

Секция 6. Информационные технологии, программное обеспечение и системы автоматизации в промышленном производстве

УДК 697.148

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ПОМЕЩЕНИИ

Е.Е. Истратова

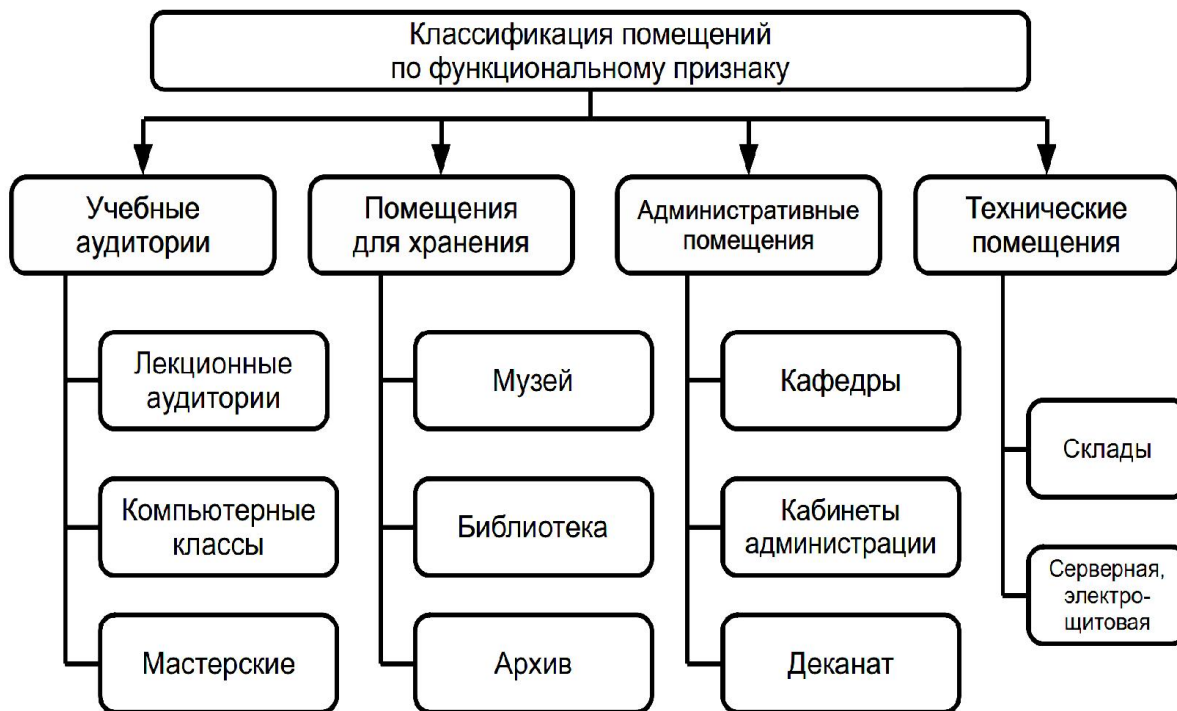
© Истратова Е.Е., 2026

***Аннотация.** В статье приведены результаты разработки и апробации собственного математического алгоритма, учитывающего влияние параметров микроклимата помещений университета на степень и скорость изменения их технического состояния. Разработанная математическая модель регулирования температурной среды в помещении позволяет поддерживать ее на заданном уровне. Для реализации модели применен метод количественно-качественного регулирования. На основе полученной модели реализована система регулирования температуры на базе схемы с пропорционально-интегрально-дифференцирующим регулятором (ПИД-регулятором). Апробация системы подтвердила адекватность компьютерной модели.*

***Ключевые слова:** техническое состояние помещений, мониторинг, температура, ПИД-регулятор, математическая модель.*

Оценка технического состояния зданий, инженерных систем и сооружений предполагает анализ ключевых параметров, которые наиболее существенно влияют на их эксплуатационные характеристики. Изучение этой области подтверждает ее актуальность и практическую значимость, особенно в части мониторинга состояния помещений и моделирования микроклимата [1–3].

В рамках настоящей работы была предложена математическая модель для управления температурой в помещениях, основанная на результатах мониторинга технического состояния здания. Исследование проводилось в Новосибирском государственном университете архитектуры, дизайна и искусств. Объектом послужили помещения пятиэтажного П-образного здания университета, включая подвальный этаж. Функциональная классификация помещений представлена на рисунке.



