

УДК 628.984

В.Ф. Харченко, М.В. Хворост, В.А. Маляренко, О.А. Якунін

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова

ПОБУДОВА ДИНАМІЧНОЇ МОДЕЛІ ОДНОСТОРОННЬОГО ОСВІТЛЕННЯ ВУЛИЦЬ І МАГІСТРАЛЕЙ

В даній статті розглянуто питання моделювання освітлення дорожнього покриття вулиць і магістралей міста. Обґрунтовано його важливість, приведено аналіз першоджерел й базових публікацій. Наведено побудову динамічної моделі освітлення дорожнього покриття при однорядному односторонньому розміщенні світильників. Освітлено розроблену програму розрахунку освітлення дорожнього покриття вулиці або магістралі міста, наведено приклад розрахунку.

Ключові слова: освітлення, вулиця, магістраль, модель, динаміка, світильник, програма, матриця.

Постановка проблеми

Створення якісного зовнішнього освітлення міста – складне завдання, зв'язане з урахуванням багатьох чинників. Серед них вибір правильного, ефективного розташування світильників; визначення оптимальної відстані між світильниками; вибір світильника з потрібною світлотехнічною характеристикою; вибір висоти установки світильника і його нахилу до горизонту.

Крім того, при обчисленні показників якості зовнішнього освітлення, слід враховувати і характеристики покриття дороги або магістралей. Взаємозв'язок цих чинників, взаємовплив і вплив їх на якість зовнішнього освітлення можна вивчити при побудові моделей освітлення вулиць і магістралей.

При проектуванні світлотехнічної частини освітлювальних установок зовнішнього освітлення інженерні розрахунки є досить трудомісткими й займають багато часу. Для вирішення даного завдання, використовуються чисельні «закриті» програмні продукти, в базах яких збережено лише власна продукція фірм-виробників світлотехнічної продукції, та мають такі формати, що часто виключають використання баз даних фірм – конкурентів. При цьому відсутні вітчизняні універсальні програми, що можуть забезпечити проведення складних світлотехнічних розрахунків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У джерелі [1] наведено основні показники, що характеризують дорожнє покриття вулиць і магістралей. Для визначення всіх показників слід виконувати перебір варіантів, проводячи при цьому великий об'єм розрахунків. У роботі [2] запропонована методика, що дозволяє проводити

світлотехнічні розрахунки для вуличного освітлення, проте складні підходи, в особливості просторові розрахунки освітлення, суттєво знижують переваги даної методики.

Метод, викладений в роботі [3] має більш вдосконалену методику знаходження азимутних і меридіанних координат точки в полі некругло-симетричного світильника. Але і цей метод вимагає удосконалення при використанні безпосередньо кривих сили світла в полярній системі координат. Також в роботі [3] відсутні вирази, що зв'язують кути α і β з координатами розрахункової точки, що знижує точність розрахунків.

У роботі [4] були запропоновані залежності, що зв'язують координати розрахункової точки з кутами напрямку дії сили світла світильника в полярній системі координат, що дає можливість побудувати програмний продукт за приведеною в ній методикою. Даний підхід (використання кутів при розрахунку освітленості поверхні дорожнього покриття розглядається також в закордонних публікаціях [5-6].

У роботі [7] проаналізовані програми розрахунку освітленості від світильників провідних фірм і вказані переваги і недоліки кожної з них. Наголошуються загальні недоліки: кожна програма орієнтована тільки на вирішення одного класу завдань; база світильників орієнтована на фірму виробника.

Метою даної роботи є розробка динамічної моделі освітлення дорожнього покриття від групи світильників, розташованих по односторонній схемі і створення програмного продукту для інженерних розрахунків освітлення дорожнього покриття.

Основні матеріали дослідження

При дослідженнях ряду показників зовнішнього освітлення, зокрема освітленості або яскравості дорожнього покриття, як правило обмежуються смугою проїжджої частини до 200 м. При максимальній відстані між опорами 40-50 м, модель повинна враховувати силу світла 5 світильників. Проте при зменшенні відстані між опорами кількість світильників зростає. Виходячи з

вище викладеного, при моделюванні обмежимося дев'ятьма світильниками з початком координат на опорі п'ятого світильника, для дотримання симетричності при побудові моделі.

При визначенні освітленості в будь-якій точці проїжджої частини від світильників, встановлених на одній стороні вулиці або магістралі використовуємо метод побудови динамічної моделі, як і для одного світильника (рис. 1).

