

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТОПЛЕНИЕМ «УМНОГО ЖИЛОГО ДОМА»**

С.И. Поляков<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический  
университет имени Г.Ф. Морозова»

В статье рассмотрены вопросы моделирования и управления системами отопления жилого дома. Представлены результаты анализа, выбора параметров систем управления. Предложен виртуальный объект отопительной системы инфраструктуры жилого дома в свете требований «Умный город». Получены результаты, подтверждающие достижимость предлагаемых структурных изменений.

Ключевые слова: Моделирование, инфраструктура жилого дома, автоматизация отопления, виртуальный объект, температура, лестничная диаграмма.

## **DEVELOPMENT OF A HEATING CONTROL SYSTEM «SMART RESIDENTIAL BUILDING»**

S.I. Polyakov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

The article deals with the issues of modeling and management of residential building heating systems. The results of the analysis and selection of control system parameters are presented. A virtual object of the heating system of the residential building infrastructure is proposed in the light of the requirements of the «Smart City». The results confirming the achievability of the proposed structural changes are obtained.

Keywords: modeling, residential building infrastructure, heating automation, virtual object, temperature, ladder diagram.

В работе рассматриваются вопросы повышения эффективности управления объектами и системами широко распространенного в последнее время такого понятия как «умный дом» [1].

Производственное, административное или жилое здание содержит некоторый набор подразделений, каждое из которых в процессе эксплуатации выполняет определенные функции и задачи. В современных условиях функционирование зданий сопряжено с возрастанием требований к работе этих подразделений и систем, а также сложностью решаемых задач. Кроме этого, стремительно растут расходы на содержание, ремонт и обслуживание этих систем. Чем больше жилой, административный или производственный комплекс, тем острее становится эта проблема [2].

Под умным домом (от англ. Smart House) понимают жилой дом, прежде всего, современного типа, который при помощи новейших высокотехнологичных устройств и систем обеспечивает комфортное и безопасное проживание людей [3].

Принцип интеллектуального управления системами и подразделениями здания предусматривает совершенно новый подход в организации безопасной жизнедеятельности и жизнеобеспечения. С помощью организации комплекса программно-аппаратных средств достигается значительное возрастание эффективности работы и обеспечивается необходимая надежность систем управления и исполнительных устройств. Современная система управления «Умным домом» обеспечивает автоматизированное управление следующими объектами и системами: освещением, электроприводами исполнительных механизмов, климат – контролем, вентиляцией, мультириумом, видеонаблюдением, охранно-пожарной сигнализацией, контролем доступа, контролем нагрузок и аварийных состояний системы, инженерным оборудованием с сенсорными панелями. Перечисленные функции системы не исчерпывают дальнейшего расширения возможностей системы, например, бассейн, теплица, полив, баня и так далее [4].

Все это повышает актуальность исследования проблем «Умного дома», возникающих с расширением его функциональных возможностей и формулируют следующие задачи исследований.

Применение принципа автономности и интеллектуального управления зданием позволит выполнить независимое раздельное управление объектом по двум и более технологическим параметрам. Такой подход обеспечит перевод системы на новый качественный уровень управления с применением современных средств автоматизации и интеллектуального программного обеспечения [5].

Кроме того, при решении поставленных выше задач система позволит обеспечить подчиненное управление, когда один контур управления может

управлять работой другого, распознавать различные ситуации, происходящие в здании, адаптироваться к ним и по заранее выбранным алгоритмам корректировать и стабилизировать работу объекта.

Отсюда можно реализовать множество различных ресурсосберегающих процедур:

- управление микроклиматом помещения;
- анализ различного рода аварийных ситуаций, например, в случае протечки воды система управления выполнит необходимые действия по устранению аварии, обеспечит прекращение подачи воды, а также проинформирует аварийную службу и всех заинтересованных лиц;
- обеспечение по цифровым информационным каналам удаленного контроля и цифровым командным каналам управления подразделениями и системами здания;
- экспресс-анализ технологических и производственных параметров работы системы, обеспечивающий мгновенную выработку сигналов оповещения в случае несанкционированного изменения этих параметров;
- обеспечение безопасности жизнедеятельности, контроля доступа к объектам.

Для отопительной системы (ОС) помещения один раз задается температура на экране сенсорного монитора одного из режимов управления отдельной комнатой. Кроме того, если возникает необходимость, система в автоматическом режиме может включать и выключать вентиляцию. Система управляет непосредственно заслонками кондиционера или клапанами радиаторов, измеряет температуру в каждой комнате в реальном масштабе времени и стабилизирует ее на заданном уровне. Одновременно с этим, если окна комнаты будут открыты для проветривания, то для сбережения энергии ОС выключится автоматически.

