

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ГЛУШКО СЕРГІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ

УДК 623.19.94

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВІСТЬ БАГАТОТАРИФНОГО ОБЛІКУ
ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ДЛЯ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ**

141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

АВТОРЕФЕРАТ

дипломної роботи магістра на здобуття вищої освіти
освітнього ступеня магістр

Тернопіль – 2018

Дипломною роботою магістра є рукопис

Робота виконана в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник доктор технічних наук, професор
Тарасенко Микола Григорович,
завідувач кафедри "Енергозбереження та енергетичного менеджменту"
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя

Рецензент кандидат технічних наук, доцент
Осадца Ярослав Михайлович,
доцент кафедри "Світлотехніки та електротехніки"
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя

Захист відбудеться "24" лютого 2018 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії № 38 з атестації здобувачів вищої освіти освітнього ступеня магістр 141 - електроенергетика, електротехніка та електромеханіка при Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя МОН України за адресою: 46000, м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46, аудиторія 404.

З авторефератом дипломної роботи магістра можна ознайомитись в інституційному репозиторії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (ELARTU) за адресою: <http://elartu.tntu.edu.ua/>.

Секретар
екзаменаційної комісії № 38

Коцюрко Р.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми дослідження. Окрім існуючих в енергетиці України проблем, пов'язаних з дорожчанням енергоресурсів, а також з великими наднормативними втратами електроенергії, є ще одна важлива проблема, а саме – нерівномірність добових графіків навантаження по регіонах. У зв'язку з цим виникла необхідність у вжитті заходів, сприяючих вирівнюванню цих графіків. Рішення цих проблем є актуальними в нашій країні і по всьому світу, перспективною є реалізація системи, яка дозволила б об'єднати локальні вузли обліку для створення єдиного вимірювально-інформаційного простору для одноразового, безперервного, автоматичного контролю над технологічними процесами генерації, транспортування і споживання енергоресурсів, а також організації комерційних розрахунків між постачальниками і споживачами енергоресурсів. Застосування автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії дозволяє звести до мінімуму участь людини на етапі виміру, збору і обробки даних та забезпечує достовірний, оперативний і гнучкий, адаптований до різних тарифних систем облік енергії.

Мета та завдання дослідження. Мета полягає у поліпшенні стану освітлення вулиць, естетичного вигляду міста в темний час доби, в зменшенні обсягів споживання електричної енергії за рахунок впровадження багатотарифного обліку та зменшення витрат бюджетних коштів на зовнішнє освітлення міста Тернополя. Для досягнення поставленої мети в роботі вирішувались наступні завдання:

- аналіз світлотехнічних систем зовнішнього освітлення, визначення основних факторів, що впливають на якісні показники та енергетичну ефективність ОУ;
- кількість дорожньо транспортних пригод на автошляхах і магістралях;
- розробка добових графіків вмикання і вимикання освітлення, побудованими згідно тривалості дня і ночі.

Об'єкт дослідження – процес формування основних параметрів енергоефективності зовнішнього освітлення міст шляхом впровадження багатотарифного обліку.

Предмет дослідження – параметри багатотарифного обліку споживаної зовнішнім освітленням.

Методи дослідження. Поставлені завдання вирішувалися на основі:

- порівняння одно- та багатотарифних лічильників електроенергії;
- методів моделювання обліку вартості електроенергії для зовнішнього освітлення;
- використання методів аналізу та математичної обробки результатів експериментальних досліджень.

Наукова новизна одержаних результатів.

1. Доведено, що мінімальний термін окупності витрат, пов'язаних із впровадженням тритарифного обліку електроенергії, має місце тільки при постійній роботі зовнішнього освітлення протягом всього темного часу доби

(1,61 роки при тарифних коефіцієнтах 1,5; 1,0; 0,4 та 1,72 року при вартостях електроенергії, які діяли в 2008 р.).

2. Доведено, що впровадження чотиритарифного та двотарифного обліку електроенергії гарантує найшвидше відшкодування витрачених коштів незалежно від тривалості роботи зовнішнього освітлення протягом темного часу доби.

3. Установлено, що впровадження тритарифного обліку електроенергії економічно виправдане тільки у тому випадку, коли зовнішнє освітлення ввімкнене протягом всього темного часу доби.

