

Computer Applications Conference, Santa Clara, USA, May 1999. – P. 245–252. 20. Bialek J. Tracing the flow of electricity // IEE Proceedings Generation, Transmission and Distribution. – 1996. – Vol. 143. – P. 313–20. 21. Gross G. and Tao S. A Physical-Flow-Based Approach to Allocating Transmission Losses in a Transaction Framework // IEEE Transactions on Power Systems. – May 2000. – Vol. 15, No. 2. – P. 631–637. 22. Wu F. and Varaiya P. Coordinated Multilateral Trades for Electric Power Networks: Theory and Implementation // University of California-Berkeley, Berkeley, CA, Tech. Report PWP-03, 1995. 23. Kirschen D. and Strbac G. Tracing Active and Reactive Power Between Generators and Loads Using Real and Imaginary Currents // IEEE Transactions on Power Systems. – November 1999. – Vol. 14, No. 4. – P. 1312–1318. 24. Wu Z.Q. and Chen G.Z. MVA Power Flow and Loss Analysis for Electricity Market // IEE Proc. – Generation, Transmission, Distribution. – March 2001. – Vol. 148, No. 2. – P. 153–158. 25. Moon Y.H., Jung J.S., Ryu H.S. and Choi B.K. Buswise Loss Evaluation Algorithm for Local Spot Pricing // IEEE PES Summer Meeting, Seattle, WA. – July 2000. – Vol. 4. – P. 2127–2131. 26. Tao S. and Gross G. Transmission Loss Compensation in Multiple Transaction Networks // IEEE Transactions on Power Systems. – August 2000. – Vol. 15, No. 3. – P. 909–915. 27. Bialek J.W., Ziemianek S. and Wallace R. A Methodology for Allocating Transmission Losses Due to Cross-Border Trades // IEEE Transaction on Power Systems. – August 2004. – Vol. 19, No. 3. 28. Galiana, F.D, Conejo A.J., and Gil H.A.: Transmission network cost allocation based on equivalent bilateral exchanges // IEEE Trans.Power Syst. – 2003. – 18, (4). – P. 1425–1431. 29. Macqueen C.N., Irving M.R. An Algorithm for the Allocation of Distribution System Demand and Energy Losses // IEEE Transaction on Power Systems. – February 1996. – Vol. 11, No. 1. 30. Exposito A.G., Riquelme J.M. Santos, Garcia T.G. and Velasco A.R. Fair Allocation of Transmission Power Losses // IEEE Transaction on Power Systems. – February 2000. – Vol. 15, No. 1.

УДК 623.407

П.С. Євтух, Б.Я. Оробчук, О.О. Рафалюк, С.О. Піскун
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ВИКОРИСТАННЯ РАДІОКАНАЛУ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ВУЛИЧНИМ ОСВІТЛЕННЯМ МІСТА

© Євтух П.С., Оробчук Б.Я., Рафалюк О.О., Піскун С.О., 2010

Розглянуто можливість використання радіоканалу як каналу зв'язку для передачі даних і принцип побудови та апаратна реалізація автоматизованої системи диспетчерського керування (АСДК) вуличним освітленням міста на основі персональної електронно-обчислювальної машини (ПЕОМ).

Ключові слова: радіоканал, канал зв'язку, автоматизованої системи диспетчерського керування.

In the article possibility to the uses of radio channel in quality the channel of connect for communication of data and principle of construction and hardware representation automated of controller's management street illumination of city is examined on the basis of the personal electronic calculable machine.

Keywords: radio channel, communication, automated of controller's management channel.

Постановка проблеми

Засоби, які сьогодні використовуються для керування вуличним освітленням міста та контролю освітлювальної мережі, розроблені ще у 60-ті роки, використовують застарілу елементну базу, що часто виходить з ладу, є громіздкими і дорогими в обслуговуванні, неекономними у сенсі споживання електроенергії.

Основними недоліками існуючих систем керування вуличним освітленням, що використовуються нині, є:

- низька інформативність (як пристрої виводу інформації використовуються світлові індикатори, що не дає можливості диспетчеру отримувати повну інформацію про стан освітлювальної мережі);
- використання для обміну інформацією телефонних каналів зв'язку, які потребують великих капіталовкладень при впровадженні та є дорогими в обслуговуванні.

