

УДК 62-519

ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫМ ПУНКТОМ

Билалов А.Б., Шилияев Д.В., Петроченков А.Б., Билоус О.А., Хабибрахманова Ф.Р.*ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,**Пермь, e-mail: boa@msa.pstu.ac.ru*

Рассмотрен процесс внедрения системы автоматизированного управления (АСУ) и диспетчеризации инженерного оборудования зданий и сооружений. В качестве исследуемого объекта была выбрана система отопления, а именно тепловой пункт как ее основной элемент. Целями для внедрения автоматизированной системы на объекте являются: снижение энергозатрат, снижение эксплуатационных издержек, увеличение безопасности, контроль износа оборудования, контроль действий персонала, упрощение управления системой в целом. Представлены этапы процесса внедрения. Произведено исследование объекта управления (ОУ). Приведена функциональная схема теплового пункта. Определены границы автоматизации и осуществлен подбор необходимого оборудования. Приведен алгоритм автоматизированного функционирования и выявления аварийных ситуаций. Описан процесс наладки оборудования и интеграции подсистемы автоматизированного теплового пункта в систему автоматизированного диспетчерского управления.

Ключевые слова: автоматизация зданий, управление теплоносителем, система теплоснабжения, регулирование, тепловой пункт, «умный дом»

THE INTRODUCTION OF THE AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF THERMAL POINT

Bilalov A.B., Shilyaev D.V., Petrochenkov A.B., Bilous O.A., Khabibrakhmanova F.R.*Federal State Budget Educational Establishment «Perm National Research Polytechnical University»,**Perm, e-mail: boa@msa.pstu.ac.ru*

The implementation process of the automated control and dispatching system of buildings and facilities installation are considered. The heating system was chosen as a research object, namely heating point. The implementation purposes are power inputs and operating expenses decreasing; safety increasing; wear on equipment control; personnel activity control and simplifying of control system as a whole. The article presents steps of implementation process. The studying of control object are conducted. The functional scheme of the heating point are given. The automation bounds are determined and necessary equipment are chosen. The algorithm of automated functioning and alarm conditions detecting are given. The engineering setup process and the process of automated heating point subsystem integration into automated supervisor control system are described.

Keywords: building automation, heat-transfer agent control, heat supply system, regulation, heating point, smart house

Все большее число зданий снабжают системами автоматизации для формирования требуемых потребительских характеристик в процессе эксплуатации [6].

Создание систем автоматизированного управления инженерным оборудованием зданий и сооружений является новейшим направлением в области промышленной автоматизации, которое называют *Smart House* – «умный дом» и определяют как комплексный набор технических средств и программного обеспечения для построения интегрированной системы автоматизации инженерных подсистем. К таким подсистемам относятся отопление, водоснабжение, кондиционирование, освещение, подсистемы доступа, охраны и безопасности, аудиовидеотехники (мультирум) и ряд других [1]. В статье рассмотрена автоматизация и диспетчеризация подсистемы отопления, а именно теплового пункта.

Автоматизация управления оборудованием подсистемы отопления даёт ряд неоспоримых преимуществ: снижение энергозатрат; снижение эксплуатационных издержек; контроль износа оборудования и действий персонала; упрощение управ-

ления системой в целом, и, как следствие, предупреждение и предотвращение аварийных ситуаций; технологичность процесса управления объектом с возможностью составить индивидуальную программу работы для каждой подсистемы [1].

