

УДК 72.621.382.3

СВІТЛОДІОДНЕ ОСВІТЛЕННЯ ШТУЧНОГО НЕБОСХИЛУ

Мельник О.С., Косов А.О.

Національний авіаційний університет

Розглядається можливість створення експериментального світлового середовища (геліокліматрона) для дослідження варіантів природного, штучного та сумісного освітлення при формуванні композицій інтер'єру та екстер'єру будівель. Освітлення, як елемент загального середовища та його параметри, впливають в значній мірі на організм людини. Воно визначається світловими потоками джерел світла, що трансформуються в результаті взаємодії з навколишнім предметним середовищем, яке сприймається через розподіл світла і кольору в просторі. Запропоновані схеми комп'ютерного керування світлодіодними комірками, які формують розподіл світла і кольору. Практично такий небосхил з автоматизованою системою управління світлодіодним освітленням забезпечує дослідні потреби всіх світлотехнічних лабораторій.

Ключові слова: світлодіодна комірка, геліокліматрон, контролер, схеми керування, штучне освітлення.

Вступ. Світлове середовище в приміщеннях може формуватися трьома шляхами. По-перше, через природне освітлення, при якому світлове середовище формується за рахунок природних джерел світла – сонця і небосхилу. По-друге, через штучне освітлення, при якому світлове середовище створюється за рахунок штучних (створених людиною) джерел світла. І по-третє, через поєднане освітлення, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

У процесі багатоміліардної еволюції очі людини формувалися під впливом саме природного світлового середовища. Тому параметри природного освітлення найбільш благотворно впливають як на органи зору, так і на інші системи організму. Штучне освітлення за кількісними і, особливо, за якісними параметрами набагато поступається природному освітленню і є вимушеним заходом при життєдіяльності людини в темний час доби. У денний час особливого значення набуває пошук варіантів освітлення, при яких максимально використовується природне освітлення і його позитивні якості.

Світлові прорізи роблять значний вплив на різні характеристики будівель. Досить зазначити, що при раціональному виборі розмірів світло-

прозорих огорожень і збільшенні часу використання природного світла в промислових будівлях на одну годину протягом доби енергетика України могла би економити до 1 млн кВт/год електроенергії на рік.

Стан лабораторної бази в галузі будівельної світлотехніки в Україні

Значення і вплив в цілому на будівлю світлопрозорих огорожень велике і багатогранне, а проектувальникам дуже важко і складно визначити раціональну площу і розміщення світлових проемів. Тому дана проблема вимагає наукового і експериментального підходу. З цього випливає, що дослідження в галузі будівельної світлотехніки актуальні як з економічної точки зору, так і з соціальної.

Значний обсяг в даному випадку займають експериментальні дослідження, для здійснення яких необхідна світлотехнічна лабораторія, яку інколи називають геліокліматроном. Вона призначена для організації і проведення експериментальних натурних і лабораторних досліджень в області формування оптимального світло-інсоляційного середовища в будівлях, спорудах в містобудівних структурах.

Актуальність створення лабораторії обґрунтовується тим, що теоретичними дослідженнями

ми в багатьох випадках складно, трудомістко, а часом і взагалі неможливо врахувати всю гаму діючих факторів на процес розподілу світлових потоків, особливо відбитих від джерела світла в дану точку приміщення або території.

Головним інститутом в галузі будівельної фізики в колишньому СРСР був Науково дослідний інститут будівельної фізики Держбуду [1]. Інститут складався з будівель і споруд, в яких були розміщені відділення за різними науковими напрямками. Основна експериментальна установка світлотехніки та інсоляції розміщена в блоці «небо-сонце-земля». Цей унікальний комплекс у формі півсфери з внутрішнім діаметром 16 м (рис. 1) вирізняється своїми можливостями проведення світлотехнічних експериментів.