У зв'язку із зростанням темпів будівництва житла і промислових об'єктів у останні роки виникає потреба застосування сучасніших систем керування вуличним освітленням новозбудованих мікрорайонів та прилеглих до промислових об'єктів територій [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Згідно з проведеним аналізом можна виділити декілька систем автоматичного і автоматизованого управління вуличним освітленням, наприклад, “Омь-свет” (м. Омськ), “ГорСвет” (м. Тюмень), “Аврора” (м. Санкт-Петербург) та інші. В результаті аналізу були виявлені такі недоліки:

- найбільш розповсюджені системи пропонують у вигляді так званого комплексу технічних засобів (КТЗ “Промінь” м. Вологда), а не готового рішення;
- інші системи (“Омь-свет”, м. Омськ) пропонують у вигляді готового рішення з повного оновлення системи управління освітленням, з новими каналами зв'язку, з сучасною комутаційною апаратурою тощо. Такий комплексний підхід поза сумнівом хороший, але переважно недоступний з економічних причин;
- деякі системи (“ГорСвет” м. Тюмень, КТС “Промінь” м. Вологда) поставляються з простим програмним забезпеченням, що забезпечує лише подачу команд і здобуття підтверджень їх проходження, без функцій архівації вимірів і подій в базі даних, складання звітів тощо [2].

Крім того, в більшості розглянутих систем використовується спеціалізоване, жорстко налагоджене програмне забезпечення (ПЗ), його реконфігурування ускладнене, а інтеграція з іншими системами АСДК і зовсім не розглядається.

Можна також виділити автоматизовану систему керування зовнішнім освітленням (АСКЗО), яка дозволяє здійснювати управління пускачами зовнішнього освітлення в трьох режимах: автоматичному (автономному) режимі, ручному режимі і режимі управління. Вся інформація про поточний стан зовнішнього освітлення відображається на робочому місці диспетчера. Каналом зв'язку з центральним диспетчерським пунктом використовується високошвидкісний завадостійкий цифровий канал GSM з використанням технології GPRS. Відмова від телефонних ліній зв'язку на користь GSM, а також можливість оперативного керування освітленням дає значний економічний ефект і дозволяє окупити систему протягом короткого часу [3].

Нині знайшло застосування для вуличного освітлення міст програмне забезпечення французької компанії Streetlight Vision, яке призначене для збору і обробки даних з інтелектуальних баластних опорів світильників і дозволяє контролювати вуличне освітлення по мережі LonWorks і управляти яскравістю світильників. За даними з електронних баластів це ПЗ автоматично ідентифікує несправності вуличних світильників і дозволяє задати графік регулювання яскравості освітлення з метою зниження споживання енергії. Програма Streetlight Vision включає комплект з 6 Web-додатків (Web Portal) і модуль для збору інформації та наповнення бази даних (Data Collect). Використання програми Streetlight Vision у міських системах вуличного освітлення приносить місту не лише економічну вигоду, але і покращує екологію та підвищує безпеку дорожнього руху [4].

Формулювання цілі статті

Практика останніх років показала, що найдоцільнішою є побудова автоматизованої системи диспетчерського керування (АСДК) на основі персональної електронно-обчислювальної машини (ПЕОМ) з використанням як каналу зв'язку для передачі даних радіоканалу, що дає можливість

забезпечити високу інформативність системи керування, дозволяє зменшити капіталовкладення на впровадження та експлуатацію за рахунок відмови від дорогих земляних робіт при прокладенні кабелів та зменшення витрат на технічне обслуговування. Варіант такої системи описаний у цій статті.

Виклад основного матеріалу

Функціонально автоматизована система диспетчерського керування вуличним освітленням міста по радіоканалу складається з обладнання центрального диспетчерського пункту керування (ЦДПК) та обладнання контрольованих об'єктів [5].

