

## МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ ЕНЕРГООЩАДНОЇ СИСТЕМИ АВАРІЙНОГО ОСВІТЛЕННЯ

- ЛАВРИЧ Ю. М. канд. техн. наук, ст. наук. співр., ст. наук. співр. Інституту транспортних систем і технологій Національної академії наук України, Дніпро, Україна, *e-mail*: [lavrigh@westa-inter.com](mailto:lavrigh@westa-inter.com);
- ПОГОРІЛА Л. М. мол. наук. співр. Інституту транспортних систем і технологій Національної академії наук України, Дніпро, Україна, *e-mail*: [plm@westa-inter.com](mailto:plm@westa-inter.com);
- ПОДЧАСОВ А. Ю. мол. наук. співр. Інституту транспортних систем і технологій Національної академії наук України, Дніпро, Україна, *e-mail*: [pay@westa-inter.com](mailto:pay@westa-inter.com).

**Мета роботи.** Розробка методологічного підходу до побудови надійної і ефективної системи аварійного освітлення, що працює від електрики, вироблюваної в результаті фотоелектричного перетворення світла штучного випромінювання видимого діапазону спектру лампи робочого (загального) освітлення без використання стаціонарних електричних мереж.

**Методи досліджень.** Проведені експериментальні дослідження щодо побудови енергоощадної освітлювальної системи, яка працює без використання стаціонарних джерел живлення.

**Отримані результати.** В ході дослідження була побудована експериментальна модель світильника, яка продемонструвала можливість реалізації аварійного освітлення на базі найбільш розповсюджених конструкцій люмінесцентних світильників стельового типу загального освітлення за рахунок електроенергії, що виробляється в наслідок перетворення штучного світлового потоку люмінесцентних ламп розміщеними на їх поверхнях сонячними панелями.

**Наукова новизна.** В рамках розробленого методологічного підходу вперш була показана можливість побудови багатофункціонального енергозберігаючого світильника, що поєднує функції робочого і аварійного освітлення, без використання стаціонарних систем живлення.

**Практична значимість.** На основі розробленого методологічного підходу можливо створення на базі стандартних конструкцій люмінесцентних освітлювальних систем багатофункціонального енергозберігаючого світильника, що допоможе вирішити проблему енергозбереження, яка придбала за останні роки особливу важливість в зв'язку, у тому числі, зі все зростаючим споживанням електроенергії на освітлювальні потреби.

**Ключові слова:** система освітлення; енергозбереження; аварійне освітлення; фотоелектричне перетворення; конструктивно-схемна реалізація.

### I. ВСТУП

Система освітлення є однією з найважливіших складових виробництва, за допомогою якої забезпечуються оптимальні умови праці і безпеки персоналу. Для виробничого освітлення пріоритетними характеристиками є якість і надійність системи, збільшений термін служби, енергоефективність і енергозбереження, а також мінімальні вимоги по технічному обслуговуванню. Проблема енергозбереження в освітлювальних установках у всіх країнах світу набула за останні роки особливого значення, що в значній мірі пов'язано з безперервним збільшенням масштабів використання електроенергії на освітлення [1]. Так, в останньому десятиріччі ХХ-го століття освітлювальні установи ряду країн споживали до 20 % електроенергії, що виробляється [2]. Тому освітлювальні електроприлади представляють важливий об'єкт і поле для можливої економії енергетичних ресурсів. Щодо України, то в теперішній час в її народногосподарському комплексі для потреб освітлення використовується понад 260 млн. одиниць приладів, які споживають 14 % виробленої електроенергії [3]-[4]. Це говорить не про високоякісне і ефективне освітлення, а навпаки, такі високі показники викликані тим, що вже більше 10-15 років в різних галузях промисловості експлуатуються

морально і фізично застарілі світлові прилади, в яких більш 70 % застосовується малоефективних джерел світла.

### II. АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Серед всіх груп світильників з різними джерелами світла в Україні 30 % використання знаходять світлові прилади з люмінесцентними лампами, тоді як в Європі і Японії – 60-75 %. Для зовнішнього освітлення в Україні із загального числа світильників застосоване 2,5 % ( Європа – 8%), тобто частка світильників зовнішнього освітлення мала і основне споживання енергії здійснюється системами внутрішнього освітлення. Енергетикам країни економія електроенергії, як це не парадоксально, не вигідна, і українські тарифи не заохочують до енергоефективності.

Задача раціонального використання електроенергії і зниження витрат на штучне освітлення відноситься до найважливіших проблем [5]. Серйозні структурні зміни, що відбуваються в світлотехнічній галузі завдяки появі нового покоління джерел світла, викликають необхідність перегляду підходу до створення систем освітлення і відходу від звичного традиційного використання стаціонарних електромереж. Однією з складових частин системи освітлення, що вимагає значних витрат як на оснащення, так і її енергопо-

стачання, є аварійне освітлення.