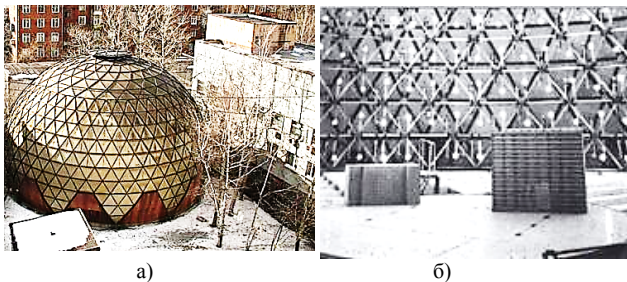


Рис. 1. Установка «штучний небосхил» – геліокліматрон: а) – вид зовні; б) – внутрішній вигляд

Джерело: [6]

Шляхи розвитку експериментальної бази не обмежуються лабораторними установками. Все, що отримано в результаті лабораторних досліджень має бути перевірено в натурних дослідженнях, особливо це відноситься до суб'єктивних досліджень зорового сприйняття.

У багатьох будівельних і архітектурних вузах України є лабораторії будівельної світлотехніки. Найбільш значна лабораторія з будівельної світлотехніки знаходиться на кафедрі архітектурних конструкцій Львівського національного університету «Львівська політехніка» [2]. Тут є навчальна установка «штучний небосхил», купол якої діаметром 2,5 м підвищений під стелею. При необхідності проведення лабораторних досліджень купол установки опускається над робочим столом з моделями будівель. Після закінчення досліджень купол піднімається, і приміщення використовується як звичайна аудиторія.

Примітно те, що ця лабораторія має фотометричну лаву довжиною 3 м, яка дозволяє здійснювати тарировки приладів, фотоелементів, джерел світла, вивчати фотометричні характеристики різних матеріалів і вирішувати ряд інших світлотехнічних завдань [3, 4, 5].

Слід відзначити потужну лабораторію Українського світлотехнічного інституту в м. Тернополі, в якій є різноманітні прилади та установки (фотометрична лаву, фотометричний куля, яскравоміри та ін.). При певних умовах багато з цих приладів можна використовувати для досліджень з природного та штучного освітлення [4].

Результати досліджень. На сьогоднішній день, із застосуванням напівпровідникових джерел світла (ДС) – світлодіодів (СД) зв'язується майбутнє цілої низки індустрій, особливо будівельної.

СД являють найбільш перспективний напрямок розвитку освітлювальної техніки в усіх її додатках – від освітлення об'єктів ЖКГ та промисловості, сигналізації, світлової індикації та реклами до виробництва мобільних пристроїв, телевізорів і дисплеїв.

Основний привабливою рисою СД є потенційно підвищений рівень світлопередачі, що веде до цілого ряду економічних і соціальних вигод, найважливіша з яких – радикальне скорочення витрат енергії на освітлення, складаючих в Україні близько 20% від загальних витрат виробленої електроенергії.

Розвиток світлодіодної індустрії відноситься до національного пріоритету цілого ряду країн, включаючи США, Канаду і країн Євросоюзу, відповідаючи потребам в економічній та енергетичній безпеці. Здатні замінити в перспективі більшість сучасних ДС, СД привертають до себе увагу найбільших виробників світлотехнічної продукції, таких як General Electric, Philips і Osram.

Критерієм оцінки змінного природного освітлення служить коефіцієнт природної освітленості (КПО), який представляє собою відношення природного освітлення E_M , створюваного в точці M (рис. 2) на заданій робочій поверхні всередині приміщення світлом неба (безпосередньо або після відбиття), до одночасного значення зовнішнього горизонтального освітлення під відкритим небосхилом E_H . КПО виражається у відсотках. Участь прямого сонячного світла в визначенні E_M і E_H виключається. Значення КПО, що позначається в формулах як e , знаходиться з виразу:

$$e_M = (E_M / E_H) 100\%.$$

Нарівні з КПО в розрахунках природного освітлення застосовується геометричний КПО, що позначається ε . Він відрізняється від e тим, що не враховує вплив застекленості і обробки в приміщенні, а також нерівномірної яскравості небосхилу. Геометричний КПО визначається за законом проєкції тілесного кута [1, 4].

