

*Рассмотрен импульсный источник высокого напряжения. Исследованы характеристики холостого хода импульсного источника высокого напряжения и его нагрузочные характеристики. Установлена частотная зависимость параметров импульсного источника высокого напряжения.*

*Ключевые слова: зерновая масса, амбарные вредители, сильное электрическое поле, импульсный источник высокого напряжения*

## ENERGY CHARACTERISTICS OF PULSE HIGH VOLTAGE SOURCE

*A. Chmil, A. Naumenko, D. Ilyukhin, A. Melnik*

*It is considered pulsed high voltage source. It is research the characteristics of the idling pulsed high voltage source and its loading characteristics. Established frequency dependence of parameters of pulsed high voltage source.*

*Keywords: grain mass, grain insects, high electric field, pulsed high voltage source*

УДК 697.1

## СИСТЕМА ДОПОМОГИ В ПРИЙНЯТТІ РІШЕНЬ ДЛЯ ЕНЕРГОМЕНЕДЖЕРА ЩОДО ПРОЦЕСІВ СПОЖИВАННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ БУДІВЛЯМИ

*В. І. Литвин, головний інженер*

*КП «Група впровадження проекту з енергозбереження в адміністративних і громадських будівлях м. Києва»*

*О.В. Шеліманова, кандидат технічних наук*

*e-mail: shelemanova@ukr.net*

*Запропоновано математичні моделі та методи, які дозволяють створювати ефективні системи управління споживанням теплової енергії будівлями.*

*Ключові слова: енергоменеджмент, автоматичне регулювання споживання теплової енергії, ефективність теплоспоживання*

*Зі зростанням вартості енергоносіїв, а також їх дефіцитом все більш актуальним стає уникнення перевитрат енергоресурсів, особливо пов'язане зі збоями в роботі обладнання або неефективними діями персоналу. В енергетичному балансі житлових та адміністративних*

будівель найбільшу частку (більше 70 %) займають системи підтримання мікроклімату, в Україні – це насамперед опалення. При цьому, якщо декілька десятиліть назад впливати на режими споживання теплової енергії в системах централізованого тепlopостачання можна було лише на джерелі теплової енергії (рідше в центральних теплових пунктах) шляхом зміни температури теплоносія, а з доступних споживачу методів залишалася лише відкрита квартира чи вікно. В останні роки ситуація кардинально змінюється зі впровадженнями в нових та реконструйованих будівлях індивідуальних теплових пунктів та регуляторів температури в середині приміщень, що дозволяють налаштувати режим споживання індивідуально для кожного будинку (з врахуванням часу роботи та зовнішньої температури), а часто навіть для кожного приміщення.

У той же час ускладнення систем регулювання та вплив на нього так званого «людського фактора» значно ускладнили процес контролю за ефективністю споживання теплової енергії. Спеціаліст, відповідальний за ефективність теплоспоживання (енергоменеджер), однієї-двох будівель, за наявності значного досвіду та розуміння процесів, що відбуваються, може достатньо ефективно керувати процесами та виявляти нештатні ситуації. За умови, що кількість таких будівель збільшується, або за відсутності достатнього досвіду у енергоменеджмента процес контролю значно ускладнюється і не може бути здійснений без автоматизованих систем.

**Мета досліджень** – розробка методології та алгоритмів аналізу ефективності теплоспоживання на рівні окремого будинку.

**Матеріали та методика досліджень.** Нині в європейській та вітчизняній практиці використовують два основні підходи для визначення ефективності теплоспоживання:

- 1) розрахунок теплових характеристик на основі інформації про огорожувальні конструкції та інженерні системи;
- 2) використання простих статистичних залежностей теплоспоживання від температури.

До недоліків першого методу належать складність та значна вартість виконання подібних розрахунків (особливо при збиранні вихідної інформації про будівлю за умови, що проектна документація відсутня або була проведена реконструкція), а використання спрощених методів призводить до значної похибки в результатах, особливо при аналізі коротких часових інтервалів (про достатню точність можна говорити лише за умови аналізу часових інтервалів, довших за місяць, а це в свою чергу не дозволяє оперативно реагувати на ситуацію).

Метод оснований на аналізі статистичних даних та залежності теплоспоживання від кількості градусо-днів достатньо простий для використання, але передбачає лінійність залежності між зазначеними показниками. Але в реальних умовах зазначена залежність є лінійною, особливо за умови дефіциту теплової енергії (як правило це виражається в зниженні температурного графіка теплових мереж в порівнянні з

проектним) та використання єдиного вузла обліку на потреби опалення та гарячого водопостачання.