В Україні не надають особливого значення енергоощадному аварійному освітленню. Система аварійного освітлювання складалась з люмінесцентного світильника і акумуляторної батареї, яка підключена до стаціонарної електромережі. Рішення найпростіше, але енерговитратне. Сучасний стан і тенденції розвитку в області освітлення вимагають розробки нових високоефективних технологій і зразків електротехнічного устаткування. Електрику можна одержати шляхом генерації нової електрики або зменшення витрати існуючого. Генерація нової вимагає капітальних витрат і будівництва нових потужностей, що значно дорожче, ніж енергозбереження. Найпоширенішим методом економії електроенергії є оптимізація споживання електрики на освітлення.

Вартість створення кіловата генеруючих потужностей на електростанціях різного типу складає приблизно 1–3 тис. дол. США, а зниження встановленої потужності на кіловат освітлення коштує 150–200 дол. США. Це величезна різниця і, крім того, це пов'язано і з рішенням найважливішої проблеми зниження шкідливих викидів в атмосферу [6].

На зміну уявленням про освітлювальну установку, як сукупність її лампових і світлоприладних компонентів, приходиться розуміння того, що це складна технічна система. Майже фантастична сьогодні система освітлення майбутнього – це система, яка працює незалежно від мережі електропостачання, багатofункціональна, адаптивна і інтелектуальна, більш рентабельна, ніж сучасні системи освітлення. Така система буде безпечною і стабільною, екологічно чистою.

Наявність значної кількості технічних рішень по аварійному освітленню свідчить про актуальність питання аварійного освітлення, проте технічні рішення ефективні переважно для енергозберігаючого освітлення вулиць міст в темний час або для забезпечення індивідуального освітлення в різних сферах діяльності від побуту до виробництва, за рахунок використання енергії природного сонячного випромінювання [7]. Тому, природно, виникає ідея – більш ефективно використовувати випромінювання джерел світла, світильників робочого освітлення, спектр яких лежить в області природного сонячного випромінювання – ні марно для нагріву предметів або простору, а для отримання електричної енергії.

### III. МЕТА РОБОТИ

Мета роботи полягає в розробці енергозберігаючої системи освітлення з використанням штучного випромінювання джерел світла, спектр якого близький до спектру природного сонячного випромінювання.

### IV. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ

В рамках обґрунтування методології підходу до побудови ефективної системи освітлення на експе-

риментальній установці були проведені дослідження можливостей системи при використанні в якості імітаторів сонячного випромінювання (ICB) різних джерел світла. Загальний вид експериментальної установки представлений на рис. 1.



Рисунок 1. Експериментальна установка, загальний вид

До складу експериментальної установки належать імітатор сонячного випромінювання, пристрій вимірювання освітленості, батареї сонячні кремнієві, пристрій регулювання, пристрій вимірювання температури, пристрій індикації і відображення.

В якості джерела імітатора сонячного випромінювання використовувалась лампа галогенна ДРТІ потужністю  $P=1000$  Вт,  $U=235$  В,  $I=14$  А, спектр світлового потоку якої близький до спектру сонячного випромінювання [8], відносна спектральна характеристика якої показана на рис. 2 [9].

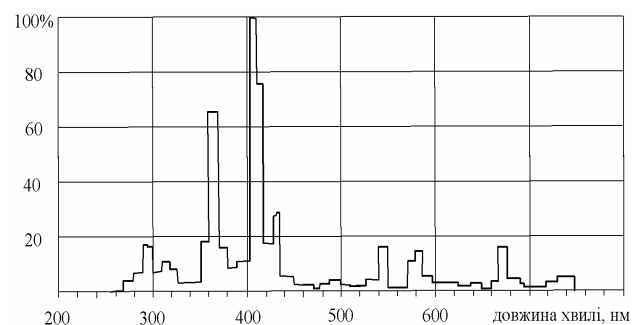


Рисунок 2. Спектральна характеристика лампи ДРТІ

Вся поверхня батареї сонячної кремнієвої (БСК) знаходилась в куту проходження світлового потоку. Для забезпечення спрямованості світлового потоку на БСК імітатор сонячного випромінювання має відбивач. В експериментальних дослідженнях були використані батареї сонячні кремнієві БСК-2 ТУ 48-0515-03.019-92 виробництва України – 20 шт.