4. Доведено, що введення тарифу 6 коп./(кВт год) електроенергії, що споживається зовнішнім освітленням, з одного боку сприяє встановленню багатотарифних лічильників з метою помітного зменшення витрат на електроенергію і забезпечення роботи ОУ, на протязі всього темного періоду доби, а з другого боку стримує процес модернізації застарілих ОУ, спрямований на впровадження сучасних світлових приладів з енергоекономічними джерелами світла (повна відмова від ламп розжарення та ламп типу ДРЛ і ДНаТ, до більш енергоефективних ламп типу МГЛ та світлодіодів), та впровадження сучасних систем керування інтенсивністю освітлення.

Практичне значення одержаних результатів:

- удосконалено методику визначення порядку диференціювання за годинами доби тарифів на електроенергію, яка використовується для зовнішнього освітлення;

- розроблена залежність вартості спожитої зовнішнім освітленням електроенергії, від тривалості світіння при застосуванні багатотарифного обліку електроенергії.

Апробація результатів дослідження. Основні результати оприлюднено та обговорено на “Х Всеукраїнській студентській науково-технічній конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання» (25-26 квітня 2017 р.

Структура і обсяг роботи.

Дипломна робота магістра складається зі вступу, шести розділів, загальних висновків та списку використаних джерел, із 61 найменувань на 7 сторінках. Загальний обсяг роботи 100 сторінок, 9 таблиць і 19 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **Вступі** обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та основні задачі досліджень, сформульовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, апробацію та впровадження результатів роботи.

У **першому розділі “Літературний огляд”** проведено аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами, обґрунтовано актуальність роботи, виконано постановку задачі на дипломну роботу. В результаті аналізу сучасного стану виявлено, що у темний час доби підвищується можливість

протиправних дій. Отже, організовуючи освітлення житлових районів, необхідно враховувати криміногенну ситуацію. Освітлення у нічний час повинно забезпечувати можливість розпізнавання людей, які наближаються, що дозволяє своєчасно запобігати небажаним контактам або вжити засобів необхідної самооборони.

Енергоспоживання будь-якого зовнішнього освітлення (ЗО), навіть такого, яке може працювати максимально ритмічно, різне у різний час доби. Для того щоб максимально ефективно і точно вести облік спожитої енергії і розрахунки по ній, доцільно використовувати багатотарифний облік електроенергії.

Багатотарифний облік електроенергії базується на використанні так званих тарифних періодів протягом однієї доби. Тобто кожен добу розбивають на періоди і електроенергія в кожному з таких періодів має свою вартість. Найвищу вартість одна одиниця енергії має в години максимального навантаження. А найменшу, відповідно, в години мінімального. Таким чином, постачальники електроенергії намагаються звести до мінімуму відмінності в навантаженні на мережі, стимулюючи використовувати енергію в години найменшого споживання. Це допомагає уберегти генератори і мережі розподілу від перепадів напруги і збільшити тим самим термін їх служби.

У другому розділі “Основна частина” наведено основні результати дипломної роботи. Представлено результати розрахунків, їх аналіз. Визначено ефективність впровадження багатотарифного обліку електроенергії у підприємствах міськвітло при роботі зовнішнього освітлення до будь-якого наперед заданої години темного періоду доби. Порівнюючи різні види багатотарифного обліку електроенергії та можна вибрати оптимальний варіант з економічної точки зору.

Результати розрахунків економічного ефекту від впровадження багатотарифного обліку приведені в табл. 1.

Таблиця 1

Економічний ефект від впровадження багатотарифного обліку електроенергії

Економія грошових коштів (грн. на 1 кВт встановленої потужності) при переході від одно тарифного обліку електроенергії до			
тритарифного, з тарифами коефіцієнтами 1,5; 1,0; 0,4	тритарифного, з тарифами коефіцієнтами 1,8; 1,02; 0,3	двотарифного	чотиритарифного, з тарифними коефіцієнтами 1,8; 1,02; 0,3 та оплатою в нічний період по 6 коп. за 1 кВт×год
314,5631	299,2114	919,035	946,2378
Термін окупності з розрахунку 1 лічильник на 7 кВт встановленої потужності, рік			
1,63	1,71	0,56	0,54

Для оцінки ефективності впровадження багатотарифного обліку спожитої зовнішнім освітленням міста електроенергії при його експлуатації до будь-якої наперед заданої години, починаючи з моменту включення (при недостатньому виділенні коштів на освітлення), на рис. 1 побудовані відповідні залежності.