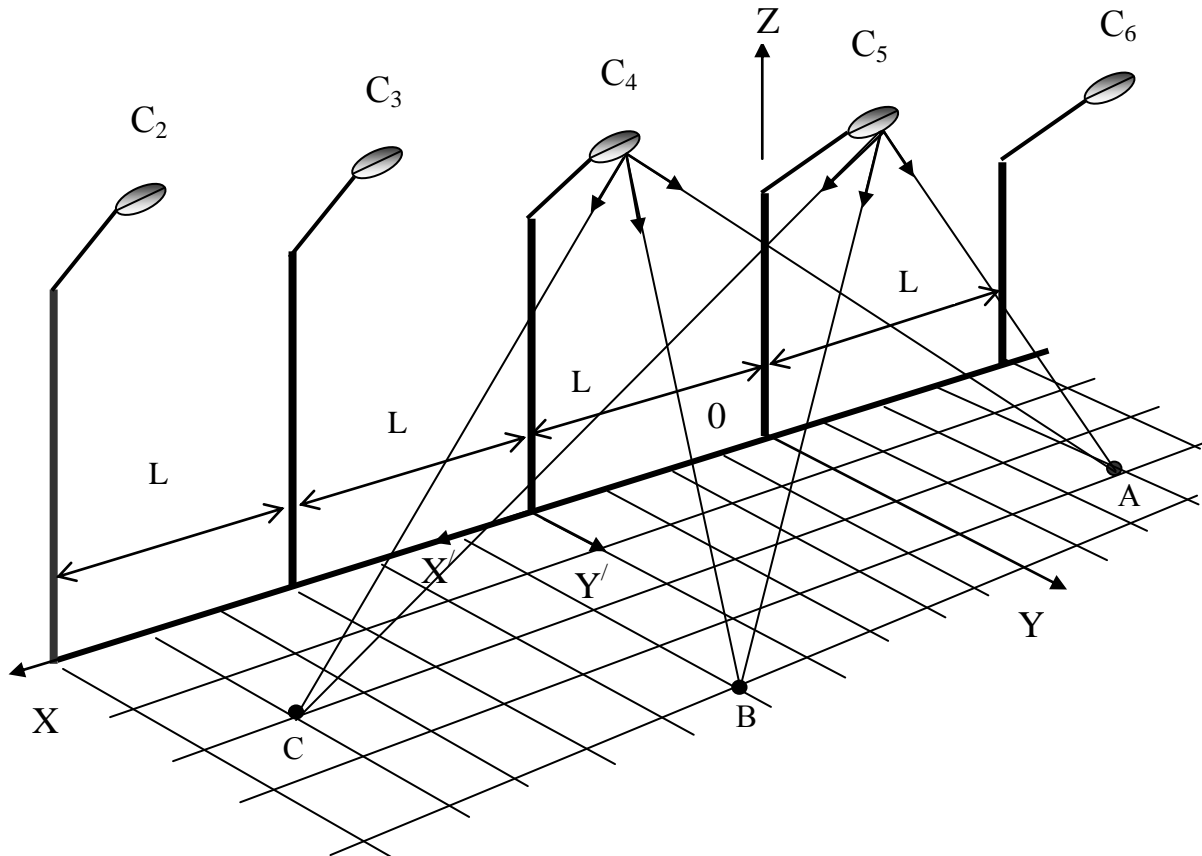


Рис. 1. Побудова динамічної моделі освітлення проїжджої частини вулиці від групи світильників

На всю проїжджу частину шириною b і довжиною $8L$, де L – відстань між світильниками, накладається сітка з кроком Δb . У кожній точці горизонтальна освітленість визначається сумою освітленостей створюваних силою світла всіх світильників:

$$E_{\Gamma, \text{сум}} = \sum_{i=1}^9 E_{\Gamma(i)}, \quad (1)$$

де $\dot{A}_{A(i)}$ – освітленість, яка створюється окремо кожним світильником.

Для визначення освітленості від п'ятого світильника (рис.1) в будь-якій точці проїжджої частини вулиці або магістралі, необхідно визначити

місце розташування точки відносно світильника, для цього необхідно визначити кути α та β за формулами [4]:

$$\alpha = \frac{3\pi}{2} + \arccos \frac{1 + Y_A Y_B}{\sqrt{(1 + Y_A^2)(1 + X_B^2 + Y_B^2)}} \quad (2)$$

$$\beta = -\frac{|X_B|}{X_B} \arccos \frac{Y_B - Y_A}{\sqrt{(Y_B - Y_A)^2 + X_B^2(1 + Y_A^2)}} \quad (3)$$

