

УДК 623.6

П.Ф. Буданов, З.З. Бейбутова, Б.О. Королюк, Т.В. Шурда, Д.М. Шалигін

Українська інженерно-педагогічна академія, Харків

**МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАВДАНЬ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ**

Проведено обґрунтування розробки інформаційної моделі системи організації обліку споживання і втрат електроенергії, а також проведений аналіз вимог до існуючої організації обліку споживання і втрат електроенергії і зроблені висновки про її незадовільний стан. Особлива увага була приділена обліку втрат електроенергії. Розглянуті шляхи усунення недоліків існуючої організації обліку електроенергії за допомогою автоматизованих систем контролю і обліку електроенергії, які шляхом інтеграції інформаційної частини системи дозволяють автоматизувати процес обліку електроенергії в режимі реального часу і підвищити достовірність оброблюваної інформації на різних енергогенеруючих об'єктах, таких як теплові і атомні електростанції і різних промислових об'єктах енергоспоживання, де яким-небудь чином фіксується кількість електроенергії.

**Ключові слова:** об'єкт енергоспоживання, інформаційна модель, облік споживання електроенергії, облік втрат електроенергії, точки обліку електроенергії.

**Вступ**

**Постановка проблеми и аналіз літератури.** Побудова і впровадження систем автоматизованого управління енергоспоживанням об'єктів промисловості стає одним з напрямів політики держави в області енергозбереження. Увесь об'єм енергетичних ресурсів, що добуваються, вироблюваних, таких, що переробляються, транспортуються, зберігаються і споживаних, підлягає обов'язковому обліку. Особливістю є комплексне рішення завдань по автоматизації обліку електроенергії (ЕЕ) на об'єктах промисловості і бюджетної сфери [1].

Одному із завдань, що вирішуються в процесі побудови АСУТП об'єктів промисловості являється автоматизація обліку електроенергії. Виникнення цього завдання було обумовлене вимогою до підвищення ефективності обробки зареєстрованої кількості електроенергії [2].

Для реєстрації кількості електроенергії на об'єктах промисловості використовуються облаштування збору даних (ОЗД). Зареєстрована електроенергія перевіряється на повноту і достовірність шляхом розрахунку балансів електроенергії по групах приєднань і електростанції в цілому за довільний період часу.

У разі відсутності або недостовірності кількості електроенергії, зареєстрованою ОЗД, воно може бути відновлене на основі цих альтернативних джерел. В якості альтернативних джерел можуть бути використані оперативні документи по веденню режиму, суб'єкти ринку, автоматизовані системи контролю параметрів енергетичних об'єктів і телемеханічний оперативно-вимірювальний комплекс (ОВК). Для обліку електроенергії використовуються технічні засоби, характеристики яких враховуються при розрахунках допустимого небаланса

**Метою статті** є розробка структурної схеми інформаційної структури моделі обліку електроене-

ргії, яка об'єднує кількість зареєстрованої електроенергії в єдине інформаційне середовище з описами технічних засобів реєстрації і точками обліку ЕЕ.

**Основний матеріал**

Для обґрунтування розробки інформаційної моделі обліку електроенергії розглянемо технічні вимоги перехідного періоду до систем обліку електроенергії об'єктів електроенергетики.

Нині автоматизована система обліку електроенергії (АСУЕ) є видом автоматизованої інформаційно-вимірювальної системи і є сукупністю функціонально об'єднаних інформаційно-вимірювальних комплексів, систем і пристроїв.