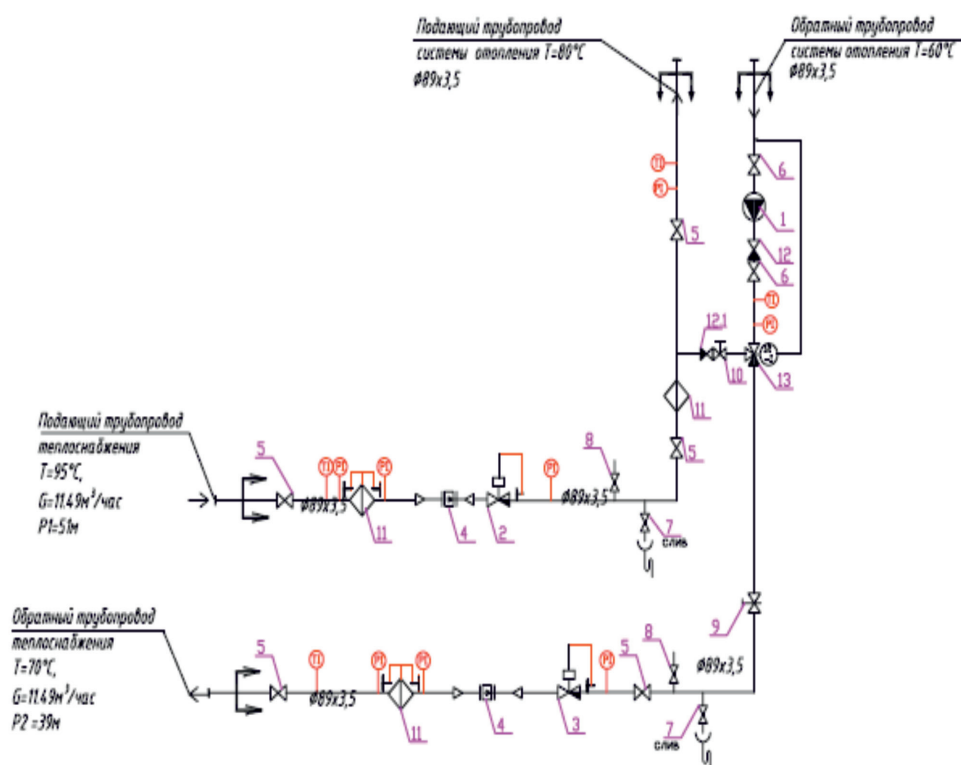
Для достижения вышеперечисленных преимуществ необходимо выполнить следующие задачи: исследовать объект управления (ОУ); определить границы автоматизации; подобрать необходимое оборудование; создать алгоритм автоматизированного функционирования и выявления аварийных ситуаций; наладить оборудование в соответствии с заданным алгоритмом; интегрировать подсистему автоматизации теплового пункта в систему автоматизированного диспетчерского управления.

Подбор оборудования

Функциональная схема теплового пункта представлена на рис. 1. Тепловой пункт представляет собой два контура теплоносителя, соединённых по зависимой схеме. Внешний контур – теплоноситель, поступающий из городской системы теплоснабжения. Внутренний контур – теплоноситель,

принудительно циркулирующий по отопительным приборам системы отопления здания. Для обеспечения принудительной циркуляции во внутреннем контуре исполь-

зуется насос. Для регулирования температуры используется трёхходовой клапан, который обеспечивает подачу теплоносителя из внешнего контура.



ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Марка поз.	Обозначение	Наименование	кол.	масса ед.л.	Примеч.
1	UPS 65-120 F	Насос циркуляц. сист. отопления	2		Grundfos
		$G=17.2 \text{ м}^3/\text{ч}$; $H=7.58 \text{ м}$; $U=380 \text{ В}$; $N=1150 \text{ Вт}$			одни в холодном резерве
2		Регулятор перепада давления после себя, $\Phi 50$, $Kvs=32 \text{ м}^3/\text{ч}$, $P_y=16 \text{ Мпа}$	1		Аркон
3		Регулятор перепада давления до себя, $\Phi 50$, $Kvs=32 \text{ м}^3/\text{ч}$, $P_y=16 \text{ Мпа}$	1		Аркон
4	65-5-CJCD -DN40	Термич. преобразователь теплосчетчика	2		ULTRAFLOW 54
5		Шаровый кран фланцевый Ø80мм	5		BRÖEN
6		Шаровый кран фланцевый Ø65мм	2		BRÖEN
7		Шаровый кран Ø25	2		BRÖEN
8		Шаровый кран Ø15	2		BRÖEN
9	Cim 74.7	Регулирующий вентиль Ø40, $Kvs=23$	1		Cimberio
10	Cim 74.7H	Регулирующий вентиль Ø40, $Kvs=44$	1		Cimberio
11	ФМФ 80	Фильтр магнитный, фланцевый, Ø80мм	3		Danfoss
12		Обратный клапан Ø65	1		Danfoss
12.1		Обратный клапан Ø32	1		Danfoss
13		Клапан 3-х ходовый DN40, PN16, $Kvs=44$	1		ESBE

