

# **ПРИЛАДОБУДУВАННЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ**

УДК 621.327

**В. Великий; В. Андрійчук, докт. техн. наук**

*Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧА СИСТЕМА ДЛЯ ЕНЕРГООЩАДНИХ СВІЛОТЕХНІЧНИХ УСТАНОВОК**

*Розглянуто способи досягнення економії енергоресурсів у штучному освітленні, які ґрунтуються на застосуванні систем керування світлотехнічними пристроями; запропоновано інформаційно-керуючу систему штучного освітлення.*

Нові підходи у проектуванні енергоощадних освітлювальних установок (ОУ) зумовлені як появою нових типів ламп та електронних пускорегулювальних апаратів (ЕПРА), так і використанням інформаційно-керуючих систем (ІКС) штучного освітлення. Впровадження ІКС дозволяє не лише економити в окремих випадках до 50 % електроенергії (ЕЕ), а й суттєво покращити якісні показники ОУ, підвищити надійність їх роботи.

**Проблема використання ІКС у штучному освітленні** привертала увагу багатьох дослідників [1-6]. Наведені в літературі дані стосуються окремих випадків використання систем керування освітленням і не дозволяють провести оцінку реального ефекту їхнього впровадження. В основному автори приділяють увагу пристроям автоматичного керування світловими приладами (СП) з використанням регулювання світлового потоку джерел світла (ДС) [1, 3, 6], які дозволяють:

- підтримувати нормовані рівні освітленості в процесі експлуатації ОУ, виключаючи перевитрати енергії на початковому етапі роботи установки, а також при надлишковій кількості СП (за будівельними, архітектурними чи іншими вимогами);

- зменшити час напрацювання ОУ, оскільки за умов „стихійного” керування вони залишаються ввімкнутими при достатньому природному освітленні та при відсутності людей в приміщенні, а також в неробочий час через неухильність персоналу.

Описана в літературі інформація носить роздрібнений характер і лише частково може бути врахована при проектуванні комплексних систем світлорегулювання.

**В даній роботі ставиться задача** на основі аналізу техніко-економічних показників існуючих систем світлорегулювання та методів керування штучним освітленням обґрунтувати шляхи до розробки системи керування з використанням сучасних інформаційних технологій.

Підвищення економічних показників ОУ можна досягнути:

- зниженням загального енергоспоживання в постійно працюючій системі штучного освітлення за рахунок застосування височастотних ЕПРА та ефективних ДС, що дозволяє економити до 30 % електроенергії у порівнянні із звичайними системами штучного освітлення;

- регулюванням рівня освітленості при старінні розрядних ламп. Відомо, що всі типи розрядних ламп старіють, тобто в них знижується світловий потік протягом строку служби до 0.6-0.9 від початкового. Приймавши коефіцієнт спаду світлового потоку в процесі старіння 0.7, необхідно закласти при проектуванні ОУ запас потужності СП на 30 % більше від розрахованого. Використання систем освітлення з

плавним регулюванням потужності ДС дозволяє досягнути економії електроенергії від 12 % до 25 % [./lit\\_1\\_5.doc](#);

– зменшенням коефіцієнта запасу потужності при розрахунку ОУ. Під час проектування освітлення та в процесі його експлуатації деякі параметри приміщення можуть змінюватись, тому необхідно закласти певний запас потужності СП. В автоматизованих ОУ це враховується в процесі їх роботи, що дозволяє економити в середньому 25 % електроенергії;

– врахуванням природного освітлення. Економія ЕЕ за рахунок природного світла важко передбачувана. Однак, якщо відомі архітектурні особливості будівлі та кліматичний пояс її розташування, то вона може бути визначена за коефіцієнтом природного освітлення. При хорошому проникненні природного світла всередину приміщень можна досягнути економії 20-30 %, а в окремих випадках до 35-50 %;

– зниженням освітленості або повне виключення ОУ в приміщеннях, які в даний час не використовуються, що дозволяє знизити електроспоживання на 80...100 %.

Таким чином, використання систем керування штучним освітленням дозволяє досягнути економії ЕЕ від 20 до 50 %.

Виділимо два підходи при проектуванні систем керування СП: дискретний і неперервний. Перший полягає в автоматичному включенні і виключенні ряду світлових приладів, у відповідності із зміною певних факторів навколишнього середовища, на які реагує система. Цей метод більш простий і не пов'язаний з модернізацією всієї системи штучного освітлення. Однак він менш ефективний, ніж неперервний, при якому змінюють світловий потік ДС кожного окремого СП або їх групи.

