



# «ВЕСТНИК ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ»

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ,  
ОТВЕТСТВЕННЫХ ЗА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ  
И ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ, В СИБИРСКОМ  
ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ

Можаева Г.В., Рыльцева Е.В.

стр. 10

СИСТЕМА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО  
МЕНЕДЖМЕНТА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ  
ОРГАНИЗАЦИЯХ ВЫСШЕГО  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ:  
НЕОБХОДИМОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ И  
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Малашенков Д.К., Фролов В.В.

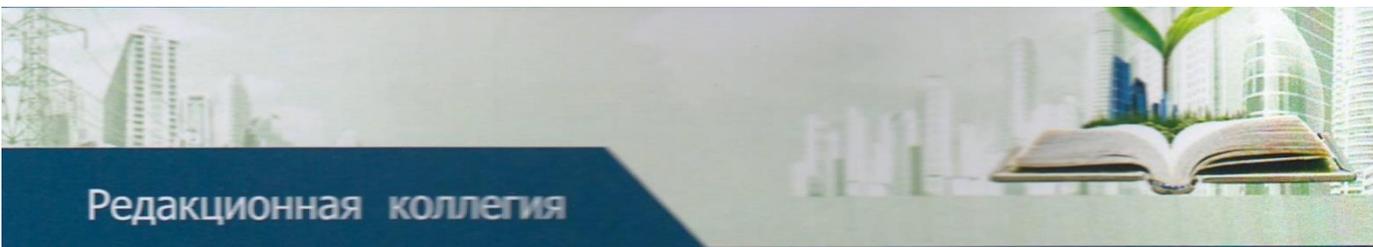
стр. 68



**Анализ результативности деятельности  
по энергосбережению и повышению энергетической  
эффективности в образовательных организациях,  
подведомственных Минобрнауки России**

Калачев Д.Н., Косарев П.Г., Нурахов Н.Н., Фролов В.В.

стр. 4



## Редакционная коллегия

### **Главный редактор**

*Фролов Владимир Викторович*

### **Заместитель главного редактора**

*Малашенков Дмитрий Константинович*

### **Научный редактор**

*Нурахов Нуржан Нурланович*

### **Ответственный секретарь**

*Косарев Павел Геннадьевич*

руководитель Центра комплексной энергоэффективности и административного управления ФГБУ ИПК Минобрнауки России.

эксперт Центра комплексной энергоэффективности и административного управления ИСОТП МГТУ МИРЭА.

заместитель начальника Центра комплексной энергоэффективности и административного управления ИСОТП МГТУ МИРЭА, кандидат экономических наук.

начальник отдела автоматизированной системы управления энергосбережением ИСОТП МГТУ МИРЭА

*Артиков Рашид Худай-Бердыевич*

руководитель Организационного комитета Консультативного совета при Председателе Комитета Государственной Думы по энергетике Федерального Собрания Российской Федерации, генеральный директор Ассоциации организаций в области энергетики.

*Банников Вадим Викторович*

директор НП СРО «Гильдия энергоаудиторов»

*Бухмиров Вячеслав Викторович*

заведующий кафедрой теоретических основ теплотехники ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», доктор технических наук, профессор

*Гильманшин Искандер Рафаилевич*

директор Комплексного центра обучения в сфере энергоэффективности Казанского (Приволжского) федерального университета, кандидат технических наук.

*Калачев Дмитрий Николаевич*

заместитель директора Департамента управления сетью подведомственных организаций Минобрнауки России, кандидат политических наук.

*Кудж Станислав Алексеевич*

ректор МГТУ МИРЭА, доктор технических наук.

*Меребашвили Тамара Александровна*

заместитель генерального директора по коммерческим вопросам ООО «Центр энергоэффективности ИНТЕР РАО ЕЭС»

*Москалев Александр Александрович*

заместитель директора Комплексного центра обучения в сфере энергоэффективности ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный технологический университет растительных полимеров»

*Третьяков Анатолий Петрович*

доцент кафедры региональной и муниципальной экономики, ФГАОУ ВПО «Российский государственный профессионально-педагогический университет» Министерства образования и науки Российской Федерации

### Прямая речь

- 4** Анализ результативности деятельности по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в образовательных организациях, подведомственных Минобрнауки России.

Калачев Д. Н., Косарев П. Г., Нурахов Н. Н., Фролов В.В.

### Образование

- 10** Организация повышения квалификации специалистов, ответственных за энергосбережение и повышение энергетической эффективности, в Сибирском федеральном округе.

Можаева Г. В., Рыльцева Е. В.

- 13** Научно-исследовательская и образовательная деятельность Комплексного центра обучения в сфере энергоэффективности Казанского (Приволжского) федерального университета.