До складу обладнання ЦДПК входять:

- керуюча ПЕОМ з вмонтованим блоком узгодження з радіообладнанням, клавіатурою, дисплеєм та маніпулятором “миша”;
- комплект обладнання каналу зв'язку (модем, прийомопередавач (GSM-модем) з антеною та блок живлення);

До складу обладнання контрольованого об'єкта входять:

- комплект радіообладнання (приймопередавач (GSM-модем) з антеною);
- блок керування;
- блок формування сигналів телесигналізації (справності запобіжників та контакторів, наявності фаз) та телекерування (ввімкнення та вимкнення контакторів);
- вузол допускового контролю струму;
- маніпулятор для ведення технологічних радіопереговорів.

ЦДПК забезпечує оперативне керування контрольованими пунктами КП. Як керуючий елемент використовується стандартна ПЕОМ, на екрані якої відображається поточний стан об'єктів КП. Сигнали керування, які формуються обладнанням ЦДПК по радіоканалу надходять на контрольовані об'єкти. Достовірність переданої по радіоканалу інформації забезпечується використанням CRC-циклічної надлишкової контрольної суми (Cyclic Redundancy Checksum). Структура системи та обмін передачі даними наведені на рис. 1.

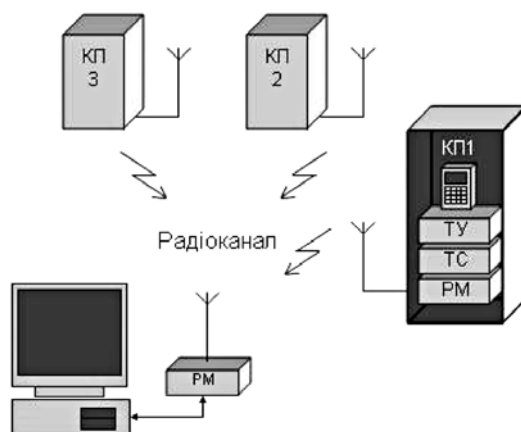


Рис. 1. Структура системи та обмін даними

Апаратура КП призначена для прийому керуючих сигналів з ЦДПК, передачі їх на апаратуру телемеханіки, зняття інформації про поточний стан об'єкта та передачі її на ЦДПК.

Встановлення режимів роботи та запит стану об'єктів контрольованих пунктів здійснюється по командах телерадіокерування, які передаються по радіоканалу з автоматичним підтвердженням виконання команд телекерування по телесигналізації.

У разі самочинної зміни стану контрольованого об'єкта повідомлення про нештатну ситуацію автоматично передається на центральний диспетчерський пункт керування.

Керування контрольованими пунктами здійснюється з клавіатури керуючої ПЕОМ диспетчерського пункту з відображенням інформації про поточний стан об'єктів на дисплеї ПЕОМ

у вигляді карти міста з позначеннями контрольованих пунктів (рис. 2) та мнемосхем контрольованих об'єктів (рис. 3).