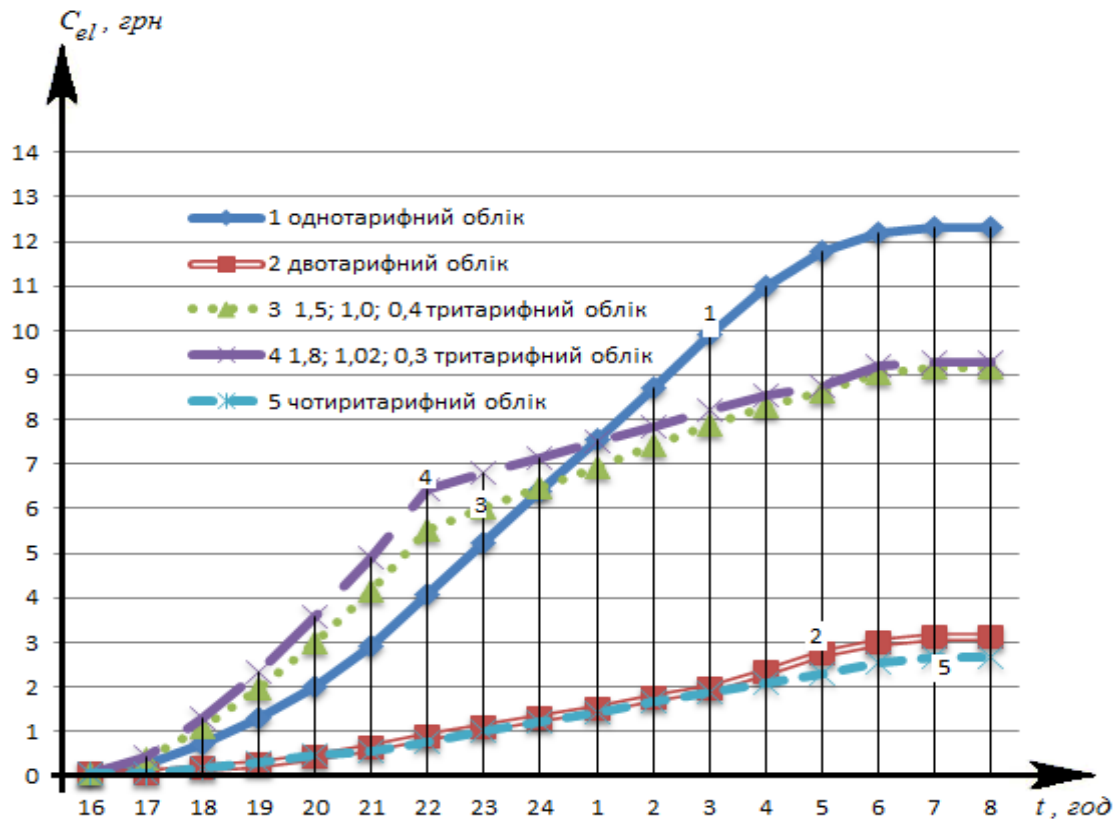


Рис. 1. Залежність вартості спожитої зовнішнім освітленням електроенергії від тривалості горіння, починаючи з моменту включення

Аналіз графічних залежностей рис. 1 показує, що тритарифний облік електроенергії абсолютно збитковий при роботі зовнішнього освітлення до першої години ночі (при тарифних коефіцієнтах 1,5; 1,0; 0,4) і до другої години ночі (при тарифних коефіцієнтах 1,8; 1,02; 0,3).

Мінімальний строк окупності витрат, пов'язаних з упровадженням багатотарифного обліку електроенергії, буде мати місце тільки при постійній роботі зовнішнього освітлення на протязі всього темного часу доби. Впровадження чотиритарифного та двотарифного обліку електроенергії є найефективніше і гарантує отримання економічного ефекту незалежно від часу роботи зовнішнього освітлення.

У **третьому розділі “Спеціальна частина”** виконано програмне забезпечення для автоматизації розрахунків, а також наведений приклад розрахунку економічної ефективності при двотарифному обліку електроенергії.

