions are drawn about the feasibility of using the simulation method in the design and development of such systems, on the possible increase in their energy efficiency, as well as on the reduction of capital and operating costs.

Keywords: simulation, temperature control system, random thermal perturbations.

Article info:

Received 09/11/2018, accepted 28/01/2019

DOI: 10.17586/1606-4313-2019-18-1-84-91

Article in Russian

For citation:Marchenko A. S., Sulin A. B., Ryabova T. V., Timofeevskiy A. L. Energy performance analysis of the temperature control system of an object with a random principle of thermal perturbations. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2019. No 1. p. 84–91.**Введение**

Современное высокотехнологичное оборудование, имеющее в своем составе подверженные действию атмосферы компоненты, обычно должно работать в определенном диапазоне параметров окружающей среды, от правильного выбора и реализации которого зависит как возможность нормального функционирования оборудования с обеспечением его проектных рабочих характеристик, так и длительность срока безотказной эксплуатации [1, 2]. Среди таких требований можно выделить требования к качеству окружающего воздуха, его влажности, температуре, подвижности и прочим параметрам. В ряде случаев для обеспечения требуемых параметров окружающего воздуха необходима разработка сложной и насыщенной оборудованием системы термостатирования, которая должна функционировать круглогодично, оперативно реагируя не только на изменения температуры окружающей среды, солнечного излучения, но и на колебания внутренних тепловыделений от самого оборудования. Немаловажным фактором при этом является обеспечение максимальной энергоэффективности системы термостатирования, эксплуатация которой часто является весьма затратной [3].

Постановка задачи

Разработка и расчет подобной системы — трудоемкий процесс, требующий учета значительного количества факторов, влияющих на ее поведение, а так же учета их взаимного влияния [4, 5, 6], так как именно суммирование и наложение друг на друга пиковых нагрузок чаще всего принимается за основной расчетный режим работы системы термостатирования. Для исследования сложных систем с большим количеством переменных целесообразно использовать имитационное моделирование [7]. Далее на примере имитационной модели системы термостатирования объекта с большим количеством нестационарных внешних и внутренних параметров, созданной в программе AnyLogic [8, 9], будет рассмотрен наиболее близкий к реальности годовой цикл ее работы. В рамках данной модели, система рассматривается как система с сосредоточенными параметрами. Совместное действие различного рода факторов, влияющих на работу системы термостатирования, иногда ставит перед ней достаточно неожиданные задачи, которые не всегда могут быть учтены при традиционных методах проектирования, однако именно их учет позволяет получить наиболее сбалансированную и стабильно работающую систему.

Рассматриваемый объект представляет замкнутый объем, внутри которого расположено периодически включаемое оборудование, выделяющее при работе значительное количество теплоты (20–30 кВт). Оболочка объекта состоит из стекловолокна толщиной около 30 мм. Объект

находится на открытом воздухе в городе Санкт-Петербург. Допустимые параметры окружающей среды внутри оболочки для нормального функционирования оборудования: температура воздуха от 5 до 45 °С, относительная влажность не более 70%, полное отсутствие капельной влаги, что вызывает необходимость термостатирования. Воздушная система термостатирования внутреннего объема объекта организована по принципу 100% рециркуляции. Система подготовки воздуха, обрабатывающая его перед подачей в обслуживаемый объем, позволяет сначала осушить его до точки росы около 5 °С и далее нагреть до необходимой температуры. Принципиальная схема рассматриваемого объекта приведена на рис. 1.

Для разработки наиболее точной модели воздействия атмосферы на объект были использованы статистические климатические данные для города Санкт-Петербург, которые были зафиксированы в течение 2016 г. ежесуточно с шагом 3 ч. Из всего массива метеорологических данных, для разработки имитационной модели были использованы следующие параметры наружного воздуха, оказывающие наибольшее влияние на систему термостатирования:

- температура наружного воздуха — для расчета теплопритоков из окружающей среды;
- скорость ветра — для расчета коэффициента теплоотдачи от ограждений к наружному воздуху;
- облачность — для расчета солнечной радиации на стенку объекта.

Дополнительно к этим данным для расчета теплопоступлений в объект от солнечной радиации был добавлен параметр суммарной (прямой и рассеянной) среднесуточной плотности потока солнечного излучения для каждого месяца года с учетом длительности светового дня [10].

Как уже отмечалось ранее, под оболочкой объекта находится оборудование, выделяющее во время работы переменную во времени тепловую мощность. Из-за периодического характера тепловыделений в обслуживаемом объеме и невозможности точного определения их величины, для расчета теплового баланса помещения было использовано распределение его значений по треугольному закону (закону Симпсона), который часто применяется при недостаточности информации о параметрах объекта [11]. При этом для задания треугольного распределения необходимо знать три величины:

- минимальное значение параметра (min);
- максимальное значение параметра (max);
- наиболее вероятное значение параметра (mode).

