

$c_1$  – так званий «відхід» частоти, згідно із роботою [1];

$c_2$  – швидкість «відходу» частоти.

Нединамічна модель (1) зручна під час роботи з кварцовими генераторами, котрі мають більшу стабільність при відносно невеликих інтервалах прогнозування ( $\sim 1$  години), коли справедлива параболічна апроксимація процесу нестабільності.

Однак, слід урахувати, що поява у процесі нестабільності складових типу гармонійних, котрі виникають під час дії, наприклад, збурювальних впливів, не дозволяє вирішити задачу прогнозування за допомогою параболічної апроксимації.

Значно ширші можливості має динамічна модель, котра побудована на основі методу управління стану. Ця модель передбачає, що процеси нестабільності формують на виході чотириполюсника збудженням білим гаусовим шумом. Параметри білого шуму та формувального чотириполюсника вибирають такими, щоб моментні або інші характеристики процесу на виході чотириполюсника збігалися, із необхідною точністю, з характеристиками експериментально отриманих процесів нестабільності.

Системою таких рівнянь можна описати будь-який процес із раціональним спектром, що наближається до нуля на високих частотах.

#### *Література*

1. Shankar Sastry. *Nonlinear systems: analysis, stability and control* / S. Shankar // Springer Science & Business Media, New York, USA. – 1999. – P. 668.

2. Шефер О. В. *Методика визначення фазових шумів радіопристроїв та оцінка їх впливу на показники якості бортових радіолокаційних систем* / С. В. Козелков, О. В. Шефер, О. В. Шульга // Зв'язок. – К.: ДУТ, 2017. – Вип. 6. – С. 12-16.

**УДК 621.321**

*Г.М. Кожушко, д.т.н., професор,  
С.Г. Кислиця, к.т.н., доцент,  
І.О. Сілін, студент 401-МЕ  
Національний університет*

*«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **ВИМОГИ ДО СВІТЛОДІОДНИХ СВІТИЛЬНИКІВ ЗА МІЖНАРОДНИМИ СТАНДАРТАМИ**

Застосування світловипромінювальних діодів (СВД) для освітлення суттєво змінило підходи щодо встановлення вимог до характеристик та методів випробувань світильників з цими джерелами світла в порівнянні з вимогами до світильників з лампами розжарювання (ЛР) та розрядними лампами (РЛ). Це викликано відмінністю конструкцій СВД від

традиційних джерел світла та їх ресурсними, світлотехнічними та іншими характеристиками.

Метою даної роботи є аналіз особливих вимог до характеристик світильників із СВД джерелами світла та методів оцінки їх відповідності за стандартами Міжнародної електротехнічної комісії (МЕК) та рекомендаціями Міжнародної комісії з освітлення (МКО).

В Україні на основі міжнародних, розроблені національні стандарти на світлодіодні світильники та світлодіодні джерела світла, які використовують у цих світильниках, а також на методи вимірювання та випробування їх параметрів. Стосовно світильників зі світлодіодними джерелами світла, які поєднані зі світильниками (нерозбірними конструкціями), крім традиційних вимог додатково встановлюють вимоги, які зазвичай властиві для ламп — світлова віддача, колірні характеристики, стабільність світлового потоку та колірних характеристик у процесі строку служби.

Якість кольоропередавання світильників залежно від призначень, регламентують установленням мінімальних значень загальних індексів кольоропередавання,  $R_a$ . Для світильників офісного й побутового освітлення  $R_a$  має бути не менше, ніж 80. Параметри, які нормують для світлодіодних світильників з поєднаними СВД-джерелами світла (нерозбірних світильників) які потрібно оцінювати шляхом вимірювань та випробувань встановлені в [1]: потужність, світловий потік, розподіл сили світла та максимальна сила світла, кут розходження пучка, світловіддача, початкові координати колірності та координати колірності після 6000 год., початкова корельована колірна температура, початковий індекс кольоропередавання та індекс кольоропередавання після 6000 год.

Так як строк служби світлодіодних світильників з поєднаними СВД модулями є тривалим, то оцінювати цей параметр традиційним методом, наприклад, як час функціонування до відказу 50% світильників, не доцільно. У міжнародних стандартах МЕК запропоновано оцінювати строк служби таких світильників за величиною збереженого (залишкового) світлового потоку за певний час функціонування. Строк служби СВД світильників — це час протягом якого рівень світлового потоку залишається більшим ніж заявлений виробником. Якщо в світильниках застосовані СВД модулі відповідність параметрів яких не підтверджені вимогам [2], то тривалість випробування становить 25% номінального строку служби (за максимального значення часу випробування 6000 год).

Для світильників із СВД модулями світлові параметри і параметри надійності яких підтверджені результатами тривалішого випробування проводять протягом проміжку часу, що становить 10 % номінального строку служби (за максимального значення цього проміжку 2000 год). Для підтвердження відповідності строку служби результати вимірювання збережених світлових потоків після 6000 год. потрібно екстраполювати до заявленого значення строку служби.

Випробування на надійність передбачають: циклічні температурні випробування, випробування на вмикання/вимикання та форсоване функціонування. Циклічні випробування проводять в камері, в якій температура змінюється від  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$  зі швидкістю  $1^{\circ}\text{C}$  за 1 хв протягом чотиригодинного періоду. Світильники (модулі СВД) вмикаються та вимикаються кожні 17 хв. Світильники (модулі СВД) почергово вмикаються та вимикаються на 30 с. [3].

Проаналізовано відмінності щодо встановлення вимог до світлодіодних світильників та їх випробувань згідно з міжнародними стандартами. Для нерозбірних конструкцій світлодіодних світильників, крім традиційних вимог додатково нормують світлову віддачу, початкові та збережені в процесі строку служби світловий потік, координати колірності, загальний індекс кольоропередавання. Ресурсні характеристики та надійність оцінюють за результатами спаду світлового потоку, кількості циклів “вмикання-вимикання” та циклічних температурних випробувань[4].

#### *Література*

1. *Характеристики світильників функціональні. Частина 2-1. Особливі вимоги до світильників зі світло випромінюючими діодами: ДСТУ-П ІЕС/PAS 62722-2-1:2014. — [Чинний від 01-07-2015]. — К.: Мінекономрозвитку України, 2015. — 25 с. — (Національні стандарти України).*

2. *Модулі світлодіодні загального освітлення. Вимоги до характеристик: ДСТУ-П ІЕС/PAS 62717:2014. — [Чинний від 01-07-2015]. — К.: Мінекономрозвитку України, 2015. — 60 с. — (Національні стандарти України).*

3. *Безпечність ламп і лампових систем фотобіологічна: ДСТУ ІЕС 62471:2009 — [Чинний від 01-01-2012]. — К.: Держспоживс-стандарт України, 2014. — V, 34 с. — (Національний стандарт України).*

4. *Кожушко Г.М. Особливі вимоги до світлодіодних світильників за міжнародними стандартами / Г.М. Кожушко // Промислова електроенергетика та електротехніка. — 2015. — № 1. — С. 13-19.*

**УДК 369.013**

*Л.І. Леві, д.т.н., професор  
Національний університет  
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **СИНТЕЗ СИСТЕМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ЖИТЛОВИМ СЕРЕДОВИЩЕМ**

На сьогоднішній день світові тенденції оснащення житла високими технологіями, на відміну від вітчизняної практики, полягають не лише у встановленні багатофункціональної побутової техніки, базових систем з безпеки та налаштувань кліматичного обладнання; вони полягають у комплексному управлінні середовищем, у використанні технологій