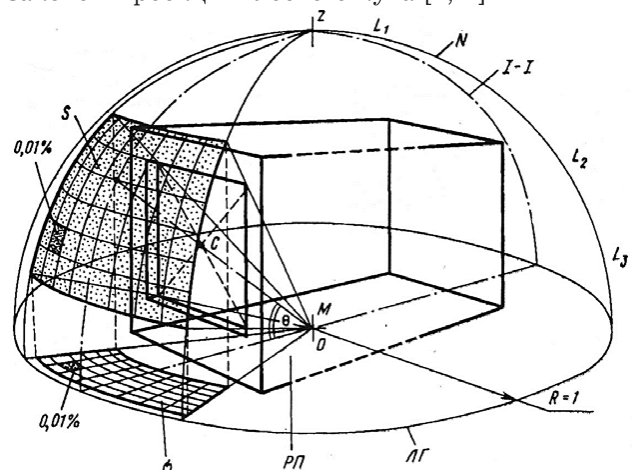


Рис. 2. Графічна модель небосхилу

Джерело: [1]

Сумарне значення КПО в тій чи іншій точці приміщення визначається наступними складовими: часткою природного освітлення, створюваного прямим світлом неба і оцінюваного значенням геометричного КПО; часткою КПО, обумовленою при боковому освітленні віддзеркаленням світла

фасадами конфронтуючих будівель і землю; при цьому участь прямого сонячного світла в створенні яскравості поверхонь, що відбивають, виключається; часткою КПО, обумовленою віддзеркаленням світла від внутрішніх поверхонь приміщення.

Для оцінки розподілу природного освітлення в приміщенні застосовується показник нерівномірності освітлення на заданій поверхні, який є відношенням мінімального до середнього або мінімального до максимального значення КПО.

В основу розрахунку і моделювання природного освітлення приміщень покладені два закони.

Графічно закон проекції тілесного кута ілюструється наступною побудовою (рис. 2): проведемо з точки M півсферу небосхилу радіусом, рівним одиниці, і позначимо яскравість неба через L . Умовне допущення: $L_1=L_2=L_3=const$; L – яскравість небосхилу, кд/м²; S – площа небосхилу, видима з точки M ; N – небосхил; σ – площа проекції ділянки неба, що висвітлює точку M , на робочу поверхню (РП); ЛГ – лінія горизонту; θ^0 – кутова висота середини світлопроводу C над горизонтом; O – центр небосхилу, суміщений з досліджуваною точкою M ; Z – зеніт небосхилу, суміщений з досліджуваною точкою M .

Визначимо освітленість в точці M , створювану в приміщенні через вікно ділянкою півсфери S , який можна прийняти за точкове джерело світла, за формулою (3.14). Висловлюючи в ній силу світла 1 ділянки неба S через яскравість L , отримуємо:

$$E_M = LS \cos \alpha,$$

де L – яскравість освітлення, $S \cos \alpha = \sigma$ – площа проекції частини небосхилу S на освітлену поверхню σ .

Уявімо, що точка M знаходиться на горизонтальній поверхні (рис. 2) і засвітлюється усією рівномірно яскравою півсферою. В цьому випадку горизонтальне зовнішнє освітлення дорівнює: $E_H=L\pi R^2$, звідки при $R=1$ геометричний КПО становить відношення:

$$\varepsilon = \frac{L\sigma}{L\pi R^2} = \frac{\sigma}{\pi}.$$

Таким чином, значення КПО у довільній точці M виражається значенням проекції видимого з цієї точки приміщення ділянки небосхилу до величини π .

Інший закон – закон світлотехнічної подібності (рис. 3). Освітлення в точці M приміщення створюється через вікна, яскравість яких L_1 і L_2 . Різна яскравість може створюватися, наприклад, застосуванням різних сортів скла (прозорого, молочного, контрастного, матового і т.д.). Однак при різних розмірах вікон (I і II), але з однаковим склом, освітлення в точці M створюється одним і тим же тілесним кутом з вершиною в цій точці.

Практичне значення цього закону полягає в тому, що він дозволяє вирішувати завдання природного освітлення, користуючись методом масштабного моделювання, тобто оцінювати умови освітлення приміщень на моделях. Для цього виготовляються моделі в масштабі не менш 1:20, ретельно витримуючи всі геометричні та світлотехнічні параметри (обробка, пропорції, деталі та ін.) інтер'єру.

