

## СИНТЕЗ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НАУКОВО-ВИРОБНИЧОГО ОБ'ЄДНАННЯ

*В.Т. Баравой, канд. техн. наук, доцент;*

*Ю.М. Кожлик, студент;*

*Ю.Ф. Самедов, канд. техн. наук, доцент*

*Сумський державний університет, м. Суми*

*В статье проведен анализ систем учета электроэнергии в промышленных масштабах и ее влияние на работу научно-производственного машиностроительного предприятия. Рассмотрены условия создания автоматизированных систем технического и коммерческого учета электроэнергии. Обоснована и предложена общая схема распределенной системы. Рассмотрены вопросы ее программного обеспечения.*

***Ключевые слова:** автоматизированные системы учета электроэнергии, промышленное предприятие, схема распределенной системы, программное обеспечение.*

*У статті проведено аналіз систем обліку електроенергії у промислових масштабах та її вплив на роботу науково-виробничого машинобудівного підприємства. Розглянуто умови створення автоматизованих систем технічного й комерційного обліку електроенергії. Обґрунтована і запропонована загальна схема розподільної системи. Розглянуті питання її програмного забезпечення.*

***Ключові слова:** автоматизовані системи обліку електроенергії, промислове підприємство, схема розподільної системи, програмне забезпечення.*

### ВСТУП

Будь-яке сучасне промислове виробництво споживає електроенергію у промислових масштабах. Тим більше, це актуально для науково-виробничого об'єднання (НВО) машинобудівного підприємства, що може містити в собі досить багато підрозділів, що є високопотужними споживачами електроенергії. Як правило, промислові підприємства є споживачами електроенергії й закуповують її в організацій-постачальників. Таким чином, на кожному виробництві існує система обліку електроенергії, призначена для збору даних про спожити електроенергію й розрахунок з організацією-постачальником. Але дотепер велика кількість підприємств використовує застарілу систему, що базуються на індукційних лічильниках електроенергії, дані з яких часто знімаються безпосередньо працівниками НВО або організації-постачальника електроенергії. Такі системи мають ряд істотних недоліків [1]:

- не мають високої надійності, тому що у вимірювальному процесі наявний людський фактор;
- не можуть дати ні деталізованої, ні повної картини енергоспоживання НВО;
- керівництво підприємства і виробничих підрозділів не мають оперативної та достовірної інформації про режими енергоспоживання й відповідності витрат енергоресурсів обсягу випущеної продукції.

Як наслідок, з'являється ситуація, коли підприємство переплачує досить великі суми коштів за електроенергію, витрачаючи її на невиробничі потреби. А це може стати серйозною проблемою в роботі НВО, тому що витрати на електроенергію згодом позначаються на вартості, а відповідно й конкурентоспроможності продукції, що виготовляється. Перевитрата електроенергії на виробництві так само може бути викликана

роботою застарілого обладнання або неоптимальним технологічним процесом.

### ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ СИНТЕЗУ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ

Вирішення ж проблеми обліку енергоспоживання стає можливим з використанням автоматизованих систем технічного й комерційного обліку електроенергії (АСТОЕ і АСКОЕ). Такі системи ґрунтуються на «інтелектуальних» вимірювальних приладах, лічильниках, засобах зв'язку, а так само засобах збору й відображення даних різного рівня. Такі системи є повністю автоматизованими й виключають людський фактор у процесі обліку електроенергії, вимагають менше обслуговуючого персоналу, що вже знижує витрати, а так само можуть оперативно надати об'єктивну інформацію щодо споживаної електроенергії у зручному для аналізу вигляді. Із впровадженням систем обліку електроенергії стає можливим здійснення ряду заходів, результатом яких є:

- підвищення точності обліку електроенергії за рахунок використання сучасних інтелектуальних приладів обліку;
- оперативне одержання повної й достовірної інформації про споживання та розподіл енергоресурсів по всьому підприємству, цеху;
- проведення аналізу раціональності витрати електроенергії при різних режимах і умовах роботи й оцінка енергоефективності роботи устаткування;
- контроль працездатності первинних приладів обліку енергоносіїв [4].

Існує безумовна можливість перетворення АСТОЕ НВО в систему комерційного обліку шляхом проведення державної метрологічної атестації елементів АСТОЕ, тому АСТОЕ слід створювати відповідно до усіх вимог до АСКОЕ, що дозволить у повному обсязі з достатнім ступенем вірогідності використовувати всі функції АСТОЕ. У зв'язку із цим АСТОЕ повинна створюватися на основі головного нормативного документа галузі - Постанови Національної комісії з питань регулювання електроенергетики України № 28 від 31.07.96 «Про затвердження правил користування електричною енергією». А так само повинні бути враховані положення інших нормативних документів Національної комісії з питань регулювання електроенергетики України, які так чи інакше стосуються розроблення та впровадження АСТОЕ [1, 2].