Гильманшин И. Р.

### Опыт

- 17** Опыт проведения первичного энергетического обследования на объектах кампуса Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Дальневосточный федеральный университет» на о. Русский.

Богданович Г. А., Жуков В. А., Баскова Г. Н.

- 23** Системы диспетчеризации в решении вопросов повышения энергоэффективности распределенных объектов энергоснабжения и жизнеобеспечения зданий.

Белоусов А. В., Глаголев С. Н., Кошлич Ю. А., Гребеник А. Г.

- 32** Принципы формирования энергоэффективных жилых районов.

Табунчиков Ю. А., Шилкин Н. В.

- 39** Повышение эффективности теплонасосных установок для систем теплоснабжения зданий различного назначения.

Усадский Д. Г., Фокин В. М.

- 44** Комплексный подход при выборе энергосберегающих систем обеспечения микроклимата многоквартирных жилых домов

Бодров М. В., Кузин В. Ю.

- 49** Вакуумная гелиоустановка горячего водоснабжения в Пермском университете

Андреев Д. Н., Сыстеров В. И.

- 54** Способы повышения энергоэффективности систем освещения образовательных учреждений

Молчанов С. В., Захаров А. И.

- 61** Технологическое обеспечение экономии энергоресурсов при эксплуатации деревянных домов

Титунин А. А., Зайцева К. В.

### Наука и технологии

- 68** Система энергетического менеджмента в образовательных организациях высшего профессионального образования: необходимость внедрения и практические рекомендации

Малашенков Д. К., Фролов В.В.

- 83** Создание и внедрение автоматизированной системы мониторинга и управления коммунальными ресурсами муниципалитета

Москалев А. А., Митрофанов В. В.

- 89** Применение метода распределенных удельных мощностей для определения мест установки подстанций промышленного цеха

Михайлов С. А.

- 93** Мониторинг энергоэффективности служебных и жилых зданий на основе комплексного подхода

Лоскутов А. Б., Солнцев Е. Б., Петрицкий С. А., Терентьев П. В.

УДК 620.91:681.5

## Системы диспетчеризации в решении вопросов повышения энергоэффективности распределенных объектов энергоснабжения и жизнеобеспечения зданий

### Белоусов Александр Владимирович

Кандидат технических наук, профессор кафедры Технической кибернетики, директор Энергетического института, начальник Управления информатизации и коммуникаций, ФГБОУ ВПО БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород  
e-mail: ntk@intbel.ru  
телефон: +7(4722)309-965



### Глаголев Сергей Николаевич

Доктор экономических наук, профессор, ректор ФГБОУ ВПО БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород  
e-mail: rector@intbel.ru  
телефон: 8 (4722) 30-99-01



### Кошлич Юрий Алексеевич

Ведущий инженер Управления информатизации и коммуникаций, м.н.с. кафедры Технической кибернетики ФГБОУ ВПО БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород  
e-mail: koshlich@yandex.ru  
телефон: 8 (909) 200-44-58



### Гребеник Артем Григорьевич

Магистрант кафедры Технической кибернетики, ФГБОУ ВПО БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород  
e-mail: iitusnik@gmail.com  
телефон: 8 (4722) 30-99-01



*В статье поднимается вопрос повышения энергоэффективности распределенных объектов энергоснабжения и жизнеобеспечения зданий технологическими методами благодаря внедрению автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) распределенными энергоресурсами. Описана типовая структура систем диспетчеризации и основные этапы их внедрения. На примере функционирующей АСДУ распределенными энергоресурсами БГТУ им. В.Г. Шухова показаны преимущества использования такого рода систем для решения проблем энергосбережения.*

**Ключевые слова:** энергоэффективность, энергобезопасность, автоматизированная система диспетчерского управления (АСДУ), возобновляемые источники энергии (ВИЭ)

Центральной проблемой в функционировании географически распределенных объектов ЖКХ, систем энергоснабжения и жизнеобеспечения зданий является проблема энергоэффективности. Энергоэффективность – это эффективное использование энергетических ресурсов, т.е. использование как можно меньшего количества первичных энергоресурсов для обеспечения того же качества

процессов регулирования [1, 2]. Современная концепция энергоэффективности формируется на основе трех основных составляющих:

- экономия ресурсов (которая подразумевает минимизацию первичных энергоресурсов, получаемых традиционными способами);
- экономия энергозатрат (которая заключается в оптимизации энергетических затрат на процессы управления в автоматических и автоматизированных системах технологическими процессами);
- энергобезопасность.