В соответствии с распределением Симпсона изменялись следующие параметры:

- периодичность включения оборудования: принято, что оборудование включается от 1 до 2 раз в месяц, наиболее вероятно 1 раз в месяц;

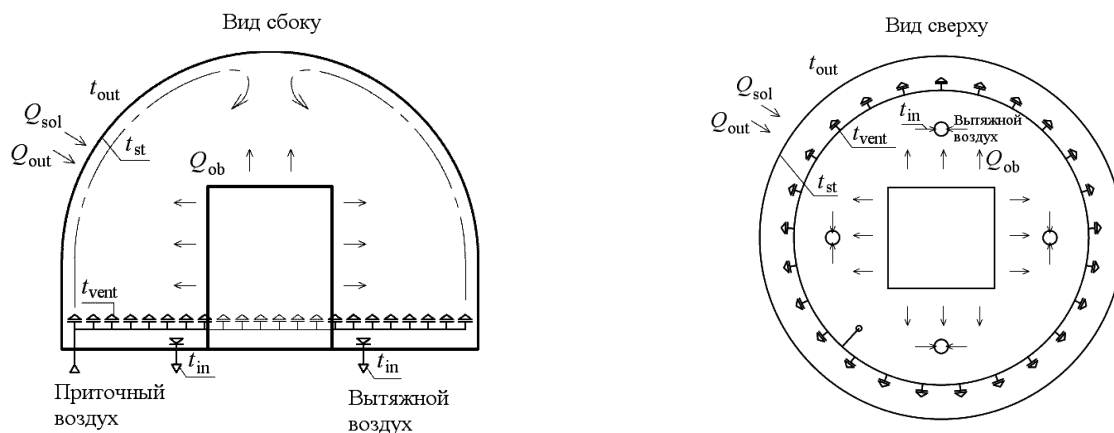


Рис. 1. Схема исследуемого объекта. t_{out} — температура наружного воздуха, Q_{ob} — тепловыделения от оборудования, Q_{out} — теплопритоки из окружающей среды, Q_{sol} — теплопритоки от солнечной радиации, t_{out} — температура воздуха окружающей среды, t_{vent} — температура приточного воздуха, t_{in} — температура вытяжного воздуха, t_{st} — температура внутренней поверхности стенки

Fig. 1. The object under investigation. t_{out} — ambient air temperature, Q_{ob} — heat gain from equipment, Q_{out} — external heat gain, Q_{sol} — heat gain from solar radiation, t_{out} — external air temperature, t_{vent} — intake air temperature, t_{in} — exhaust air temperature, t_{st} — wall internal surface temperature

— длительность работы оборудования: в случае его включения она составляет от 24 до 48 часов, наиболее вероятно 24 часа;

— тепловыделения от оборудования составляют от 20 до 30 кВт, наиболее вероятно 25 кВт.

Алгоритм работы системы термостатирования предполагает четыре режима ее функционирования: два для теплого времени года (при температуре наружного воздуха более 15 °С) и два для холодного времени года (температура наружного воздуха менее 15 °С). Из двух режимов, возможных в определенный период года, один реализуется, когда оборудование внутри объекта выключено, другой — когда оно включено. Укрупненный вариант алгоритма представлен на рис. 2.

Ниже более подробно рассмотрен каждый режим работы. Ввиду невозможности представления в рамках

данной статьи годовых графиков изменения температур и энергетических характеристик системы (из-за их большого размера и насыщенности), для демонстрации работы имитационной модели приведены графики для трех дней теплого и трех дней холодного периода года.

Моделирование работы системы в холодный период года

Двумя основными задачами, которые должен был решить разрабатываемый алгоритм работы системы термостатирования в холодный период года, являлись обеспечение полного отсутствия капельной влаги во внутреннем объеме объекта и повышение ее энергоэффективности. Так как система подготовки воздуха для объекта (в данной статье не рассматривается) предполагает его осушение до точки росы 5 °С с последующим нагревом до необходимой температуры, то для реализации условия полного отсутствия конденсации влаги в объекте необходимо поддерживать температуру всех его поверхностей на уровне выше 5 °С. Самой холодной поверхностью объекта, на которой может образовываться капельная влага из воздуха, является внутренняя поверхность его оболочки, поэтому в холодный период года необходимо поддерживать температуру данной поверхности выше температуры точки росы обдуваемого ее воздуха. Подача воздуха на внутреннюю поверхность оболочки объекта не всегда может быть обеспечена с достаточной равномерностью [12], поэтому для гарантированного предотвращения конденсации влаги температура внутренней поверхности оболочки объекта была задана равной 15 °С, то есть выше точки росы приточного воздуха на 10 °С. Кроме неравномерности обдува внутренней поверхности оболочки приточным воздухом, это позволяло нивелировать влияние таких факторов как неравномерность ветровой нагрузки, действующей на объект снаружи и неизотермичность струи приточного воздуха, распространяющейся вдоль внутренней стенки объекта.