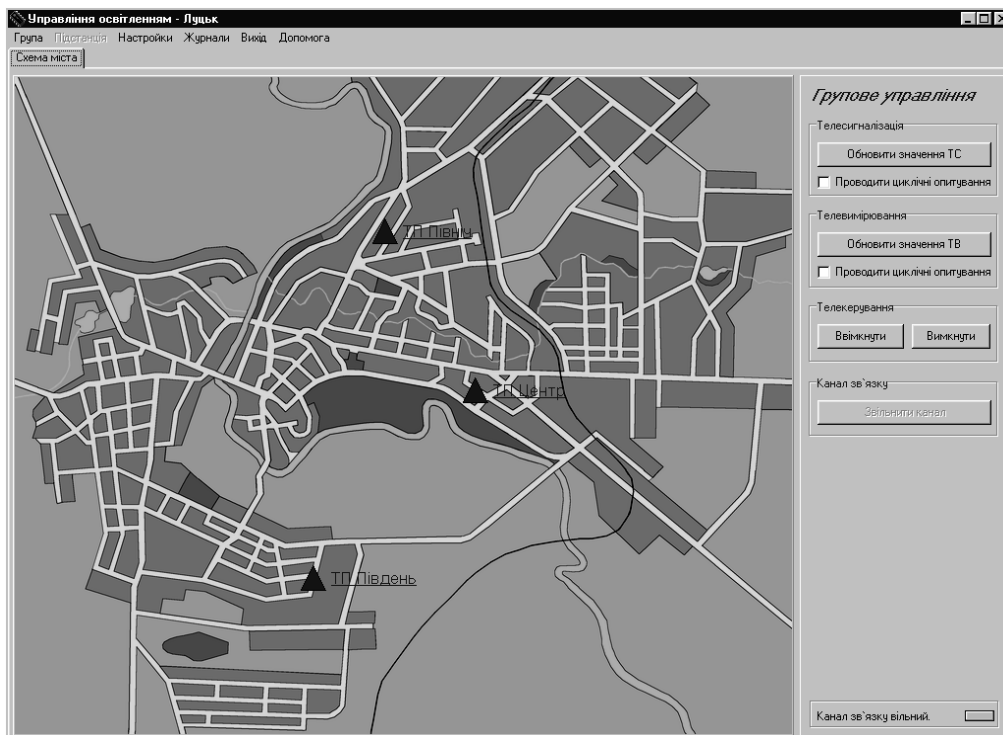


Рис. 2. Головне вікно програми диспетчерського пункту на прикладі “Луцькміськсьвітло”

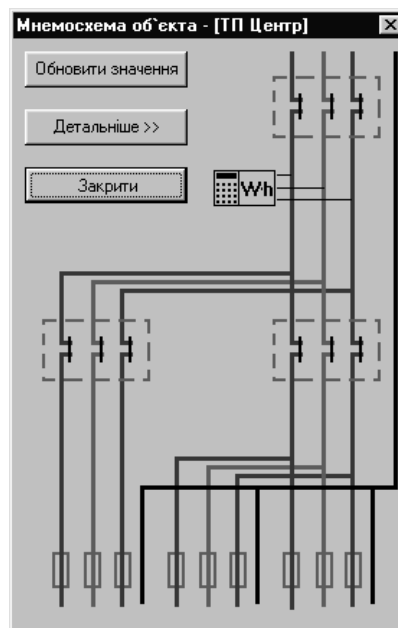


Рис. 3. Мнемосхема об'єкта

Канали зв'язку надійно захищені від зовнішніх впливів.

Програмне забезпечення системи автоматично реєструє всі дії диспетчера в оперативному журналі, а всі повідомлення про нештатні та аварійні ситуації на контрольованих об'єктах – в аварійному журналі системи. Програмним забезпеченням системи керування освітленням передбачено реєстрацію усіх подій, що мали місце під час роботи в файлах бази даних.

Програма підтримує два типи журналів:

- оперативний (реєструються всі команди, подані диспетчером, та команди, виконані програмою в автоматичному режимі, результати запитів телесигналізації та телевимірювання);
- аварійний (реєструються прийняті з контрольованого об'єкта кодограми нештатних ситуацій)

У журналах реєструються дата, час події та об'єкт, до якого належить подія.

Для перегляду журналів розроблено утиліту, яка може бути запущена як з меню програми керування освітленням, так і з стартового меню Windows.

У програмі перегляду журналів передбачено можливість вибору типу журналу (рис. 4), а також вибіркового відображення інформації (встановлення фільтрів по назві підстанції, типу об'єкта та даті запису).

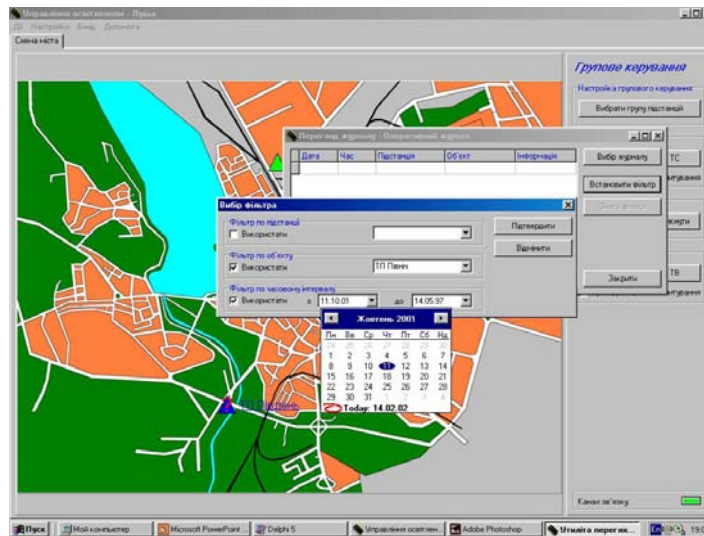


Рис. 4. Утиліта перегляду журналу та вибору фільтра

Система забезпечує можливість ведення технологічних радіопереговорів диспетчера з обслуговуючим персоналом КП.

