

## ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ РЕЖИМОВ ПОНИЖЕННОГО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИ ВНЕДРЕНИИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЕМ ЗДАНИЯ

*М.Н. Морозов, П.А. Стрижак*  
(г. Томск, Томский политехнический университет)  
E-mail: *tpu\_chm@tpu.ru*

## IMPLEMENTATION FEATURES OF LOW-POWER REGIME IN THE INTRODUCTION OF BUILDING HEAT CONSUMPTION DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM

*M.N. Morozov, P.A. Strizhak*  
(Tomsk, Tomsk Polytechnic University)

**Abstract.** An integrated model, consisting of a distributed automatic control system, building heating system and individual heating unit is designed. The model is based on the Simulink application. The conducted research allowed to reveal features of heating system operation with distributed control system. The results of comparison the climatic variables of control rooms are presented. The conclusions about the possibility of increasing the energy efficiency of heating system in the implementation of distributed control systems are presented.

**Keywords:** energy efficiency, mathematical model, building control system of heat consumption, heat supply

**Введение.** Известно [1], что до 40 % мирового использования энергии потребляется административными и промышленными зданиями. Примерно половина расходуется на поддержание климатических условий помещений, предназначенных для жизнедеятельности человека [1]. Ключевым фактором для снижения трудоемкости проектирования является использование специализированных программных средств [2]. С использованием последних возможно прогнозирование необходимых и достаточных условий для энергоэффективного функционирования зданий. Целью работы является исследование функционирования системы управления теплотреблением здания при реализации тепловых режимов пониженного энергопотребления.

**Современные системы управления.** Для повышения энергоэффективности современные системы управления зданиями должны уметь учитывать множество факторов, влияющих на динамику энергопотребления: температура наружного воздуха  $T_{ext}$ , параметры скорости и направления ветра, внутренних тепловыделений, мощности солнечного излучения и др. В качестве замены общепринятым системам с погодной компенсацией предлагается интеллектуальная адаптивная система управления теплотреблением здания, имеющей распределенную структуру: главный регулятор отвечает за поддержание температуры теплоносителя в тепловом пункте, за климат помещений отвечают индивидуальные локальные регуляторы. Для исследования работы такой системы управления разработана имитационная модель. В качестве программной платформы выбрано приложение *Simulink* [3, 4].

**Условия и результаты моделирования.** Для решения поставленной задачи выбрано шесть контрольных помещений, имеющих порядковые номера № 1–6: три группы по две комнаты в каждой группе. Комнаты одной группы имеют одинаковую пространственную ориентацию наружных ограждающих поверхностей: 1-ая группа – Юг, 2-ая группа – Запад, 3-ая группа – Север. Система отопления принята с последовательным соединением радиаторов. Таким образом, каждая группа имеет общий вертикальный стояк: внутри группы четное помещение расположено первым по ходу движения теплоносителя, тогда как нечетное расположено ниже по стояку. Помещения имеют идентичную планировку.

Условия моделирования: температура наружного воздуха  $T_{ext} = -30$  °С, учтены ветровые параметры и характеристики инсоляции, характерные для февраля. Исследования показали, что для указанных погодных условий оптимальным значением сниже-

ния заданной температуры воздуха в помещении  $T_{in\ set}$  является  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , таким образом справедливо:

- $T_{in\ set} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$  – нормальный режим эксплуатации (активен с 07.00 ч до 17.00 ч);
- $T_{in\ set} = 17\text{ }^{\circ}\text{C}$  – режим пониженного теплотребления (активен с 17.00 ч до 07.00 ч).

Перевод в энергосберегающий режим распространяется только на комнаты 2-ой группы (помещения № 3 и 4). Результаты исследования представлены на рис. 1.

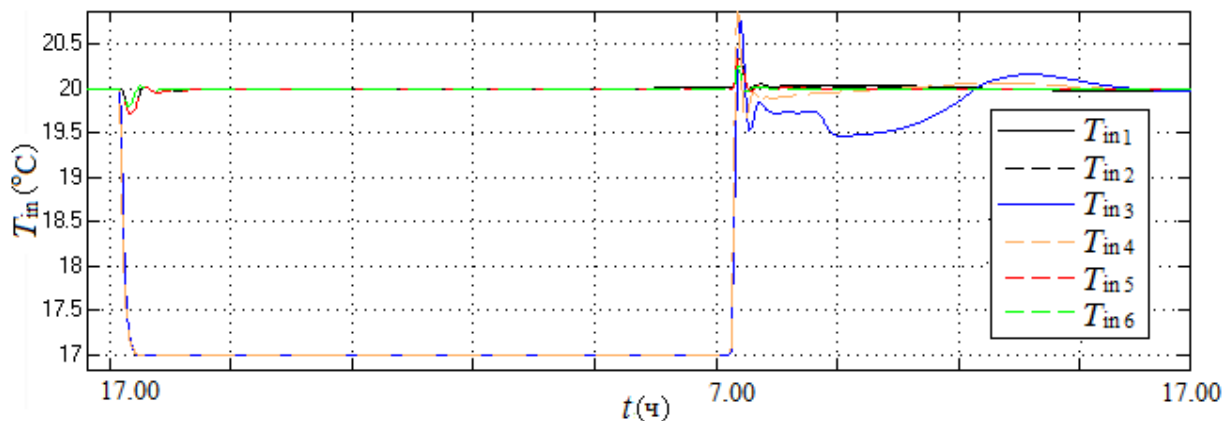


Рис. 1. График изменения температуры воздуха в  $i$ -ом помещении  $T_{in,i}$ , где  $i$  – порядковый номер контрольного помещения,  $i=[1\dots 6]$

Анализ графика доказывает возможность использования энергосберегающих режимов при значительных отрицательных температурах окружающей среды. Наибольшая динамика  $T_{in}$  наблюдается в помещениях № 3 и 4. В момент выхода из режима пониженного теплотребления максимальное отклонение температуры (рис. 1) зафиксировано на уровне  $0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  (помещение № 4) и  $0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  (помещение № 3). При этом наблюдается специфичный график изменения  $T_{in,3}$ : в отличие от графика изменения  $T_{in,4}$ , происходит снижение температуры в помещении № 3 и только потом – стабилизация на уровне  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Стабилизация параметра  $T_{in,4}$  происходит быстрее относительно  $T_{in,3}$ , что объясняется особенностью последовательного соединения отопительных приборов соседних (по стояку) помещений № 3 и 4. Снижение теплотребления помещениями № 3 и 4 за счет внедрения энергосберегающего режима зафиксировано на уровне  $19,4\%$ .

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект 14-08-00057).*

### Список литературы

1. Oldewurtel F., Sturzenegger D., Morari M. Importance of occupancy information for building climate control // Applied energy. – 2013. – V. 101. – № 1. – P. 521–532.
2. Kim J.B., Jeong W.S., Clayton M.J., Haberl J.S., Yan W. Developing a physical BIM library for building thermal energy simulation // Automation in construction. – 2015. – V. 50. – № 2. – P. 16–26.
3. Добротин С.А., Прокопчук Е.Л. Синтез системы упреждающего управления процессом подачи тепла на отопление здания // Проблемы региональной энергетики. – 2011. – № 2. – С. 53–65.
4. Broman D., Fritzson P. Higher-order acausal models // Proceedings of the 2-nd International workshop on equation-based object-oriented languages and tools. – Paphos, Cyprus, 2008. – P. 59–69.