

наибольшее влияние оказывают мощность нагрузки (уменьшение  $W_p$  на 52% при  $P=97$  Вт против 18% при  $P=16,8$  Вт в случае увеличения  $U$  с 12 до 24 В) и длина линии  $DI$ .

**Список литературы:** 1. *Кацуба О.И.* Анализ причин травматизма на шахтах Украины / *О.И. Кацуба, Н.Б. Левкин, Е.А. Спиридонов, М.С. Ковчужный* // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах. - Макеевка. - 2007. - С. 162-169. 2. *Айзенберг Ю.Б.* Справочная книга по светотехнике / *Ю.Б. Айзенберг и др.* - М.: Энергоиздат. 1995. - С. 335-346. 3. *Давыдов В.В.* Шахтное искробезопасное освещение. Светильники головные искробезопасные / *В.В. Давыдов* // Уголь, 2008. - № 1. - С. 47-50. 4. *Давыдов В.В., Литвинский В.М., Гутер Л.Р.* Создание шахтных стационарных осветительных приборов повышенной эффективности и безопасности / *В.В. Давыдов, В.М. Литвинский, Л.Р. Гутер* // Сборник трудов института Гипроуглеавтоматизация. - М.: 2000. - С. 16-29. 5. *Кормильцев П.В.* Система искробезопасного шахтного освещения // *П.В. Кормильцев, И.А. Бершадский* // Научные работы ДонНТУ. - Серия "Электротехника и энергетика". - Донецк: ДонНТУ, 2014. - Выпуск 1(16). - С.90-94. 6. *Бершадский И.А.* Тестирование метода бескамерной тепловой оценки искробезопасности схемы источника питания / *И.А. Бершадский, Ал.А. Дубинский* // Взрывозащищенное электрооборудование: Сб. научных трудов УкрНИИВЭ. - Донецк, 2011. - С. 230 - 240. 7. *Бершадский И.А.* Развитие научных основ и методов создания искробезопасного электрооборудования для повышения безопасности труда горнорабочих: дис. на соиск. учен. степени докт. техн. наук: спец. 05.26.01 - Донецк: 2014. - 343 с. - ДонНТУ. 8. *Абраменко И.Г.* Проблемы взрывобезопасности электрических кил осветительных установок / *И.Г. Абраменко, В. Ф. Рой, Н. Г. Бурма* // Светлотехника та електроенергетика. - 2011. - №1. - С. 60-64.

**Bibliography (transliterated):** 1. Kashuba, O.I., N.B. Levkin, E.A. Spiridonov and M.S. Kovchuzhnyi. "Analiz prichin travmatizma na shahtah Ukrainyi." *Sposoby i sredstva sozdaniya bezopasnykh i zdorovykh usloviy truda v ugolnykh shahtah.* Makeevka. 2007. 162-169. Print. 2. Ayzenberg, Yu.B. *Spravochnaya kniga po svetotekhnike.* Moscow: Energoizdat, 1995. Print. 3. Davydov, V.V. "Shahtnoe iskrobezopasnoe osveschenie. Svetilniki glavnyie iskrobezopasnyie." *Ugol*. No. 1. 2008. 47-50. 4. Davydov, V.V., V.M. Litstvinskiy and L.R. Guter. "Sozdanie shahtnykh statsionarnykh osvetitelnykh priborov povyishennoy effektivnosti i bezopasnosti" *Sbornik trudov instituta Giprougleavtomatizatsiya.* Moscow: 2000. Print. 5. Kormiltsev, P.V. and I.A. Bershadskiy. "Sistema iskrobezopasnogo shahtnogo osvescheniya." *Naukovi pratsi DonNTU. Seriya "Elektrotehnika I energetika"*. Donetsk. DonNTU. No 1(16). 2014. 90-94. Print. 6. Bershadskiy, I.A. and Al.A. Dubinskiy. "Testirovanie metoda beskamer-noy teplovy otseuki iskrobezopasnosti shemyi istochnika pitaniya." *Vzryvozaschisshchennoe elektrooborudovanie: Sb. nauchnykh trudov UkrNIIVE.* Donetsk. 2011. 230 - 240. Print. 7. Bershadskiy, I.A. "Razvitie nauchnykh osnov i metodov sozdaniya iskrobezopasnogo elektrooborudovaniya dlya povyisheniya bezopasnosti truda gornorabochih": *dis. na soisk. uchen. stepeni dokt. tehn. nauk: spets. 05.26.01.* Donetsk: DonNTU, 2014. 8. Abramenko, I.G., V.F. Roy, N.G. Burma. "Problemi vibuhobezpechnosti elektrichnykh kil osvitlyvalnykh ustanovok." *Svitlotekhnika ta elektroenergetika.* No. 1. 2011. 60-64. Print.