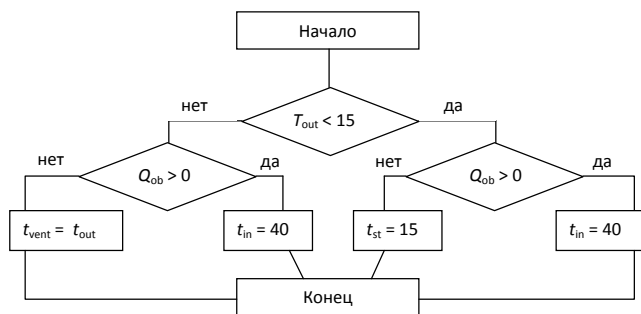


Рис. 2. Укрупненный алгоритм работы системы термостатирования. T_{out} — температура наружного воздуха; Q_{ob} — тепловыделения от оборудования; t_{vent} — температура приточного воздуха; t_{in} — температура вытяжного воздуха; t_{st} — температура внутренней поверхности стенки

Fig. 2. Lumped algorithm for thermostating system operation. T_{out} — ambient air temperature; Q_{ob} — temperature of heat gain from equipment; t_{vent} — intake air temperature; t_{in} — exhaust air temperature; t_{st} — wall internal surface temperature

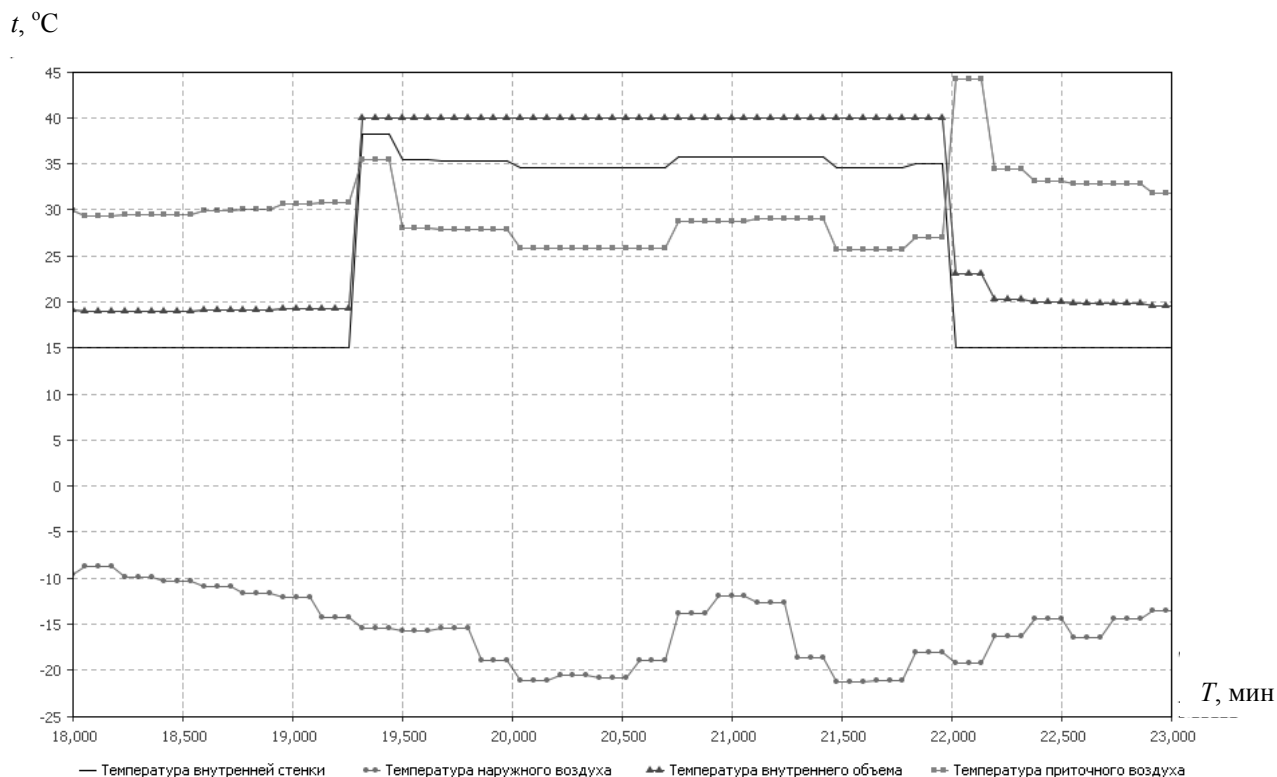


Рис. 3. График изменения основных температур системы термостатирования для трех дней холодного периода года (декабрь 2016)
 Fig. 3. The changes in the system temperatures of the thermostating system for three days of the cold period (December, 2016)

При внезапном включении оборудования, находящегося в объекте, для которого проводилось имитационное моделирование, выделяемое тепло вызывает значительный нагрев внутреннего объема. Данное обстоятельство позволяет использовать избыток теплоты для его отопления и не тратить дополнительную энергию на нагрев приточного воздуха [13]. При этом целесообразно перевести систему термостатирования из режима поддержания температуры стенки на уровне 15 °С в режим поддержания максимально допустимой температуры воздуха во внутреннем объеме объекта, которая по условиям технического задания должна быть не выше 45 °С. Ввиду неравномерности температурного поля внутри, за расчетную принята температура воздуха 40 °С. Вышеописанный алгоритм работы системы задействован при температуре наружного воздуха ниже 15 °С.