Система надає можливість здійснювати дистанційний контроль електричних параметрів освітлювальної мережі (миттєві значення напруги, струму, потужності, спожита електроенергія), який реалізовано з використанням сучасних електронних лічильників електроенергії.

Для зменшення витрат часу на управління групою об'єктів система має такі можливості:

- виконати групову команду (вмикання, вимикання, запит стану), для цього диспетчер обирає об'єкти над якими необхідно виконати певну дію, та обирає функцію “Групові команда”;
- ввімкнути режим каскадного функціонування контрольованого об'єкта, при цьому апаратура самостійно виконує каскадні повторення з подальшою перевіркою виконання команди. У разі виявлення несправності контактора, запобіжника, відводу – апаратура відсилає на ЦДПК сигнал аварійної ситуації з повним описом всіх контрольованих сигналів.

Технічні та експлуатаційні характеристики обладнання

1. Радіус дії (зона впевненого радіоприйому), км – до 20 (при використанні GSM – необрежений)
2. Діапазон радіочастот, МГц - 148...173 (система базується на радіочастотах, виділених замовнику Державною Інспекцією Електрозв'язку або на основі підписаних контрактів національних GSM-операторів)

3. Кількість контрольованих системою об'єктів – 5 000
4. Кількість контрольованих сигналів по кожному КП:
 - телесигналізація: контроль справності 9 запобіжників;
 - телесигналізація: контроль справності контакторів;
 - телесигналізація: контроль наявності фаз;
 - контроль відхилення струму від допустимих меж по кожній із фаз трьох трифазних ліній;
 - телекерування:
 - ввімкнення/вимкнення 1/3 об'єктів освітлення;
 - ввімкнення/вимкнення 2/3 об'єктів освітлення;
 - ввімкнення/вимкнення всіх об'єктів освітлення.
5. Можливість зняття даних з інтелектуальних лічильників (типи ЕЛ необхідно узгодити).
6. Можливість ведення технологічних радіопереговорів.
7. Видача повідомлення про несанкціонований доступ до обладнання КП.
8. Видача повідомлення про ввімкнення живлення на КП після його відключення.
9. Комутаційна здатність кіл керування – струм до 5А при змінній напрузі 220 В.
10. Швидкість передачі даних – 1200, 2400, 4800, 9600 бод.

Висновки

Побудована автоматизована система диспетчерського керування освітленням міста на основі персональної електронно-обчислювальної машини з використанням радіоканалу зв'язку для передачі даних. Система дає можливість забезпечити високу інформативність системи керування, дозволяє зменшити капіталовкладення на впровадження та експлуатацію за рахунок відмови від дорогих земляних робіт під час прокладення кабелів, зменшити витрати на технічне обслуговування, підтримувати рівень та престиж вітчизняних розробок на рівні світових зразків, бути конкурентоспроможною в цій галузі.

1. Автоматизация диспетчерского управления в электроэнергетике / Под ред. Ю.М. Руденко, В.А. Семенова. – М.: МЭИ, 2000. 2. <http://www.telescada.ru/>. Комплекс управления уличным освещением "Луч". ООО "ТелеСофт". – Краснодар. 3. <http://www.asuno.ru/links.html>. ООО "Современные Технологии Автоматизации". – Псков, ул. Школьная д. 8. 4. <http://www.echelon-lon.ru/news/street-light-control.ahtm>. ПО Streetlight Vision для дистанционного управления уличным освещением по сети LonWorks через удобный Web-интерфейс. 5. Автоматизована система диспетчерського керування (АСДК) "Стріла". Технічний опис і інструкція по експлуатації. – Тернопіль. Тернопільське КБ "Стріла", вул. 15 квітня, 6.