Будується матриця кутів для α та β кожної точки сітки:

$$\beta_5 = \begin{pmatrix} \beta_{(n/2)+1,0} & \dots & \beta_{2,0} & \dots & \beta_{-(n/2)+1,0} \\ \beta_{(n/2)+1,1} & \dots & \beta_{2,1} & \dots & \beta_{-(n/2)+1,1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \beta_{(n/2)+1,k} & \dots & \beta_{2,k} & \dots & \beta_{-(n/2)+1,k} \\ \beta_{(n/2)+1,k+1} & \dots & \beta_{2,k+1} & \dots & \beta_{-(n/2)+1,k+1} \end{pmatrix} \quad (4)$$

$$\alpha_5 = \begin{pmatrix} \alpha_{(n/2)+1,0} & \dots & \alpha_{2,0} & \dots & \alpha_{-(n/2)+1,0} \\ \alpha_{(n/2)+1,1} & \dots & \alpha_{2,1} & \dots & \alpha_{-(n/2)+1,1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \alpha_{(n/2)+1,k} & \dots & \alpha_{2,k} & \dots & \alpha_{-(n/2)+1,k} \\ \alpha_{(n/2)+1,k+1} & \dots & \alpha_{2,k+1} & \dots & \alpha_{-(n/2)+1,k+1} \end{pmatrix} \quad (5)$$

Сила світла у напрямі розрахункової точки визначається:

$$I_{5\alpha} = S_B(\varphi) = a_3^{(i)}\varphi^3 + a_2^{(i)}\varphi^2 + a_1^{(i)}\varphi + a \quad (6)$$

$$I_{5\beta, \alpha=const} = S_\Gamma(\varphi) = a_3^{(i)}\varphi^3 + a_2^{(i)}\varphi^2 + a_1^{(i)}\varphi + a \quad (7)$$

У вертикальній площині сила струму I_a у матричній формі можна записати:

$$I_{5\alpha} \equiv \begin{pmatrix} I_{\alpha(n/2)+1,0} & \dots & I_{\alpha 2,0} & \dots & I_{\alpha-(n/2)+1,0} \\ I_{\alpha(n/2)+1,1} & \dots & I_{\alpha 2,1} & \dots & I_{\alpha-(n/2)+1,1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ I_{\alpha(n/2)+1,k} & \dots & I_{\alpha 2,k} & \dots & I_{\alpha-(n/2)+1,k} \\ I_{\alpha(n/2)+1,k+1} & \dots & I_{\alpha 2,k+1} & \dots & I_{\alpha-(n/2)+1,k+1} \end{pmatrix} \quad (8)$$

При обчисленні сили світла у напрямі розрахункової точки у функції $I_{\alpha,\beta}$ змінюються одночасно дві змінні. На проміжку розрахунків обчислюється I_β при $\alpha = const$, а також матриця сили світла при постійному вертикальному куті:

$$I_{5\beta, \alpha=const} = \begin{pmatrix} I_{\beta(n/2)+1,0} & \dots & I_{\beta 2,0} & \dots & I_{\beta-(n/2)+1,0} \\ I_{\beta(n/2)+1,1} & \dots & I_{\beta 2,1} & \dots & I_{\beta-(n/2)+1,1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ I_{\beta(n/2)+1,k} & \dots & I_{\beta 2,k} & \dots & I_{\beta-(n/2)+1,k} \\ I_{\beta(n/2)+1,k+1} & \dots & I_{\beta 2,k+1} & \dots & I_{\beta-(n/2)+1,k+1} \end{pmatrix} \quad (9)$$

У матричному вигляді горизонтальну освітленість від сили світла п'ятого світильника можна записати:

$$E_{5,\Gamma} = \begin{pmatrix} E_{(n/2)+1,0} & \dots & E_{2,0} & \dots & E_{-(n/2)+1,0} \\ E_{(n/2)+1,1} & \dots & E_{2,1} & \dots & E_{-(n/2)+1,1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ E_{(n/2)+1,k} & \dots & E_{2,k} & \dots & E_{-(n/2)+1,k} \\ E_{(n/2)+1,k+1} & \dots & E_{2,k+1} & \dots & E_{-(n/2)+1,k+1} \end{pmatrix} \quad (10)$$