Мероприятия по повышению энергетической эффективности можно классифицировать на две группы: организационные и технологические. В ходе внедрения организационных методов основную роль играет административный ресурс. К организационным методам можно отнести меры по контролю за состоянием работы электроприборов (например, дополнительных электрообогревателей (напримеp, дополнительных электрообогревателей приборов), систем освещения, организацию работ, направленных на улучшение теплоизоляционных свойств конструкций. Технологические мероприятия подразумевают внедрение энергосберегающих инженерных систем: систем, использующих возобновляемые источники энергии, энергоэффективные системы управления жизнеобеспечением и др.

Одним из эффективных технологических методов является внедрение автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ) распределенными объектами энергоснабжения и жизнеобеспечения. АСДУ представляет сложную инженерную систему, имеющую многоуровневую иерархическую структуру. АСДУ позволяет в режиме реального времени осуществлять мониторинг, вести

учет и централизованно управлять распределенными объектами [3, 4].

На нижнем функциональном уровне АСДУ располагаются локальные системы управления (индивидуальными тепловыми пунктами, приточно-вытяжными установками, системами энергоснабжения и т.п.), первичные измерительные преобразователи (датчики температуры, расхода, давления и т.п.), исполнительные механизмы (электромагнитные клапаны, насосы и др.) и т.п. Средний функциональный уровень (СФУ) представлен коммуникационным оборудованием (программируемые контроллеры, преобразователи интерфейсов), посредством которого осуществляется взаимодействие между нижним и верхним функциональными уровнями (ВФУ). ВФУ состоит из серверного аппаратного и программного обеспечения – серверами баз данных, архивных SCADA-серверов и web-серверов, автоматизированного рабочего места (АРМ) диспетчера.

АРМ диспетчера, как правило, представляет собой персональный компьютер с изображением на экране мнемосхемы: плана местности с нанесенными технологическими объектами, жилыми и производственными зданиями, учебными корпусами, общежитиями и т.п. Обычно на экране АРМ имеется область, в которой отражаются сообщения информационного и аварийного характера. Визуальная часть, которую представляет АРМ диспетчера внедренной АСДУ распределенными энергоресурсами БГТУ им. В.Г. Шухова представлена на рис. 1 [5]. При выборе объекта, например ИТП учебного корпуса (рис. 2), открывается мнемосхема с



Рис. 1. АРМ диспетчера распределенными энергоресурсами БГТУ им. В. Г. Шухова

основными технологическими параметрами. На экране отображаются графики в режиме реального времени, выводятся значения технологических переменных: давлений, температур, расходов и др. Диспетчер при помощи элементов формы может изменять установки и параметры регуляторов, задавать расписание работы оборудования. В режиме реального времени доступны значения всех технологических параметров и переменных объектов энергоснабжения, а также графики их изменения и архивы распределения во времени.

Повышение эффективности функционирования распределенных объектов энергоснабжения и жизнеобеспечения внедрением АСДУ осуществляется в несколько этапов:

- 1) Производятся энергетические обследования зданий, производственных помещений и др., выявляются «проблемные места».
- 2) Разрабатывается проектно-сметная документация.
- 3) Производится повышение уровня автоматизации локальных систем управления технологическими процессами энергоснабжения и жизнеобеспечения, например, внедрение энергоэффективных ИТП.
- 4) Создается «ядро АСДУ».
- 5) При помощи коммуникационного оборудования среднего уровня «ядро АСДУ» стыкуется с технологическим оборудованием нижнего функционального уровня локальных САУ объектами первой очереди внедрения системы диспетчеризации
- 6) Производится расширение АСДУ путем подклю-

чения к ядру новых объектов (второй и последующей очередей внедрения АСДУ), причем система позволяет гибко наращивать функциональность с минимальными изменениями на верхнем функциональном уровне системы.

Как было указано, внедрение АСДУ осуществляется в несколько этапов. Самым затратным и наиболее важным мероприятием является внедрение ядра системы – серверного аппаратного и разработка программного и алгоритмического обеспечения ВФУ АСДУ. На последующих шагах система позволяет постепенно наращивать функциональность с минимальными конструктивными изменениями. Первая очередь: внедрение ядра и АСДУ ИТП зданий; вторая очередь: внедрение АСДУ ПВУ зданий, КНС; и т.д.

В чем же все-таки преимущество внедрения АСДУ распределенными объектами? В первую очередь – это, конечно же, централизация управления распределенными энергоресурсами, позволяющая, например, динамически перераспределять тепловую энергию между функционирующими объектами, переводя тем самым объекты энергоснабжения в эффективный режим [4].

На рис. 3 проиллюстрирован пример, когда в условиях недопоставки тепла со стороны энергопоставляющей организации благодаря интеллектуальному централизованному управлению и динамическому распределению энергии качество регулирования температуры в помещении остается неизменным.