Послідовність створення АСТОЕ:

- визначення найбільш відповідальних вузлів обліку по виробничих майданчиках (ВМ), цехах, дільницях і т.п. з огляду на наявне фінансування;
- створення автоматизованих робочих місць (АРМ) відповідальних осіб АСТОЕ ВМ, цеху й керівництва; фізичні канали зв'язку, топологія установки вузлів зв'язку, конверторів цифрових сигналів і т.д., які в сукупності утворюють кістяк інформаційної системи АСТОЕ;
- подальший розвиток АСТОЕ НВО при економічно обґрунтованих витратах.

### ОБґРУНТУВАННЯ ЗАГАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ

Існує дві принципово різні схеми побудови системи обліку електроенергії: дворівнева й трирівнева. Для початку варто ввести поняття верхнього й нижнього рівнів системи обліку. Верхнім рівнем системи обліку є сукупність засобів обробки, подання й передачі інформації. Нижній рівень - це рівень об'єкта обліку електроенергії. Технічні засоби підсистеми нижнього рівня розміщуються безпосередньо на об'єктах обліку (підстанціях) і забезпечують вимірювання і реєстрацію параметрів енергоспоживання, їхню передачу в підсистему верхнього рівня. Дворівнева й трирівнева системи обліку будуються на основі тих самих структурних елементів і навіть можуть мати аналогічне технічне

виконання. Принципова різниця цих схем полягає в тому, що в трирівневій системі дані про енергоспоживання з лічильників безпосередньо передаються тільки на сервер і тільки із сервера передаються на АРМ, у той час як у дворівневій системі дані з лічильників безпосередньо можуть бути отримані будь-яким АРМ. Отже, у трирівневих системах з'являється ще один проміжний рівень, що є центром збору даних підприємства, тобто сервером. У свою чергу, у дворівневій схемі АСТОЕ так само може бути наявний сервер, але він є складовою частиною верхнього рівня системи.

У поданій роботі були розглянуті схеми зразкових реалізацій основних різновидів АСТОЕ в порядку зростання їхнього технічного наповнення. У результаті була обрана схема розподіленої АСТОЕ, яка наведена нижче.

На цій структурній схемі наявний такий умовний структурний елемент, як «середовище передачі даних (Ethernet, GSM, DSL, PSTN)». Цей умовний елемент означає, що між нижнім рівнем АСТОЕ, представленим комплексом лічильників і перетворювачів інтерфейсу, і верхнім рівнем існує певний канал зв'язку, реалізований за допомогою одного з наведених технічних засобів. Вибір же якого-небудь конкретного технічного засобу зв'язку в цьому випадку здійснюється відповідно до умов його організації, як, у принципі, і будь-якого засобу зв'язку, що зв'язує групу лічильників з верхнім рівнем системи обліку у всіх розглянутих раніше прикладах структурної схеми АСТОЕ.

### ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ

До програмних засобів АСТОЕ належать базове програмне забезпечення (ПО), прикладне ПО, а також ПО багатофункціональних електронних лічильників електроенергії. Розглянемо їх основні складові.

#### **Операційна система (ОС) компанії Microsoft**

З огляду на неможливість у цей час використовувати Unix подібної системи в АСТОЕ не залишається альтернативи у виборі ОС, використовуваної в АСТОЕ. Таким чином, єдино можливим варіантом у виборі ОС є ОС компанії Microsoft, які, у свою чергу, мають ряд недоліків:

- низька надійність та інформаційна безпека у порівнянні з Unix подібними системами;
- відсутність великої кількості можливостей для адміністрування комп'ютерної мережі, сервера і автоматизованих робочих місць у порівнянні з Unix-подібними системами;

#### **Системи керування бази даних (БД)**

У цей час компаніями-лідерами на ринку систем керування БД є IBM, Oracle і Microsoft. Обсяг продаж цих компаній становить майже 90% ринку СКБД. З огляду на цей факт неможливо не погодитися з тим, що системи керування БД виробництва цих компаній є висококласними продуктами і забезпечують високу надійність та функціональність.

Усі ці системи характеризуються можливістю сильного захисту даних. До того ж не слід забувати про перевагу системи MySQL - її винятково низьку вартість. З огляду на всі перелічені вище фактори, можна зробити висновок, що під час організації АСТОЕ рівною мірою можливе використання кожної із трьох розглянутих систем керування БД.