де $E_{0,0}$ – освітленість в точці $x=0, y=0$ від сили світла п'ятого світильника; $E_{(n/2)+1,0}$ – освітленість в крайній точці на додатній осі x , при $y=0$ від сили світла п'ятого світильника; $E_{-(n/2)+1,0}$ – освітленість в крайній точці на від'ємній осі x , при $y=0$ від сили світла п'ятого світильника; $A_{0,k+1}$ – освітленість в крайній точці по осі y , при $x=0$ від сили світла п'ятого світильника. $E_{(n/2)+1,k+1}$ – освітленість в крайній точці на додатній осі x та на осі y від сили світла п'ятого світильника; $E_{-(n/2)+1,k}$ – освітленість в крайній точці на від'ємній півосі x і додатній півосі y від сили світла п'ятого світильника. При визначенні освітленості від четвертого світильника, для того, щоб зберегти вище приведені вирази, початок координат переноситься в світловий центр на проїжджій частині четвертого світильника X', Y' . Тоді значення елементів матриці $x=0, y=0$ переносяться на $L/n+1$ елементів в ліво. А матриця для визначення відповідно кутів α та β може бути записана:

$$\alpha_4 = \begin{pmatrix} \alpha_{(n/2)+1,0} & \dots & \alpha_{2,0} & \dots & \alpha_{-(n/2)+1,0} \\ \alpha_{(n/2)+1,1} & \dots & \alpha_{2,1} & \dots & \alpha_{-(n/2)+1,1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \alpha_{(n/2)+1,k} & \dots & \alpha_{2,k} & \dots & \alpha_{-(n/2)+1,k} \\ \alpha_{(n/2)+1,k+1} & \dots & \alpha_{2,k+1} & \dots & \alpha_{-(n/2)+1,k+1} \end{pmatrix} \quad (11)$$

$$\beta_4 = \begin{pmatrix} \beta_{(n/2)+1,0} & \dots & \beta_{2,0} & \dots & \beta_{-(n/2)+1,0} \\ \beta_{(n/2)+1,1} & \dots & \beta_{2,1} & \dots & \beta_{-(n/2)+1,1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \beta_{(n/2)+1,k} & \dots & \beta_{2,k} & \dots & \beta_{-(n/2)+1,k} \\ \beta_{(n/2)+1,k+1} & \dots & \beta_{2,k+1} & \dots & \beta_{-(n/2)+1,k+1} \end{pmatrix} \quad (12)$$

Аналогічно з п'ятим світильником визначається матриця сили світла світильника у напрямі розрахункової точки від четвертого світильника:

$$I_{4\alpha} \equiv \begin{pmatrix} I_{\alpha(n/2)+1,0} & \dots & I_{\alpha 2,0} & \dots & I_{\alpha-(n/2)+1,0} \\ I_{\alpha(n/2)+1,1} & \dots & I_{\alpha 2,1} & \dots & I_{\alpha-(n/2)+1,1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ I_{\alpha(n/2)+1,k} & \dots & I_{\alpha 2,k} & \dots & I_{\alpha-(n/2)+1,k} \\ I_{\alpha(n/2)+1,k+1} & \dots & I_{\alpha 2,k+1} & \dots & I_{\alpha-(n/2)+1,k+1} \end{pmatrix} \quad (13)$$

$$I_{4\beta, \alpha = \text{const}} = \begin{pmatrix} I_{\beta(n/2)+1,0} & \dots & I_{\beta 2,0} & \dots & I_{\beta - ((n/2)+1),0} \\ I_{\beta(n/2)+1,1} & \dots & I_{\beta 2,1} & \dots & I_{\beta - ((n/2)+1),1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ I_{\beta(n/2)+1,k} & \dots & I_{\beta 2,k} & \dots & I_{\beta - ((n/2)+1),k} \\ I_{\beta(n/2)+1,k+1} & \dots & I_{\beta 2,k+1} & \dots & I_{\beta - ((n/2)+1),k+1} \end{pmatrix}. \quad (14)$$

Аналогічно визначається матриця освітленості дорожнього покриття від четвертого світильника:

$$E_{4\Gamma} = \begin{pmatrix} E_{(n/2)+1,0} & \dots & E_{2,0} & \dots & E_{-((n/2)+1),0} \\ E_{(n/2)+1,1} & \dots & E_{2,1} & \dots & E_{-((n/2)+1),1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ E_{(n/2)+1,k} & \dots & E_{2,k} & \dots & E_{-((n/2)+1),k} \\ E_{(n/2)+1,k+1} & \dots & E_{2,k+1} & \dots & E_{-((n/2)+1),k+1} \end{pmatrix}. \quad (15)$$