Пристрій вимірювання освітленості призначений для регуляції опору навантаження БСК, перетворення, вимірювання параметрів батареї і відображення результатів. Високе тепловиділення лампи було використано для моделювання температурного впливу на параметри характеристик роботи БСК за рахунок зміни відстані між імітатором сонячного випромінювання і БСК, що досягалося переміщенням джерела ви-

промінювання на пристрої регулювання. Таким чином було проведено дослідження впливу температури на характеристики БСК. Зміна режиму теплового впливу додатково можлива за рахунок зміни інтенсивності повітряного охолодження поверхні, на яку падає світловий потік. Для цього в пристрої регулювання додатково передбачений режим управління характеристиками теплового режиму роботи батареї БСК за рахунок регуляції обертання вентилятора обдуву галогенної лампи, включно до зупинки.

Виходячи з конструктивно-схемних особливостей БСК для вимірювання температури був застосований безконтактний метод за допомогою цифрового приладу ДТ838. Помилка вимірювання у діапазоні ( $-20 \dots +300$ )°C складала 3 %. Освітлення від імітатора сонячного випромінювання вимірювалося за допомогою люксметра фотоелектричного загального призначення Ю116. Батарея БСК-2 складається з двадцяти послідовно сполучених окремих кремнієвих фотоелементів, вмонтованих в корпус конфігурацією 5x4 елемента, і має такі вихідні параметри: напруга на виході – не менше 9 В, номінальний струм при навантаженні 200 Ом – не менше 35 мА. Випробування здійснювалось при двох різних ступенях освітленості при навантаженні 200 Ом. Вихідні параметри БСК мали значення при освітленості  $2,8 \cdot 10^4$  Лк:  $V_{xx}=6,4-9,3$  В;  $V_n=4,9-6,8$  В;  $I_{kz}=38-55$  мА;  $I_n=19-35$  мА; при освітленості  $9,0 \cdot 10^4$  Лк:  $V_{xx}=7,4-9,7$  В;  $V_n=5,7-7,9$  В;  $I_{kz}=60-130$  мА;  $I_n=27-35$  мА.

Вимірювання вихідної напруги для серії БСК-2 з 20 шт. при різних значеннях температури показали зниження напруги в середньому на 0,8-2,32 В при зміні температури від 45 до 83°C, що свідкує про значну чутливість характеристик БСК-2 до температури. Не зважаючи на широке використання газорозрядних ламп, забезпечення режиму оптимального перетворення світлового випромінювання для ламп цього типу, навіть для відкритої архітектури світильників, є проблема досить складна [5]. Крім того, конструкція світильника такого типу (розміщення ламп, діаграма світлового потоку ламп) не дозволяє виконувати її для встановлення сонячної батареї з метою перетворення енергії світлового потоку в електричну. Спектр ламп знаходиться в діапазоні 320-440 нм, що теж не відповідає оптимальної ефективності сучасних сонячних батарей.

На даний час в якості аварійних світильників евакуаційного освітлення найбільш широко застосовують люмінесцентні. Побудова сучасних систем евакуаційного освітлення здійснюється шляхом використання енергії окремої аварійної електромережі або використання автономних світильників аварійного освітлення, джерелом електроенергії для яких є різні типи накопичувачів електроенергії (частіше всього акумулятори), підключених до робочої електромережі. Задача, що потребує свого рішення, полягає в побудові економічного, безпечного і з тривалим терміном служби пристрою (світильника) аварійного освітлення на основі найпоширеніших типових кон-

струкцій промислових світильників робочого (загального) освітлення, джерелом енергії якого є енергія світлового випромінювання штучних джерел світла світильника робочого (загального) освітлення, без використання енергії як природного сонячного випромінювання, так і стаціонарних електричних мереж, конструктивно-схемна реалізація якого в суміщеному (загальному) корпусі дозволяє формування незалежних функцій робочого (загального) та аварійного освітлень. Цілком очевидно, що підвищення надійності і енергозбереження роботи системи евакуаційного освітлення можна досягти в тому випадку, коли вона енергонезалежна, тобто не підключена до електричної мережі робочого або аварійного освітлення, і реалізується автономне функціонування робочого і аварійного освітлень. Основою побудови такого пристрою (світильника) аварійного освітлення є можливість отримання електричної енергії в наслідок перетворенні енергії видимого спектру штучного світлового випромінювання люмінесцентних ламп світильника робочого освітлення в процесі робочого освітлення приміщень (з живленням від стаціонарної мережі) в електричну енергію за допомогою фотоелектричної панелі. Як відомо, розряд в люмінесцентній лампі супроводжується випромінюванням в діапазоні ультрафіолетового спектру (приблизно 254 нм) [10]. Ультрафіолетове випромінювання збуджує в люмінофорі люмінесцентної лампи світильника робочого освітлення свічення в видимій частині спектра з довжиною хвилі в межах від 380 до 760 нм, яке сприймається перетворювачами фотоелектричної панелі.

Спектри випромінювання найбільш масово використовуваних люмінесцентних ламп FSL 18 Вт Feron і Fluora 18 Вт Osram [11] приведені на рис. 3 і 4, відповідно.