Внешний вид виртуального объекта «Отопительная система» представлен на рисунке 1.

Основными составляющими рассматриваемой системы являются: электронагреватель воды (ТЭН), индикатор расхода газа, смеситель воды из нагревателя и обратного трубопровода отопительной системы с индикатором пропорции образуемой смеси, индикатор текущего значения  $t_1$  и уставки температуры воды из нагревателя, индикатор текущего значения  $t_2$  и уставки температуры воды после смесителя, индикатор текущего значения  $t_3$  и уставки температуры воздуха в помещении, индикатор расхода воды в отопительной системе,

два водяных радиатора, запорная арматура, соединительные трубы отопительной системы, переключатель режима работы «ручное/от контроллера», регуляторы параметров отопительной системы, поле служебных сообщений.

In: 00000000000000

Out: 1000001110001010

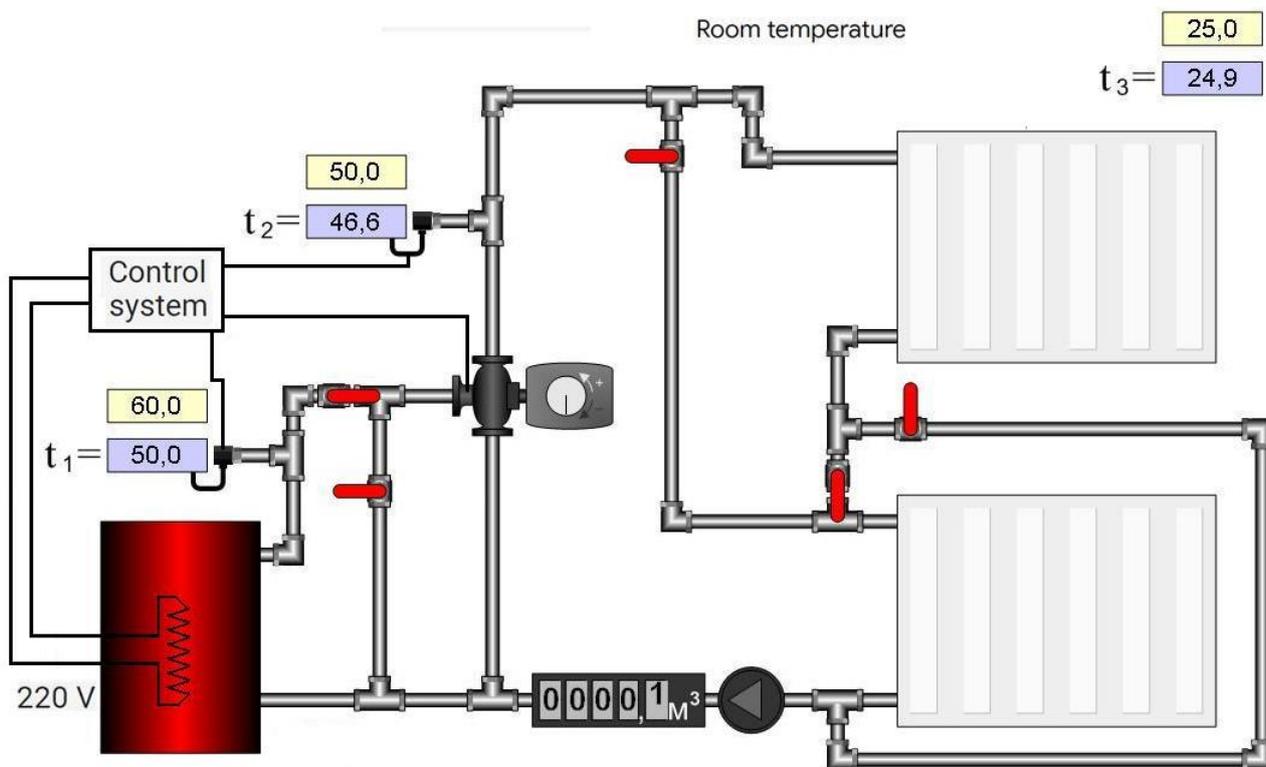


Рисунок 1 – Виртуальный объект отопительной системы

Суть работы отопительной системы заключается в следующем. В замкнутом контуре системы за счет естественной циркуляции перемещается вода, проходя через радиаторы и электронагреватель. Основной целью работы системы является поддержание заданной с помощью регулятора температуры в помещении, при этом система должна адекватно реагировать на изменение значения наружной температуры, а также изменение различных температурных уставок. Дополнительно система должна контролировать температуру воды из нагревателя или температуру воды после смесителя для предотвращения повреждения элементов нагревательной системы или смесителя, а также всей отопительной системы.