Аналогічно обчислюються матриці для освітленості від решти всіх світильників. Загальна освітленість від всіх світильників обчислюється:

$$|E| = \sum_{i=1}^m |E_i|. \quad (16)$$

Матриця динамічної освітленості дорожнього покриття від всіх світильників має той же розмір, що і матриці освітлення від кожного світильника і може бути записана:

$$E = \begin{pmatrix} E_{1,0} & \dots & E_{n,0} & \dots & E_{n+1,0} \\ E_{1,1} & \dots & E_{n,1} & \dots & E_{n+1,1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ E_{1,k} & \dots & E_{n,k} & \dots & E_{n+1,k} \\ E_{1,k+1} & \dots & E_{n,k+1} & \dots & E_{n+1,k+1} \end{pmatrix}. \quad (17)$$

У нормативних документах нормується середня освітленість, яка після визначення освітленості в кожній точці сітки визначається як середнє арифметичне значення освітленості, що для ділянки дорожнього покриття визначається за наступною формулою:

$$E_{\text{cp}} = \frac{E_{1,0} + \dots + E_{n+1,0} + \dots + E_{1,k+1} + \dots + E_{n+1,k+1}}{(n+1) \times (k+1)} \quad (18)$$

Всі значення освітленості дорожнього покриття отримані при застосуванні умовного значення світлового потоку ламп $\Phi = 1000 \text{ лм}$. При використанні розрядних ламп зі світловим потоком $\Phi_{\text{л}}$, елементи матриць повинні бути перераховані, за формулою:

$$E_{\text{л}} = \frac{\Phi_{\text{л}} E}{1000}. \quad (19)$$

Матриця динамічної освітленості дорожнього покриття від світильників з розрядними лампами потужністю $\Phi_{\text{л}}$ має вигляд:

$$E_{\text{л}} = \begin{pmatrix} E_{\text{л},1,0} & \dots & E_{\text{л},n,0} & \dots & E_{\text{л},n+1,0} \\ E_{\text{л},1,1} & \dots & E_{\text{л},n,1} & \dots & E_{\text{л},n+1,1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ E_{\text{л},1,k} & \dots & E_{\text{л},n,k} & \dots & E_{\text{л},n+1,k} \\ E_{\text{л},1,k+1} & \dots & E_{\text{л},n,k+1} & \dots & E_{\text{л},n+1,k+1} \end{pmatrix}. \quad (20)$$

Для середніх значень освітленості дорожнього покриття

$$E_{\text{л,ср}} = \frac{E_{\text{л},1,0} + \dots + E_{\text{л},n+1,0} + \dots + E_{\text{л},1,k+1} + \dots + E_{\text{л},n+1,k+1}}{(n+1) \times (k+1)} \quad (21)$$

Використовуючи динамічну модель освітленості дорожнього покриття, розроблена програма розрахунку Polar Spline – 2, інтерфейс представлений на рис. 2.

Вкладка програми "Дані перетинам" призначено для побудови кривих сили світла світильників зовнішнього освітлення. Заздалегідь встановлюється кількість перетинів у вертикальній площині, наприклад, якщо кількість перетинів 4, то заносяться значення кута β за цими перетинами: $\beta = 0^\circ$, $\beta = 90^\circ$, $\beta = 344^\circ$, $\beta = 376^\circ$ (рис.2).

Дані по кожному перетину заносяться після активізації вкладки "Данные по сечениям". Натисненням кнопки "Вычислить все" проводяться обчислення по всіх перетинах, і результати заносяться в базу даних програми.

Вкладка "Освещенность" (рис. 3) складається з вікна включення світлових приладів СП, де можуть включатися світильники від 1 до 9.

У цій же вкладці вводиться характеристика освітлювальної установки: висота опори; довжина консолі; кут нахилу консолі; коефіцієнт запасу K_3 ; потужність світлового потоку Φ джерела світла. Вводиться також характеристика дорожнього полотна: тип дорожнього покриття; відстань між опорами.

У правій частині вкладки знаходяться вікна результатів обчислень. В даній області вкладки знаходяться результати освітленості, отримані у вершинах сітки, при розбитті дорожнього покриття. Крок сітки вибирається в межах від 0,1м до 1 м. Кнопкою "Параметри збіжності" програма вибирає автоматично крок сітки залежно від заданих параметрів збіжності: мінімальні або максимальні значення освітленості.

Для освітленості програма обчислює: максимальне значення освітленості E_{max} ; відношення максимального значення освітленості

до середнього значення освітленості $E_{\max}/E_{\text{ср}}$. В нижній частині вкладки з результатами будується діаграма розподілу освітленості дорожнього покриття.