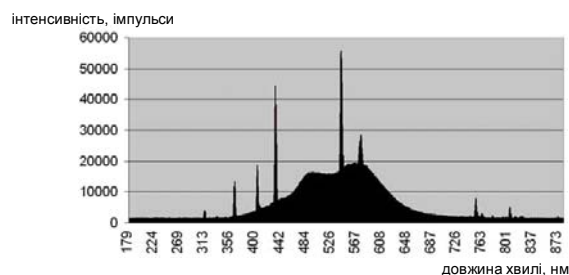


Рисунок 3. Спектр випромінювання FSL 18 Вт Feron

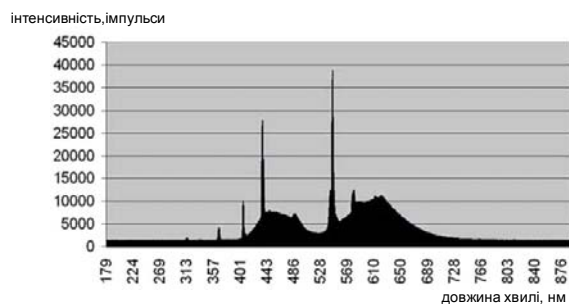


Рисунок 4. Спектр випромінювання Fluora 18 Вт Osram

Світловий потік люмінесцентної лампи потужністю 18 Вт може досягати 1350 Лм, при потужності лампи 36 Вт – 3350 Лм і при потужності лампи 58 Вт – 5200 Лм. У більшості джерел світла випромінювання світлового потоку відбувається більш-менш рівномірно у всі сторони. Найпоширенішим способом побудови системи робочого освітлення більшості типів приміщень є вживання нерухомо встановлених люмінесцентних світильників (навісних або вбудованих) 2x18 Вт, 2x36 Вт, 2x58 Вт, 4x18 Вт та інших потужностей. Найбільш широко застосовується для робочого освітлення світильники, в яких використовуються чотири люмінесцентні лампи 4x18 Вт. Спектр штучного випромінювання люмінесцентних трубчастих ламп залежить від типу лампи і лежить в діапазоні 380-760 нм, тобто в діапазоні видимої частини спектру випромінювання. Як видно з рисунків, лампи FSL 18 Вт Feron і Fluora 18 Вт Osram не мають випромінювання в ультрафіолетовій області, а тільки у видимій частині спектру. Максимум випромінювання люмінесцентних трубчастих ламп відповідає діапазону 500-600 нм в залежності від кольору.

Як видно з рис. 3 і 4, максимальні спектральні характеристики фотоелектричних батарей майже співпадають з максимумами видимих спектрів випромінювання – природного сонячного та штучного – люмінесцентних ламп. Таким чином, спектри штучного випромінювання люмінесцентних ламп знаходяться в області видимого спектру – найефективнішої області спектру перетворення світлової енергії сучасними фотоелектричними батареями, що дозволяє побудувати світильник аварійного освітлення на основі фотоелектричної панелі.

Запропонований пристрій аварійного освітлення відображений на рис. 5.

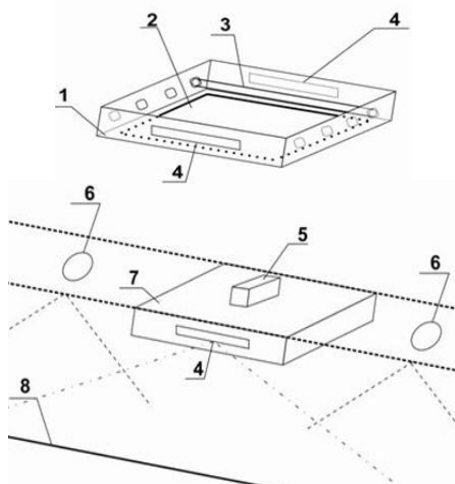


Рисунок 5. Пристрій аварійного освітлення

Він реалізується в світильнику робочого освітлення з відкритою архітектурою, в якому в якості штучного джерела видимого спектра світлового випромінювання використовуються чотири люмінесцентні лампи потужністю 18 Вт кожна. На рисунку цифрами

позначено: 1 – корпус люмінесцентного світильника робочого освітлення; 2 – фотоелектрична панель; 3 – люмінесцентні лампи світильника робочого освітлення; 4 – лампи аварійного освітлення; 5 – накопичувач; 6 – датчик руху; 7 – тильна сторона корпусу люмінесцентного світильника робочого освітлення; 8 – освітлювана поверхня шляху евакуації.