Перш за все, в цьому небосхилі-геліокліматроні можливе широкомасштабне моделювання, яке значно підвищує достовірність результатів

досліджень і, найперше, відкриває можливість введення в модель людини-експериментатора. Це забезпечується розмірами небосхилу і моделей будівель до (4x4x3) м. На таких моделях можливо проводити комплексні дослідження з питань природного і суміщеного світлодіодного освітлення, інсоляції, сонцезахисту, світлопрозорих матеріалів і конструкцій, колірної рішення інтер'єру, пластики фасадів, зорової працездатності в світло-колірному середовищі, характерному для різних кліматичних районів. Такі можливості забезпечуються чотирма основними чинниками світлодіодного обладнання небосхилу: моделювання хмарного і ясного неба, «сонця» з різними координатами, поверхні «землі», що обертається і світиться переважно поверхнею.

Розтин 1-1 на рис.2

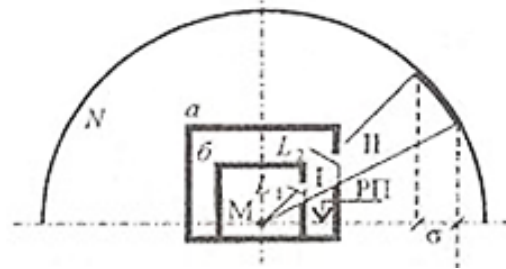


Рис. 3. Схеми до закону світлотехнічного подібності
Джерело: [1]

На рис. 4,а показана секторально-коміркова модель напівсферичного геліокліматрона діаметром 10 м, тобто висотою 5 м. Розміри кожної комірки складають (10x10) кутових градусів. На рис. 4,б наведена комутаційна схема керування 324 світлодіодними комірками з підключенням через контролери серії LED до центрального сервера, програмне середовище якого забезпечує регулювання яскравості і кольору світіння світлодіодів в самих комірках.

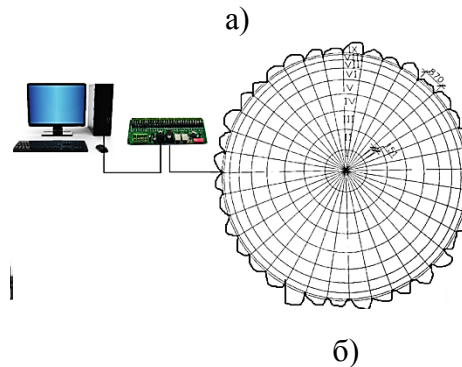
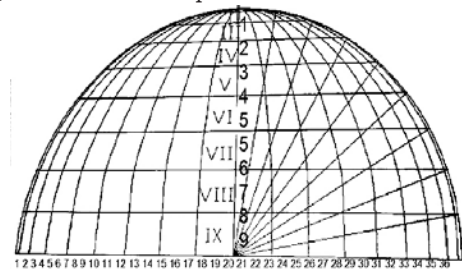


Рис. 4. 36-секторальна модель геліокліматрона з 324 світлодіодними комірками (а) та схема керування його освітленням (б)