При более высоких температурах наружного воздуха используется алгоритм работы системы для теплого периода года, который рассмотрен ниже. Графики изменения температур в системе термостатирования объекта для трех дней холодного периода года, на которые выпадает период включения оборудования, приведены на рис. 3. Началом эксперимента являлся момент времени 00 часов 00 минут 01 секунда 01 января 2016 г. Далее отсчет модельного времени велся в минутах.

График изменения энергетических характеристик объекта для тех же трех дней холодного периода года приведен на рис. 4. Включение оборудования произошло во временном промежутке от 19200 мин до 22000 мин.

Как видно из рис. 3, при низких температурах наружного воздуха температура приточного воздуха и температура воздуха внутри обслуживаемого объема не вы-

ходят за требуемые пределы (5 °С ... 45 °С) как при включенном, так и при выключенном тепловыделяющем оборудовании. В холодный период года во время работы тепловыделяющего оборудования охлаждение рециркуляционного воздуха перед подачей его в обслуживаемый объем осуществляется за счет использования наружного температурного потенциала и не влечет за собой значительных затрат энергии [14].

Моделирование работы системы в теплый период года

При безусловной необходимости удержания температуры внутреннего объема в заданных пределах, управление работой системы термостатирования объекта в теплый период года ориентировано, в том числе, на минимизацию энергетических затрат на поддержание требуемых параметров. Поддержание температуры стенки оболочки, на котором был сделан акцент в алгоритме работы системы в холодный период года, в данном случае не имеет никакого значения, так как включение алгоритма функционирования системы для теплого периода года происходит лишь при условии достижения температурой окружающей среды значения 15 °С и более.

В обычном режиме при выключенном тепловыделяющем оборудовании температура приточного воздуха принимается равной температуре воздуха окружающей среды. Данное условие позволяет значительно сократить теплообмен внутреннего объема объекта с окружающей средой, и минимизировать количество искусственно получаемого холода, необходимого для охлаждения приточного воздуха перед последующей его подачей в обслуживаемый объем (система принята полностью рециркуляционной).