Проаналізуємо недоліки та переваги технічно можливих на сьогоднішній день систем світлорегулювання:

- 1) регульовані трансформатори – найпростіший спосіб зниження світлового потоку. Така система має обмежене застосування, оскільки змінює світлові параметри ОУ в цілому і не дозволяє керувати окремим СП;
- 2) баластні дроселі з відводами, які підключаються до мережі за допомогою реле, дозволяють змінювати електричну потужність ламп. Позитивною стороною такого регулювання є його простота. Головним недоліком є дискретність регулювання, що значно знижує ефективність такої системи. Сюди також слід віднести необхідність прокладання додаткових проводів для керування або використання інших засобів передачі керуючої інформації;
- 3) ЕПРА широко використовуються в ОУ з люмінесцентними лампами, працюють на частотах від 10 кГц до 80 кГц, при цьому збільшується строк служби ламп до 20 %, підвищується їх світлова віддача на 15-20 %. Вони дозволяють регулювати світловий потік лампи в широких межах, але вимагають встановлення додаткових пристроїв передачі інформації;
- 4) пристрої для зміни форми напруги живлення. Цей спосіб спеціально розроблений для розрядних ламп високого тиску. В залежності від типу використовуваних ДС глибина регулювання може знаходитись в межах від 100 % до 20 %.

У вказаних системах можна використати такі методи регулювання освітленості:

- 1) програмування ІКС у відповідності з графіком використання приміщень;
- 2) локалізація освітлення із зниженням потужності СП у другорядних зонах;
- 3) початкове зниження світлового потоку ОУ з наступним збільшенням потужності у міру старіння ламп та їх забруднення;
- 4) регулювання роботи ОУ з врахуванням зміни природного світла.

Відомості про економію електроенергії, яка досягається різними методами регулювання освітленості, наведені в таблиці 1 [5].

Таблиця 1

Показники економії ЕЕ при застосуванні систем регулювання освітленості

Схема використання методів регулювання освітленості	Економія енергії (%) при регулюванні освітлення методами				Економія енергії в обладнанні	Загальна
	1	2	3	4		
Один метод	26	14	12	50	5	20
Два методи з дискретним регулюванням		14		28	15	31
Три методи з неперервним регулюванням		14	12	50	25	72
Чотири методи з неперервним регулюванням при площі приміщення, яка освітлюється природнім світлом:						
10 %	26	14	12	5	25	50
30 %	26	14	12	15	25	64
60 %	26	14	12	30	25	71
100 %	26	14	12	50	25	79

Як видно з даної таблиці, загальна економія ЕЕ при використанні декількох методів не є арифметичною сумою кожного з них. Поряд з цим необхідно враховувати і вартість обладнання, яке застосовуватиметься при регулюванні освітлення. Відомості про окупність обладнання для різних методів регулювання наведені в таблиці 2 [5].

Таблиця 2

Техніко-економічні показники систем світлорегулювання

Методи регулювання	Використовуване обладнання	Вартість, дол. США на 1 кв. м площі		Строк окупності, рік
		Обладнання	Річна економія	
1	Реле-мікропроцесор	2,08	2,80	0,74
3	Амплітудний регулятор напруги	6,73	1,51	4,46
2+3+4	Напівпровідникові баласты	13,02	7,75	1,68
1+2+3+4	Реле-мікропроцесор + напівпровідникові баласты при площі, яка освітлюється природнім світлом: 10 %	15,18	6,48	2,35
	30 %	15,18	6,89	2,20
	60 %	15,18	7,64	1,99
	100 %	15,18	8,50	1,78

Із таблиці 2 видно, що строки окупності систем керування штучним освітленням не перевищують 2-х років, крім системи, яка передбачає керування напругою мережі (метод 3). Якщо застосовуються всі методи, то строк окупності залежить від площі, яка освітлюється природнім світлом.

Із наведених даних випливає, що для досягнення максимальної економії енергоресурсів, зручності в користуванні та сумісності з інформаційними системами об'єктів освітлення необхідно застосовувати ІКС штучного освітлення.

Структурна схема ІКС штучного освітлення, яка задовольняє вище згадані вимоги, наведена на рис. 1. В ній використано модульний принцип побудови та багаторівневність з централізацією керування. Тут реалізовані наступні алгоритмічні дії: включення і виключення окремого СП, плавне регулювання світлового потоку ДС; контроль кількісних і якісних характеристик освітлення та електроенергії; контроль режимів роботи СП; контроль стану пристроїв ручного керування ОУ.