Рис. 1. Функциональная схема теплового пункта

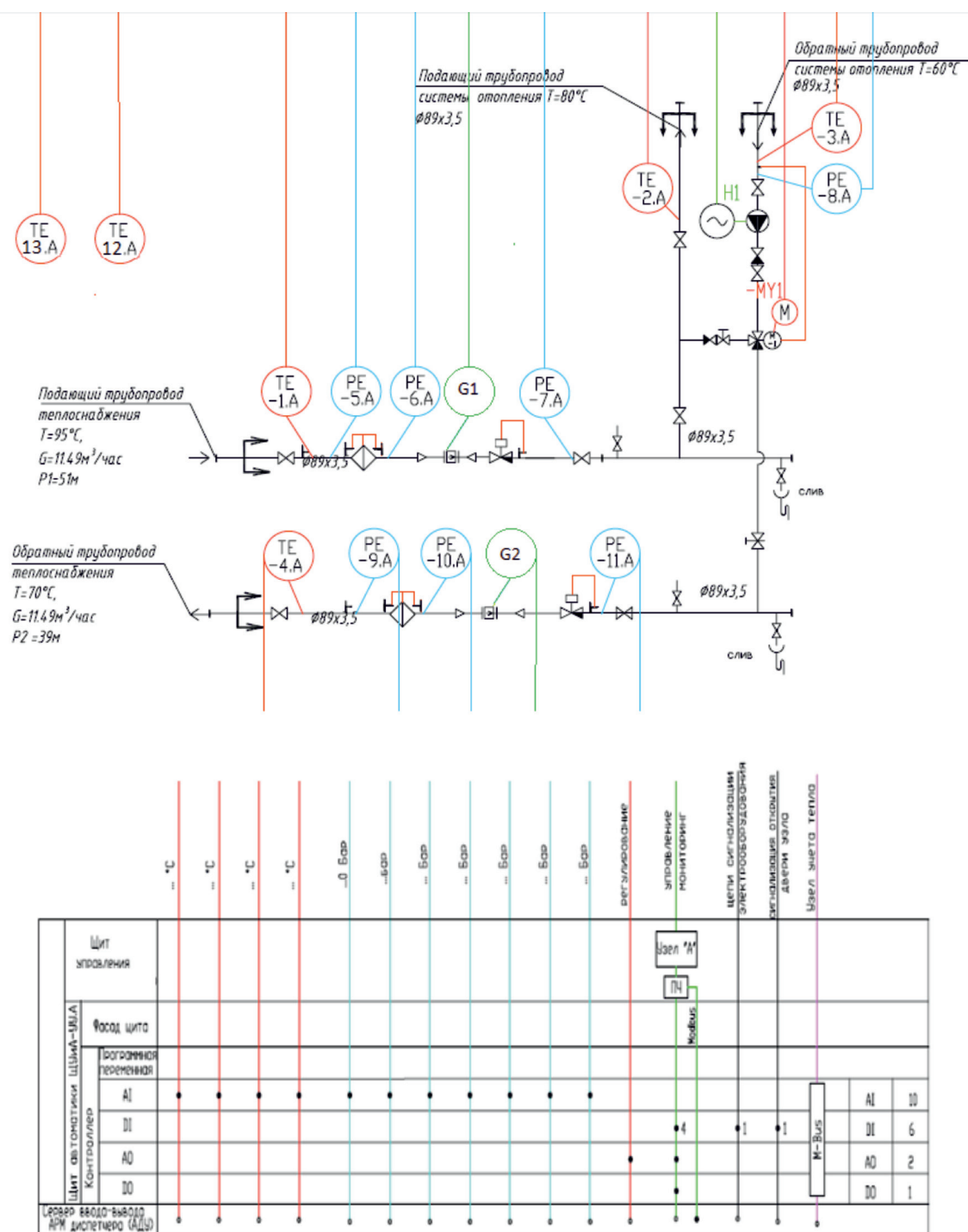


Рис. 2. Схема автоматизации теплового пункта

В процессе работы теплового пункта в нем находится дежурный. Дежурный периодически производит визуальный осмотр, проверяет параметры контуров (Т, Р), фильтры на подающем и обратном трубопроводе, снимает показания с приборов и производит учёт теплоты, которую потребляет здание.

Комплект контрольно-измерительного оборудования для создания системы автоматизации, должен обеспечивать измерение и регистрацию следующих параметров:

G_1 , G_2 – расход и масса теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах внешнего контура соответственно; TE_1 , TE_4 – температура теплоносителя в пода-

ющем и обратном трубопроводах внешнего контура соответственно; PE_5 , PE_9 – давление в подающем и обратном трубопроводах внешнего контура соответственно; PE_8 – давление в обратном трубопроводе внутреннего контура системы отопления; TE_2 , TE_3 – температура воды в подающем и обратном трубопроводе внутреннего контура системы отопления соответственно; TE_{12} – темпера-

тура наружного воздуха; TE_{13} – температура воздуха в контрольном помещении [2]; PE_6 , PE_{10} – датчики давления, контролирующие фильтры в подающем и обратном трубопроводах внешнего контура соответственно; PE_7 , PE_{11} – датчики давления, контролирующие регуляторы перепада давления в подающем и обратном трубопроводах внешнего контура соответственно.