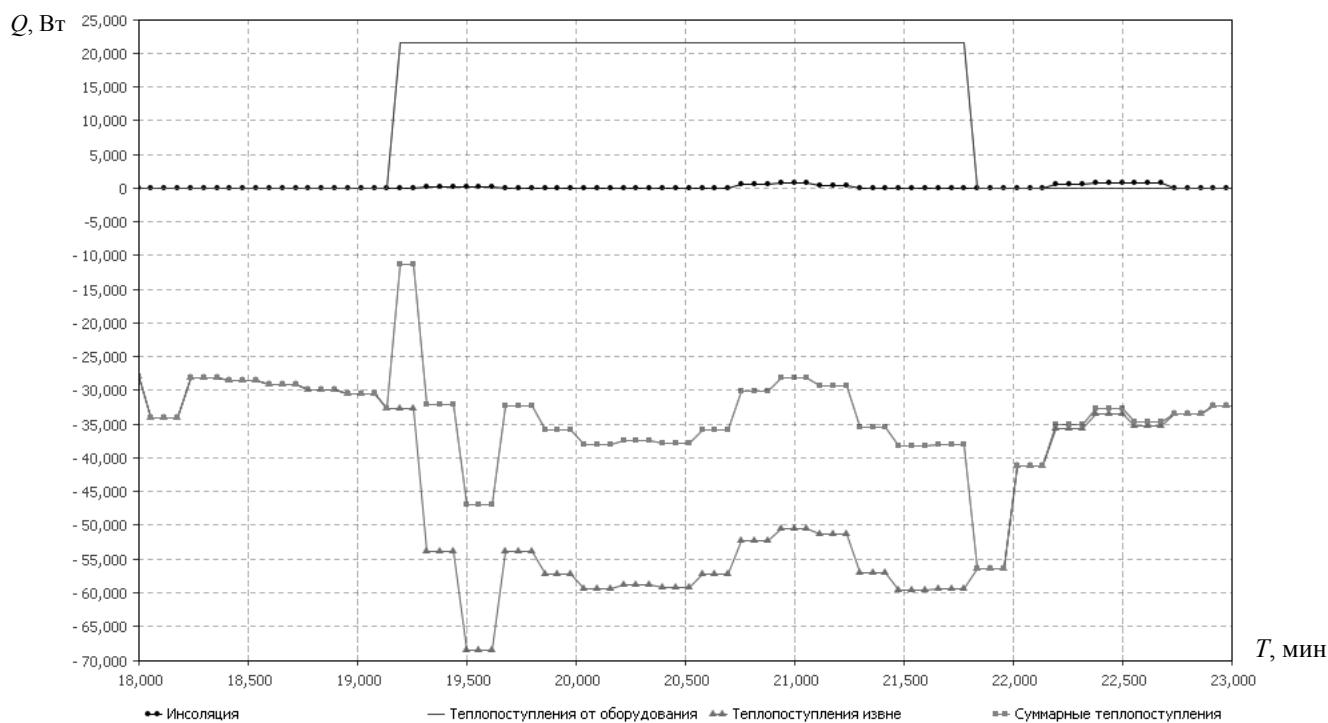


Рис. 4. График изменения энергетических характеристик системы термостатирования для трех дней холодного периода года (декабрь 2016)

Fig. 4. The changes in the main energetic characteristics of the thermostating system for three days of the cold period (December, 2016)

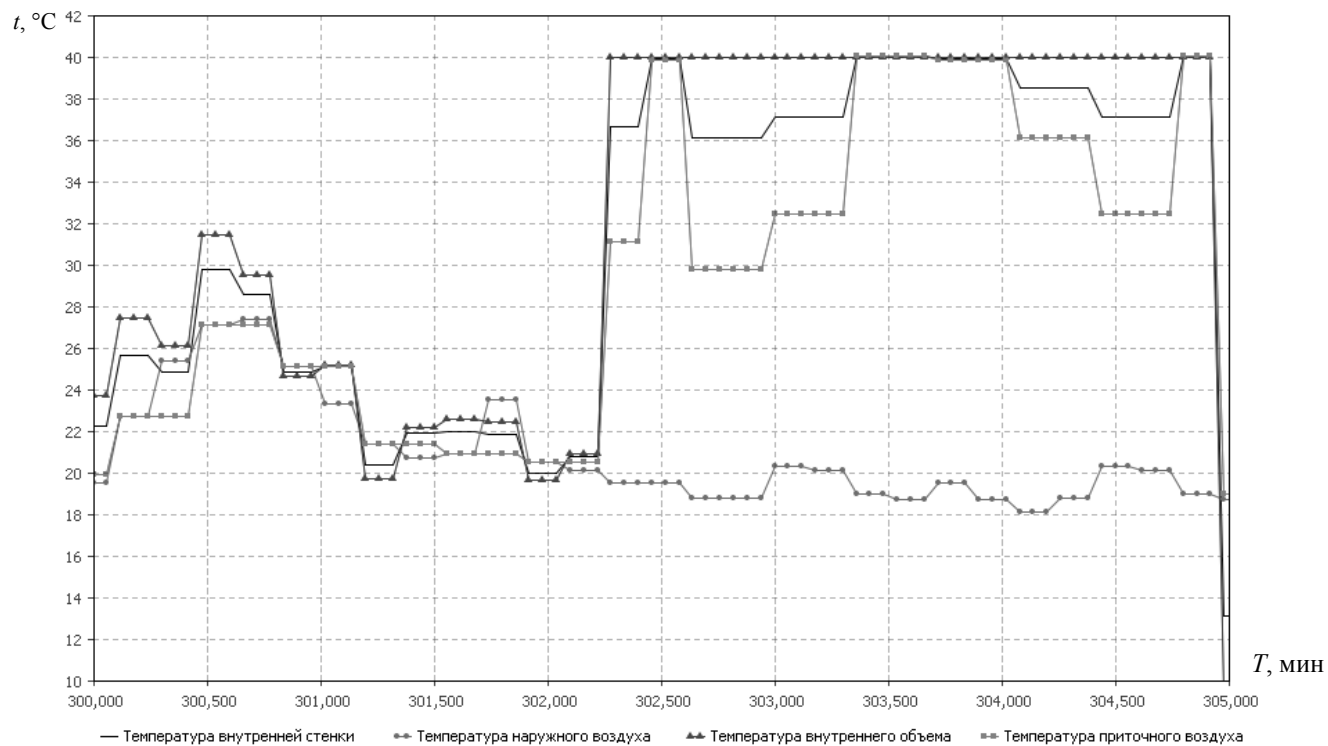


Рис. 5. График изменения основных температур системы термостатирования для трех дней теплого периода года (август 2016)

Fig. 5. The changes in the system temperatures of the thermostating system for three days of the warm period (August, 2016)

При включенном тепловыделяющем оборудовании система термостатирования в любой период года поддерживает во внутреннем объеме объекта температуру на уровне 40 °С.

