

котельні поблизу житлової забудови та інших об'єктів без шкоди для здоров'я людей. Все це має позитивно вплинути на екологічну ситуацію, як в певному населеному пункті так і світі в цілому, оскільки використання відновлювальних джерел енергії та заміна викопного палива є основними факторами боротьби з глобальними кліматичними змінами.

#### Література:

1. Енергетичний баланс України за 2015 рік. URL: [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2012/energ/en\\_bal/arh\\_2012.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2012/energ/en_bal/arh_2012.htm)
2. Енергетичний баланс України за 2016 рік. URL: [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu\\_u/energ.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/energ.htm)
3. Закон України «Про теплопостачання». URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2633-15>.
4. Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про теплопостачання» щодо стимулювання виробництва теплової енергії з альтернативних джерел енергії». URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1959-19>.
5. Практичний посібник з використання біомаси в якості палива у муніципальному секторі України (для представників державних та комунальних установ)// В.Антоненко, В.Зубенко, Є. Олійник, С. Радченко. ГО «Агентство з відновлюваної енергетики», 2016 рік. URL: [http://bioenergy.in.ua/media/filer\\_public/ee/f5/eef5a439-70ab-4d49-85e2-fad0741edc96/jkhfin.pdf](http://bioenergy.in.ua/media/filer_public/ee/f5/eef5a439-70ab-4d49-85e2-fad0741edc96/jkhfin.pdf)
6. Закон України «Про комерційний облік теплової енергії та водопостачання» URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2119-19>.

### ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПЛЕКТУ РОЗРЯДНА ЛАМПА - ПУСКОРЕГУЛЮЮЧА АПАРАТУРА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ФАЗОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ СТРУМУ

**Зайцева І. В.**, студентка 2 курсу магістратури факультету електропостачання і освітлення міст

**Харченко В. Ф.**, д-р техн. наук, проф. каф. систем електропостачання та електроспоживання міст

*Харківський національний університет міського господарства  
імені О. М. Бекетова*

Безперервний розвиток існуючих і поява нових міст, збільшення числа підприємств на їх території обумовлює зростання електроспоживання, що вимагає, у свою чергу, систематичного розширення (створення нових) електричних мереж, розташованих на території міст. Зростання електроспоживання містами пов'язане не лише із збільшенням числа жителів і розвитком промисловості, але і з безперервним проникненням електроенергії в усі сфери життєдіяльності населення. Зовнішнє освітлення (ЗО) є однією з важливих складових життєдіяльності міста, оскільки забезпечує безпеку і комфортне місце існування людини, а так само є показником рівня розвитку держави. Щорічно у світі на ЗО витрачається близько 8% усієї генерованої

електроенергії, і ця цифра постійно росте, вимагаючи великої потужності, що виробляється. Виникає необхідність в регулюванні і правильному розподілі енергії. Потенціал енергозбереження в системах освітлення величезний. Як показують дослідження Еван Миллса (США) в кожному секторі споживання енергії на освітлення, за рахунок застосування сучасних технологій, потенціал енергозбереження досягає 50% і більш. Нині в Україні економія електричної енергії для цілей зовнішнього освітлення досягається за рахунок відключення частини світильників вночі при зменшенні інтенсивності руху транспорту. Проте при цьому знижуються якісні характеристики освітлення. Дослідження, проведені в Німеччині, США, Австралії, Великобританії пов'язані з числом дорожніх, - транспортних подій і якістю освітлення показали недоцільність відключення частини світильників, оскільки, не дивлячись, на зниження інтенсивності руху транспорту кількість аварій при цьому зростає на (50-200)%, а відсоток "тяжкості" їх збільшується [1].

Реальну економію електроенергії можливо домогтися за рахунок модернізації пускорегулювальної апаратури, яка представляє собою схему живлення лампи ДРЛ з основним дроселем і додатковим дроселем, який включається послідовно з основним.

Пропонується застосування фазового регулювання і використання як ключа - твердотілого реле з вихідним симістором, останній включається на певний час, а вимикається він сам під час переходу струму через нуль.

Для розрахунку і аналізу схеми використовується диференціальна апроксимація розрядної лампи [2] :

$$\frac{dG_n}{dt} = A_0 \cdot (i_n^2 - U_0^2 \cdot G_n^2);$$

$$\frac{di_n}{dt} = (u_{жс} - \frac{i_n}{G_n}) / (L1 + L2);$$

$$u_n = i_n / G_n,$$

де  $i_n$  - струм лампи, А;  $U_0$  - стала напруга на лампі, для ДРЛ250 – 130 В;  $u_{жс}$  - напруга живлення, В;  $A_0$  - коефіцієнт математичної моделі газорозрядної лампи, для ДРЛ250  $A_0 = 5,50$ ;  $u_n$  - напруга на лампі, В.