Одним із показових прикладів складності застосування зазначених підходів став аналіз теплоспоживання закладів бюджетної сфери м. Києва, що були оснащені індивідуальними тепловими пунктами (більше 1100 будівель). Зокрема були виявлені такі проблеми.

1. Відсутність чи неповнота проектної документації, що не дозволяло в ряді випадків без проведення замірів визначити навіть опалювальну площу чи об'єм будівель, не кажучи вже про площі стін, вікон та дверей з розбивкою по сторонах світу та коефіцієнтах теплопередачі, як цього вимагають методології з визначення теплових характеристик будівель, зокрема ДБН «Теплова ізоляція».

2. Режими теплоспоживання закладів, навіть побудованих за одним проектом, часто значно відрізнялися, причиною чого могли бути як різні джерела тепlopостачання, так і різна поведінка персоналу та відвідувачів.

3. Відсутність вузлів обліку теплової енергії до впровадження систем регулювання, що не дозволяло побудувати адекватну статистичну модель теплоспоживання закладу.

4. Використання загального вузла обліку на потреби опалення та гарячого водопостачання та двоступеневої схеми підігріву гарячої води, що значно ускладнило виокремлення споживання на потреби опалення та гарячого водопостачання.

5. Велика кількість об'єктів, що унеможливило «ручний» аналіз із інтервалом навіть один раз на місяць обмеженою кількістю людей (до 3 – 5 спеціалістів з моніторингу на 1000 будівель).

6. Відсутність достатнього досвіду та розуміння режимів теплоспоживання технічними спеціалістами на об'єктах та в структурних підрозділах адміністрацій. При цьому енергоменеджери на місцях, як правило, мали значну кількість додаткових обов'язків, що не дозволяло приділяти достатньо часу аналізу теплоспоживання.

7. Використання систем дистанційного збору, що дозволили отримувати показники теплоспоживання з інтервалом 1 раз на годину та частіше, створили значний додатковий масив інформації, що потребував нових підходів та додаткового часу для аналізу.

Необхідність вирішення зазначених проблем дозволила напрацювати значний масив інформації та розробити підходи до аналізу даних та оперативного реагування на відхилення, що можуть бути використані в населених пунктах з системами централізованого опалення. Також розповсюдження зазначених підходів дозволить значно спростити процес планування та впровадження систем будинкового регулювання теплоспоживання, що за існуючих умов є одним з найефективніших заходів.

**Результати досліджень.** Були поставлені такі задачі.

1. Побудова типових графіків споживання теплової енергії будівлями для різних часових інтервалів (рік, квартал, місяці, тиждень),

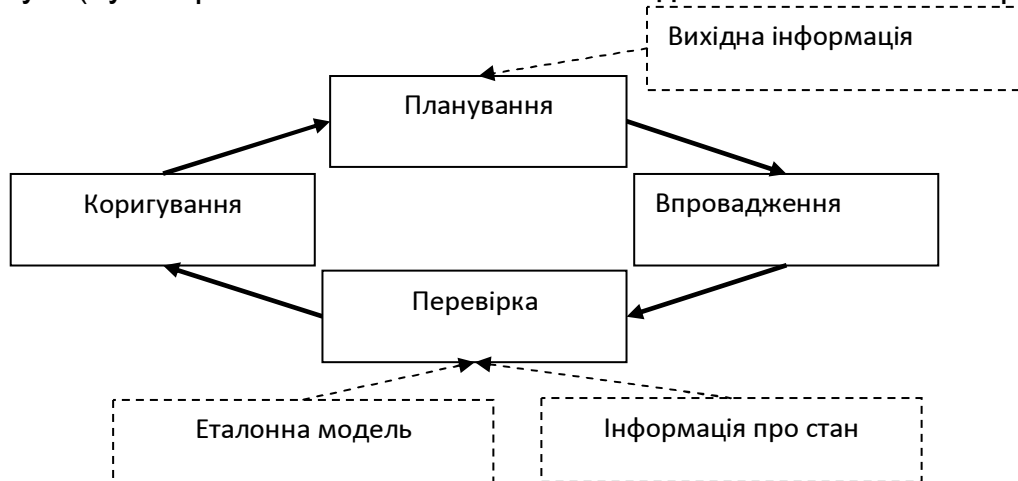
що виявило основні особливості теплоспоживання адміністративних та громадських будівель. Це дозволило проводити аналіз теплоспоживання навіть будівель, по яких були відсутні статистичні дані за рахунок використання (на першому етапі) графіків теплоспоживання для однотипних (за результатами класифікації) будівель. Слід зазначити, що класифікація лише за будівельними серіями не дала достатньої точності, тому що в силу ряду причин «однотипні» будинки мали графіки теплоспоживання, що сильно відрізнялися. Виявлені на зазначеному етапі залежності дозволили сформуванати набори параметрів для побудови моделей теплоспоживання будівель.