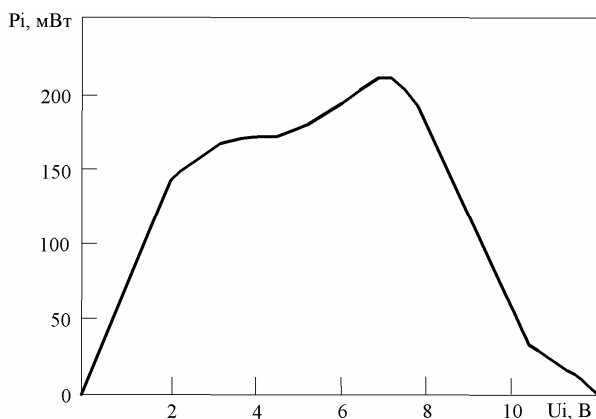
Оскільки для реалізації пристрою аварійного освітлення використовується тільки корпус світильника робочого освітлення для розміщення його елементів, а електричні схеми є незалежними, то можлива реалізація незалежних і автономних функцій робочого і аварійного освітлення в загальному корпусі. Елементи, що входять до складу пристрою (світильника) аварійного освітлення, позначені цифрами 2, 4, 5 і 6. В загальному корпусі люмінесцентного світильника розміщені як сам світильник робочого освітлення в реалізованому конструктивно-схемному варіанті виконання, так і пристрій (світильник) аварійного освітлення. Автономні електрогенеруючі частини такої конструкції суміщеного світильника представляють: стаціонарна електромережа – в режимі робочого освітлення і джерело електроенергії на основі фотоелектричної панелі – в режимі аварійного освітлення. В процесі живлення від стаціонарної електромережі за рахунок штучного випромінювання трубчастих люмінесцентних ламп 3 світильника робочого освітлення відбувається освітлення як приміщень, в яких встановлені світильники, так і поверхні фотоелектричної панелі 2, встановленої на підставі люмінесцентного світильника робочого освітлення 1. Оскільки режим освітлення від стаціонарної електромережі є переважним, в процесі безперервного випромінювання трубчастих люмінесцентних ламп 3 перетворювачі фотоелектричної панелі 2 значну частину часу перетворюють енергію світлових хвиль люмінесцентних ламп 3 в електричну енергію. Важливо, що істотний вплив на характеристики фотоелектричної панелі надає не стільки потужність джерела, скільки спектральний склад випромінювання [12].

Фотоелектрична панель забезпечує максимальний коефіцієнт корисної дії (ККД) при температурі її поверхні +25...+30°C [13], що легко забезпечується відкритою конструкцією світильника робочого освітлення, в якому в якості джерела світла використовуються люмінесцентні лампи. Сама люмінесцентна лампа з низьким рівнем тепловиділення і архітектура конструкції світильника дозволяють забезпечити необхідний температурний режим роботи фотоелектричної панелі і виключити вплив температури на ККД фотоелектричної панелі в загальному корпусі світильника. Накопичення енергії здійснюється в накопичувачі 5, навантаженням якого є лампи світильника аварійного освітлення 4, вибір накопичувача визначається, виходячи з необхідного часу аварійного освітлення і потужності ламп аварійного освітлення. Спосіб установки ламп аварійного освітлення безпосередньо до корпусу світильника дозволяє спростити електричну схему з'єднання накопичувача 5 і ламп аварійного

освітлення 4, значно зменшити довжини монтажних дротів, істотно зменшити втрати електричної енергії в сполучних дротах.

Управління режимом роботи пристрою виконує встановлений поряд із світильником датчик руху 6, цільовою функцією якого є забезпечення оптимальної роботи пристрою аварійного освітлення і зменшення витрати електроенергії накопичувача – фактично світильник відстежує людей, що рухаються. Датчик руху 6 у міру проходження вимикає (із затримкою) поточний світильник аварійного освітлення 4 і включає наступний на шляху просування до виходу. Такий режим роботи аварійного освітлення забезпечується вибором необхідної діаграми виявлення датчика руху 6. Найефективнішим типом джерела світла аварійного освітлення можуть бути світлодіоди з малим енергоспоживанням і незначними масогабаритними параметрами і високою світловою віддачею. В якості накопичувача 5 оптимальним є застосування гібридної системи, коли спільно використовуються хімічні джерела живлення та іоністори. Іоністори з'єднуються послідовно так, щоб забезпечити узгодження по напрузі з акумулятором. При об'єднанні іоністорів і хімічних акумуляторів в одному блоці живлення їх недовіки взаємно компенсуються [14]. Використання в якості випромінювачів світлодіодів, які характеризуються напругою виключення (замикання) вище напруги повного розряду акумуляторної батареї, забезпечує неможливість її повного розряду. Все це сприяє підвищенню надійності пристрою аварійного освітлення.

Вольт-ватна характеристика електрогенеруючої системи аварійного світильника  $P_i$  на базі робочого люмінесцентного світильника стельового типу (4x18) приведена на рис. 6.