Джерело: розроблено авторами

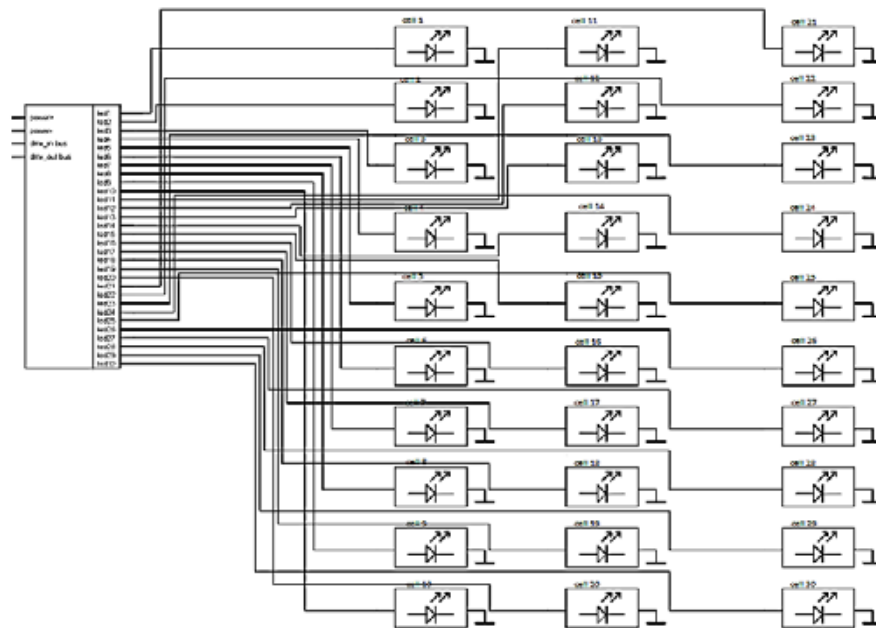


Рис. 5. Електрична схема керування 30 панелями від одного контролера

Джерело: розроблено авторами

Рис. 5 ілюструє електричну схему керування тридцятью світлодіодними комірками (панелями) від одного контролера серії LED.

Висновки. Зважаючи на важливість розробки штучних світлових середовищ для моделювання впливу та сприйняття світла і кольору в просторі, запропонована модель керування світлодіод-

ним освітленням в середовищі штучного небосхилу. Геліокліматрон може використовуватись як об'єкт натурних досліджень з сучасних проблем оптимізації світлоколірного середовища міст. Набори експериментальних моделей конструкцій і будівель дозволяють досліджувати вплив світотехнічних ефектів та інсоляцій.

Список літератури:

1. Лицкевич В.К. и др., під редакцією Оболенского Н.В. Архитектурная физика. – М. Стройиздат, 2007, 420 с.
2. Сгорченков В.О., Яців М.Б., Югов А.М., Кінаш Р.І. Розрахункові та експериментальні методи оцінки природного світлового середовища приміщень: Навчальний посібник для архітектурних і будівельних спеціальностей. – Львів: «ТзОВ Простір М», 2008. – 111 с.
3. ДСТУ Б В.2.2-6-97 (ГОСТ 24940-96). Будинки і споруди. Методи вимірювання освітленості. – К.: Укрархбудінформ, 1998 – 22 с.
4. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. Інженерне обладнання будівель і споруд. – К.: Мінбуд України, «Укрархбудінформ», 2006. – 76 с.
5. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. Зміна № 2. – К.: Укрархбудінформ, 2012. – 36 с.
6. <http://wikimapia.org/7082941/ru>

Мельник О.С., Косов А.О.

Национальный авиационный университет

СВЕТОДИОДНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО НЕБОСВОДА

Аннотация

Рассматривается возможность создания экспериментальной световой среды (гелиоклиматрона) для исследования вариантов естественного, искусственного и совместного освещения при формировании композиций интерьера и экстерьера зданий. Освещение, как элемент общей среды и его параметры, влияющие в значительной степени на организм человека. Оно определяется световыми потоками источников света и трансформируются в результате взаимодействия с окружающей предметной средой, которое воспринимается через распределение света и цвета в пространстве. Предложены схемы компьютерного управления светодиодами ячейками, которые формируют распределение света и цвета. Практически такой небосвод с автоматизированной системой управления светодиодным освещением обеспечивает исследовательские потребности всех светотехнических лабораторий.

Ключевые слова: светодиодная ячейка, гелиоклиматрон, контроллер, схемы управления, искусственное освещение.

Melnyk O.S., Kosov A.O.
National Aviation University

LED ILLUMINATION OF AN ARTIFICIAL SKYSCRAPER

Summary

Considered the possibility of creating an experimental light environment (helioclimateron) for the study of natural, artificial and compatible lighting in the composition of the interior and exterior of buildings. The light environment, as an element of the general environment and its parameters, affects a great deal on the human body. It is determined by the light fluxes of light sources that are transformed as a result of interaction with the surrounding object environment, which is perceived by the distribution of light and color in space. Proposed circuits of computer control by LED cells, which form the distribution of light and color. Almost such a skyscraper with an automated LED lighting control system provides the research needs of all lighting laboratories.

Keywords: LED cell, helioclimateron, controller, control circuits, artificial lighting.