2. Розробка методики побудови моделі теплоспоживання будівель, основаної на статистичних даних, що могла б враховувати значну кількість впливових параметрів та «самоналаштовуватися» по мірі надходження нової інформації.

3. Створення алгоритму експрес-аналізу, що дозволив би без проведення детального енергоаудиту, маючи інформацію за результатами впровадження заходів на подібних об'єктах, визначити будівлі, що потребують першочергового впровадження.

4. Створення інформаційної системи, що дозволяла б збирати, аналізувати інформацію про енергоспоживання (в тому числі теплоспоживання), характеристики будівель та допомагати енергоменеджеру вчасно виявляти відхилення та уникати перевитрат енергетичних ресурсів.

Узагальнена структура системи енергоменеджменту наведена на рисунку 1 (пунктиром показані блоки в яких задіяна система моніторингу).



**Рис. 1. Схема функціонування системи енергетичного менеджменту та місце запропонованої системи моніторингу теплоспоживання**

Основні характеристики бюджетних закладів як споживачів теплової енергії наведено в табл. 1, а блочна схема системи моніторингу режимів теплоспоживання – на рис.2.

Запропонована та реалізована в програмному продукті система моніторингу енергоспоживання дозволила об'єднати в єдине ціле потоки збору даних про енергоспоживання (ручні та автоматизовані), інформацію

про об'єкти, блоки аналізу даних, і саме головне створила середовище для комунікації енергоменеджерів різних рівнів, аналізу та накопичення даних для подальшого удосконалення.

### 1. Основні характеристики бюджетних закладів залежно від режимів теплоспоживання

Назва підмножини	Режим роботи			Основні споживачі ПЕР
	Річний	Тижневий, днів	Добовий, год	
Дитячі заклади	Весь рік, зменшується кількість відвідувачів у літній період	5	8	Системи опалення, системи освітлення, кухня
Школи	Весь рік з перервами на канікули	5	7-8	Системи опалення, системи освітлення, кухня, комп'ютерна техніка
Лікувальні заклади (поліклініки)	Весь рік	6-7	12	Системи опалення, системи освітлення, лабораторне та лікувальне обладнання, офісна та комп'ютерна техніка
Лікувальні заклади (лікарні)	Весь рік	7	24	Системи опалення, системи освітлення, лабораторне та лікувальне обладнання, офісна та комп'ютерна техніка
Адміністративні будівлі	Весь рік	5	8	Системи опалення, системи освітлення, офісна комп'ютерна техніка

Для групування об'єктів залежно від режимів споживання теплової енергії з подальшою побудовою типових графіків, а також для експрес-аналізу ефективності впровадження заходів були використані нейронні мережі Кохонена (рис.3), що мають такі переваги:

- можливість навчання «без вчителя» на основі множини вхідних даних з автоматичним групуванням об'єктів;
- динамічне формування «класів».

У табл. 2 наведено характеристики підгруп, на які поділені освітні заклади залежно від ефективності впровадження енергоефективних заходів в результаті класифікації із застосуванням нейронних мереж Кохонена. Після сортування групи об'єктів, на яких планується подальше впровадження енергозберігаючих заходів, результати експрес-оцінки зводимо в табл. 3.