Данное обстоятельство позволяет увеличить отток избыточного тепла в окружающую среду за счет поддержания максимально возможной разности температур снаружи и внутри объекта, а так же минимизировать мощ-

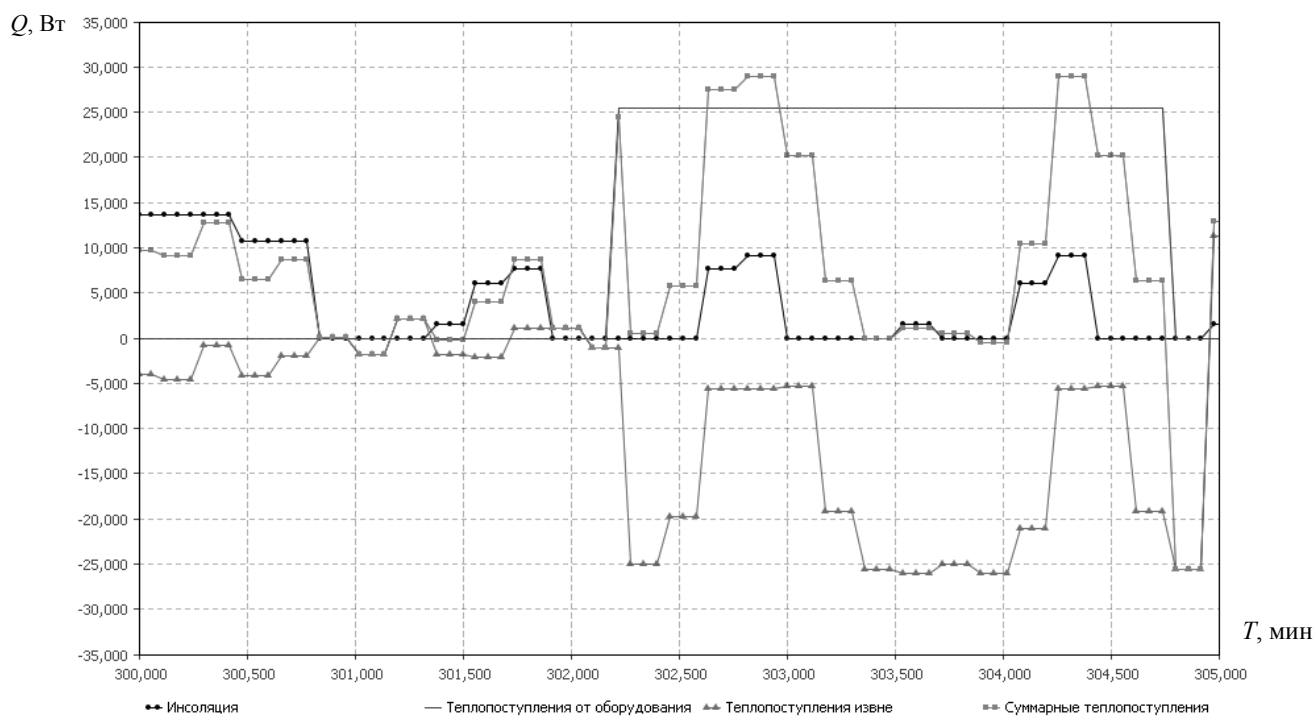


Рис. 6. График изменения основных энергетических характеристик системы термостатирования для трех дней теплого периода года (август 2016)

Fig. 6. The changes in the main energetic characteristics of the thermostating system for three days of the warm period (August, 2016)

ность, затрачиваемую на охлаждение рециркуляционного воздуха перед последующей его подачей в обслуживаемый объем при сохранении требуемых исходными данными температур. График изменения температур от времени для трех дней теплого периода года (август 2016), включающий также период активизации тепловыделяющего оборудования, приведен на рис. 5. В период времени с 311000 мин до 313100 мин происходит включение оборудования.

График изменения энергетических характеристик работы системы термостатирования для тех же трех дней теплого периода года (август 2016) приведен на рис. 6.

Выводы

Графики для теплого и холодного периодов года наглядно показывают, что моделируемая система во всем диапазоне температур наружного воздуха, находясь под действием солнечной радиации, а также внутренних тепловых нагрузок, возникновение которых носит случайный характер, обеспечивает требуемый тепловой режим внутри объекта, сохраняя при этом высокий уровень энергоэффективности [15, 16].

В холодный период года при выключенном тепловыделяющем оборудовании минимизация затрат на нагрев приточного воздуха достигается за счет поддержания его температуры на минимально допустимом уровне, позволяющем предотвратить конденсацию влаги на внутренней поверхности оболочки.

В теплый период года при выключенном тепловыделяющем оборудовании минимизация затрат на охлаждение приточного воздуха достигается за счет поддержания его температуры на уровне температуры наружного воздуха. Как видно из графика на рис. 6, уровень суммарных теплопоступлений в объект в этом случае поддерживается на отметке до 13 кВт, что для подобного объекта незначительно.