**Рисунок 6.** Вольт-ватна характеристика світильника аварійного освітлення

Ефективність роботи пристрою аварійного освітлення можна значно підвищити шляхом вживання каскадних сонячних елементів [15]-[16], які забезпечують розширення спектру перетворення. Наприклад, вживання каскадного сонячного елемента GaAs і GaSb дозволяє ефективно використовувати видимого і інфрачервоного діапазонів спектру випромінювання

джерела світла [17], що робить можливим використання пристрою з різними джерелами штучного випромінювання.

Раніше проведені автором дослідження фотоелектричних панелей тривалого збереження (виробництво України) показали, що витрати ресурсу панелей становлять в середньому не більше 1,5 – 1,8 %, а сучасні – не більш 1 % потенційної потужності генерації на рік [18], що вказує на можливість довгострокового їх використання в енергозберігаючих системах аварійного освітлення.

## V. ВИСНОВКИ

Результати досліджень побудови електрогенеруючої системи з використанням штучного випромінювання сонячної панелі, совмещеної з робочим світильником, показали, що при освітленні  $4,5 \cdot 10^3$  Лк напруги холостого ходу та при навантаженні,  $V_{стхх}$  і  $V_{стп}$  склали 11,15 В і 6,4 В відповідно. З урахуванням джерела енергії для аварійного освітлення і незначного часу роботи аварійного освітлення модель пристрою аварійного освітлення є економічною і надійною. Пристрій є енергозберігаючим завдяки тому, що для організації аварійного освітлення не потрібні окремі електричні мережі аварійного освітлення.

Апробація експериментального зразка світильника аварійного освітлення підтвердила можливість побудови надійних і ефективних систем аварійного освітлення, що використовують енергію видимого спектру штучного світлового випромінювання люмінесцентних ламп світильника робочого освітлення.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- [1]. Самбрус Е. Плоды освещения / Е. Самбрус // Строительство и реконструкция. – 2003. – № 1-2. – С. 28-29.
- [2]. Пилипчук Р.В. Проблема энергосбережения в осветительных установках / Р.В. Пилипчук, Р.Ю. Яремчук // Светлолюкс. – 2003. – № 2. – С. 10-13.
- [3]. Айзенберг Ю.Б. Энергоэффективное освещение. Проблемы и решения / Ю.Б. Айзенберг // Энергосовет. – 2010. – № 6 (11). – С. 20-26.
- [4]. Ципленков Д.В. Методи та засоби зниження технічних втрат електроенергії в елементах систем електропостачання / Д.В. Ципленков, П.Ю. Красовський // Електротехніка та електроенергетика. – 2015. – № 1. – С. 77-82. DOI: 10.15588/1607-6761-2015-1-13
- [5]. Дьяченко В.В. Формирование программы энергосбережения для систем электроснабжения / В.В. Дьяченко // Електротехніка та електроенергетика. – 2015. № 1. – С. 70-76. DOI: 10.15588/1607-6761-2015-1-12
- [6]. Сапрыка А.В. Повышение энергоэффективности осветительных комплексов с учетом качества электрической энергии / А.В. Сапрыка. – Харьков: ХНАМГ, 2009. – 126 с.

- [7]. Ярымбаш Д.С. Особенности идентификации интенсивности солнечной радиации при проектировании солнечных электростанций / Д.С. Ярымбаш, Ю.В. Даус // Электротехника и электроэнергетика. – 2014. – №1. – С. 74-78. DOI: 10.15588/1607-6761-2014-1-12
- [8]. Альферов Ж.И. Тенденции и перспективы развития солнечной энергетики / Ж.И. Альферов, В.М. Андреев, В.Ф. Румянцев // ФТП. – 2004. – Т. 38, Вып. 8. – С. 937-942.
- [9]. Погосов А.Ю. Ионизирующая радиация: радиоэкология, физика, технологии, защита / А.Ю. Погосов, В.А. Дубковский // Наука и техника. – 2013. – 804 с.
- [10]. Чарльз П. Энциклопедия электронных компонентов / П. Чарльз. – БХВ: СПб, 2017. – 368 с.
- [11]. Спектральное распределение люминесцентных ламп // Каталог источников света OSRAM. – E-Check, 2000. – Р. 4.00-4.30.
- [12]. Тимченко С.Л. Влияние спектра излучения на характеристические кривые солнечной батареи / С.Л. Тимченко, О.Ю. Дементьева, Н.А. Задорожный // Физическое образование в вузах. – 2015. – Т. 21, № 1. – С. 3-12.
- [13]. Ефимов В.П. Фотопреобразователи энергии солнечного излучения нового поколения / В.П. Ефимов // ФИП. – 2010. – Т. 8, № 2. – С.100-115.
- [14]. Кошаров А.А. Ионистор в автономной электрической цепи [Текст] / А.А. Кошаров // Современная электроника. – 2014. – № 1. – С. 38-40.
- [15]. Andreev V.M. Tandem Solar Cells Based on  $A^3B^5$  Compounds / V.M. Andreev, V.D., Romyantsev, L.B. Karlina, V.P. Khvostikov // Thermal Engineering. – 1997. – V.44.–No4. – P. 273-278.
- [16]. Круковский С.И. Солнечные элементы на основе тандемных гетероструктур GaAs-InGaAs-AlGaAs / С.И. Круковский, Ю.Е. Николаенко // ТКЭА. – 2003. – № 6. – С. 39-41.
- [17]. Лунин Л.С. Моделирование и исследование характеристик фотоэлектрических преобразователей на основе GaAs и GaSb / Л.С. Лунин, А.С. Пашенко // ФТТ. – 2011. – Т.81, Вып.9. – С. 71-76.
- [18]. Лаврич Ю.Н. Исследование влияния длительного хранения на характеристики солнечных батарей / Ю.Н. Лаврич // II Міжнародна науково-практична конференція «Напівпровідникові матеріали, інформаційні технології та фотофольтаїка». – Кременчук, 2013. – С. 79-81.