## 2. Характеристики підгруп споживачів теплової енергії

№ групи	Середня площа	Середнє річне споживання енергоресурсів, Гкал	Середня економія ПЕР після впровадження ЕЗЗ, %	Примітка
1	2131	741	31	–
2	2668	1415	58	Першочергове впровадження
3	3757	1058	32	–
...	...	...	...	...
7	665	298	-32	Занижене споживання

## 3. Результати експрес-оцінки

№ об'єкта	Назва	№ групи	Орієнтовна економія ПЕР після впровадження ЕЗЗ, %	Примітка
1	ДНЗ № 10	7	32	Сумнівне подальше зниження споживання
2	ДНЗ № 17	1	31	–
3	ДНЗ № 51	6	34	–
...	...	...	...	...
46	ДНЗ № 716	6	34	–

Для побудови моделі теплоспоживання для різних часових інтервалів була вибрана нечітка нейронна мережа. Серед основних її переваг слід відзначити:

- швидкість навчання за рахунок комбінації лінійних та нелінійних елементів;
- можливість побудови нелінійних моделей;
- можливість врахування значної кількості вхідних змінних;
- можливість адаптації по мірі надходження нових даних.

Результати моделювання теплоспоживання будівлі за допомогою нечіткої нейронної мережі наведено на рис. 4 – 6.

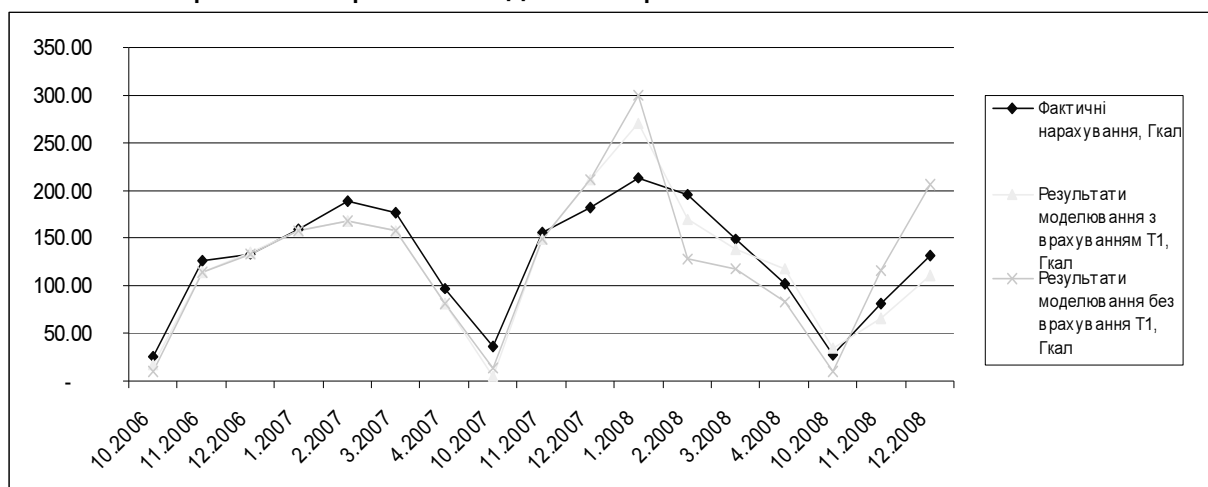
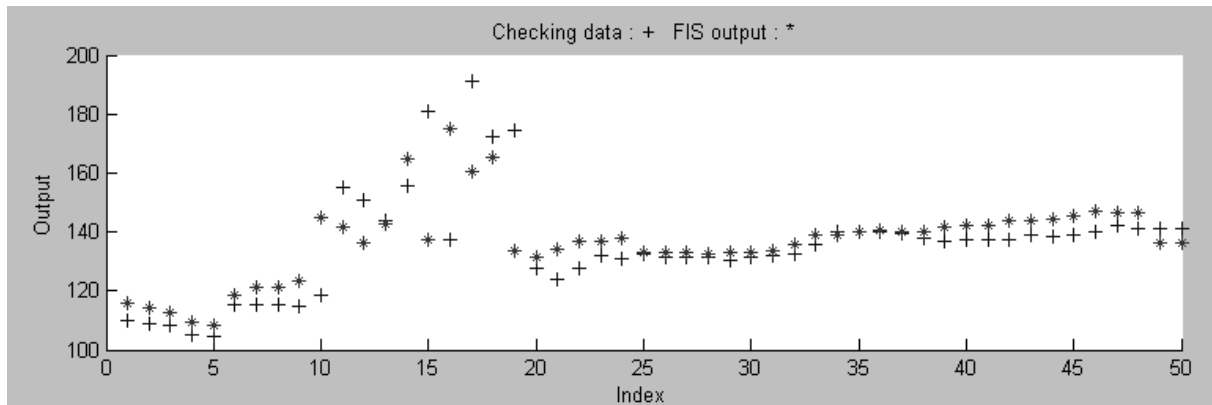


Рис. 5. Порівняння фактичного теплоспоживання з результатами моделювання для різних вхідних змінних



**Рис. 6. Порівняння фактичного теплоспоживання з результатами моделювання**

### Висновки

Питання аналізу ефективності споживання теплової енергії будівлями набуло особливого значення після встановлення систем автоматичного регулювання теплоспоживання для окремої будівлі чи приміщення.