В случае внезапного включения тепловыделяющего оборудования в холодный период года необходимость в подогреве приточного воздуха системой термостатирования полностью отпадает, и, наоборот, появляется потребность в его охлаждении, что сравнительно просто реализуется за использования низкотемпературного потенциала наружного воздуха.

При внезапном включении тепловыделяющего оборудования в теплый период года контролируемый рост температуры воздуха внутри объекта до предельной отметки в 40 °С позволяет максимально увеличить отток избыточного тепла в окружающую среду и снизить нагрузки на систему кондиционирования.

Разработанный алгоритм позволяет проводить исследования и эксперименты для оптимизации режимов работы вентиляционного и теплообменного оборудования, добиваясь минимизации капитальных и эксплуатационных затрат на функционирование системы термостатирования.

Литература

References

1. Быков В. Ю., Ильин Г. Н. Многоканальная цифровая система термостатирования элементов радиометрического блока // Труды Института прикладной астрономии РАН. 2010. № 21. С. 288–293.
2. Кравченко А. В., Плаксин С. В., Соколовский И. И. Активное термостатирование полупроводниковых СВЧ-генераторов // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. 2005. № 3. С. 63–64.
3. Кобелева С. А. Методические подходы проектирования ресурсо- и энергоэффективных зданий // Строительство и реконструкция. 2011. № 5. С. 18.
4. Мар'ясин О. Ю., Огарков А. А. Имитационное моделирование и оптимизация энергопотребления офисного здания // В сб. трудов 8-й Всероссийской НПК «Имитационное моделирование. Теория и практика». Санкт-Петербург, 18–20 октября 2017 г. С. 480–484.
5. Shon D. et al. CFD modelling of air temperature reduction and airflow induced by the use of chilled wall panels based on the biological principles of zebra stripes // *Architectural Science Review*. 2017. vol. 60. No 6. p. 507–515.
6. Bastani M. S., Asadi S. Simulating the impact of feedback on energy consumption and emission production in commercial buildings using agent-based approach // *AEI 2015*. 2015. p. 78–90.
7. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем — искусство и наука. — М.: Мир, 1978.
8. Borshchev A. The big book of simulation modeling: multimethod modeling with AnyLogic 6. — Chicago: AnyLogic North America, 2013. p. 614.
9. Borshchev A., Karpov Y., Kharitonov V. Distributed simulation of hybrid systems with AnyLogic and HLA // *Future Generation Computer Systems*. 2002. vol. 18. No 6. p. 829–839.
10. Свод правил СП131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. — М.: НИИФ РААСН. 2012.
11. Новицкий П. В., Зограф И. А. Оценка погрешностей результатов измерений. 2-е издание. — Л.: Энергоатомиздат, 1991. 304 с.
12. Ленеу Г. В., Спроге Г. А., Одноворец Ю. В. Имитационное моделирование дифференцированного обогрева вентилируемого помещения комплексом современных отопительных приборов // *Технико-технологические проблемы сервиса*. 2015. № 1 (31). С. 31–36.
13. Szász C. Intelligent building development and LabView-based modelling of a net zero-energy strategy // *International Review of Applied Sciences and Engineering*. 2014. Vol. 5. No 2. p. 157–166.
14. Hesselbach J. et al. Energy efficiency through optimised coordination of production and technical building services // *LCE 2008: 15th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering: Conference Proceedings*. — CIRP, 2008. p. 624.
15. Baranskia M., Fütterera J., Müllera D. Development of a generic model-assisted control algorithm for buildings HVAC systems. 2017.
16. Menassa C. C. et al. Conceptual framework to optimize building energy consumption by coupling distributed energy simulation and occupancy models // *Journal of Computing in Civil Engineering*. 2013. Vol. 28. No. 1. p. 50–62.
1. Bykov V. J., Ilyin G. N. Multichannel digital temperature control system of radiometric block elements. *Trudy Instituta prikladnoj astronomii RAN*. 2010. No 21. p. 288–293. (in Russian)
2. Kravchenko A. V., Plaksin S. V., Sokolovskij I. I. Active temperature control solid state microwave generators. *Tekhnologiya i konstruirovanie v ehlektronnoj apparature*. 2005. No 3. p. 63–64. (in Russian)
3. Kobeleva S. A. Methodical approaches to design of resource- and energy-efficient buildings. *Stroitel'stvo i rekonstrukciya*. 2011. No 5. P. 18. (in Russian)
4. Mar'yasin O. Yu., Ogarkov A. A. Simulation modeling and optimization of office building energy consumption. *Imitacionnoe modelirovanie. Teoriya i praktika*. 2017. p. 480–484. (in Russian)
5. Shon D. et al. CFD modelling of air temperature reduction and airflow induced by the use of chilled wall panels based on the biological principles of zebra stripes. *Architectural Science Review*. 2017. vol. 60. No 6. p. 507–515.
6. Bastani M. S., Asadi S. Simulating the impact of feedback on energy consumption and emission production in commercial buildings using agent-based approach. *AEI 2015*. 2015. p. 78–90.
7. Shannon R. Simulation modeling of systems — art and science. Moscow, Mir, 1978. (in Russian)
8. Borshchev A. The big book of simulation modeling: multimethod modeling with AnyLogic 6. — Chicago: AnyLogic North America, 2013. p. 614.
9. Borshchev A., Karpov Y., Kharitonov V. Distributed simulation of hybrid systems with AnyLogic and HLA. *Future Generation Computer Systems*. 2002. vol. 18. No 6. p. 829–839.
10. Set of rules. SR131.13330.2012. Construction climatology. Updated version SNiP 23-01-99*. Moscow.: NIISF RAASN. 2012.
11. Novitskij P. V., Zograf I. A. Estimation of measurement results errors. 2nd edition. Leningrad, Energoatomizdat, 1991. 304 P. (in Russian)
12. Lepesh G. V., Sproge G. A., Odnovorec Yu. V. Simulation modeling of the differentiated heating of the ventilated room by a complex of modern heating devices. *Technical and technological problems of service*. 2015. No 1 (31). p. 31–36. (in Russian)
13. Szász C. Intelligent building development and LabView-based modelling of a net zero-energy strategy. *International Review of Applied Sciences and Engineering*. 2014. vol. 5. No 2. p. 157–166.
14. Hesselbach J. et al. Energy efficiency through optimised coordination of production and technical building services. *LCE 2008: 15th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering: Conference Proceedings*. — CIRP, 2008. p. 624.
15. Baranskia M., Fütterera J., Müllera D. Development of a generic model-assisted control algorithm for buildings HVAC systems. 2017.
16. Menassa C. C. et al. Conceptual framework to optimize building energy consumption by coupling distributed energy simulation and occupancy models. *Journal of Computing in Civil Engineering*. 2013. vol. 28. No 1. p. 50–62.