Классификация помещений по функциональному признаку

На основе приведенной классификации были определены основные критерии для оценки технического состояния помещений. Наиболее важным фактором, влияющим на состояние помещений, является температура воздуха. В связи с этим влияние именно данного параметра было учтено при разработке математической модели регулирования температурной среды в помещении.

При использовании разомкнутой системы регулирования температуры достаточно сложно добиться поддержания температуры в помещении на определенном значении. Именно поэтому в работе было предложено применить замкнутую систему регулирования температуры, добавив в схему регулятор определенного вида. В качестве вариантов используемых регуляторов были исследованы следующие: П-регулятор (пропорциональный); ПИ-регулятор (пропорционально-интегральный); ПИД-регулятор (пропорционально-интегрально-дифференцирующий). Сравнительный анализ и выбор оптимального решения был произведен путем моделирования в среде Matlab. В качестве критериев оценивания вариантов организации системы регулирования температуры были рассчитаны следующие показатели качества переходного процесса: ошибка перерегулирования; время переходного процесса. В качестве исходной величины было взято значение температуры, равное 18 °С. Установившееся значение температуры определялось для каждого

варианта путем моделирования. Полученные результаты приведены в таблице.

Результаты моделирования
для различных схем регулирования температуры

Схема с регулятором	Ошибка перерегулирования, %	Время переходного процесса, ч
П	25,6	3,0
ПИ	22,2	2,0
ПИД	27,8	2,5

В результате сравнения различных типов регуляторов было установлено, что по значению ошибки перерегулирования оптимальным вариантом является ПИ-регулятор, поскольку величина параметра для него оказалась на 3,4 % меньше, чем при использовании П-регулятора. Время установки ПИД-регулятора составило 2,5 ч, что на 0,5 ч больше, чем в случае с ПИ-регулятором. На основе этого было решено использовать ПИ-регулятор. Таким образом, система регулирования температуры была реализована на базе схемы с ПИД-регулятором, а также на базе частотно-регулируемого электропривода с асинхронным двигателем.

Для оценки работоспособности предложенной схемы использовался расчет передаточной функции регулятора температуры. Настройка регулятора на технический оптимум привела к формированию пропорционально-дифференцирующего звена в его передаточной функции. Исследования показали, что установленное требование – поддержание температуры воздуха в помещении на отметке 20 °С – было успешно реализовано в рамках всего диапазона регулирования. Параметры качества переходных процессов отвечали необходимым нормам и согласовались с физическими законами теплообмена. В результате проведенной работы была создана математическая модель регулирования температуры в помещении, которая обеспечивает ее поддержание на заданной величине. Моделирование показало, что компьютерная модель является адекватной и может быть использована для проведения дальнейших исследований.

Библиографический список

1. Абдрахманов В.Х., Важдаев К.В., Салихов Р.Б. Информационно-измерительная система дистанционного контроля параметров микроклимата // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2016. № 3. С. 91–99.

2. Ханнанова В.Н. Математическая модель поддержания температуры воздуха в помещении с использованием метода количественно-качественного регулирования // Вестник Казанского технологического университета. 2014. № 22. С. 387–391.

3. Проект методики мониторинга зданий и сооружений / А.Ю. Кудрин [и др.] // Технологии гражданской безопасности. 2006. № 3. С. 93–104.

DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL FOR ROOM TEMPERATURE CONTROL

E.E. Istratova

***Abstract.** This article presents the results of developing and testing a proprietary mathematical algorithm that accounts for the influence of microclimate parameters in university premises on the degree and rate of change in their technical condition. The developed mathematical model for regulating the indoor temperature allows for maintaining it at a specified level. A quantitative-qualitative control method was used to implement the model. Based on the resulting model, a temperature control system was implemented using a proportional-integral-differential controller (PID) circuit. System testing confirmed the adequacy of the computer model.*

***Keywords:** technical condition of premises, monitoring, temperature, PID controller, mathematical model.*

Об авторе:

ИСТРАТОВА Евгения Евгеньевна – кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизированных систем управления, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», Новосибирск. E-mail: istratova@corp.nstu.ru

About the author:

ISTRATOVA Evgeniya Evgenievna – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Automated Control Systems, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk. E-mail: istratova@corp.nstu.ru