Розроблені підходи дозволяють створювати ефективні системи управління енерговикористанням за різного початкового стану таких систем та поступово нарощувати функціонал та точність.

Запропоновані математичні моделі та методи дозволи швидко та з мінімальним залученням висококваліфікованих працівників проводити аналіз та робити висновки про ефективність теплоспоживання для часових інтервалів від 1 год до місяця.

### Список літератури

1. Литвин В.І. Моніторинг режимів теплоспоживання об'єктів бюджетної сфери / В.І. Литвин, В.Ю. Гирич // Будівництво України. – 2009. – №6. – С. 30–33.
2. Литвин В. І. Побудова моделі споживання теплової енергії адміністративних і громадських будівель м. Києва з використанням адаптивних нечітких нейронних мереж // Енергетика і електрифікація. – 2007. – №12. – С. 68.
3. Литвин В. И. Экспресс-оценка эффективности внедрения мероприятий по энергосбережению [Электронный ресурс] / В. И. Литвин// Проблемы региональной энергетики. – Академия наук республики Молдова. Институт энергетики. – 2012. – №3(20). – Режим доступа: [http://ieasm.webart.md/data/m71\\_2\\_221.doc](http://ieasm.webart.md/data/m71_2_221.doc)
4. Розен В.П. Использование нейронной сети Кохонена для построения типовых графиков потребления энергии общественными и административными зданиями / В.П. Розен, В.И. Литвин // Экономическая безопасность государства и интеграционные формы ее обеспечения / под ред. Г.К. Вороновского, И.В. Недина. – К.: Знання України, 2007. – С. 365–368.
5. Розен В.П. Моніторинг режимів теплоспоживання об'єктів бюджетної сфери / В.П. Розен, В.І. Литвин// Економічна безпека держави і науково-технологічні аспекти її забезпечення: праці 1-го науково-практичного семінару з



міжнародною участю, 21-22 жовтня 2009 р. – Видавець Ю.А. Чабаненко, 2009. – С. 386–391.

6. . Розен В.П. Системи моніторингу енергозберігаючих проектів / В.П. Розен, Є.М. Іншеков, В.І. Литвин // Реконструкція житла.– 2009. – Вип. 11. – С. 179–186.

## **СИСТЕМА ПОМОЦІ В ПРИНЯТТІ РЕШЕНЬ ДЛЯ ЕНЕРГОМЕНЕДЖЕРОВ ПО ПРОЦЕСАМ ПОТРЕБЛЕННЯ ТЕПЛОЙ ЕНЕРГІЇ ЗДАНИЯМИ**

***В. И. Литвин, Е.В. Шелиманова***

*Предложены математические модели и методы, которые позволяют создавать эффективные системы управления потреблением тепловой энергии зданиями.*

***Ключевые слова: энергоменеджмент, автоматическое регулирование потребления тепловой энергии, эффективность теплоснабжения***

## **SYSTEM DECISION SUPPORT FOR ENERGY MANAGERS ON THE PROCESS OF HEAT CONSUMPTION OF THE BUILDING**

***V.Lytvyn, O. Shelimanova***

*Mathematical models and methods which allow to create effective system of heat energy consumption buildings.*

***Keywords: energy management,, automatic heat consumption, heat consumption efficiency***

УДК 621.313.33

## **АСИНХРОННИЙ ДВИГУН ЯК ОСНОВНИЙ ЕЛЕМЕНТ НАВАНТАЖЕННЯ АВТОНОМНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ**

***С. С. Макаревич, кандидат технічних наук  
e-mail: birma@ukr.net***

*Проведено аналіз впливу асинхронного двигуна на асинхронний генератор сумірної потужності автономної системи електроживлення (АСЕЖ).*

***Ключові слова: автономна система електроживлення, автономний асинхронний генератор, асинхронний двигун сумірної потужності***

---

© С. С. Макаревич, 2015