#### **Пакет офісних програм**

Вибір пакета офісних програм можна здійснити між платним пакетом Microsoft Office і безкоштовним пакетом Open Office. У цьому випадку переважним є вибір пакета Microsoft Office, незважаючи на його високу вартість, тому що стандарти файлів і роботи офісного пакета є

загальносвітовими й загальноприйнятими. Таким чином, робота в цих пакетах виключає можливість виникнення проблем під час роботи з даними технічного обліку. Відповідно до вимог нормативних документів, прикладне ПО АСКОЕ (а з огляду на положення цієї роботи й АСТОЕ) повинне бути в обов'язковому порядку метрологічно атестовано [2]. Виходячи з вищенаведених положень, при створенні АСТОЕ варто використовувати тільки ПО, що задовольняє вимоги цих нормативних документів. Таким чином, виникає питання легітимності використовуваного прикладного програмного забезпечення, і вибір того або іншого програмного забезпечення повинен здійснюватися тільки з урахуванням нормативно-правової бази, що дозволяє використання цього ПО.

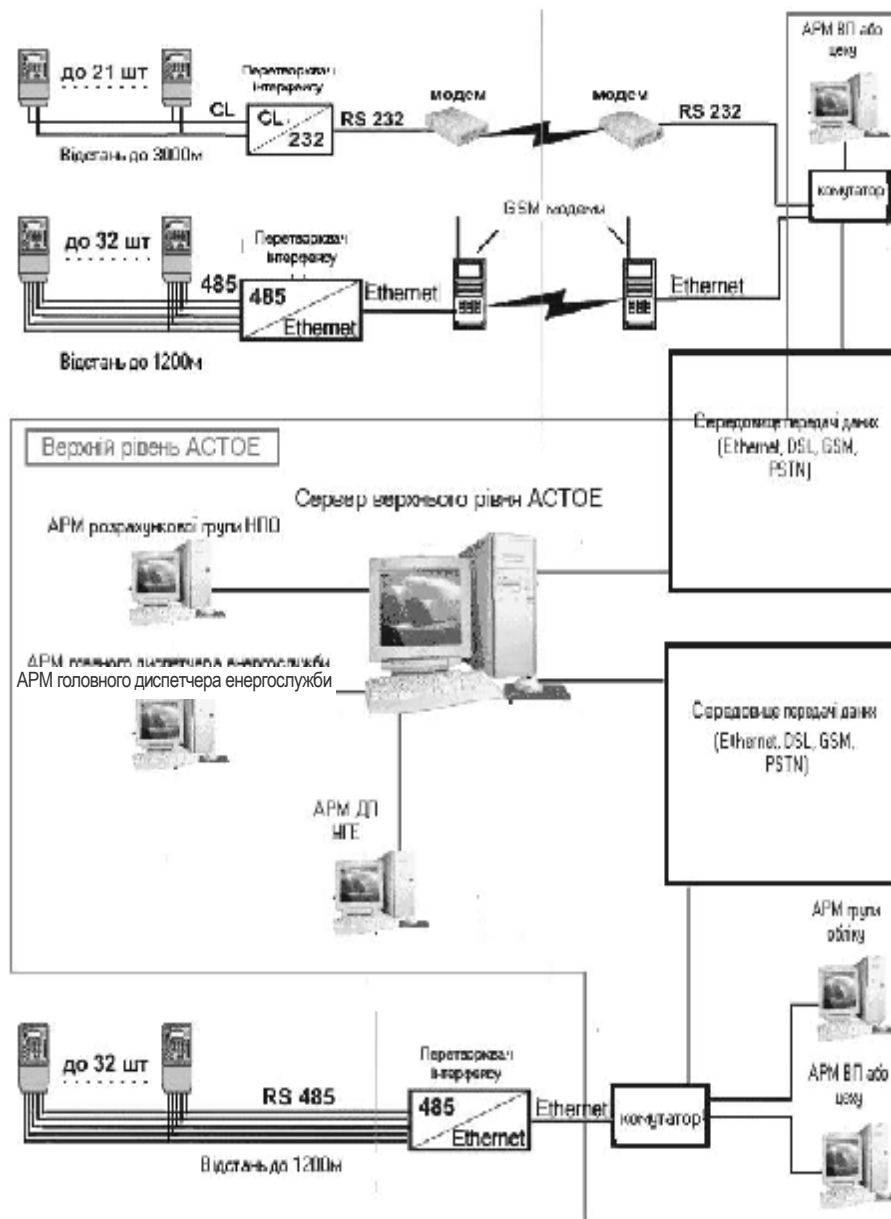


Рисунок 1 – Схема розподільної АСТОЕ

### **Прогнозування споживання електроенергії**

Однією з переваг впроваджуваного ПО може бути прогнозування споживаної потужності. Дотепер відомі нам методики й алгоритми прогнозування споживаної потужності ґрунтуються винятково на різних математичних методах. Але такі методи далеко не завжди приводять до точного й адекватного прогнозування та не можуть гарантувати його з яким-небудь необхідним ступенем точності.