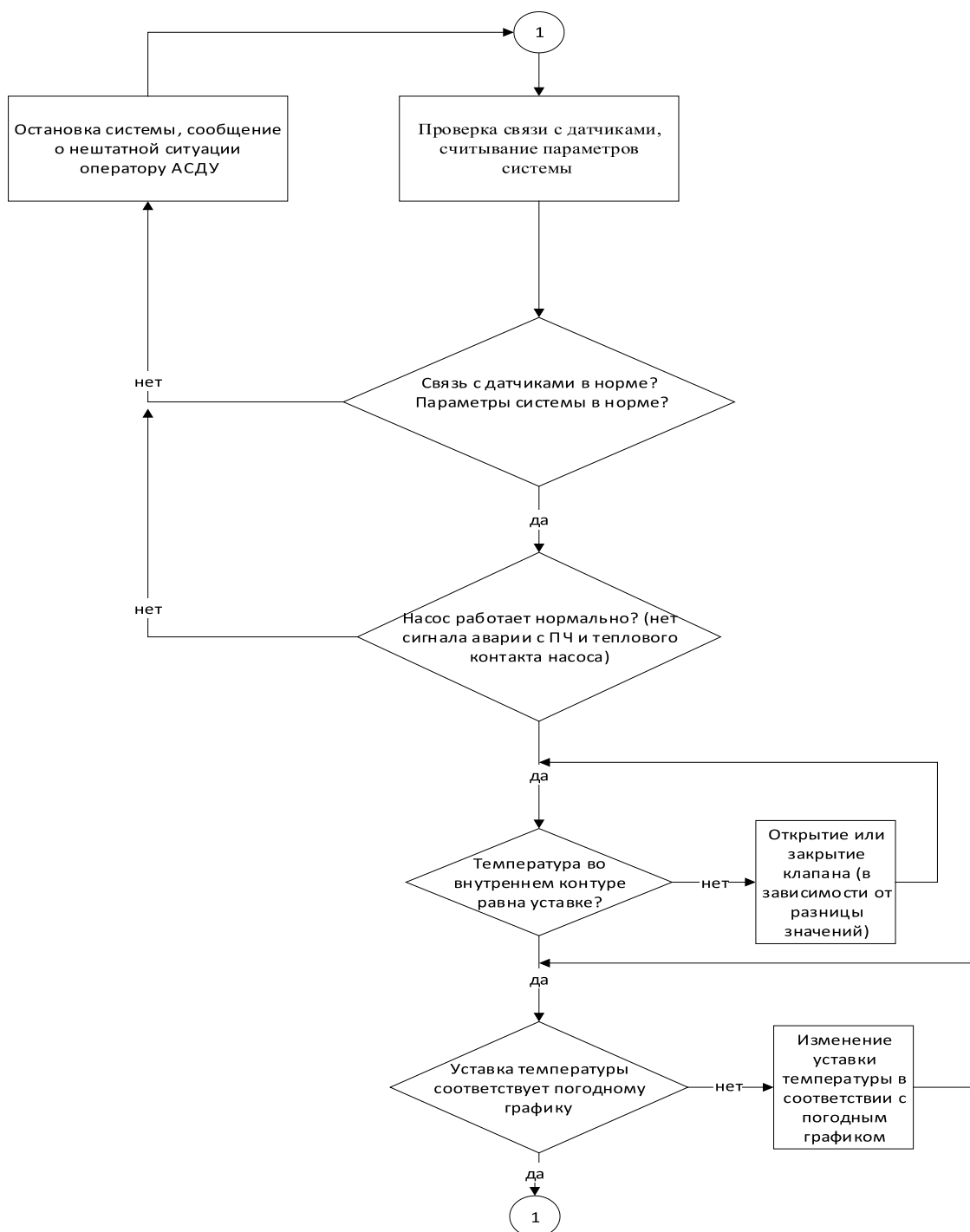


Рис. 3. Алгоритм функционирования теплового пункта

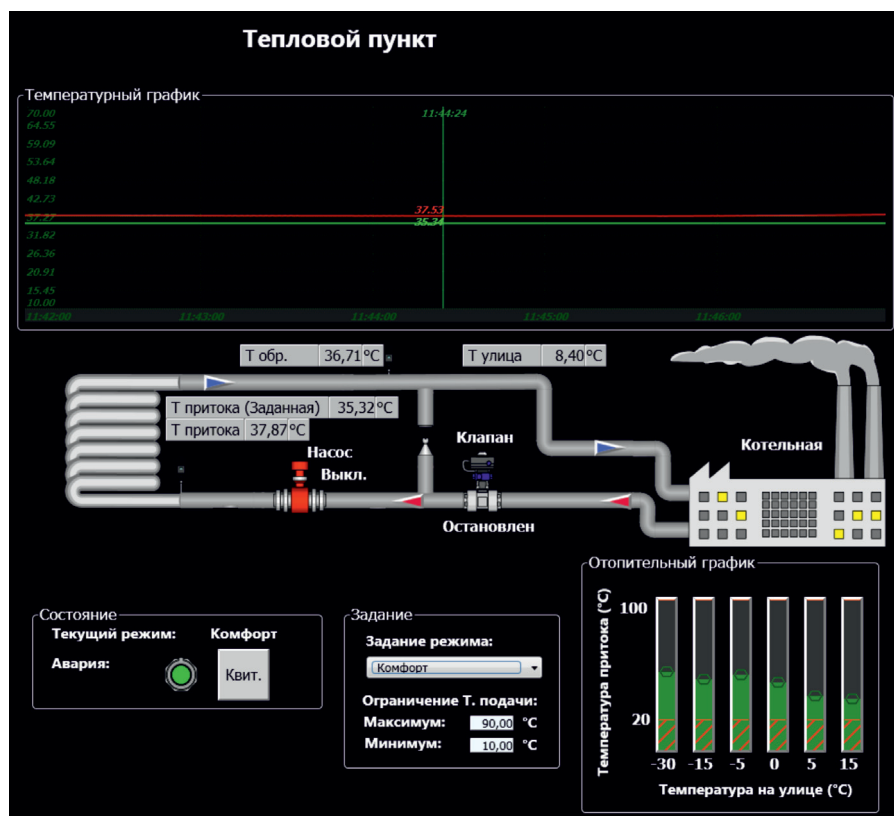


Рис. 4. Фрагмент экрана оператора

Техническая реализация системы автоматизации представлена на рис. 2.

Как видно из рисунка, термометры и манометры были заменены датчиками температуры (Pt 1000) и давления (4–20 мА). Регулирование положения клапана по температуре подачи во внутреннем контуре и управление насосом через преобразователь частоты обеспечивает контроллер с модулями аналогового и дискретного ввода/вывода. Данные о расходе тепловой энергии пересчитываются и отправляются в базу данных.

Создание алгоритма функционирования подсистемы

На рис. 3 представлен алгоритм функционирования АСУ тепловым пунктом.

Сообщения об аварийных ситуациях должны генерироваться в следующих случаях:

- $|G_1 - G_2| > 0,02(G_1 + G_2)$ – возникла утечка теплоносителя в системе отопления;
- $|TE1 - TE1^p| > [\Delta TE1]$ – температура в подающем трубопроводе внешнего контура системы отопления не соответствует расчётному значению, где $TE1^p$ – расчетная температура в подающем трубопроводе внешнего контура,