Стаття надійшла до редакції 11.04.2017

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ ЭНЕРГОСБЕРГАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ АВАРИЙНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

ЛАВРИЧ Ю. Н.

канд. техн. наук, ст. научн. сотр., ст. научн. сотр. Института транспортных систем и технологий Национальной академии наук Украины, Днепро, Украина, e-mail: lavrich@westa-inter.com;

ПОГОРЕЛАЯ Л. М.

мл. научн. сотр. Института транспортных систем и технологий Национальной академии наук Украины, Днепро, Украина, e-mail: plm@westa-inter.com;

ПОДЧАСОВ А. Ю.

мл. научн. сотр. Института транспортных систем и технологий Национальной академии наук Украины, Днепро, Украина, e-mail: pay@westa-inter.com.

**Цель работы.** Разработка методологического подхода к построению надежной и эффективной системы аварийного освещения, которая работает от электричества, производимого в результате фотоэлектрического преобразования света искусственного излучения видимого диапазона спектра лампы рабочего (общего) освещения без использования стационарных электрических сетей.

**Методы исследований.** Проведены экспериментальные исследования, касающиеся построения энергосберегающей осветительной системы, работающей без использования стационарных источников питания.

**Полученные результаты.** В ходе исследования была построена экспериментальная модель светильника, продемонстрировавшая возможность реализации аварийного освещения на базе наиболее распространенных конструкций люминесцентных светильников потолочного типа общего освещения за счет электроэнергии, вырабатываемой в результате преобразования искусственного светового потока люминесцентных ламп размещенными на их поверхностях солнечными панелями.

**Научная новизна.** В рамках разработанного методологического подхода впервые была показана возможность построения многофункционального энергосберегающего светильника, объединяющего функции рабочего и аварийного освещения, без использования стационарных систем питания.

**Практическая значимость.** На основе разработанного методологического подхода возможно создание на базе стандартных конструкций люминесцентных осветительных систем многофункционального энергосберегающего светильника, что поможет решить проблему энергосбережения, приобретающую за последние годы особую важность в связи с все возрастающим использованием электроэнергии, в том числе на осветительные нужды.

**Ключевые слова:** система освещения; энергосбережение; аварийное освещение; фотоэлектрическое преобразование; конструктивно-схемная реализация.

## THE METHODOLOGICAL APPROACH FOR CONSTRUCTION OF ENERGY-EFFICIENT EMERGENCY LIGHTING SYSTEM

LAVRICH YU.N.

Ph.D, Senior researcher, Senior staff scientist of the Institute of Transport Systems and Technologies of National Academy of Sciences of Ukraine, Dnipro, Ukraine, e-mail: lavrich@westa-inter.com;

POGORELAYA L.M.

Junior researcher of the Institute of Transport Systems and Technologies of National Academy of Sciences of Ukraine, Dnipro, Ukraine, e-mail: plm@westa-inter.com;

PODCHASOV A.YU.

Junior researcher of the Institute of Transport Systems and Technologies of National Academy of Sciences of Ukraine, Dnipro, Ukraine, e-mail: pay@westa-inter.com.

**Purpose.** The research of methodological approach to construction of reliable and effective emergency lighting system, which works without the use of stationary electric networks from electricity, producible in result of photovoltaic conversion of artificial radiation from lamp of working (general) lighting in visible range of spectrum.

**Methodology.** The experimental researches concerned the construction of the energy-efficient emergency lighting system which works without the use of stationary power source are conducted.