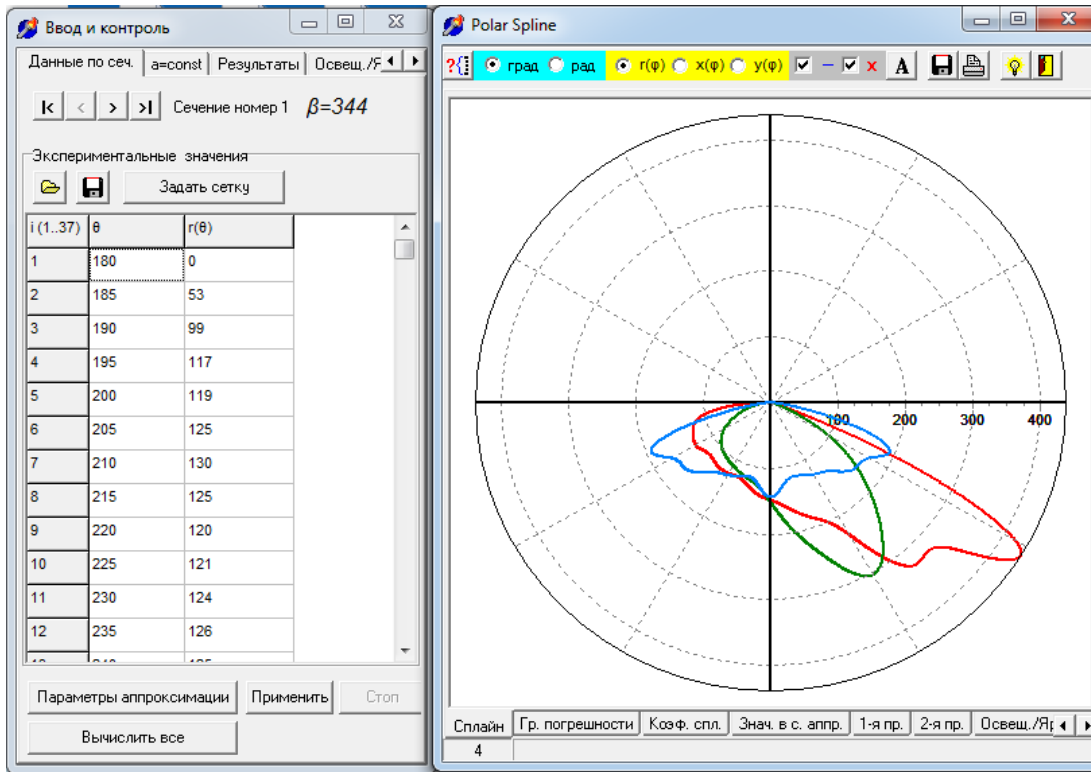


Рис. 2. Інтерфейс програми. Панель введення даних світильника по площинах значень сил світла і результати розрахунку в 4-х площинах $\beta=0^{\circ}$, $\beta=90^{\circ}$, $\beta=376^{\circ}$, $\beta=344^{\circ}$.

