

УДК 697.345:681.5.03

**М. В. Загирняк**, д-р техн. наук,  
**А. Л. Перекрест**, канд. техн. наук

### ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ И УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЕМ КРЕМЕНЧУГСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

***Аннотация.** Представлен опыт использования автоматизированной системы для мониторинга состояния и управления отоплением корпусов учебного заведения. Система содержит стандартное промышленное оборудование для автоматизации процессов в системах отопления и разработанное программное обеспечение для контроля текущего состояния и управления теплотреблением отдельных зданий по различным законам.*

***Ключевые слова:** системы отопления, энергоресурсосбережение, автоматизация зданий, теплотребление, мониторинг режимов, управление теплотреблением, энергетическая эффективность*

**M. Zagirnyak**, ScD.,  
**A. Perekrest**, PhD.

### EXPERIENCE IMPLEMENTING AND USING THE AUTOMATED SYSTEM TEMPERATURE MONITORING AND REMOTE CONTROL OF THE HEAT LOAD OF THE KREMENCHUG NATIONAL UNIVERSITY

***Abstract.** The experience of using an automated system for monitoring the state of the buildings and heating control of the institution. The system comprises a standard industrial process automation equipment for heating and developed software for monitoring the status and management of individual heat consumption of buildings by different laws.*

***Keywords:** heating system, energy and resource saving, building automation, management of heat consumption, monitoring regimes heat demand management, energy efficiency*

**М. В. Загирняк**, д-р техн. наук,  
**А. Л. Перекрест**, канд. техн. наук

### ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ І ВИКОРИСТАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ МОНИТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУРНИХ РЕЖИМІВ І ВІДДАЛЕНОГО УПРАВЛІННЯ ТЕПЛОСПОЖИВАННЯМ КРЕМЕНЧУЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

***Анотація.** Представлено досвід використання автоматизованої системи моніторингу стану та керування опаленням корпусів навчального закладу. Система включає стандартне промислове обладнання для автоматизації процесів в системах опалення та розроблене програмне забезпечення для контролю поточного стану та керування теплоспоживанням окремих будівель за різними законами.*

***Ключові слова:** системи опалення, енергоресурсозбереження, автоматизація будівель, теплоспоживання, моніторинг режимів, управління теплоспоживанням, енергетична ефективність*

**Введение.** Существующая проблема сбережения энергетических ресурсов остро стоит в высших учебных заведениях (ВУЗ) нашей страны. При этом наиболее значимыми в платежном балансе любого ВУЗа являются затраты на оплату счетов за потребленную тепловую энергию. Так, например, в Кременчугском национальном университете доля оплат за тепловую энергию в среднем за 2010 – 2013 годы составляет 74 % от всех коммунальных платежей.

Решение проблемы энергоресурсосбережения возможно путем системного решения взаимосвязанных задач: энергопотребления, энергоиспользования и энергоуправления [1]. Применительно к системам отопления учебных заведений на начальном этапе решения проблемы энергоресурсосбережения необходимо повсеместное внедрение современных автоматизированных систем мониторинга и управления (АСМУ) теплотреблением зданий [2].

Существующие пилотные решения АСМУ отоплением и распределенных информационно-управляющих систем приборного учета [3 – 6] выполняются с помощью коммутируемых линий связи [3], беспроводных GSM-сетей [4], глобальных каналов Internet [5, 6] и решают частные вопросы мониторинга состояния и удаленного управления оборудованием тепловых пунктов.

**Цель данной статьи** – изложить возможности и опыт использования АСМУ отоплением на примере высшего учебного заведения.

**Материал исследований.** Выполняя требования нормативных документов по созданию, наполнению и внедрению автоматизированных систем мониторинга и управления зданиями [2, 7] в Кременчугском национальном университете имени Михаила Остроградского (КрНУ) создана и успешно функционирует автоматизированная система оперативного контроля температурных режимов и удаленного управления теплотреблением учебных корпусов [8].

© Загирняк М.В., Перекрест А.Л. 2014

Система (рис. 1) имеет модульную архитектуру, использует стандартное промышленное оборудование, промышленные протоколы обмена информацией между уровнями, локальную телекоммуникационную сеть университета и разработанное программное обеспечение.