У **четвертому розділі “Обґрунтування економічної ефективності”** розрахована економічна ефективність (економія грошових коштів і термін окупності) від переходу до двотарифного обліку електроенергії, яка споживається освітлювальними установками укомплектованими

метаголеганями лампами і світлодіодними джерелами світла .

У п'ятому розділі “Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях” розглянуті питання надання першої допомоги при ураженні людини електричним струмом, контроль за станом охорони праці при експлуатації світлового приладу, методи захисту електронної апаратури та складних розгалужених систем від дії ЕМІ ядерних вибухів.

У шостому розділі “Екологія” розглянуто питання перспективи енергозбереження в Україні, а також розроблено особливості екологізації електропостачання зовнішнього освітлення для населених пунктів.

ВИСНОВКИ

1. Доведено, що мінімальний термін окупності витрат, пов'язаних із впровадженням тритарифного обліку електроенергії, має місце тільки при постійній роботі зовнішнього освітлення протягом всього темного часу доби (1,61 роки при тарифних коефіцієнтах 1,5; 1,0; 0,4 та 1,72 року при вартостях електроенергії, які діяли в 2008 р.).

2. Доведено, що впровадження чотиритарифного та двотарифного обліку електроенергії гарантує найшвидше відшкодування витрачених коштів незалежно від тривалості роботи зовнішнього освітлення протягом темного часу доби.

3. Установлено, що впровадження тритарифного обліку електроенергії економічно виправдане тільки у тому випадку, коли зовнішнє освітлення ввімкнене протягом всього темного часу доби.

4. Доведено, що введення тарифу 6 коп./($\text{кВт} \times \text{год}$) електроенергії, що споживається зовнішнім освітленням, з одного боку сприяє встановленню багатотарифних лічильників з метою помітного зменшення витрат на електроенергію і забезпечення роботи ОУ на протязі всього темного періоду доби, а з другого боку стримує процес модернізації застарілих ОУ, спрямований на впровадження сучасних світлових приладів з енергоекономічними джерелами світла (повна відмова від ламп розжарення та ламп типу ДРЛ і ДНаТ, до більш енергоефективних ламп типу МГЛ та світлодіодів), та впровадження сучасних систем керування інтенсивністю освітлення.

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати роботи

1. Глушко. С. А. Енергоефективність багатотарифного обліку електроенергії для зовнішнього освітлення / Тарасенко М. Г., Глушко С. А. Тези доповіді на X Всеукраїнській студентській науково-технічній конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання». – Тернопіль, ТНТУ, 2017. – С. 166.

АНОТАЦІЯ

Глушко С.А. Енергоефективність багатотарифного обліку електроенергії для зовнішнього освітлення. – Рукопис.

Дипломна робота магістра за спеціальністю 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2018.

В дипломній роботі виконано аналіз доцільності впровадження багатотарифного обліку електроенергії у порівнянні з однотарифним. Доведено, що впровадження двотарифного та чотири тарифного обліку електроенергії гарантує найшвидше відшкодування витрачених на модернізацію коштів незалежно від тривалості роботи зовнішнього освітлення протягом всього темного періоду доби. Але вказаний економічний ефект може мати місце тільки тоді, коли освітлення функціонує всю ніч, в той час як більшість міст України освітлюється тільки певну частину темного періоду доби у відповідності з об'ємом виділених для цього коштів із місцевого бюджету багатотарифного обліку для зовнішнього освітлення.

Ключові слова: освітленість, зовнішнє освітлення, лічильник, тариф, електроенергія.

ANNOTATION

Glushko S.A. Energy efficiency of multi-tariff electricity accounting for outdoor lighting. – The manuscript.

Master thesis on specialty 141 – electric power engineering, electrical engineering and electromechanics. - Ternopil National Technical University named after Ivan Puluj, Ternopil, 2018.

In the thesis the analysis of expediency of implementation of multi-tariff electricity accounting in comparison with one-tariff is made. It is proved that the introduction of two-tariff and four tariff electricity accounting guarantees the fastest reimbursement of expenses spent on modernization regardless of the duration of outdoor lighting during the entire dark period of the day. But the indicated economic effect can only occur when the lighting operates all night, while most Ukrainian cities are only covering a certain part of the dark period of the day in accordance with the volume of allocated for this purpose from the local budget multi-tariff accounting for outdoor lighting.

Keywords: illumination, external lighting, meter, tariff, electric power.