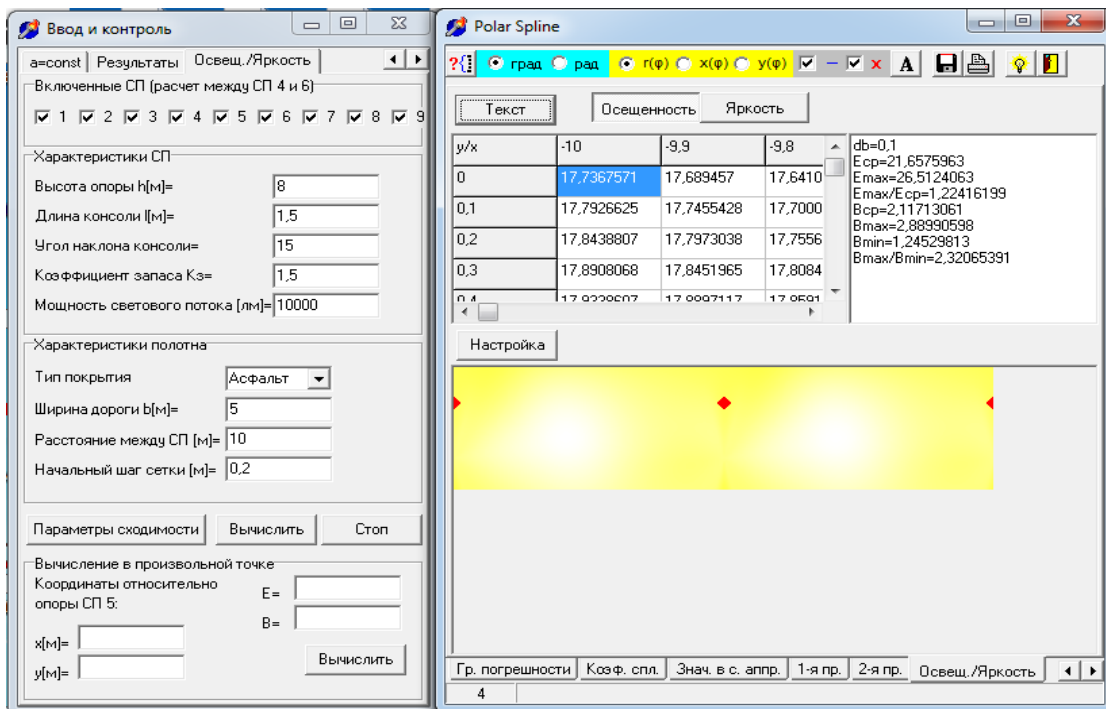


Рис. 3. Інтерфейс програми. Панель введення даних освітлювальної установки і результати розрахунків в точках дорожнього покриття

Висновки

1. Складність розрахунків при проектуванні світлотехнічної частини освітлювальних установок зовнішнього освітлення обумовлює необхідність використання спеціальних програм, що не обмежуються вбудованими базами даних.

2. Для створення таких програм необхідна розробка простих і точних моделей.

3. Побудована динамічна модель освітлення дорожнього покриття при односторонньому розташуванні світильників з використанням кривих сили світла світильників, побудованих в полярних системах координат, дозволяє реалізувати розрахунок світлотехнічних характеристик світильників і освітлювальної поверхні.

4. Отримано залежності рівномірності розподілу освітленості на дорожньому покритті від співвідношення кроку і висоти підвісу світильника при односторонньому їх розташуванні.

5. Розроблено програмний продукт для інженерних розрахунків освітлення дорожнього покриття.

Література

1. *Справочная книга по светотехнике [Текст] / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 528 с.*
2. *Карачев В.М. Комплексный расчет показателей наружного освещения улиц на ЭВМ [Текст] / В.М. Карачев, А.И. Митин // Светотехника. – 1988. – № 7. – С. 17 - 19.*
3. *Никитин В.Д. Совершенствование методов расчета освещения улиц [Текст] / В.Д. Никитин // Светотехника. – 2001. – № 3. – С. 27 - 29.*
4. *Харченко В.Ф. К вопросу моделирования освещения дорожного покрытия улиц и магистралей города [Текст] / В.Ф. Харченко // Светотехника и электроэнергетика. – 2008. – №4. – С. 73 - 79.*
5. *Ди Фрайа Л. Оптимизация проектирования установок внутреннего освещения [Текст] / Л. Ди Фрайа // Светотехника. – 1996. – № 8. – С. 19 - 23.*
6. *Кронхалер М. Программы автоматизи-рованного управления освещением фирмы "Siemens" [Текст] / М. Кронхалер // Светотехника. – 1997. – № 6. – С. 40 - 41.*
7. *Крутовой Р.Ж. Сравнительная характеристика программ расчета осветительных установок [Текст] / Р.Ж. Крутовой // Коммунальное хозяйство городов: научно-техн. сб. – № 38. – К.: Техніка, 2002. – С. 230 - 233.*

References

1. *Yu.B. Aizenberg (1995) Spravochnaya kniga po svetotekhnike. M.: Energoatomizdat, 528.*
2. *Karachev, V.M., Mitin A.I. (1988) Kompleksnyi raschet pokazatelei naryjnogo osvescheniya ulic na EVM. Svetotekhnika. 7, 17 - 19.*

3. *Nikitin, V.D. (2001) Sovershenstvovanie metodov rascheta osvescheniya ulic. Svetotekhnika. 3, 27 - 29.*
4. *Harchenko, V.F. (2008) K voprosu modelirovaniya osvescheniya dorozhnogo pokrytiya ulic i magistralei goroda. Svetotekhnika i elektroenergetika. 4, 73 - 79.*
5. *Di Fraia, L. (1996) Optimizaciya proektirovaniya ustanovok vnutrennego osvescheniya. Svetotekhnika. 8, 19 - 23.*
6. *Kronthaler, M. (1997) Programmy avtomatizirovannogo upravleniya osvescheniem firmy "Siemens". Svetotekhnika. 6, 40 - 41.*
7. *Krutovoi, R.J. (2002) Sravnitel'naya harakteristika programm rascheta osvetitel'nyh ustanovok. Kommunal'noe hozyaistvo gorodov: nauchno-tehn. sb. 38, 230 - 233.*

Автор: ХАРЧЕНКО Віктор Федорович

доктор технічних наук, професор кафедри систем електропостачання та електроспоживання міст. Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, 61002

Україна, Харків, вул. Революції, 12

Конт. тел. - +38-057-706-15-52,

E-mail - Kharchenko@kname.edu.ua

К-ть публ. в українських виданнях - 85

К-ть публ. в іноземних індексованих виданнях - 16

Автор: ХВОРОСТ Микола Васильович

доктор технічних наук, професор, зав. кафедри охорони праці і безпеки життєдіяльності.