Поступила (received) 10.7.2014

УДК 621.311

**В.І. ВАСИЛЬЧЕНКО**, начальник управління ДП НЕК «Укренерго», Київ;  
**О. Г. ГРИБ**, д-р тех. наук, проф., завідувач кафедри Автоматизації енергосистем, НТУ «ХПІ»;  
**О. В. ЛЕЛЕКА**, провідний інженер ДП НЕК «Укренерго», Київ;  
**Д. А. ГАПОН**, канд. техн. наук, доц. НТУ «ХПІ»;  
**О. В. САПРИКА**, д-р тех. наук, проф., ХНУ Міського господарства ім. О.М. Бекетова, Харків;  
**Т.С. ІЕРУСАЛІМОВА**, асистент, НТУ «ХПІ».

### ЦИФРОВА ПІДСТАНЦЯ ЯК ЛОКАЛЬНИЙ РІВЕНЬ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Розглянута цифрова підстанція як локальний рівень автоматизованої системи комерційного обліку електричної енергії. Автоматизована система комерційного обліку електричної енергії на цифровій підстанції енерго-постачальних підприємств можна прийняти як отримання достовірного балансу електроенергії. Робота енергетичної галузі в умовах функціонування енергоринку висуває підвищені вимоги до системи обліку, а саме, до рівня її автоматизації, точності, надійності і цілісності. Впровадження автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії на цифровій підстанції, дозволяє перехід до тарифів реального часу, отримання достовірного балансу виробництва, розподілу і споживання електричної потужності або енергії та оцінка показників якості електричної енергії.

**Ключові слова:** електроенергія, підстанція, потужність, вимірювання, лічильник, контроль, автоматизація

**Вступ.** Автоматизована система комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ), що встановлюється на енергетичних об'єктах для автоматизованого контролю та обліку електроенергії і потужності, в тому числі з метою вимірювань активної та реактивної електроенергії та потужності, відносяться до вимірювальних систем, в загальному випадку представляє собою сукупність функціонально об'єднаних масштабних вимірювальних перетворювачів (вимірювальні трансформатори струму і напруги), інтегруючих приладів (лічильники електроенергії з імпульсним та/або цифровим інтерфейсом), концентраторів або пристроїв збору даних, пристроїв збору та передачі даних, центральних обчислювальних пристроїв та інших технічних засобів, розміщених у

© В. І. Васильченко, О. Г. Грив, О. В. Лелека, Д. А. Гапон, О. В. Саприка, Т. С. Іерусалімова, 2014

різних точках контрольованого енергооб'єкту і з'єднаних між собою каналами та/або лініями зв'язку. АСКОЕ є багатоканальними вимірювальними системами, що виробляють в автоматичному режимі в повному обсязі або частково виконання вимірювальних та обчислювальних операцій [1, 2].