До складу АСУЕ входять:

1. Система єдиного часу (СЄЧ) – функціонально об'єднана сукупність програмно-технічних засобів виміру і синхронізації часу в цій автоматизованій системі, в якій формуються і послідовно перетворюються сигнали, що містять кількісну інформацію про вимірювані величини часу. Система виконує закінчену функцію вимірів часу і має нормовані метрологічні характеристики. У систему входять усі агрегатні засоби вимірів, включаючи лінії зв'язку від первинного вимірювального перетворювача до першого перетворення в іменовану фізичну величину заданої розмірності;

2. Вимірювально-інформаційний комплекс точки обліку (ВІКТО) – конструктивно об'єднана або територіально локалізована сукупність функціонально об'єднаних технологічних і програмно-технічних засобів обліку електроенергії по цій точці обліку, в якій формуються і послідовно перетворюються сигнали, що містять кількісну інформацію про вимірювані фізичні величини, завершують вимірювальні перетворення, обчислювальні і логічні операції, передбачені процесом вимірів і алгоритмами обробки результатів вимірів в інших цілях, а

також інтерфейс доступу до інформації по цій точці обліку електроенергія. Вимірювально-інформаційний комплекс точки обліку є складним вимірювальним каналом, що є сукупністю декількох простих вимірювальних каналів, сигналами, з виходу яких використовуються для отримання результату непрямих, сукупних вимірів до отримання результату вимірів по цій точці обліку, що виражається числом;

3. Інформаційно-обчислювальний комплекс (ІОК) – сукупність функціонально об'єднаних програмних, обчислювальних і інших технічних засобів для вирішення завдань збору, діагностики і обробки інформації по обліку електроенергії в перерізі постачання суб'єкта оптового ринку, а також забезпечення інтерфейсів доступу до цієї інформації;

4. Інформаційно-обчислювальний комплекс електроустановки (ІОКЕ) – сукупність функціонально об'єднаних програмних, обчислювальних і інших технічних засобів для вирішення завдань збору, діагностики і обробки інформації по обліку електроенергії в цій електроустановці, а також забезпечення інтерфейсів доступу до цієї інформації. ІОКЕ застосовується при розподіленій структурі елементів АСУЕ;

5. Комерційна інформація(КІ) – інформація по обліку електроенергії, використовувана Адміністратором торгової системи у фінансових розрахунках за

електроенергію на оптовому ринку і що відповідає вимогам нормативних документів;

6. Службова інформація(СІ) – ця, необхідна для контролю справності технічних засобів обліку(результати діагностики апаратури) і інформація про зовнішні події, що впливають на дані комерційного обліку(«журнали подій» лічильників і програмно-технічних засобів);

7. Технічна інформація(ТІ) – дані: лічильників технічного обліку, які можуть використовуватися в АСУЕ суб'єкта оптового ринку в цілях зведення балансів по шинах і мережевих елементах; телевимірювань потужності, телесигналізації положень комутаційної апаратури, які можуть використовуватися в АСУЕ суб'єкта оптового ринку для контролю достовірності обліку електроенергії; контрольна інформація – сукупність технічної і службової інформації.

Таким чином, на думку авторів, АСУЕ може включати один або декілька вимірювально-інформаційних комплексів точок обліку (ВІКТО), інформаційно-обчислювальний комплекс (ІОК), систему єдиного часу(СЄЧ) і може включати один або декілька інформаційно-обчислювальних комплексів електроустановок(ІОКЕ). Склад типової АСУЕ показаний на рис. 1.