АСДУ позволяет производить контроль качества работы оборудования нижнего уровня и настройки

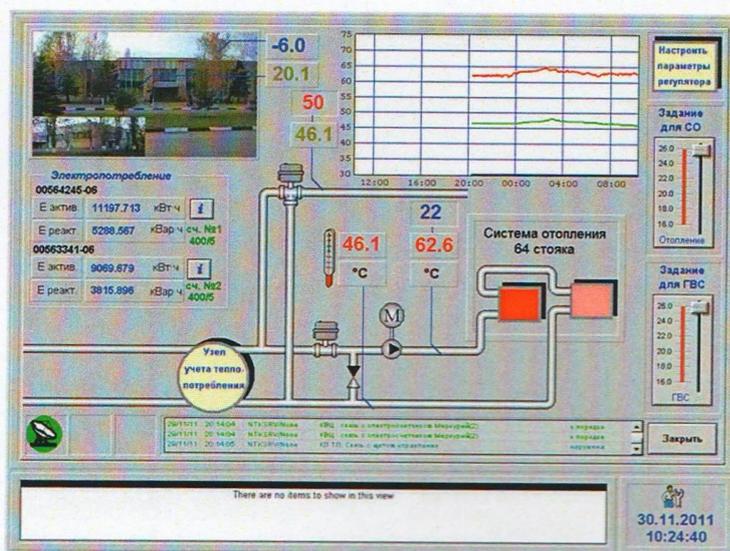


Рис. 2. Мнемосхема энергоэффективного ИТП учебного корпуса

регуляторов локальных систем автоматического управления. На рис. 4 в виде графика изменения температуры котла (верхний тренд) и контура горячего водоснабжения (ГВС) (нижний тренд) представлен пример некачественного функционирования оборудования автономной котельной, когда температура воды в контуре ГВС

отличается периодическими изменениями от 50 до 70°C с интервалом в 10 минут. Причины – некорректные настройки регулятора температуры контура.

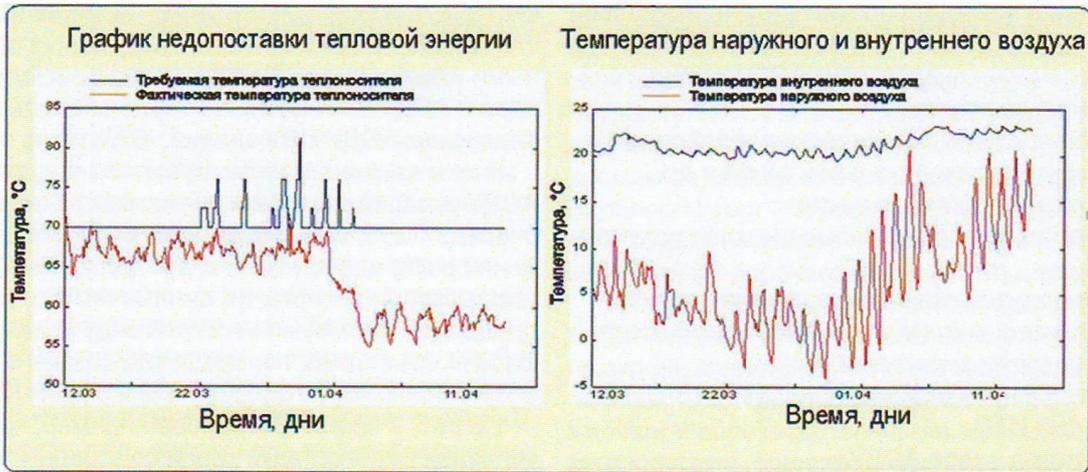


Рис. 3. Графики изменения технологических параметров в условиях недопоставки тепловой энергии

На рис. 5 видно, как в моменты пиковых нагрузок не выдерживается температурный график подачи горячей воды, температура горячей воды снижается на выходе до 35°C. АСДУ информирует оператора о нештатных и аварийных ситуациях на распределенных объектах, позволяет их предотвращать и проводить подробный анализ. На рис. 6 представлены

тренды изменения температуры воды и воздуха ПВУ здания, когда вследствие аварийного прерывания электропитания контроллера управления, температура воздуха упала ниже 0°C, что привело к повреждению (разморозке) теплообменника. Причина аварии - не сработала защитная автоматика.

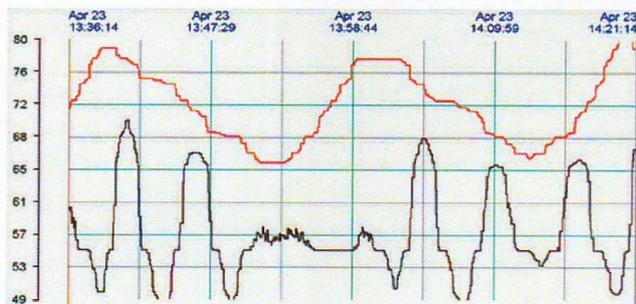


Рис. 4. График изменения температуры котла (верхний тренд) и контура горячего водоснабжения (ГВС) (нижний тренд)

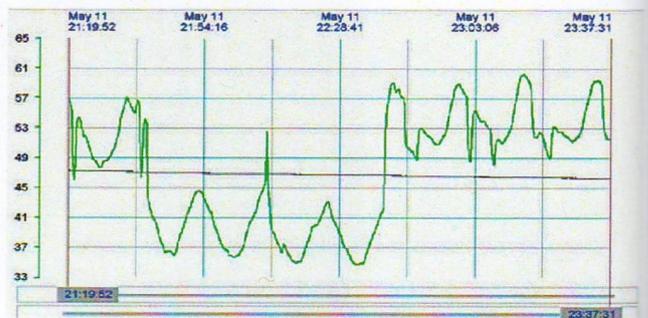


Рис. 5. График изменения температуры контура ГВС

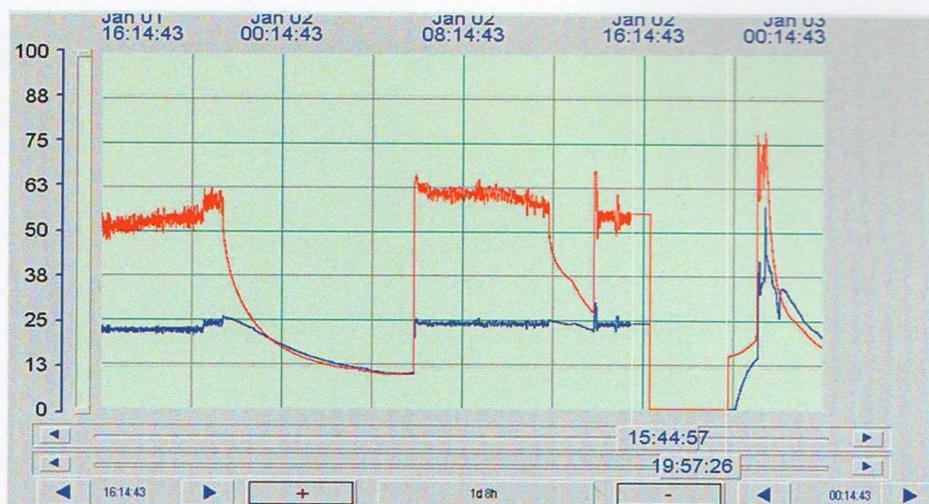


Рис. 6. Тренды изменения температуры воды и воздуха ПВУ здания во время аварийной ситуации

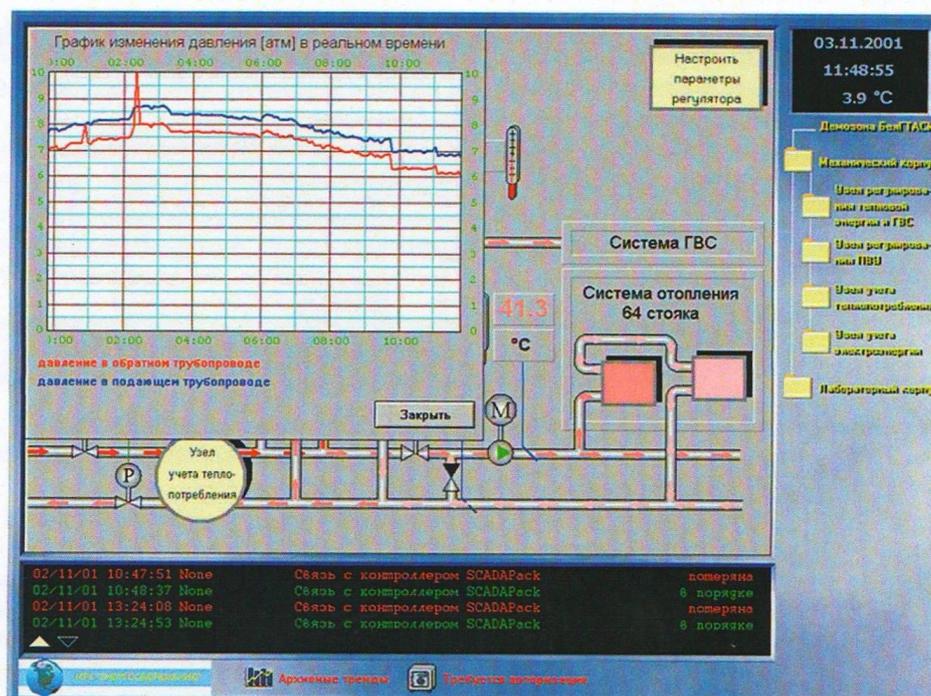


Рис. 7. Аварийная ситуация в системе отопления здания

На рис. 7 приводится ситуация, когда по вине энергоснабжающей организации, вследствие увеличения давления в обратном трубопроводе более чем три раза, произошло повреждение системы отопления учебного корпуса. Расширением АСДУ является использование систем управления энергоустановками, использую-

щими ВИЭ. На рис. 8 и 9 представлены АРМ оператора экспериментальной энергоустановки БГТУ им. В.Г. Шухова и низкотемпературной гелиоустановки горячего водоснабжения соответственно.

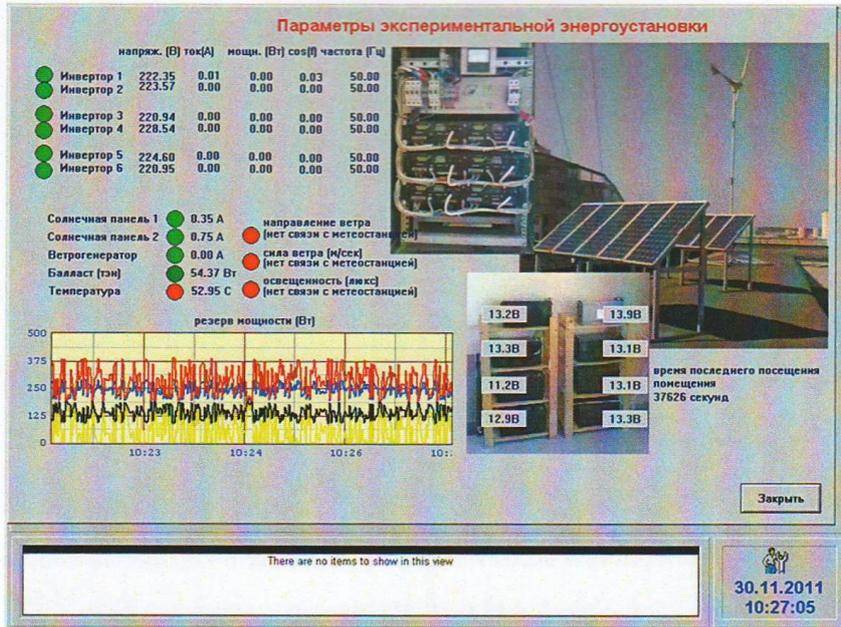


Рис. 8. АРМ оператора экспериментальной энергоустановки БГТУ им. В.Г. Шухова

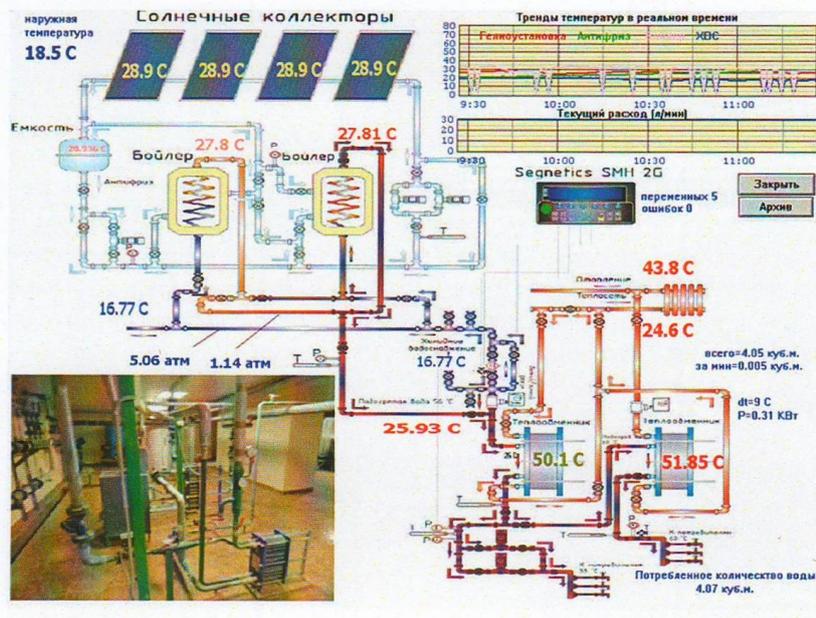


Рис. 9. АРМ оператора низкотемпературной гелиоустановки горячего водоснабжения

Важной особенностью является расширение АСДУ внедрением технических средств контроля и учета энергоносителей: подключение счетчиков электроэнергии, расхода горячей и холодной воды, газа, тепловой энергии. Непосредственно мониторинг затрат первичных энергоресурсов как технологический метод не дает экономии, но

является мощным инструментом разработки и внедрения мероприятий по повышению энергоэффективности. На рис. 10 представлена экранная форма АСДУ распределенными энергоресурсами БГТУ им. В.Г. Шухова, на которой отображаются параметры электроснабжения здания [6].

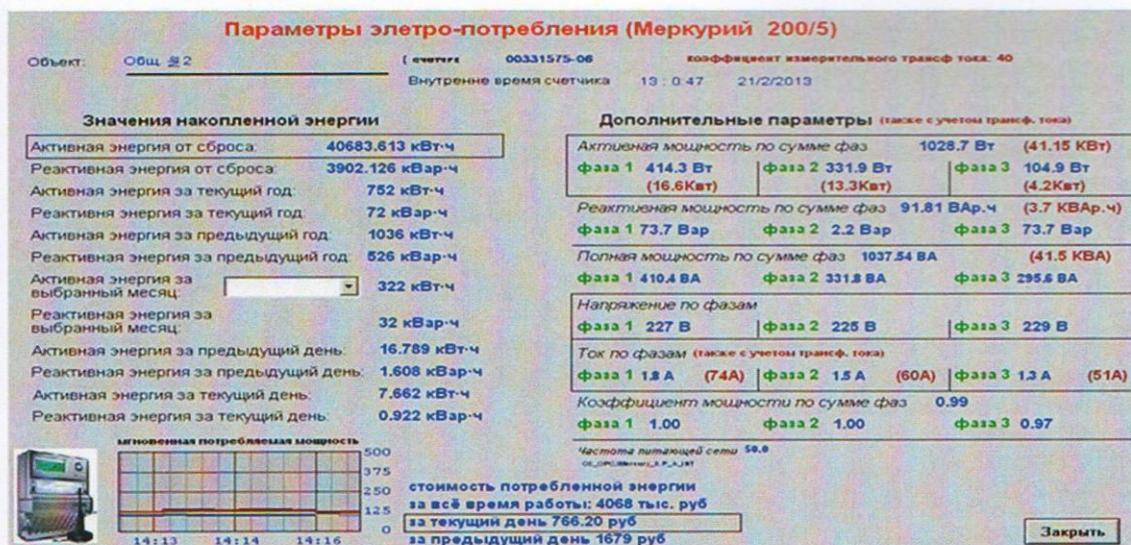


Рис. 10. Параметры системы электроснабжения здания

Высокий уровень телекоммуникационной составляющей дает возможность мониторинга и управления с практически любых, в том числе мобильных устройств, оборудованных функцией выхода в интернет.

Таким образом, применение АСДУ распределенными объектами энергоснабжения и жизнеобеспечения позволяет следовать современной концепции энергоэффективности. Использование АСДУ распределенными энергоресурсами

является мощным технологическим мероприятием по повышению энергоэффективности, позволяющим обеспечивать высокие показатели качества функционирования распределенных объектов и уровня энергобезопасности. При сравнительно небольших затратах на внедрение, АСДУ показывает высокие показатели экономии энергоресурсов при относительно малых сроках окупаемости таких систем.

## Список литературы

1. Горшков А. С. Энергоэффективность в строительстве: вопросы нормирования и меры по снижению энергопотребления зданий //Инженерно-строительный журнал. – 2010. – №. 1. – С. 9-13.
2. Петрусева Н. А., Коржов В. Ю. Комментарий к Федеральному закону от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ" Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации"(постатейный) //Подготовлен для системы КонсультантПлюс. – 2011.
3. Белоусов А.В., Глаголев С.Н., Кошлич Ю.А. Решение вопросов энергетической безопасности в АСДУ технологическими объектами бюджетной сферы / Перспективные системы и задачи управления: сб. докл. Всерос. науч. - практ. конф., Таганрог, 2011г. / ТТИ ЮФУ. - Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2011. - С. 176-181.
4. Потапенко А. Н., Солдатенков А. С., Яковлев А. О. Особенности управления распределенным комплексом зданий с возможностью энергосбережения // Светотехника и электроэнергетика. – 2009. – №. 1. – С. 36-41.
5. Белоусов А.В., Глаголев С.Н., Быстров А. Б., Кошлич Ю.А. Демонстрационная зона по энергосбережению БГТУ им. В.Г. Шухова – база для развития энергоэффективных проектов в регионе / Вестник энергоэффективности No3 (03) 2013г., С.10-17
6. Belousov A. V., Glagolev S. N., Koshlich Yu. A., Shevkunov A.A. Information and technologic provision of the automated supervisory control system for distributed housing and public utilities / Innovation Information Technologies (I2T-2014): Materials of the III International scientific – practical conference. Part-3 / Ed. Uvaysov S. U. – M.:HSE, 2014, 596p. – pp. 188-192

## Dispatch control system in addressing energy efficiency of distributed energy facilities and buildings

### Belousov Alexander Vladimirovich

Ph.D., Professor  
 Director of the Energy Institute, Head of Department of Information and Communications,  
 Professor of Department of Engineering Cybernetics  
 BSTU after V.G. Shukhov  
 e-mail: ntk@intbel.ru  
 tel.: 8 (4722) 30-99-65

### Glagolev Sergei Nikolaevich

Doctor of Economics, Professor Rector  
 BSTU after V.G. Shukhov  
 e-mail: rector@intbel.ru  
 tel.: 8 (4722) 30-99-01

### Koshlich Yury Alexeevich

Chief engineer of Department of Information and Communications  
 BSTU after V.G. Shukhov  
 e-mail: koshlich@yandex.ru  
 tel.: 8 (909) 200-44-58

### Grebenik Artyom Grigorevich

Postgraduate student  
 BSTU after V.G. Shukhov  
 e-mail: iitusnik@gmail.com  
 tel.: 8 (4722) 30-99-01

*The article raises the issue of energy efficiency of distributed energy facilities and technological methods of building installations thanks to the introduction of automated dispatch control system (ADCS) of distributed energy resources. In the article Describes the typical structure of the dispatching and milestones of their implementation. On an example of a functioning ADCS distributed energy BSTU. VG Shukhov shows the advantages of such systems to solve the challenges of energy conservation.*

**Keywords:** energy efficiency, energy security, automated dispatch control system (ADCS), renewable energy sources (RES)

### References:

1. Gorshkov A. S. *E'nergoe'ffektivnost' v stroitel'stve: voprosynormirovaniyaimeryposnizheniyue'nergopotrebleniyazdaniy [Energy efficiency in buildings: issues of regulation and measures to reduce the energy consumption of buildings] //Inzhenerno-stroitel'nyjzhurnal. – 2010. – #1. – pp. 9-13.*
2. Petrusheva N. A., Korzhov V. Yu. *Kommentarij k Federal'nomuzakonuot 23 noyabrya 2009 g. N 261-FZ" Ob e'nergoberezheniii o povysheniie'nergeticheskoe'ffektivnostii o vneseniizmenenij v otdel'nyezakonodatel'nyeaktyRossijskojFederacii"(postatejnyj) [Comments to the Federal Law of November 23, 2009 N 261-FZ "On energy saving and energy efficiency improvements and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation" (itemized)] //PodgotovlendlyasistemyKonsul'tantPlyus. – 2011.*
3. Belousov A.V., Glagolev S.N., KoshlichYu.A. *Reshenievoprosove'nergeticheskobjbezopasnosti v ASDU texnologicheskimiob"ektamibyudzhethnojsfery [Addressing energy security in the ADCS technological objects of public sector] / Perspektivnyesistemyizadachiupravleniya: sb. dokl. Vseros. nauch. - prakt. konf., Taganrog, 2011g. / TTI YuFU. - Taganrog: Izd-vo TTI YuFU, 2011. - pp. 176-181.*
4. Potapenko A. N., Soldatenkov A. S., Yakovlev A. O.

*Osobennosti upravleniya raspredelemnym kompleksom zdaniy s vozmozhnost'yu energosberezheniya [Features of distributed complex of buildings with the possibility of energy saving] // Svetotekhnika i elektroe'nergetika. – 2009. – # 1. – pp. 36-41.*

5. Belousov A.V., Glagolev S.N., Bystrov A. B., Koshlich Yu.A.

*Demonstratsionnaya zona poe'nergosberezheniyu BGTU im. V.G.Shukova – bazadlyarazvitiyae'nergoeffektivnykh proektov v regione [Demonstration area for energy saving BSTU. Shukhov – the base for the development of energy efficiency projects in the region] / Vestnik'e'nergoeffektivnosti #3 (03) 2013g., pp.10-17*

6. Belousov A. V., Glagolev S. N., Koshlich Yu. A., Shevkunov A.A. *Information and technologic provision of the automated supervisory control system*

*for distributed housing and public utilities / Innovation Information Technologies (I2T-2014): Materials of the III International scientific – practical conference. Part-3 / Ed. Uvaysov S. U. – M.:HSE, 2014, 596p. – pp. 188-192*