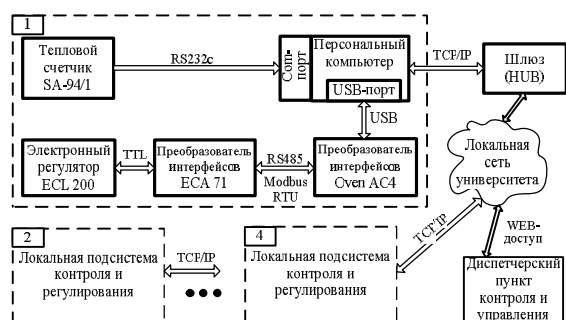


Рис. 1. Блок-схема системы оперативного контроля и управления тепловыми пунктами (КрНУ)

Локальный уровень системы включает подсистемы на основе измерительных, исполнительных и регулирующих элементов, которые выполняют задачи сбора и обработки сигналов о состоянии отопления каждого отдельного здания и изменения его тепловой мощности по погодозависимым алгоритмам. При этом используется тепловой счетчик с датчиками температуры и расхода теплоносителя для измерения потребляемой тепловой мощности, автоматизированный узел погодного регулирования на базе погодного регулятора, клапана с электроприводом, насоса и датчиков температуры теплоносителя, внутреннего и внешнего воздуха. Тепловой счетчик и погодный регулятор через промышленные интерфейсы подключены к персональному компьютеру (ПК) с операционной системой Windows, на котором установлено разработанное локальное программное обеспечение [9].

В качестве оборудования локальных уровней используются тепловые счетчики Aswega, Multical, Ultraheat, погодные регуляторы Danfoss ECL Comfort и Siemens RVD, насосы с мокрым и сухим ротором Dab и Wilo, клапаны Siemens VVF и Danfoss с электроприводами, датчики температуры ESM и ESMU.

Для организации информационного обмена данные с теплового счетчика по интерфейсу RS232c и с электронного регулятора по протоколу Modbus RTU передаются на локальный персональный компьютер. Далее, по протоколу TCP/IP через локальную информационную сеть университета данные поступают на центральный сервер, который содержит базу данных контролируемых величин с локальных систем управления отдельными тепловыми пунктами.

Все локальные ПК включены в университетскую сеть Ethernet. Доступ к каждому из локальных ПЭВМ из локальной сети осуществляется с использованием стандартных возможностей Windows по работе с удаленным рабочим столом, из глобальной сети – с помощью программы TeamViewer.

Локальное управляющее программное обеспечение (ПО) разработано в программном пакете Labview и обеспечивает [8, 9]: контроль температур теплоно-

сителя, воздуха внутри и вне помещений; изменение уставок и настроек погодного регулятора, сохранение информации о работе теплового пункта в файл и локальную базу данных, а также ее передачу в сетевую базу данных (рис. 2).

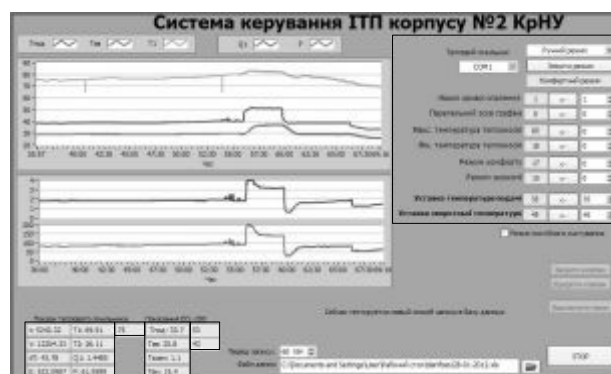


Рис. 2. Интерфейс локального уровня автоматизированных систем мониторинга и управления

Серверный уровень АСМУ отоплением КрНУ представлен в виде ПК с установленным специальным ПО диспетчерского уровня (рис. 3). Интерфейс 3содержит вкладки корпусов и вкладку «Отчеты». Вкладки корпусов, в отличие от локального ПО, дополнительно содержат информацию о суточном абсолютном и удельном теплотреблении. Для оценки эффективности мероприятий по регулированию мощности систем отопления в отдельных корпусах в качестве основного показателя использован удельный суточный расход тепловой энергии на обогрев различных зданий, приведенный к действительным температурам внутреннего и наружного воздуха, а также длительности отопительного периода [10]. Указанная особенность позволяет оценивать показатели работы систем отопления и сравнивать их с нормативными показателями, т.е. определять часовые, суточные, месячные и сезонные показатели класса энергоэффективности обслуживаемых зданий [11].