Так как в рассматриваемой отопительной системе установлены датчики температуры, выходной сигнал которых является отклонением от заданного значения, то в качестве входного сигнала для программируемого контроллера используется именно отклонение температуры. ПЛК осуществляет регулирование температуры на основе данных о ее отклонении от заданного значения. При этом, ввиду ограниченного числа используемых входов программируемого

контроллера (не более 16 входов) одновременно можно использовать не более двух входных сигналов.

В качестве исполнительных устройств отопительной системы выступают электронагреватель и смеситель горячей воды с водой, поступающей из обратного трубопровода. Управление нагревателем и смесителем осуществляется программируемым контроллером через его выходы, при этом управление может быть как плавным, так и дискретным. Сигнал управления нагревателя формируется на выходах IR010.00-IR010.05, соответственно сигнал управления смесителем формируется на выходах IR010.06, IR010.07 и IR011.00-IR011.03. В выше приведенной таблице представлен формат управляющих сигналов нагревателя и смесителя.

Виртуальный объект предусматривает работу в одном из двух режимов, устанавливаемых с помощью переключателя. Если выбран режим «ручной», то отопительная система работает под управлением типового встроенного регулятора. Соответственно в режиме «от контроллера» управление виртуальным объектом осуществляется от контроллера по заранее записанной в него программе.

В ручном режиме с помощью запорной арматуры можно конфигурировать расположение водяных радиаторов. При соответствующем включении задвижек можно сформировать параллельное или последовательное соединение радиаторов.

С помощью регуляторов параметров системы управления в ручном режиме можно:

- устанавливать заданные температуры на выходе нагревателя и после смесителя, заданную температуру воздуха в помещении;
- выбирать сигналы, которые будут передаваться в ПЛК;
- устанавливать наружную температуру;
- управлять нагревателем и смесителем.

В поле сообщений появляется информация о состоянии исполнительных устройств, а также сообщения о правильном или неправильном соединении элементов отопительной системы.

Изображение датчиков температуры виртуального объекта при их срабатывании изменяет цвет. При срабатывании на включение исполнительных механизмов виртуального объекта их изображения также меняют свой цвет. Контроллер принимает измерительные сигналы с датчиков технологической информации виртуального объекта. Далее, в свою очередь, по последовательному

порту программируемый контроллер вырабатывает команды управления. В результате исполнительные механизмы виртуального объекта обрабатывают перемещения по открытию – закрытию клапанов, управлению нагревателем, соотношением прямого и обратного потока теплоносителя в камере смешивания. На экране монитора ПК отопительная система виртуального объекта представлена в мультипликационном виде.

Программируемый логический контроллер формирует команду управления на объект отопительной системы в виде двух байт. От компьютера в ПЛК периодически передается информация о состоянии датчиков температуры отопительной системы в виде трех байт. Таким образом, промышленный компьютер и программируемый контроллер обмениваются информацией для оперативного управления виртуальным объектом.

Разработанная программа управления виртуальным объектом выполнена на языке лестничных диаграмм (релейно – контактных схем). Фрагмент программы сравнения текущей и заданной температур представлен в виде листинга интерфейса программы моделирования на рисунке 2.

Rung	Step	Instruction	Operand	Value	Comment
7		LD	0.07		
8		OUT	TR0		
9		MOV(21)	#080		
10		SUB(31)	DM105 DM100 DM105		
11		CMP(20)	DM106 DM102		
12		AND	P_LT		Less Than (LT) Flag
13		OUT	20.01		
14		LD	TR0		
15		AND	P_GT		Greater Than (GT) Flag
16		OUT	20.02		
17		LD	20.02		
18		MOV(21)	8255 10		
19		MOV(21)	815 11		
20		LD	20.01		
21		MOV(21)	863 10		
22		MOV(21)	88 11		

Рисунок 2 – Фрагмент программы управления виртуальным объектом на языке инструкций

#### Список литературы

1. Поляков, С.И. Моделирование системы управления отоплением «умного» жилого дома / С.И. Поляков, В.И. Акимов, А.В. Полуказаков // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 68-76.

2. Сазонова, С.А. Особенности решения задач управления функционированием системами теплоснабжения / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т. 11, № 3. – С. 67-73.

3. Сазонова, С.А. Математическое моделирование параметрического резерва систем теплоснабжения с целью обеспечения безопасности при эксплуатации / С.А. Сазонова, С.Д. Николенко, А.В. Звягинцева // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 3. – С. 71-77.

4. Сазонова С.А. Особенности формирования обобщенной модели управления системами теплоснабжения / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т. 11, № 3. – С. 73-80.

5. Сазонова С.А. Особенности формулировки прикладных задач управления функционированием системами теплоснабжения / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т. 11, № 3. – С. 80-88.