**Originality.** Within the bounds of developed methodological approach the first time it was shown the possibility of multifunction energy-efficient lamp construction combining the working and emergency illumination functions without the use of the stationary power systems.

**Research results.** As result of research the experimental model of lamp was constructed showing the possibility of emergency illumination realization on the base of the most widespread common illumination luminescent lamps of ceiling type due to electric power produced at conversion of luminescent lamps artificial light stream by the sun panels placed on their surfaces.

**Practical value.** With use of the developed methodological approach on the base of standard constructions of the luminescent lighting systems it is possible to design the multifunction energy-efficient lamp, that will help to resolve the problem of energy-saving that gains in importance last years in connection with the all increasing electric power use including lighting needs.

**Keywords:** lighting system; energy-saving; emergency lighting; photovoltaic conversion; schematic realization.

### REFERENCES

- [1]. Samburs, E. (2003) Plody osveshhenija. Stroitel'stvo i rekonstrukcija, 1-2, 28 – 29 (in Russian).
- [2]. Pilipchuk, R.V., Jaremchuk, R.Ju. (2003) Problema energoberezhennja v osvitljuval'nih ustanovkah. Svitloljuks, 2, 10 – 13 (in Ukrain.).
- [3]. Aizenberg, Ju.B. (2010) Jenergojeffektivnoe osveshhenie. Problemy i reshenija. Jenergosovet, 6(11), 20 – 26 (in Russian).
- [4]. Ciplenkov, D.V., Krasovs'kij, P.Ju. (2015) Methods and means of technical losses reduction of electricity in the elements of power supply systems. Electrical Engineering And Power Engineering, 1, 77-82. DOI: 10.15588/1607-6761-2015-1-13.
- [5]. D'jachenko, V.V. (2015) Creation of energy saving program for power supply systems. Electrical Engineering And Power Engineering, 1, 70 – 76. DOI: 10.15588/1607-6761-2015-1-12.
- [6]. Sapryka, A.V. (2009). Povyshenie jenergojeffektivnosti osvetitel'nyh kompleksov s uchetom kachestva jelektricheskoy jenerгии. Monografija. Har'kov: HNAMEG, 126.
- [7]. Yarymbash, D.S., Daus, Ju.V. (2014). Solar radiation intensity identification features for solar power stations designing. Electrical Engineering And Power Engineering, 1, 74 – DOI: 10.15588/1607-6761-2014-1-12.
- [8]. Al'ferov, Zh. I., Andreev, V.M., Rumjancev, V.F. (2004) Tendencii i perspektivy razvitiya solnechnoj jenergetiki. FTP, 38, 8, 937 – 942.
- [9]. Pogosov, A. Ju., Dubkovskij, V. A. (2013). Ionizirujushhaja radiacija: radiojekologija, fizika, tehnologii, zashhita. M: Nauka I tehnika, 804.
- [10]. Charl'z, P. (2017) Jenciklopedija jelektronnyh komponentov. S-Petersburg: BHV, 368.
- [11]. Spektral'noe raspredelenie ljuminescentnyh lamp. (2000). Katalog istochnikov sveta OSRAM
- [12]. Timchenko, S.L., Dement'eva, O.Ju., Zadorozhnyj N.A. (2015). Vlijanie spektra izluchenija na harakteristicheskie krivye solnechnoj batarei. Fizicheskoe obrazovanie v vuzah, 21, 1, 3–12.
- [13]. Efimov, V.P. (2010). Fotopreobrazovately jenerгии sol-nechnogo izluchenija novogo pokolenija. FIP, 8, 2, 100 – 115 (in Russian).
- [14]. Kosharov, A.A. (2014). Ionistor v avtonomnoj jelektricheskoy cepi. Sovremennaja jelektronika, 1, 38–40.
- [15]. Andreev, V.M., Rummyantsev V.D., Karlina L.B., Khvostikov V.P. (1997). Tandem Solar Cells Based on A3B5 Compounds. Thermal Engineering, 44, 273–278.
- [16]. Krukovskij, S.I., Nikolaenko, J. E. (2003). Solnechnye jelementy na osnove tandemnyh geterostruktur GaAs-InGaAs-AlGaAs. Tehnologija i konstruirovanie v radiojelektronnoj apparature 6, 39–41.
- [17]. Lunin, L.S., Pashhenko, A.S. (2011). Modelirovanie i issledovanie harakteristik fotojelektricheskikh preobrazovatelej na osnove GaAs i GaSb. FTT, 81, 9, 71 – 76 (in Russian).
- [18]. Lavrich, Ju. N. (2013) Issledovanie vlijanija dlitel'no-go hranenija na harakteristiki solnechnykh batarej. Napivprovodnikov materialy, informacijni tehnologii ta fotovol'taika. Kremenichuk, 79 – 81.