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, 61002

Україна, Харків, вул. Революції, 12

Конт. тел. - +38-057-706-32-73,

E-mail - bgd@kname.edu.ua.

К-ть публ. в українських виданнях - 125

К-ть публ. в іноземних індексованих виданнях - 5

Автор: МАЛЯРЕНКО Віталій Андрійович

заслужений діяч науки і техніки України, доктор технічних наук, професор кафедри систем електропостачання та електроспоживання міст.

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, 61002

Україна, Харків, вул. Революції, 12

Конт. тел. - +38-095-541-49-92,

E-mail - malyarenko@kname.kharkov.ua

К-ть публ. в українських виданнях - 242

К-ть публ. в іноземних індексованих виданнях - 58

Автор: ЯКУНІН Олексій Анатолійович

асистент кафедри систем електропостачання та електроспоживання міст.

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, 61002

Україна, Харків, вул. Революції, 12

Конт. тел. - +38- 093-853-56-06,

E-mail - Yakuinin_AA_Kh@mail.ru.

К-ть публ. в українських виданнях - 10

ПОСТРОЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОДНОСТОРОННЕГО ОСВЕЩЕНИЯ УЛИЦ И МАГИСТРАЛЕЙ

В.Ф. Харченко, Н.В. Хворост, В.А. Маляренко, А.А. Якунин

В данной статье рассмотрены вопросы моделирования освещения дорожного покрытия улиц и магистралей города. Освещены этапы создания динамической модели освещения дорожного покрытия при однорядном одностороннем расположении светильников. Разработана программа расчета на персональном компьютере, приведен пример расчета освещения дорожного покрытия улицы города.

Ключевые слова: освещение, улица, магистраль, модель, динамика, светильник, программа, матрица.

DEVELOPMENT DYNAMIC MODEL SINGLE-SIDED ILLUMINATION OF STREETS AND HIGHWAY

V. Kharchenko, M. Khvorost, V. Malyarenko, O. Yakunin

Dynamic model of city streets and highways illumination are observed. Attention is given to circuit with single-sided placement of fixtures. In the first part justified the importance of the problem and considered publications relating to it.

Characteristic parameters of fixtures and a covering of highways are observed. It is marked out that creation of a qualitative exterior lighting of a city - the challenge, is connected with the account of many factors. Sampling of a correct, effective arrangement of fixtures; definition of optimum distance between fixtures; sampling of the fixture with the necessary lighting characteristic; sampling of altitude of installation of the fixture and its inclination to horizon demands creation of a technique and the program of engineering calculation of illumination of highways. The interconnection of many factors and their agency on quality of an exterior lighting can be studied at construction illumination models of streets and highways. At designing of a lighting part of lighting installations of an exterior lighting engineering calculations represent labour-consuming enough problem.

The purpose of given paper is working out of dynamic model of illumination of a rigid pavement from group of the fixtures which have been had on one roadside and creation of software product for engineering calculations of illumination of a rigid pavement.

In paper the dynamic model illumination of rigid pavement are built at a single-sided arrangement of fixtures. This considered nine fixtures and their characteristics. For model construction the case when the fifth fixture is placed in the centre of axes of co-ordinates is observed, thus with is left and to the right of it is placed 4 fixtures.

Matrixes of definition of force of light in a direction of a settlement point are resulted. The matrix of light exposure of a rigid pavement from fixtures and a matrix for calculation of light exposure from all other fixtures is analogously defined. The matrix of dynamic light exposure of a rigid pavement from all fixtures has the same size, as matrixes of illumination from each fixture and can be written down. In standard deeds average light exposure which after light exposure definition in each point of a grid is defined as the average arithmetical value of light exposure defined for a section of a rigid pavement is rationed.

The calculation program on the personal computer is developed. The instance of calculation of illumination of a rigid pavement of a city street is resulted. The program realises the formulas of calculation of light exposure of a rigid pavement resulted in paper at single-sided arrangement of fixtures. The program computes: the maximum value of light exposure; the relation of the maximum value of light exposure to a mean light exposure.

Keywords: illumination, street, highway, model, dynamics, fixture, program, matrix.