Використовуючи прикладне ПО АСКОЕ, зокрема дані, накопичені в БД, можна одночасно мати в наявності інформацію про типові добові графіки навантажень щодо різних типів технологічного устаткування і базову характеристику графіка споживання по кожному з'єднанню. Ці дані можуть бути занесені в БД із урахуванням календарного значення кожного дня, а також подані як функція. І згодом, використовуючи різноманітні методи їхнього аналізу, можна з більшою точністю прогнозувати споживану потужність кожного ВП, а в результаті і цеху, і цілого НВО.

Наступним кроком роботи із прогнозування споживаної потужності є нагромадження базових характеристик споживання по вузлах обліку і складання більш точних прогнозів. Зі збільшенням кількості наявних залежностей по вузлах обліку зростає точність прогнозування енерговитрат за сукупністю цих вузлів. Таким чином, забезпечується постійне поліпшення точності прогнозування енергоспоживання без впровадження нових програмних або апаратних засобів. Але не варто забувати і про можливість розроблення принципово нових систем і алгоритмів для прогнозування енерговитрат, тому що запропонований варіант не є ідеальним й існує ще безліч шляхів для вирішення цього завдання.

На НВО зазначені складові мають різну питому вагу в рамках організаційно-технічної складової, але у цілому енерговтрати можуть досягати більше 10% від загального енергоспоживання підприємством. Облік, контроль і мінімізація цих складових можливі тільки при автоматизації енергообліку і є однією із головних цілей створення АСТОЕ. Але варто так само відзначити, що створення АСТОЕ не вирішує повністю проблеми втрати енергоресурсів, а лише дозволяє керівному складу енергетики НВО володіти більш докладною і об'єктивною інформацією про витрати електроенергії на підприємстві, ВП, цеху і т.д. Ефект же від впровадження АСТОЕ може з'явитися у разі правильного аналізу наявної інформації та прийняття правильних управлінських рішень. Але, у свою чергу, прийняття таких рішень неможливе без наявності повної картини енергоспоживання, одержання якої саме і є метою створення АСТОЕ. Таким чином, створення АСТОЕ НВО є дуже важливим кроком на шляху зниження витрат на електроенергію [2, 3].

### **ВИСНОВКИ**

Проблема обліку споживання електроенергії актуальна для сучасних промислових виробництв. Ефективне вирішення цієї проблеми стає можливим з використанням автоматизованої системи технічного й комерційного обліку електроенергії, які ґрунтуються на інтелектуальних вимірювальних приладах, лічильниках, засобах зв'язку. Такі системи є повністю автоматизованими й виключають людський фактор у процесі обліку електроенергії, вимагають менше обслуговуючого персоналу, що вже знижує витрати, а також можуть оперативно надати об'єктивну інформацію щодо споживаної електроенергії у зручному для аналізу вигляді. У результаті аналізу можливих схем реалізації системи обліку вибрана дворівнева розподільна автоматизована система технічного обліку електроенергії. Важлива роль у синтезі системи належить програмному забезпеченню, системі керування бази даних. Перевагою

впровадженого програмного забезпечення є прогнозування споживаної потужності електроенергії. Облік, контроль, мінімізація усіх складових споживання електроенергії можливі при автоматизації енергообліку, що є однією із головних цілей створення системи.

## SUMMARY

### SYNTHESIS OF THE AUTOMATED SYSTEM OF THE ELECTRIC POWER TECHNICAL ACCOUNT OF THE RESEARCH-AND-PRODUCTION UNION

*V.T. Baravoj, Y.M. Komlyk, Y.F. Samedov*  
*Sumy State University, Sumy*

*In the paper the analysis of the accounting systems of commercial electric power and its influence on the work of the research-and-production machine-building factory is carried out. Conditions of creation of the automated systems of the technical and commercial account of the electric power are considered. General circuit design of the distributed system is proved and offered. Questions of its software are examined.*

**Key words:** *the accounting systems of commercial electric power, production machine-building factory, automated systems, distributed system.*

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Постанова Національної комісії з питань регулювання електроенергетики України № 28 від 31.07.96 «Про затвердження правил користування електричною енергією».
2. Лист 24.09.2007 № 5664/19/ 17-07 Ліцензіатам НКРЕ України з передачі електричної енергії місцевими (локальними) електромережами та з постачання електроенергії за регульованим тарифом.
3. Довідник споживача електроенергії <http://www.e-meter.info/>
4. Багатофункціональні лічильники електричної енергії <http://www.e-meter.net/>

*Надійшла до редакції 17 квітня 2009 р.*