$\Delta TE1$ – допускаемое отклонение от расчётного значения;

- $|TE4 - TE4^p| > [\Delta TE4]$ – температура в обратном трубопроводе внешнего контура системы отопления не соответствует расчётному значению,

где $TE4^p$ – расчетная температура в обратном трубопроводе внешнего контура, $\Delta TE4$ – допускаемое отклонение от расчётного значения;

- $|PE8 - PE8^p| > [\Delta PE8]$ – давление в обратном трубопроводе внутреннего контура отопления не соответствует расчётному значению, где $PE8^p$ – расчетное значение давления в обратном трубопроводе внутреннего контура системы отопления, $\Delta PE8$ – допускаемое отклонение от расчетного значения;

- $|PE6 - PE5| > 0,2(PE6 + PE5)$ – фильтр в подающем трубопроводе внешнего контура системы отопления засорился;

- $|PE10 - PE9| > 0,2(PE10 + PE9)$ – фильтр в обратном трубопроводе внешнего контура системы отопления засорился;

- $PE7 > (P_n^p + 0,1 \cdot P_n^p)$ или $PE7 < (P_n^p - 0,1 \cdot P_n^p)$ – давление после регулятора давления после себя не соответствует расчётному,

где P_p^p – расчётное значение регулятора перепада давления после себя;

8. $PE11 > (P_p^p + 0,1 \cdot P_p^p)$ или $PE11 < (PE_p^p - 0,1 \cdot PE_p^p)$ – давление до регулятора давления до себя не соответствует расчётному,

где P_p^p – расчётное значение регулятора перепада давления до себя.

Интегрирование подсистемы автоматизации теплового пункта в систему автоматизированного диспетчерского управления

После наладки оборудования происходит процесс интегрирования в систему автоматизированного диспетчерского управления. На рис. 4 изображен фрагмент экрана оператора, с мнемосхемами, отражающими работу теплового пункта.

На экране оператора отображаются основные параметры теплового пункта:

- В поле «Температурный график» отображается текущая температура теплоносителя в приточном трубопроводе (зеленый цвет) и заданная температура в приточном трубопроводе (красный цвет).

- На мнемосхеме изображена принципиальная схема теплового пункта с текущими показаниями основных датчиков и положением исполнительных механизмов.