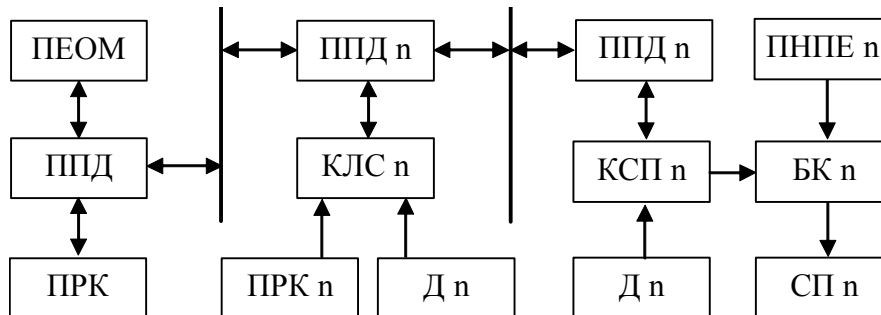


Рис. 1. Структурна схема ІКС штучного освітлення

Пропонована ІКС містить такі структурні елементи:

- ПЕОМ центрального пульта, що виконує задачі першого рівня керування: задає алгоритми роботи локальних систем керування, збирає та зберігає інформацію про стан та функціонування ІКС. Синтез алгоритмів роботи відбувається на основі математичних моделей освітлюваних об'єктів та інформаційних сигналів, що поступають від контролерів нижчих рівнів керування. Цей рівень керування передбачає повне дублювання командних дій з пристрою ручного керування (ПРК);

- контролери локальних систем керування (КЛС), що виконують роль „посередників” між рівнями керування в ІКС і дозволяють розширити мережу керованих СП та забезпечити можливість їх об'єднання в технологічні групи для виконання однакових функцій. Їм може бути делегована частина виконуваних першим рівнем керування задач для децентралізації обчислювального і алгоритмічного процесів в ІКС та розвантаження ПЕОМ. КЛС також взаємодіють з безпосередньо підключеними давачами (Д n) та пристроєм ручного керування (ПРК n). При невеликій кількості СП цей рівень керування можна виключити із системи;

- контролери СП (КСП) разом з блоком керування (БК) забезпечують функціонування світлового приладу, а також здійснюють прийом та інтерпретацію сигналів, що поступають від давачів (Д) факторів навколишнього середовища та технічного стану СП. Частина інформації передається в ПЕОМ. Цей рівень ІКС позбавлений ручного керування. Використовується лише функція включення СП з максимальною потужністю ДС;

- пристрої нормалізації параметрів електроенергії (ПНПЕ), що забезпечують дотримання стандартів МЕК за електромагнітною сумісністю споживачів з мережею;

- пристрої передачі даних (ППД), що забезпечують розподілення потоків даних між рівнями керування ІКС. Застосовуються ППД з використанням оптичного зв'язку на інфрачервоних променях в окремому приміщенні, провідникового зв'язку між приміщеннями всередині будівлі, радіозв'язку на значні відстані (вуличне освітлення). Перспективним є застосування зв'язку через мережу живлення СП, але на даному етапі технічного розвитку такі ППД є складними і ненадійними в роботі в існуючих мережах живлення.

**Висновки.** На основі проведеного аналізу затрат електроенергії в ОУ, які не обладнані системами світлорегулювання, та недоліків існуючих систем сформульовано вимоги до ІКС. Запропонована структурна схема інформаційно-керуючої системи штучного освітлення, що дозволяє створити „інтелектуальне” світлове середовище і

забезпечити повну інтеграцію з іншими ІКС об'єктів освітлення. Дана система може бути використана для керування освітленням населених пунктів, тунелів, перонів вокзалів, великих адміністративних будівель тощо.

*The ways to obtain saving of energy resources under artificial lighting due to the application of illuminating-engineering devices control systems are analyses. The information-control system of artificial lighting is suggested.*

### **Література**

1. Вернер В. Интеллектуальная система управления внутренним освещением. // Светотехника. 1993. №4. С. 15-19.
2. Краснопольский А. Е., Краснопольский Е. А., Соколов В. Б. Автоматизация управления освещением – насущная проблема светотехники. // Светотехника.– 1997.– №5.– С. 2-4.
3. Фомин А. Г. Системы автоматизированного управления освещением общественных зданий / Под общей редакцией д.т.н. проф. Ю. Б. Айзенберга. – М.: Дом света, 1998.
4. Смирнов А. И., Киреев Н. Н., Соловьев А. К., Горчаков А. П. Лабораторные исследования систем автоматического управления и опыт их применения в натурных условиях. Кн. НИИСФ (труды института), вып. 20 (XXXIV) // Строительная светотехника, 1978. – С. 63-72.
5. Соловьев А. К. Автоматическое регулирование искусственного освещения и его эффективность. // Светотехника. – 1999. – №5. – С. 2-4.
6. Бенцигер Т. Д. Светорегулирование в осветительных системах. // Светотехника.– 2002.– №1.– С. 27-30.

*Одержано 08.02.2005 р.*