Для аналізу і розрахунку використовується метод планування експерименту [3], у якому використані квадратичні поліноміальні моделі.:

$$\eta(X) = Q_0 + \sum_{i=1}^m Q_i \cdot X_i + \sum_{i=1}^n Q_{ii} \cdot X_i^2 + \sum_{i \neq j} Q_{ij} \cdot X_i \cdot X_j, \quad (1.1)$$

Де – функція відгуку (потужність лампи  $P_n$ , середній струм лампи  $I_{лср}$ , і так далі;

$Q_0, Q_i, Q_{ii}, Q_{ij}$  - коефіцієнти регресії моделі;

$n$  - число чинників;

$X_i, X_j$  - чинники в нормалізованій формі, які можуть набувати значень 0, 1, - 1.

$$X_i = \frac{X_i - X_{i0}}{|X_i - X_{i0}|} = \pm 1, \quad (1.2)$$

де:  $X_i$  - верхній і нижній рівень чинників в натуральній формі;

$X_{i0}$  - початок координат, при  $X_i = X_{i0} X_i = 0$ .

Такої форми чинників набула для зручності запису плану експерименту.

В результаті отримані математичні моделі для відповідних функцій відгуку:

$$P_{\text{д}} = 189,0 + 37,86 \cdot X_1 + 34,95 \cdot X_2 - 5,114 \cdot X_3 + 2,781 \cdot X_1^2 + 17,0 \cdot X_2^2 + 1,036 \cdot X_3^2 + 6,703 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,5851 \cdot X_1 \cdot X_3 + 2,750 \cdot X_2 \cdot X_3;$$

$$I_{\text{лср}} = 1,409 + 0,2890 \cdot X_1 + 0,2624 \cdot X_2 - 0,03890 \cdot X_3 + 0,02147 \cdot X_1^2 + 0,1291 \cdot X_2^2 + 0,00727 \cdot X_3^2 + 0,05123 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,004575 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,02046 \cdot X_2 \cdot X_3;$$

$$I_{\text{лд}} = 1,557 + 0,3199 \cdot X_1 + 0,3097 \cdot X_2 - 0,04339 \cdot X_3 + 0,0210 \cdot X_1^2 + 0,1505 \cdot X_2^2 + 0,00964 \cdot X_3^2 + 0,06019 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,005216 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,02417 \cdot X_2 \cdot X_3;$$

$$I_{\text{лм}} = 2,267 + 0,4516 \cdot X_1 + 0,490 \cdot X_2 - 0,06134 \cdot X_3 + 0,01950 \cdot X_1^2 + 0,2070 \cdot X_2^2 + 0,01953 \cdot X_3^2 + 0,0915 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,008212 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,03821 \cdot X_2 \cdot X_3.$$

### Висновки

За допомогою отриманих моделей проведено аналіз регулювання потужності пристрою. При фазовому регулюванні повністю забезпечується автоматичне зниження потужності на 20% для усього діапазону змінення напруги живлення (198 В – 242 В) при індуктивності додаткового дроселя  $L_2 = 0,17$  Гн.

### Література:

1. Полицук О.Ю., Полицук В.Н., Харченко В.Ф. Обеспечение эффективного наружного освещения городов Украины в : «Сучасні проблеми світлотехніки та електроенергетики» матеріали IV Міжнародної науково – технічної конференції.: Харків, 2011,- с. 71-73.
2. Краснопольский А.Е. Пускорегулирующие аппараты для разрядных ламп/ А.Е.Краснопольский, В.Б.Соколов, А.М.Троицкий; Под общ. Ред. А.Е.Краснопольского.– М.:Энергоатомиздат, 1988.–208с.
3. Таблицы планов эксперимента для факторных и полиномиальных моделей (справочное издание). Бродский В.З. , Бродский Л.И. Голикова Т.И., Никитина Е.П., Панченко Л.А. М.: «Металлургия», 1982.–752с.

## ПРОБЛЕМИ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В УКРАЇНІ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

**Іващенко С. С.**, студентка 4 курсу факультету Літакобудування  
**Лебедченко В. В.**, ст. викл. каф. Економіки та маркетингу

*Національний аерокосмічний університет ім. М. Е. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»*

Функціонування в умовах обмеженості ресурсів вимагає від підприємства формування нових підходів до управління, які передбачають його орієнтацію на ресурсозбереження та впровадження необхідних для цього технологій. Однак, незважаючи на те, що питання ресурсозбереження викликає