**Аналіз останніх досліджень та літератури.** Вчені та практики вже давно обговорюють переваги і недоліки ієрархічних і децентралізованих АСУ. Очевидно, що державні інтереси найбільш повною мірою можуть бути забезпечені впровадженням загальнодержавної АСКОЕ. Проте в даний час в Україні немає достатньо потужних економічно і технічно компаній, які б вирішили цю задачу. Залучення до цього проекту іноземних компаній, наприклад Landis & Gyr або Ельстер Метроніка, може привести до руйнування численних вітчизняних виробників приладів обліку та АСКОЕ, а також до втрати, певною мірою, контролю над інформаційними потоками. Побудова локальних АСКОЕ цілком під силу українським підприємствам. У цьому процесі слід відзначити три групи виробників. До першої групи належать підприємства, які вже давно займаються виробництвом приладів обліку. Вони будують АСКОЕ з обладнання власного виробництва. До другої групи належать підприємства, які уклали ліцензійні договори із закордонними фірмами або / і є спільними компаніями. Третя група, найчисленніша, складається з фірм, які використовують обладнання інших фірм для комплектації АСКОЕ. Основним самостійним продуктом таких фірм є прикладне програмне забезпечення АСКОЕ. Саме представники цих фірм виступають за побудову децентралізованих АСКОЕ з використанням цифрових підстанцій, які найбільшою мірою відповідають особливостям обліку електроенергії на підприємствах. У зв'язку з цим існує побоювання, що в недалекому майбутньому при побудові загальнодержавної АСКОЕ ці підприємства не зможуть бути інтегровані в загальну систему обліку.

**Мета статті.** Впровадження автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії на цифровій підстанції, що дозволяє перехід до тарифів реального часу, отримання достовірного балансу виробництва і розподілу і споживання електричної потужності або енергії та оцінка показників якості електричної енергії.

**Постановка проблеми.** Вирішення проблеми балансу електроенергії на цифровій підстанції, що можливе тільки при удосконаленні системи обліку [2].

**Матеріали досліджень.** Як критерій ефективності АСКОЕ на цифровій підстанції енерго-постачальних підприємства можна прийняти

як отримання достовірного балансу електроенергії. Робота енергетичної галузі в умовах функціонування енергоринку висуває підвищені вимоги до системи обліку, а саме, до рівня її автоматизації, точності, надійності і цілісності. Точність і достовірність системи обліку, в першу чергу, визначається засобами застосовуваної інформаційно-вимірювальної техніки, а також принципами її використання. Основними показниками, які характеризують ефективність використання інформаційно-вимірювальної техніки в системі обліку, є [3]:

- Точність представлення вимірювальної інформації;
- Достовірність представлення вимірювальної інформації. На додаток до класичного підходу і стосовно до даного об'єкту процес отримання достовірної інформації повинен бути автоматизований і може варіюватися від реєстрації даних з лічильників електроенергії протягом всього часу обліку до повністю автоматизованого процесу реєстрації цих даних з їх повним дублюванням і обов'язковою верифікацією;

- Одночасність представлення вимірювальної інформації. Під одночасністю представлення вимірювальної інформації мається на увазі синхронність виконання вимірювань в точках обліку, порушення якої призводить до виникнення похибки розсинхронізації, яка впливає на результати вимірювання.

Зазначені показники визначаються в системі обліку принципами організації вимірювань, якістю систем обліку і зв'язку.

Система обліку, яка задовольняє цим вимогам, дозволяє вирішувати головні завдання:

- Забезпечення точної, достовірної та надійною інформацією комерційних розрахунків на ринку електроенергії;
- Постійний контроль виконання договірних зобов'язань між суб'єктами ринку електроенергії;
- Аналіз та контроль внутрішнього балансу суб'єктів енергоринку.

Слід зазначити, що в даний час є велика кількість АСКОЕ різного масштабу, накопичений значний досвід їх експлуатації, тому для виявлення переваг та недоліків АСКОЕ, а також тенденцій їх розвитку, доцільно розглянути найбільш типові з них.