Рассмотренные выше возможности АСМУ отоплением предназначены для оперативного контроля и управления теплотреблением учебных корпусов, которые осуществляются диспетчерами из группы преподавателей университета. Для организации текущего контроля за параметрами работы систем отопления также создано информационное обеспечение [12], доступ к которому осуществляется с глобальной сети Internet по адресу <http://asc.kdu.edu.ua/>.

Таким образом, к ключевым возможностям разработанной АСМУ отоплением следует отнести:

- контроль текущего состояния процесса отопления отдельных зданий;
- определение показателей энергетической эффективности отдельных зданий;
- оперативное и программное управление тепловой мощностью систем отопления отдельных зданий;
- контроль состояния систем отопления учебных корпусов из сети Интернет;
- формирование учетно-отчетной документации о работе систем отопления отдельных зданий.

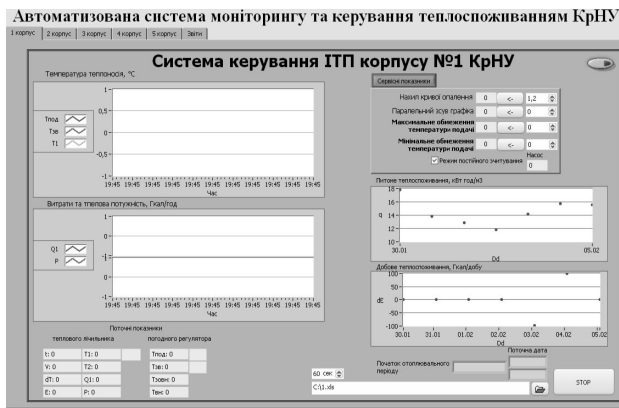


Рис. 3. Интерфейс диспетчерского уровня автоматизированных систем мониторинга и управления отоплением

Внедрение рассмотренного решения позволило только в одном учебном корпусе уменьшить среднесуточное теплопотребление с 2,7 Гкал до 1,8 Гкал и сезонное с 393 Гкал без регулирования (сезон 2011 – 2012 годов) до 353 Гкал с локальным регулированием (сезон 2012 – 2013 годов) и до 298 Гкал с дистанционным регулированием теплопотребления (сезон 2013 – 2014 годов), что составляет около 85 тыс. грн. экономии (стоимость 1 Гкал составляет 894 грн). Затраты на внедрение указанного решения в одном корпусе составили 74 тыс. грн. В целом сезонное теплопотребление КрНУ уменьшилось на 250 – 300 Гкал (табл. 1).

1. Теплопотребление корпусами КрНУ

Отопительный сезон	Всего, Гкал	Корпуса № № 1 – 3, 5, Гкал
2010 – 2011	4371	2212
2011 – 2012	4313	1872
2012 – 2013	3842	1636
2013 – 2014	3852	1640

Опыт управления теплопотреблением учебных зданий с использованием описанной АСМУ позволяет сформировать алгоритм действий для реального уменьшения теплопотребления зданиями ВУЗов.

1. Установка в каждом здании оборудования для измерения и учета количества потребленной тепловой энергии.

2. Модернизация узла управления тепловым пунктом с установкой оборудования для погодозависимого регулирования температуры теплоносителя.

3. Установка дополнительного оборудования для удаленного контроля и управления оборудованием теплового пункта здания.

4. Разработка управляющего программного обеспечения для оперативного контроля, удаленного управления и анализа режимов теплопотребления.

**Выводы.** Решение вопросов практического энергосбережения в ВУЗах возможно с использованием современных средств автоматизации. Представленный опыт использования автоматизированной системы управления теплопотреблением зданий КрНУ показывает, что реальное энергосбережение возможно и осуществимо.