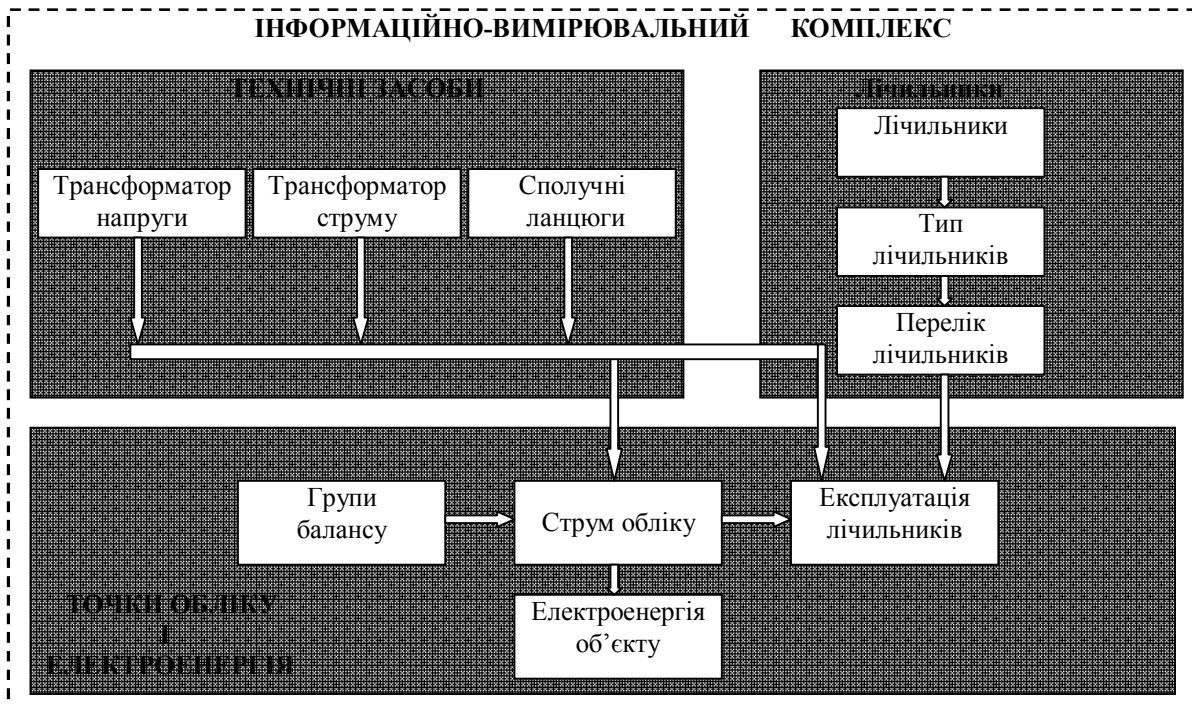


Рис. 1. Структурна схема інформаційно-вимірювального комплексу обліку електроенергії

Основна мета АСУЕ являється вимір об'ємів (кількості) електроенергії, яка дозволяє визначити величини облікових показників використувані в розрахунках при розподілі електроенергії об'єктам енергоспоживання.

Для досягнення вказаних цілей АСУЕ повинна забезпечити:

– вимір 30-хвилинних приростів активної електроенергії і інтегрованої реактивної потужності, які характеризують оборот товарної продукції;

– періодичний і /або за запитом автоматичний збір прив'язаних до єдиного астрономічного часу вимірних даних про природи електроенергії із заданою дискретністю обліку;

– зберігання даних про виміряні величини і службову інформацію в спеціалізованій базі даних, підвищеній захищеності, яка відповідає вимозі, від втрати інформації і від несанкціонованого доступу.

– передачу комерційної і контрольної інформації диспетчерові енергосистеми;

– надання доступу по спорадичному запиту до комерційної і службової інформації з боку диспетчера енергосистеми на рівні ІОКЕ і, по можливості, ВІКТО;

– надання доступу до технічної інформації з боку диспетчера енергосистеми на рівні ІОК;

– діагностику, моніторинг і збір статистики помилок функціонування технічних засобів АСКОЕ;

– реєстрацію, моніторинг подій в АСУЕ на рівні ІОК (подій лічильників, регламентних дій персоналу, порушень в системі інформаційного захисту, збоїв та ін.);

– конфігурація і налаштування параметрів АСУЕ.

Таким чином, на думку авторів, автоматизована система комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) повинна створюватися як ієрархічна інтегрована автоматизована система і до складу якої повинні входити (рис. 1.):

– вимірювально-інформаційні комплекси точок обліку електроенергії в перерізі постачання цього суб'єкта оптового ринку;

– інформаційно-обчислювальні комплекси електроустановок цього суб'єкта оптового ринку;

– інформаційно-обчислювальний комплекс;

– система єдиного часу;

При створенні АСКОЕ суб'єкта оптового ринку необхідно:

– встановлювати вимірювальні комплекси засобів комерційного обліку на точках обліку, включених в переріз постачання з оптового ринку електроенергії;

– передбачати можливість контролю достовірності даних комерційного обліку по перерізу постачання за допомогою установки надмірних вимірювальних комплексів засобів обліку.

– забезпечити автоматизований збір комерційної інформації по усіх вказаних вище приєднаннях на межах розділу балансової приналежності.

Авторами пропонується створення АСКОЕ як трирівневої автоматизованої системи.

Перелік рівнів ієрархії:

– 1-й рівень включає ПІКТО (проведення вимірів);

– 2-й рівень включає ІВКЕ (консолідація інформації по цій електроустановці або групі електро-

установок);

– 3-й рівень включає ІОК (інформаційний рівень);

– система єдиного часу формується на усіх рівнях ієрархії. АСКУЕ створюється як інформаційно-обчислювальна система з централізованим управлінням і розподіленою функцією виміру.

Система єдиного часу (СЄЧ) виконує закінчену функцію вимірів часу і має нормовані метрологічні характеристики, вона повинна забезпечувати синхронізацію часу в АСКУЕ. Для забезпечення єдності вимірів на оптовому ринку електроенергії має бути використання єдиний астрономічний час.

ІОК повинен забезпечувати рішення завдань автоматичного збору, діагностики, а також автоматизованої обробки і зберігання інформації по обліку електроенергії в перерізі постачання суб'єкта оптового ринку, автоматизованого збору і обробки інформації за станом ІОКЕ і ПІК ТО, забезпечувати контроль достовірності інформації, можливості заміщення даних відповідно до договірних умов, а також забезпечувати інтерфейси доступу до цієї інформації з боку Адміністратора торгової системи.

ІОКЕ повинен забезпечувати рішення завдань автоматичного збору, інформації по обліку електроенергії від ПІК ТО цієї електроустановки, автоматичного збору і обробки інформації про стан засобів вимірів, а також забезпечення інтерфейсів доступу до цієї інформації.

ПІК ТО, повинен забезпечувати автоматичне проведення вимірів в цій точці обліку.

До складу ІВК можуть входити (рис. 1):

– технічні засоби організації каналів передачі даних;

– спеціалізований промконтроллер для забезпечення інформаційної взаємодії між ІОК і ІОКЕ або, у разі відсутності рівня ІОКЕ, ІВК, ПІКТО;

– комп'ютер в серверному виконанні для забезпечення функції центру збору і зберігання комерційної інформації;

– технічні засоби для організації локальної обчислювальної мережі і розмежування прав доступу до інформації.

До складу ІОКЕ можуть входити:

– технічні засоби організації каналів передачі даних;

– спеціалізований промконтролер для забезпечення інтерфейсу доступу до ПІК ТО.

Технічні засоби ІОКЕ, при їх розміщенні в електроустановках, мають бути виконані в промислового виконанні, призначені для безперервного функціонування в приміщеннях з підвищеною небезпекою і повинні мати можливість установки в обмежених просторах(у шафах, відсіках, панелях і консолях), а також забезпечувати зручність технічного обслуговування.

Розміщення технічних засобів, використовуваних персоналом при експлуатації ІОКЕ і ІОК при виконанні автоматизованих функцій, повинне відповідати вимогам ергономіки для виробничого устаткування.

**Вимоги до трансформаторів струму і напруги.**

При новому будівництві, техперевооруженні або реконструкції електроустановок суб'єкта ринку, до яких приєднані елементи мережі, що входять в переріз постачання, слід встановлювати на цих елементах трансформатори струму класу точності не гірше 0,5S, трансформатори напруги класу точності не гірше 0,5.

1. Вимірювальні трансформатори повинні встановлюватися по точках обліку(постачання) на оптовому ринку електроенергії.

2. Має бути забезпечений контроль цілості ланцюга трансформатора напруги, у разі використання трансформатора напруги тільки для цілей комерційного обліку.

3. Для комерційних вимірів в мережах з глухозаземленою нейтраллю вимірювальні трансформатори струму мають бути встановлені в трьох фазах, до яких слід підключати трифазні трьохелементні лічильники.

4. Не допускається застосування проміжних трансформаторів струму.

5. Не допускається перевантаження вимірювальних трансформаторів в усіх експлуатаційних режимах.

6. Вимірювальні трансформатори повинні відповідати ПУЕ по класу напруги, по електродинамічній і термічній стійкості, кліматичному виконанню.

7. Висновки вимірювальних трансформаторів, використовуваних у вимірювальних ланцюгах, мають бути захищені від несанкціонованого доступу.

**Вимоги до обчислювальної техніки.**

Засоби обчислювальної техніки повинні відповідати вимогам міжнародних стандартів ISO 9000 - 9001. Технічні засоби мають бути розміщені з дотриманням вимог, що містяться в технічній, у тому числі експлуатаційній, документації на них, і так, щоб було зручно використати їх при функціонуванні і виконувати технічне обслуговування

**Вимоги до програмного забезпечення АС-КОЕ.** Програмне забезпечення (ПЗ) повинне мати зручний мовний інтерфейс користувача (включаючи допоміжні і сервісні функції), сертифіковано Держстандартом України або самостійно, або у складі типу засобів виміру.

**Вимоги до інформаційної моделі.** До інформаційної моделі системи обліку і контролю електроенергії пред'являються наступні вимоги за об'ємом і змісту:

– опис і характеристики технічних засобів вимірювальних комплексів, використовуваних для реєстрації електроенергії(трансформатори напруги і струму(ТН, ТТ), сполучні ланцюги, лічильники);

– перелік і характеристики точок обліку(під точкою обліку розуміється місце реєстрації електроенергії з вказівкою виду і напрямку електроенергії);

– кількість електроенергії, зареєстрована в точках обліку.

Пропонована авторами модель, дозволить забезпечити автоматизований облік вироблення і перетікань електроенергії і вирішити наступні завдання:

– облік і супровід технічних засобів вимірювальних комплексів;

– формування паспорта-протоколу вимірювального комплексу;

– контроль достовірності кількості зареєстрованої електроенергії;

– корекція кількості зареєстрованої інформації;

– формування акту корекції зареєстрованої електроенергії;

– розрахунок допустимого небаланса об'єкту;

– розрахунок небаланса об'єкту;

– формування акту про складання балансу електроенергії на об'єкті(електростанції);

– формування вибірок інформації про перетікання електроенергії для сторонніх організацій.

Уся вищеперелічена інформація зберігається у базі даних (БД) інформаційної моделі і представляє інтерес як самостійний довідник.

Враховуючи функціональну повноту бази даних, вона розглядатиметься як єдине джерело інформації для вирішення завдання обліку електроенергії і, надалі іменується як база даних автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії - «БД АСКОЕ».

**Характеристики технічних засобів.** Ця група інформації включає описи таких технічних засобів реєстрації електроенергії :

1. Трансформатори напруги і струму : паспортні характеристики типів трансформаторів(назва типу, клас точності, коефіцієнт трансформації, допустиме навантаження);

2. Сполучні ланцюги: номер і тип кабелю, найменування складок і шаф; допустиме значення втрат напруги від ТН до лічильника.

3. Лічильники електроенергії: паспортні характеристики типів лічильників (назва типу, клас точності, вид енергії, напруга, струм, розрядність рахункового механізму); характеристики використовуваних лічильників (заводський номер, дата виготовлення, дата введення в експлуатацію, дата перевірки, схема включення), а також:

– інформація про експлуатацію лічильників :

– місце установки лічильника;

- дата установки лічильника на приєднання;
- свідчення рахункових механізмів лічильника на момент установки лічильника;
- дата зняття лічильника з приєднання;
- свідчення рахункових механізмів лічильника на момент зняття лічильника;
- ідентифікація акту, на підставі якого виконана установка/зняття лічильника.

**Точки обліку.** Для точок обліку (ТУ) у БД міститься наступна інформація: ідентифікація приєднання; вид енергії(активна/реактивна); вид обліку(розрахунковий/технічний); напрям перетікання електроенергії(віддача/прийом); група балансу(вказується ознака використання точки обліку в розрахунку балансу якої-небудь групи приєднань); первинне (основний) джерело інформації, на підставі якого для точки обліку реєструється первинна кількість електроенергії; номер облаштування «СТРУМ-С» і номер каналу, використовуваний для точки обліку; стаття обліку (використовується для групування точок обліку по статтях обліку, які використовуються в акті про вкладання балансу електроенергії); споживач (використовується для групування точок обліку по споживачах усередині статей обліку).