**Результати досліджень.** Була розроблена спеціальна методологія аналізу, за допомогою якої проведено аналіз стану систем обліку електроспоживання електричної енергії в Україні. Результати аналізу дозволили зробити висновки щодо рівня технічних, економічних хара-

ктеристик наявних систем обліку електроспоживання, а також одержати інформацію щодо рівня їх метрологічного забезпечення.

За допомогою ефективних технічних та економічних критеріїв з використанням результатів аналізу та урахуванням діючих обмежень, в тому числі й ресурсних (метрологічних), було обгрунтовано вибір стратегії розробки та впровадження АСКОЕ.

Обрана стратегія полягала у створенні системи автоматизованого обліку з мінімальними витратами, оптимальної за складом та максимальної надійності, яка б задовольняла потребам ОЕС України під час її експлуатації.

Стратегія базується за такими основними принципами:

- мінімальна достатність;
- системність;
- оптимальність;
- використання світового досвіду створення автоматизованих систем;

систем;

- урахування особливостей економіки України;
- урахування випереджаючого розвитку автоматизованих систем.

систем.

Коротко суть цих принципів полягає у наступному:

а) принцип мінімальної достатності полягає у тому, що в умовах обмежених матеріальних та інших ресурсів, стислих термінів створення було визначено: оптимальну структуру системи обліку; трансформатори струму та напруги, лічильники електроенергії, які підлягали першочерговій заміні; розроблення необхідних методик та приладів, на які спирається в роботі система;

б) принцип системності полягає у тому, що АСКОЕ передбачає наявність зв'язку із іншими системами контролю та системами електропостачання, що дозволяє реалізувати ряд додаткових функціональних можливостей, тобто використати системні властивості;

в) принцип оптимальності полягає в забезпеченні необхідної кількості інформації при мінімальних фінансових затратах;

г) використання світового досвіду створення автоматизованих систем проявилось у перегляді принципів автоматизації обліку електричної енергії, шляхів забезпечення єдності функціонування систем в рамках окремих ЕС, ОЕС України, а також сусідніх держав;

д) урахування особливостей економіки України полягає в концентрації зусиль для першочергового створення системи обліку, здат-

ної вирішувати технічні та економічні задачі, важливі для енергетики та економіки України;

е) принцип випереджаючого розвитку автоматизованих систем полягає в тому, що за рахунок використання при створенні АСКОЕ, новітніх технологій, технічних та методичних рішень, а також сучасних високоточних методів будуть досягнуті технічні та інформаційні характеристики автоматизованих систем на рівні відповідних систем розвинених країн. Реалізація цього принципу створює запас за точністю та швидкістю, який може бути використаний без додаткових витрат при створенні «високих технологій», проведенні сучасних досліджень, тобто в тих галузях науки і техніки, де виникає потреба у виконанні обліку електроенергії.

**Висновки.** Впровадження розробленої АСКОЕ з використанням цифрових підстанцій дозволить більш досконало вирішувати поставлені задачі та підвищити ефективність роботи енергетичних систем.

**Список літератури:** 1. Сокол Е.И., Гриб О.Г., Жаркин А.Ф. и др., Автоматизированные системы контроля и учета электрической энергии. – Харьков: 2014г. – 488с. 2. Орнатский П.П. Автоматические измерения и приборы (Аналоговые и цифровые). Изд. пятое. – Киев.: Высшая школа, 1986. – 504 с. 3. Черемисин М.М., Зубко В.М. Автоматизация объектов управления электроснабжения. – Харьков: “Факт”, 2005. – 192 с.

**Bibliography(translation):** 1. Sokol E., Gryb O., Zharkin A. *Automated control systems and accounting of electricity*. Kharkov 2014. 2. Ornatsky P. *Automatic measurement and instrumentation (analog and digital)*. Kiev: High School 1986. 3. Cheremisin N., Zubco V., *Automation facilities management supply*. Kharkov. Fact, 2005..

*Поступила (received) 25.10.2014*