- В поле «Состояние» отображается текущий режим работы теплового пункта (комфорт или эконом), лампа аварии и кнопка квитирования (подтверждения) аварии.

- В поле «Задание» имеется возможность задать режим работы системы и диапазон ограничения температуры теплоносителя в подающем трубопроводе.

- В поле «Отопительный график» имеется возможность с помощью ползунков задать температуру теплоносителя в подающем трубопроводе относительно температуры на улице, красной штриховкой обозначены области ограничения задания.

Заключение

После проведения модернизации теплового пункта достигнуто снижение энергозатрат и эксплуатационных издержек; осуществлено предотвращение аварийных ситуаций. Реализована возможность составлять индивидуальную программу работы для каждой подсистемы.

Список литературы

1. Байгозин Д.В., Первухин Д.Н., Захарова Г.Б. Разработка принципов интеллектуального управления инже-

нерным оборудованием в системе «умный дом» // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – № 5. – С. 168–172.

2. Глухов А.П., Торопков С.А. К вопросу о контрольно-измерительном оборудовании для автоматизированных тепловых пунктов // Диагностика и надёжность энергооборудования. – 2009. – № 3(27). – С. 33–34.

3. ГОСТ 19.701-90 (ИСО 5807-85). Схемы алгоритмов, программ, данных и систем // Единая система программной документации. – 1992. – С. 93–114.

4. Даденков Д.А., Петроченков А.Б. Опыт создания лабораторно-тренажерного комплекса для подготовки специалистов в области автоматизированных систем управления технологическими процессами // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Наука и образование, инноватика. – 2009. – № 5(87). – С. 251–255.

5. Даденков Д.А., Шилиев Д.В. Сравнительный анализ методов синтеза систем регулирования скорости микроприводов постоянного тока // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2013. – № 7. – С. 74–82.

6. Латышев К.В. Комплекс «Техника переустройства здания в «интеллектуальное здание» // Интернет-журнал «Науковедение». – 2013. – № 4. – С. 1–7.

References

1. Bajgozin D.V., Pervuhin D.N., Zaharova G.B. Razrabotka principov intellektualnogo upravlenija inzhenernym oborudovaniem v sisteme «umnyj dom» // Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta. 2008. no. 5. pp. 168–172.

2. Gluhov A.P., Toropkov S.A. K voprosu o kontrolno-izmeritelnom oborudovanii dlja avtomatizirovannyh teplovyh punktov // Diagnostika i nadjozhnost jenergooborudovanja. 2009. no. 3(27). pp. 33–34.

3. GOST 19.701-90 (ISO 5807-85). Shemy algoritmov, programm, dannyh i sistem // Edinaja sistema programnoj dokumentacii. 1992. pp. 93–114.

4. Dadenkov D.A., Petrochenkov A.B. Opyt sozdanija laboratorno-trenazhernogo kompleksa dlja podgotovki specialistov v oblasti avtomatizirovannyh sistem upravlenija tehnologicheskimi processami // Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGPU. Nauka i obrazovanie, innovatika. 2009. no. 5(87). pp. 251–255.

5. Dadenkov D.A., Shiljaev D.V. Sravnitelnyj analiz metodov sinteza sistem regulirovanija skorosti mikroprivodov postojannogo toka // Vestnik Permskogo nacionalnogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Jeletrotehnika, informacionnye tehnologii, sistemy upravlenija. 2013. no. 7. pp. 74–82.

6. Latyshev K.V. Kompleks tehnika pereustrojstva zdanija v «intellektualnoe zdanie» // Internet-zhurnal «Naukovedenie». 2013. no. 4. pp. 1–7.

Рецензенты:

Казанцев В.П., д.т.н., доцент, профессор кафедры микропроцессорных средств автоматизации, ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь;

Бочкарев С.В., д.т.н., доцент, профессор кафедры микропроцессорных средств автоматизации, ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь.