

ОСНОВЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА УКРАИНЫ В СВЕТЕ ТРЕБОВАНИЙ КОНВЕНЦИИ РИО

КАПЛУН В.В.

Київський національний університет технологій і дизайну

Цель. Статья посвящена анализу положений стратегических документов по энергетической и экологической политике Украины и действующего законодательства с точки зрения выполнения требований Конвенций Рио и их постепенной интеграции в государственную энергетическую политику.

Практическая значимость. Предложен ряд механизмов экономического регулирования в природоохранной сфере энергетической отрасли для стимулирующего влияния на субъекты хозяйствования с целью создания предпосылок формирования и внедрения корпоративной ответственности за экологические риски от хозяйственной деятельности объектов топливно-энергетического комплекса.

Ключевые слова: топливно-энергетический комплекс Украины, конвенции РИО, энергетическая и экологическая политика.

THE PRINCIPLES OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF FUEL AND ENERGY COMPLEX OF UKRAINE WITH THE REQUIREMENTS OF THE RIO CONVENTIONS

KAPLUN V.V.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. The paper is dedicated to basic framework for analyzing the Energy and Environment Policy and applicable law of Ukraine in the context of Rio Convention demands and their gradual integration into the national energy policy.

The practical significance. A lot of ways in economic adjustment of nature-oriented sphere in power economy were offered for business stimulation with a view to conditions creating for forming and introduction the corporate responsibility for environmental risks of fuel and energy complex enterprises' business activity.

Keywords: Fuel and Energy Complex of Ukraine, Rio Conventions, Energy and Environmental Policy.

УДК 378.162:697.1.004.18:681.536

ПЕРЕКРЕСТ А.Л.

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬЮ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ЗА СЧЕТ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА И ПРОГРАММНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ ИХ ЗДАНИЙ

Цель. Повышение эффективности зданий учебных заведений за счет регулирования их теплопотребления в соответствии с режимом работы.

Методика. Теоретической и методологической базой работы являются фундаментальные исследования отечественных и зарубежных ученых в области эффективного использования энергетических ресурсов, нормативно-правовые акты, а также методы экономического анализа.

Результаты. Разработаны и внедрены в практику эксплуатации программно-технические решения автоматизированных систем для удаленного мониторинга температурных режимов и оперативного регулирования теплопотребления учебных зданий.

Научная новизна. Развита подход к построению и функционированию автоматизированных систем диспетчерского мониторинга и управления отоплением зданий, который позволяет оценивать и изменять текущую энергоэффективность зданий по показателям удельного теплопотребления и класса энергоэффективности.

Практическая значимость. Разработаны web-ориентированные, программно-технические решения позволяют повысить информативность работы распределенных по территории учебных зданий и прогнозировать их режимы работы, а также на основе данных о теплоте потреблении за предыдущие отопительные периоды планировать суточные и часовые режимы функционирования источников тепловой энергии.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергомониторинг, энергоуправление, теплоте потребление, удельное теплоте потребление.

Введение. Здания учебных заведений требуют для нормального функционирования потребления энергетических ресурсов для отопления, вентиляции, кондиционирования, освещения, водоснабжения и водоотведения. При этом, наиболее затратной статьей бюджета любого учебного заведения являются коммунальные платежи за потребленную на отопление тепловую энергию. Так, например, в Кременчугском национальном университете имени Михаила Остроградского (КрНУ) такие платежи за 2010-2013 годы в среднем составили 74 % от общих за все коммунальные услуги; в НТУУ «КПИ» за 2009-2011 годы – 76 % [1]; в Сумском государственном университете (СумГУ) за 2012 год – 65% [2].

Существующее положение дел в системах теплоснабжения как учебных, так и любых других многоэтажных зданий весьма плачевно. Так, преобладающее большинство зданий учебных заведений построено по стандартам XX столетия – ограждающие конструкции (стены, окна, двери и т.п.) учебных корпусов не отвечают современным теплотехническим требованиям. Системы отопления таких зданий реализованы в виде однетрубных с нижней или верхней разводкой и П-образными стояками, при которой нет возможности изменять теплоотдачу отдельных приборов (батареи). Присоединение систем отопления к централизованному теплоснабжению осуществляется элеваторным способом по зависимой схеме; регулирование параметров теплоносителя осуществляется на уровне теплогенерирующих установок. Все указанное приводит, с одной стороны, к снижению температуры внутреннего воздуха в тупиковых стояках и помещениях отдельного здания, а с другой стороны – к значительным перерасходам потребляемой тепловой энергии при положительных наружных температурах – осенне-весенних «перетопах».

Вместе с тем, особенности периодического использования зданий учебных заведений, современное состояние средств промышленной автоматизации и диспетчеризации, телекоммуникационные возможности всемирной сети Internet предоставляют потенциальные возможности к реализации энергосберегающих технологий и решений, внедрение которых позволит не только уменьшить потребление энергоресурсов, но и обеспечить требуемую энергоэффективность зданий учебных заведений.

Постановка задачи. Таким образом, с учетом особенностей функционирования зданий учебных заведений и основного вклада затрат на их теплоснабжение актуальным являются вопросы исследования особенностей работы систем отопления и создания программно-технических решений для уменьшения их теплоте потребления при выполнении санитарно-гигиенических требований.

Результаты исследования.

Анализ требований нормативных документов. Выполненный анализ нормативных документов и особенностей эксплуатационных режимов систем отопления позволяет выделить три группы требований к любому зданию [3-9]:

1. Теплотехнические показатели ограждающих конструкций должны находится в определенных пределах [3].
2. На вводе в здание должен быть обеспечен определенный температурный график, который устанавливает значения температур теплоносителя в прямом и обратном трубопроводах, а также после узла смешивания в зависимости от температуры внешнего воздуха [4].
3. Удельный расход тепловой энергии на обогрев здания, приведенный к действительным условиям эксплуатации, не должен превышать своего максимального значения: $q \leq E_{max}$.

Первое требование для большинства зданий учебных практически не выполняется, так как требует для своей реализации увеличения сопротивления теплопередачи, что потребует значительных финансовых затрат для утепления оболочки здания и замены окон.

Реализация второго требования на прямую зависит от теплоснабжающей организации и в преобладающем количестве случаев не выполняется, т.е. температура теплоносителя на вводах в здания значительно ниже проектных и утвержденных температурным графиком.

Третье требование может быть достигнуто путем автоматизации процессов, происходящих в различных элементах систем отопления здания. По величине отклонения фактического значения q от максимально E_{max} определяется класс энергетической эффективности здания. Вновь строящиеся здания должны соответствовать классам А–В, модернизированные – С [5-9].

В Украине нормирован минимальный уровень «С» автоматизации систем отопления [6, 7] для зданий, в которых выполняется реконструкция, модернизация, термомодернизация – зданий учебных заведений. При этом, нормами и правилами устанавливаются обязательные автоматическое терморегулирование помещений с помощью терморегуляторов на отопительных приборах, автоматическое регулирование отпуска теплоты в тепловом пункте по погодным условиям с помощью погодных компенсаторов и контроллеров, насосную циркуляцию теплоносителя с помощью бесфундаментных насосов с сухим или мокрым ротором [8].

Примеры решений по управлению энергоэффективностью в учебных заведениях. В качестве основополагающего, системного подхода к повышению энергоэффективности учебных заведений может быть использован энергетический менеджмент, который предназначен для координации всех обслуживающих объект служб с целью оптимизации энергозатрат путем создания системы управления энергопотреблением и системы обоснованного материального стимулирования сотрудников отдельных служб или структур [10]. Так, в НТУУ «КПИ» создана и функционирует служба энергетического менеджмента, в задачи которой входит проведение энергоаудитов зданий, составление энергобалансов и рекомендаций по повышению эффективности использования энергоресурсов [1, 10]. Подобные задачи решает и созданная в СумГУ группа по энергообследованию зданий учебных заведений [2, 11]. В Белгородском государственном технологическом университете им. В.Г. Шухова (БГТУ, Россия) существует демонстрационная зона по энергосбережению на основе разработанного web-базируемого доступа для контроля в режиме реального времени работы различных технологических систем [12].

Но вместе с тем в ряде работ отмечается, что проблемы теплоэнергосбережения до конца не решены и необходимы исследование и разработка интегрированного подхода к проектированию и эксплуатации зданий и тепловых систем [13].

Вопросы улучшения теплоснабжения [14], разработки различных методологических подходов к внедрению энергоэффективных технологий [15] являются актуальными для всех стран, поэтому проведение исследований в данном направлении и решение прикладных задач позволит получить ряд решений, необходимых для успешного развития общества в целом.

Управление энергоэффективностью зданий КрНУ. Выполняя требования нормативных документов [5, 7] в КрНУ разработаны и внедрены решения по автоматизации тепловых пунктов учебных зданий, а также по удаленному мониторингу и управлению их теплопотреблением [16-18].

Основное отличие внедренных решений от уже существующих в других учебных заведениях Украины и стран СНГ – это возможность осуществления не только мониторинга режимов работы, но и удаленного управления теплопотреблением зданий в зависимости от режима их использования. Указанная особенность реализуется за счет разработанного и многократно апробированного в различных зданиях программного обеспечения верхнего уровня автоматизированной системы управления теплопотреблением зданий КрНУ [18, 19].

В качестве основного показателя для оценки эффективности использования внедренного решения используются удельное теплопотребление, приведенное к действительным значениям внутренней и наружной температур воздуха для различных длительностей отопительного периода (табл. 1). На рис. 1 приведены энергетические характеристики учебного корпуса №1 КрНУ, в котором осуществляется погодное регулирование тепловой мощности с удаленной корректировкой значений уставок. Анализ рис. 1 показывает, что в большинстве случаев удельное суточное теплопотребление корпуса ниже максимально, устанавливаемого по [3] с изменениями от 2013 года, значения $E_{max} = 31 \text{ кВт} \cdot \text{час} / \text{м}^3$ для зданий учебных заведений.

Таблица 1. Показатели для расчета текущей энергоэффективности системы отопления здания

Выражение, обозначение	Пояснение
$q_i = \frac{\Delta E_i}{V} K_{D_d}$	удельное теплотребление, кВт*час/м ³
ΔE_i	теплотребление за выбранный период, кВт*час
$K_{D_d} = \frac{D_{d_норм}}{D_{d_тек}}$	коэффициент ГСОП, приведенный к различной длительности отопительного периода: час, сутки, месяц, сезон
V	объем здания, м ³
$D_{d_норм} = (T_{вн_ср} - T_{нар_ср})Z$	показатель ГСОП, °С*сутки
$T_{вн_ср}, T_{нар_ср}$	средние значения внутренней и наружной температуры за выбранный период
Z	длительность отопительного периода: час, сутки, месяц, сезон

Реализованный в виде прикладного программного обеспечения верхнего уровня инструментарий (рис. 2) позволяет анализировать сезонные, месячные, суточные и часовые значения показателей абсолютного (Гкал) и удельного (кВт*час/м³) энергопотребления.

Описанное решение внедрено в четырех учебных корпусах КрНУ, что позволило снизить теплотребление в этих корпусах в сравнении с базовым 2010-2011 отопительным периодом на 570 Гкал (рис. 3). При этом, затраты на техническую реализацию указанных решений составили порядка 120 тыс. грн и заключались в установке аппаратуры погодного регулирования и удаленного доступа в каждом тепловом пункте. Стоимость разрешительных документов на модернизацию тепловых пунктов и разработки программного обеспечения не учитывалась.

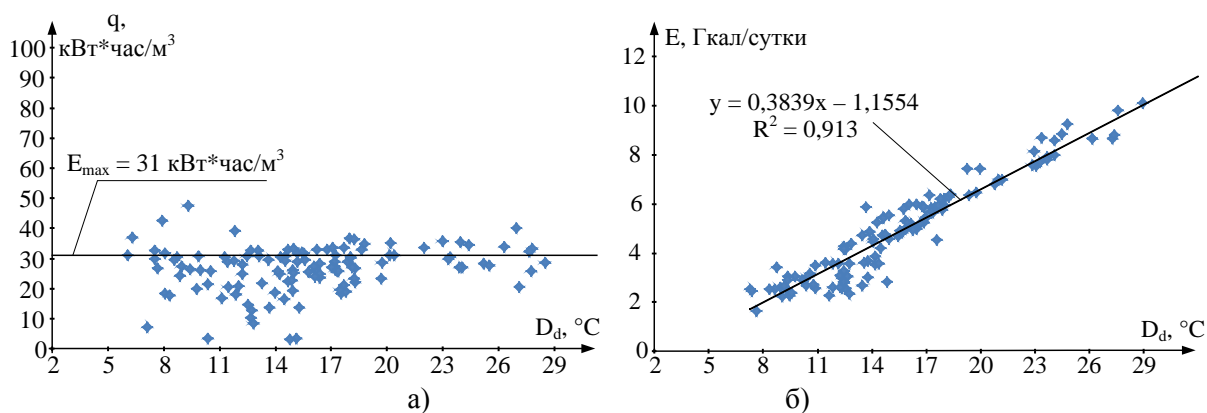


Рис. 1. Энергетические характеристики учебного корпуса №1 КрНУ:
 а) удельное суточное и б) абсолютное суточное теплотребление

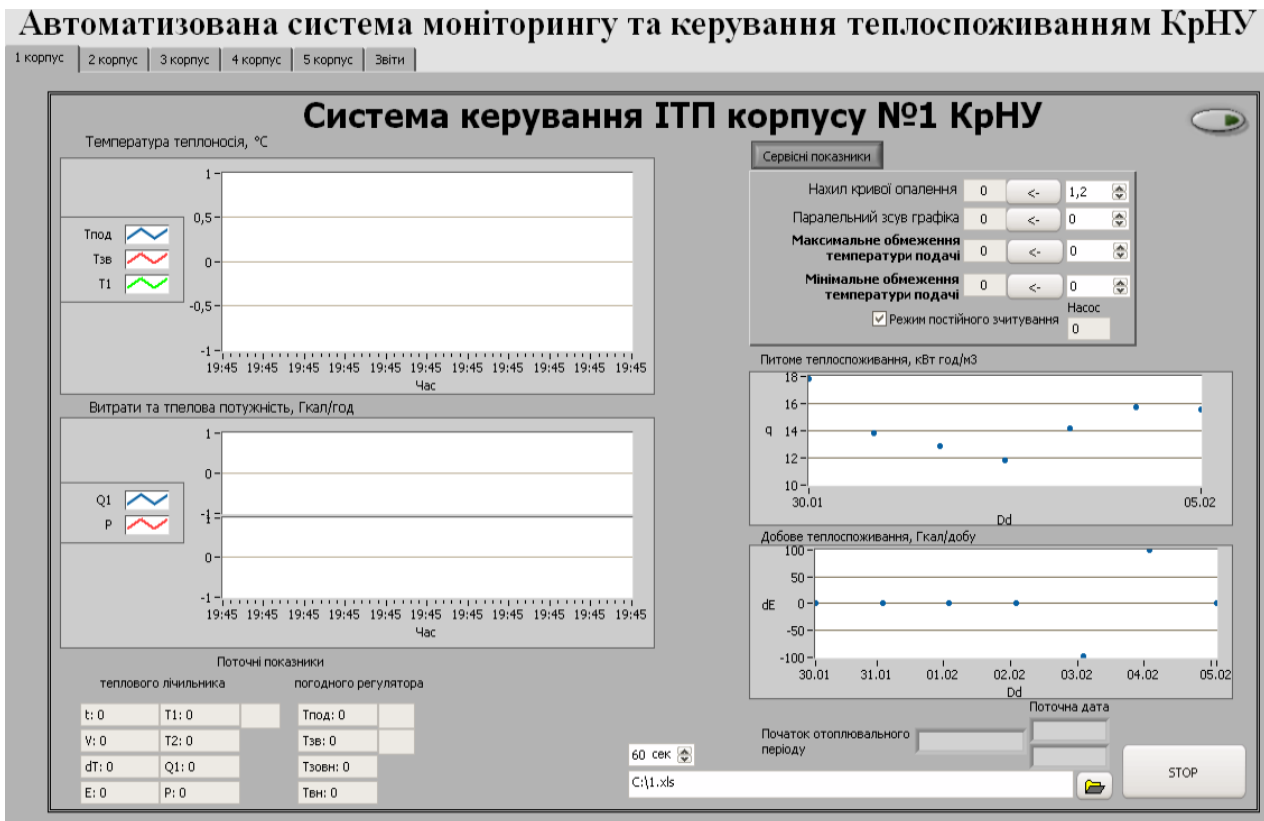


Рис. 2. Інтерфейс користувача автоматизованої системи моніторингу та управління теплопотреблением КрНУ

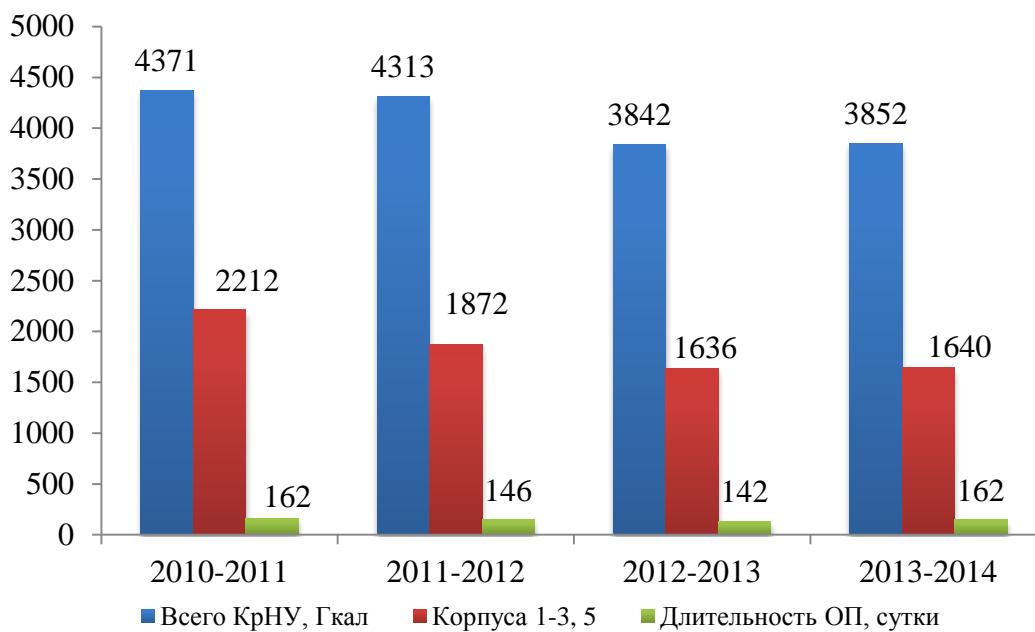


Рисунок 3. Теплопотребление КрНУ

Выводы. Таким образом, использование разработанных программно-технических решений позволяет осуществлять не только текущий мониторинг состояния систем отопления, но и реализовывать оперативное, программное изменение потребляемой тепловой мощности зданиями. Опыт внедрения и использования подобных решений доказывает возможность реального повышения энергоэффективности учебных заведений. При этом, актуальными и злободневными остаются вопросы поиска источников финансирования и механизмов реализации энергоэффективных проектов в бюджетной сфере.

Список использованной литературы

1. Програма з енергоефективності НТУУ «КПІ» на 2012-2015 роки. Наказ ректора НТУУ «КПІ» від 22.08.2012 № 4-239. Київ. – 2012 р., 61 с.
2. Комплексна цільова програма «Енергоефективний СумДУ». Суми. – 2013 р., 15 с.
3. ДБН В.2.6-31:2006 "Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель". – К.: Мінрегіонбуд, 2006. – 73 с.
4. Зингер Н.М. Гидравлические и тепловые режимы теплофикационных систем. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 320 с.
5. ДСТУ-Н Б В.2.5-37:2008 "Настанова з проектування, монтування та експлуатації автоматизованих систем моніторингу та управління будівлями та спорудами". – К.: Мінрегіонбуд, 2008. – 14 с.
6. 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.
7. ДСТУ Б EN 15232:2011 «Енергоефективність будівель. Вплив автоматизації, моніторингу та управління будівлями.— К: Мінрегіон України, 2012. — 109 с.
8. Пырков В.В. Энергоэффективность инженерных систем в гармонизированных к евростандартам украинских нормах и стандартах. Материалы с семинара «Энергоэффективная модернизация зданий». Режим доступа: <http://aea.org.ua/ru/2012/11/materialy-s-seminara-e-nergoeffektivnaya-modernizatsiya-zdaniy/>. Дата доступа: 11.11.2014.
9. Шестака А.И., Мельникова Л.В., Бушер В.В. Современные методы автоматизации зданий // Электротехнические и компьютерные системы. – Одесса:– 2013. Вып. 11(87). – С. 82 – 89.
10. Типове положення про запровадження енергетичного менеджменту в навчальних закладах та установах Міністерства освіти і науки України. Режим доступа: <http://science.nung.edu.ua/node/84>. Дата доступа: 28.10.2014.
11. Система моніторингу «HeatCAM». – Режим доступа: <http://heating.sumdu.edu.ua>.
12. 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 /Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит.2013. №10 (116). С. 10-17.
13. Li, C., Hong, T. , Yan, D. Brown, R.E., Koomey, J.G. An insight into actual energy use and its drivers in high-performance buildings / *Applied Energy*, Volume 131, 15 October 2014, Pages 394-410.
14. Brand, M. , Rosa, A.D., Svendsen, S. Energy-efficient and cost-effective in-house substations bypass for improving thermal and DHW (domestic hot water) comfort in bathrooms in low-energy buildings supplied by low-temperature district heating / *Energy* Volume 67, 1 April 2014, Pages 256-267.
15. Gram-Hanssen, K. New needs for better understanding of household's energy consumption - behaviour, lifestyle or practices? / *Architectural Engineering and Design Management* Volume 10, Issue 1-2, April 2014, Pages 91-107
16. Перекрест А.Л., Найда В.В., Романенко С.С. Оперативный контроль температурных режимов и управление тепловыми пунктами зданий учебного заведения // Вісник КрНУ. – Кременчук: КрНУ, 2013. – Вип. 3/2013 (80). – С. 35–43.
17. Перекрест А.Л. Оценка эффективности функционирования систем отопления учебных

зданий // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. Кременчук, 2014. – Вип. 2/2014 (26), С. 48-55.

18. Загирняк М.В., Перекрест А.Л. Опыт внедрения и использования автоматизированной системы мониторинга температурных режимов и удаленного управления теплотреблением Кременчугского национального университета // Электротехнические и компьютерные системы, Одесса, 2014. – № 15 (91), С. 423-426.

19. Перекрест А.Л., Мокрий О.В., Найда В.В., Романенко С.С. Комп'ютерна програма «Автоматизована система моніторингу та керування теплоспоживанням КрНУ». Свідоцтво на твор №56600 від 23.09.2014.

УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЮ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ ЗА РАХУНОК ВІДДАЛЕНОГО МОНІТОРИНГУ ТА ПРОГРАМНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТЕПЛОСПОЖИВАННЯ ЇХ БУДІВЕЛЬ

ПЕРЕКРЕСТ А.Л.

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Мета. Підвищення ефективності будівель навчальних закладів за рахунок регулювання їх теплоспоживання у відповідності до режиму роботи.

Методика. Теоретичною і методологічною базою роботи є фундаментальні дослідження вітчизняних і зарубіжних вчених в галузі ефективного використання енергетичних ресурсів, нормативно-правові акти, а також методи економічного аналізу.

Результати. Розроблено та впроваджено в практику експлуатації програмно-технічні рішення автоматизованих систем для віддалено моніторингу температурних режимів та оперативного регулювання теплоспоживанням навчальних будівель.

Наукова новизна. Розвинуто підхід до побудови автоматизованих систем диспетчерського моніторингу та управління опаленням будівель, який дозволяє оцінити енергоефективність будинків за показниками питомого теплоспоживання і класу енергоефективності.

Практична значимість. Розроблені web-орієнтовані, програмно-технічні рішення дозволяють підвищити інформативність роботи розподілених по території навчальних будівель і прогнозувати їх режими роботи, а також на основі даних про теплоспоживання за попередні опалювальні сезони планувати добові і годинні режими функціонування джерел теплової енергії.

Ключові слова: енергоефективність, енергомоніторинг, енергоуправління, теплоспоживання, питоме теплоспоживання.

ENERGY EFFICIENCY GOVERNANCE OF EDUCATIONAL INSTITUTIONS BY MEANS OF REMOTE MONITORING AND SOFTWARE CONTROL OF HEAT CONSUMPTION OF THEIR BUILDINGS

PEREKREST A.

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

Purpose. Improving the efficiency of buildings of educational institutions by regulating their heat consumption according to the operating mode.

Methodology. Theoretical and methodological basis for the work is fundamental research of domestic and foreign scientists in the field of efficient use of energy resources, regulations, and methods of economic analysis.

Findings. Developed and implemented operation of software and hardware solutions automated systems for remote monitoring of temperature regimes and operational regulation of heat consumption in school buildings.

Originality. Developed approach to the construction and operation of automated systems of centralized monitoring and control of heating buildings, which allows you to evaluate and modify the current building energy efficiency indicators, the specific heat consumption and the energy efficiency rating.

Practical value. Developed web-based, software-hardware solutions allow you to increase the information content distributed on the territory of the school buildings and to predict their modes of operation, and based on the consumption for the previous heating periods to plan daily and hourly operational modes of heat sources.

Keywords: energy efficiency, energy monitoring, management, consumption, specific consumption.