Список использованной литературы

1. Родькин Д. И. Энергосбережение как закономерный этап электрификации народного хозяйства [Текст] / Д. И. Родькин // Проблемы создания новых машин и технологий. – Кременчуг : КГПИ, 2000. – Вып. 1 (8). – С. 177 – 183.

2. ДСТУ-Н Б В.2.5-37:2008 «Настанова з проектування, монтажування та експлуатації автоматизованих систем моніторингу та управління будівлями та спорудами». – К. : Мінрегіонбуд, 2008. – 14 с.

3. Анисимов А. Л. Системные проблемы создания распределенных информационно-управляющих систем приборного учета / А. Л. Анисимов, А. М. Астапкович, А. А. Касаткин. – Режим доступа: [http://guap.ru/guap/skb/docs/article\\_v3.doc](http://guap.ru/guap/skb/docs/article_v3.doc). – Дата доступа (12.06.2014).

4. Диспетчеризация приборов учета через интернет. – Режим доступа: <http://www.t2system.ru>. Дата доступа (15.10.2013).

5. Автоматизация и диспетчеризация систем теплоснабжения зданий. – Режим доступа : <http://www.halax.ru/avtomatizacija-dispetcherizacija-sistem.html>. – Дата доступа (10.06.2014).

6. Система моніторингу “HeatCAM” – Режим доступа: <http://heating.sumdu.edu.ua>. – Дата доступа (13.04.2013).

7. Шестака А. И. Современные методы автоматизации зданий [Текст] / А. И. Шестака, Л. В. Мельникова, В. В. Бушер // Электротехнические и компьютерные системы. – Одесса : Техника. – 2013. № 11(87). – С. 82 – 89.

8. Перекрест А. Л. Оперативный контроль температурных режимов и управление тепловыми пунктами зданий учебного заведения [Текст] / А. Л. Перекрест, В. В. Найда, С. С. Романенко, А. А. Пороник // Вісник КрНУ. – Кременчук : КрНУ. – 2013. – Вып. 3/2013 (80). – С. 35 – 43.

9. Кніжнік Є. Н. Комп’ютерна програма «Автоматизована система керування тепловим споживанням будівлі» / Є. Н. Кніжнік, А. Л. Перекрест, В. В. Найда, С. С. Романенко, А. А. Поронік. Свідоцтво на твор № 50946 від 27.08.2013.

10. Перекрест А. Л. Оценка эффективности функционирования систем отопления учебных зданий [Текст] / А. Л. Перекрест // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. – Кременчук : – 2014. – Вып. 2/2014 (26). – С. 48 – 55.

11. ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 «Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції». – К. : Мінрегіонбуд, 2011. – 43 с.

12. Кніжнік Є. Н. Інформаційне забезпечення для віддаленого моніторингу теплоенергетичних об’єктів [Текст] / Є. Н. Кніжнік, А. Л. Перекрест, А. В. Масливець // Інженерні та освітні технології в електротехнічних і комп’ютерних системах. Кременчук : КрНУ. – 2013. – Вып. 3/2013 (3). – С. 29 – 40, url: [http://eetecs.kdu.edu.ua/2013\\_03/EETECES2013\\_0302.pdf](http://eetecs.kdu.edu.ua/2013_03/EETECES2013_0302.pdf)

Получено 18.07.2014

## References

1. Rodkin, D.I. Energoberezhniye kak zakonomernyy etap elektrifikatsii narodnogo khozyaystva [Energy Conservation as a Natural Stage of Electrification of the National Economy], *Problemy Sozdaniya Novykh Mashyn i Tehnologiy*, (2000), Kremenchuk, Ukraine, Vol. 1/8, pp. 177 – 183 (In Russian).

2. DSTU B V.2.5-N-37 “Nastanova z proektuvannya, montuvannya ta ekspluatatsiyi avtomatyzovanykh system monitorynhu ta upravlinnya budivlyamy ta sporudamy” [Guidelines for Project-ing, Mounting and Operation of Automated Systems, which Monitor and Manage Buildings and Structures], (2008), *Minregionbud*, Kiev, Ukraine (In Ukrainian).