### Висновки

Описана інтегрована інформаційна система дозволяє автоматизувати процес обліку електроенергії на різних енергетичних об'єктах, таких як АЕС, ТЕС і різних промислових підприємствах і організаціях бюджетної сфери, де яким-небудь чином фіксується кількість електроенергії.

При цьому підвищується достовірність обробленої інформації і зменшується трудомісткість обліку електроенергії. Підвищення достовірності досягається за рахунок ведення протоколу завантаження інформації з УСД і за рахунок контролю балансів електроенергії по будь-якій групі приєднань за довільний період часу. Зменшення трудомісткості обліку досягнуте за рахунок скорочення часу розрахунку балансів, наочного їх відображення на екранних формах оператора і відсутності операцій ручного введення.

Також необхідно відмітити, що за рахунок об'єднання зареєстрованої кількості електроенергії і засобів її обліку в єдине інформаційне середовище розрахунок допустимого небаланса в описаній системі виконується з урахуванням погрішності поточної конфігурації вимірювального комплексу.

### Список літератури

1. Кавунів В.В. Створення інтегрованої розподіленої АСУ ТП енергопоставляючої компанії із застосуванням системи Trace Mode. АСУ для промислових підприємств. Промислові АСУ і контролери / В.В. Кавунів, А.М. Лакиза, І.А. Литвиненко. – "Научтехлитиздат", 2005. – 270 с.
2. Осика Л. Коммерческий учет электроэнергии: уроки и перспективы / Л. Осика // ЭнергоРынок. – 2006. – Т. 32. – № 7. – С. 18-23.

Надійшла до редколегії 19.01.2011

**Рецензент:** канд. техн. наук, доц. В.Ф. Краснопольоров, Українська інженерно-педагогічна академія, Харків.

### МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАДАНИЙ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

П.Ф. Буданов, З.З. Бейбутова, Б.О. Королюк, Т.В. Шурда, Д.Н. Шалыгин

*Проведено обоснование разработки информационной модели системы организации учета потребления и потерь электроэнергии, а также проведен анализ требований к существующей организации учета потребления и потерь электроэнергии и сделаны выводы о ее неудовлетворительном состоянии. Особенное внимание было уделено учету потерь электроэнергии. Рассмотрены пути устранения недостатков существующей организации учета электроэнергии с помощью автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии, которые путем интеграции информационной части системы позволяют автоматизировать процесс учета электроэнергии в режиме реального времени и повысить достоверность обрабатываемой информации на разных энергогенерирующих объектах, таких как тепловые и атомные электростанции и разные промышленные объекты энергопотребления, где каким-либо способом фиксируется количество электроэнергии.*

**Ключевые слова:** объект энергопотребления, информационная модель, учет потребления электроэнергии, учет потерь электроэнергии, точки учета электроэнергии.

### MODEL OF INFORMATIVE PROVIDING OF TASKS OF ACCOUNT ELECTRIC POWER

P.F. Budanov, Z.Z. Beybutova, B.O. Korolyuk, T.V. Shurda, D.N. Shalugin

*The ground of development of informative model of the system of organization of account of consumption and losses of electric power is conducted, and also the analysis of requirements is conducted to existent organization of account of consumption and losses of electric power and conclusions are done about its unsatisfactory state. The special attention was spared the account of losses of electric power. The ways of removal of lacks of existent organization of account of electric power are considered by the automated checking and account systems electric power which by integration of informative part of the system allow to automatize the process of account of electric power in the real-time mode and promote authenticity of the processed information on different энергогенерирующих objects, such as thermal and atomic power-stations and different industrial objects of energy consumption, where the amount of electric power is fixed by all means.*

**Keywords:** object of energy consumption, informative model, account of consumption of electric power, account of losses of electric power, points of account of electric power.