Сведения об авторах

Марченко Андрей Сергеевич

аспирант факультета низкотемпературной энергетики
 Университета ИТМО, 191002, Санкт-Петербург,
 ул. Ломоносова, 9, mandserg@gmail.com

Сулин Александр Борисович

д. т. н., доцент факультета низкотемпературной энергетики
 Университета ИТМО, 191002, Санкт-Петербург,
 ул. Ломоносова, 9, miconta@rambler.ru

Рябова Татьяна Владимировна

ассистент факультета низкотемпературной энергетики
 Университета ИТМО, 191002, Санкт-Петербург,
 ул. Ломоносова, 9, rjabova_tatjana@mail.ru

Тимофеевский Алексей Леонидович

к. т. н., доцент факультета низкотемпературной энергетики
 Университета ИТМО, 191002, Санкт-Петербург,
 ул. Ломоносова, 9, alt1960@mail.ru

Information about authors

Marchenko Andrey Sergeevich

Postgraduate student of Faculty of Cryogenic Engineering
 of ITMO University, 191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov
 str., 9, mandserg@gmail.com

Sulin Aleksandr Borisovich

D. Sc., Associate professor of Faculty of Cryogenic Engineering
 of ITMO University, 191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov
 str., 9, miconta@rambler.ru

Ryabova Tatyana Vladimirovna

Assistant of Faculty of Cryogenic Engineering of ITMO
 University, 191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9,
 rjabova_tatjana@mail.ru

Timofeevskiy Aleksey Leonidovich

Ph. D., Associate professor of Faculty of Cryogenic Engineering
 of ITMO University, 191002, Russia, St. Petersburg,
 Lomonosov str., 9, alt1960@mail.ru



26–28 февраля 2020 года

АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ ЮГА РОССИИ – это специализированный форум, направленный на демонстрацию сельскохозяйственной техники, оборудования и материалов для производства и переработки сельхозпродукции.

РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ «ИНТЕРАГРОМАШ»:

- Сельскохозяйственная техника и запчасти
- Автоматизация

РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ «АГРОТЕХНОЛОГИИ»:

- Растениеводство
- Оборудование для хранения и переработки сельхозпродукции
- Животноводство
- Оборудование для животноводства
- Услуги для АПК

В ПРОГРАММЕ ФОРУМА:

- Проведение в рамках форума ежегодного Аграрного конгресса юга России, в рамках которого проходит три большие тематические конференции, посвященные вопросам растениеводства, животноводства и с/х технике.
- Проведение Предпосевного совещания для муниципальных районов области с участием Губернатора РО.
- Презентации и демонстрации от участников форума.

Организатор:

КВЦ «ДонЭкспоцентр»
 тел.: (863) 268-77-68

Место проведения:

КВЦ «ДонЭкспоцентр»
 г. Ростов-на-Дону, пр. М. Нагибина, 30

Руководитель проекта – Демченко Алла

Тел.: (863) 268-77-14
 E-mail: inter@donexpocentre.ru

<http://www.interagromash.net/index.html>