3. Anisimov A.L., Astapovich, A.M., and Kasatkin, A.A. Sistemnyye problemy sozdaniya raspredelennykh informatsionno-upravlyayushchikh sistem pribornogo ucheta [Systemic Problems of Distributed Information Management Systems Metering] (In Russian). Available at:

[http://guap.ru/guap/skb/docs/article\\_v3.doc](http://guap.ru/guap/skb/docs/article_v3.doc) (accessed 12.06.2014).

4. Dispatch Metering Devices via the Internet. Available at: <http://www.t2system.ru/> (accessed 15.10.2013).

5. Automation and Control Systems, Heating of Buildings. Available at:

<http://www.halax.ru/avtomatizacija-dispetcherizacija-sistem.html> (accessed 10.06.2014).

6. Monitoring System “HeatCAM”. Available at: <http://heating.sumdu.edu.ua> (accessed 13.04.2013).

7. Shestaka A.I., Melnikov L.V., and Bushehr V.V. Sovremennyye metody avtomatizatsii zdaniy [Modern Methods of Building Automation], (2013), *Elektrotekhnicheskiye and Kompyuternyye Sistemy*, Odessa, Ukraine, *Technica*, Vol. 11 (87), pp. 82 – 89 (In Russian).

8. Perekrest A.L., Naida V.V., Romanenko, S.S. and Poronik A.A. Operativnyy kontrol temperaturnykh rezhimov i upravleniye teplovymi punktami zdaniy uchebnogo zavedeniya [Operational Control of Temperature Conditions and Management Thermal Paragraphs Educational Buildings], (2013), Kremenchuk, Ukraine, *Visnyk KrNU*, Vol. 3/80, pp. 35 – 43 (In Russian).

9. Knizhnik Ye.N., Perekrest A.L., Naida V.V., Romanenko S.S., and Poronik A.A. Komp’juterna programa “Avtomatizovana sistema keruvannya teplovim spozhivannjam budivli” [Computer Program “Automated Control System of heat Consumption of the Building”]. Certificate for Product No. 50946 on 27/08/2013.

10. Perekrest A.L. Otsenka effektivnosti funktsionirovaniya sistem otopleniya uchebnykh zdaniy [Assessing the Efficiency of Heating Systems of Educational Buildings], (2014), *Elektromekhanichni and Enerhozberiyuchi Ssystemy*, Kremenchuk, Ukraine, Vol. 2/2014 (26), pp. 48 – 55 (In Russian).

11. State Standard A.2.2-5:2007, Nastanova z rozroblennya ta skladannya energetychnogo pasporta budynkiv pry novomu budivnyctvi ta rekonstrukcii [Guidelines for the Development and Drafting of the Energy Passport Buildings for new Construction and Re-

modeling], (2011), *Minregionbud*, Kiev, Ukraine (In Ukrainian).

12. Knizhnik E.N., Perekrest, A.L., and Maslivets, A.V. Informatsiyne zabezpechennya dlya viddaleno-ho monitorynhu teploenerhetychnykh ob’ektiv [Information Support for Remote Monitoring of Thermal Power Objects], (2013), *Inzhenerni ta Osvitni Tekhnolohiyi v Elektrotekhnichnykh and Kompyuternykh Systemakh*, Kremenchuk, Ukraine, Vol. 3/2013 (3), pp. 29 – 40 (In Ukrainian).



Загирняк  
Михаил Васильевич,  
д-р техн. наук, проф.,  
ректор Кременчугского нац.  
ун-та имени Михаила Остро-  
градского ул. Первомайская,  
20, Кременчуг, 39600,  
Украина.  
E-mail: mzagim@kdu.edu.ua,



Перекрест  
Андрей Леонидович,  
канд. техн. наук, доц.  
каф. систем автоматического  
управления и электропривода  
Кременчугского нац. ун-та  
имени Михаила Остроградско-  
го, ул. Первомайская, 20, Кре-  
менчуг, 39600, Украина.  
Тел.: +380675302814.  
E-mail: wey77@mail.ru