

## Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

**Математичне моделювання зв'язку об'єму і висоти сипкого матеріалу у промислових ємкостях / А. М. Мацуй, В. О. Кондратець // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – № 6 (1228). – С. 70 – 76. Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2222-0631.**

**Математическое моделирование связи объема и высоты сыпучих материалов в промышленных емкостях / А. Н. Мацуй, В. А. Кондратец // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – № 6 (1228). – С. 70 – 76. Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2222-0631.**

**Mathematical modeling of relation of volume and height of pouring materials in industrial capacities / A. N. Matsui, V. A. Kondratets // Bulletin of National Technical University «KhPI» Series: Mathematical modeling in engineering and technologies. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2017. – № 6 (1228). – pp. 70 – 76. Bibliog.: 10 titles. – ISSN 2222-0631.**

## Відомості про авторів / Сведения об авторах / Information about authors

**Мацуй Анатолій Миколайович** – кандидат технічних наук, доцент, Кіровоградський національний технічний університет, м. Кропивницький; тел.: (050) 060-48-70, (0522) 56-70-91; e-mail: matsuyan@mail.ru.

**Мацуй Анатолій Николаевич** – кандидат технических наук, доцент, Кировоградский национальный технический университет, г. Кропивницкий; тел.: (050) 060-48-70, (0522) 56-70-91; e-mail: matsuyan@mail.ru.

**Matsui Anatolii Nikolaevich** – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Kirovohrad National Technical University, Kropyvnytskyi; tel.: (050) 060-48-70, (0522) 56-70-91; e-mail: matsuyan@mail.ru.

**Кондратець Василь Олександрович** – доктор технічних наук, професор, Кіровоградський національний технічний університет, м. Кропивницький; тел.: (0522) 56-70-91; e-mail: matsuyan@mail.ru.

**Кондратец Василий Александрович** – доктор технических наук, профессор, Кировоградский национальный технический университет, г. Кропивницкий; тел.: (0522) 56-70-91; e-mail: matsuyan@mail.ru.

**Kondratets Vasily Aleksandrovich** – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Kirovohrad National Technical University, Kropyvnytskyi; tel.: (0522) 56-70-91; e-mail: matsuyan@mail.ru.

УДК 72.621.382.3

**О. С. МЕЛЬНИК, В. О. ЄГОРЧЕНКОВ, А. О. КОСОВ**

**СВІТЛОДІОДНЕ ОСВІТЛЕННЯ ШТУЧНОГО НЕБОСХИЛУ**

Розглядається можливість створення експериментального світлового середовища (геліокліматрона) для дослідження варіантів природного, штучного та сумісного освітлення при формуванні композицій інтер'єру та екстер'єру будівель. 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.

Рассматривается возможность создания экспериментальной световой среды (гелиоклиматрона) для исследования вариантов естественного, искусственного и совместного освещения при формировании композиций интерьера и экстерьера зданий. Предложены схемы компьютерного управления светодиодными 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.

The possibility of creating an experimental light environment (helioclimatron) for studying natural, artificial and compatible lighting when designing the interior and exterior of buildings is considered. Circuits for computer control of LED cells which form the distribution of light and color are proposed. Such an artificial sky with an automated LED lighting control system provides practically the research needs of all lighting laboratories.

**Key words:** LED cell, helioclimatron, controller, control circuits, artificial lighting.

**Вступ.** Світлове середовище в приміщеннях може формуватися трьома шляхами. По-перше, через природне освітлення, при якому воно 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 багатовікової 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 світлопрозорих 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.

З архітектурно-художньої точки зору вікна і ліхтарі, вітрини та вітражне скло грають істотну роль при формуванні композиції інтер'єру і екстер'єру будівлі, визначаючи ритм і масштабність, візуально можуть розсовувати або зсувати внутрішні стіни, подовжуючи або розширюючи, таким чином, простір в приміщеннях. З функціональної точки зору через світлопрозорі огороження висвітлюється внутрішній об'єм приміщення, створюючи певні умови для зорової роботи, побуту, відпочинку та орієнтації в просторі. Через вікна також здійснюється природна вентиляція приміщень, що дуже важливо для створення сприятливого температурно-вологого режиму внутрішнього середовища.

Слід особливо відзначити і психологічну роль світлових отворів. Саме вони є сполучною ланкою між навколишнім простором і замкнутим внутрішнім середовищем приміщення. При наявності цієї ланки людина в будівлі відчуває себе спокійно і впевнено, так як зберігається безліч позитивно діючих на людину природних факторів. Світлопрозорі огорожі суттєво впливають на вартість будівлі, особливо значними є експлуатаційні витрати. І, нарешті, велика їх роль в енергетичному балансі будівлі, тому що через глухі частини огорожі проходить тепла в два-чотири рази менше, ніж через засклені поверхні.

**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 отворів. 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 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.



а



б

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

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 підвішений 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 тариров-

ки 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 лава, фотометрична куля, яскравоміри та інше). При певних умовах багато з цих приладів можна використовувати для досліджень з природного та штучного освітлення [4].

**Результати модельних досліджень проекту геліокліматрона.** 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.

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

Розвиток світлодіодної індустрії відноситься до національного пріоритету цілого ряду країн, включаючи США, Канаду і держави 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  $E_M$ , що створюється 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  $\varepsilon$ . Він відрізняється від  $e$  тим, що не враховує вплив скління і обробки в приміщенні, а також нерівномірної яскравості небосхилу. Геометричний КПО визначається за законом проєкції тілесного кута [1, 4].

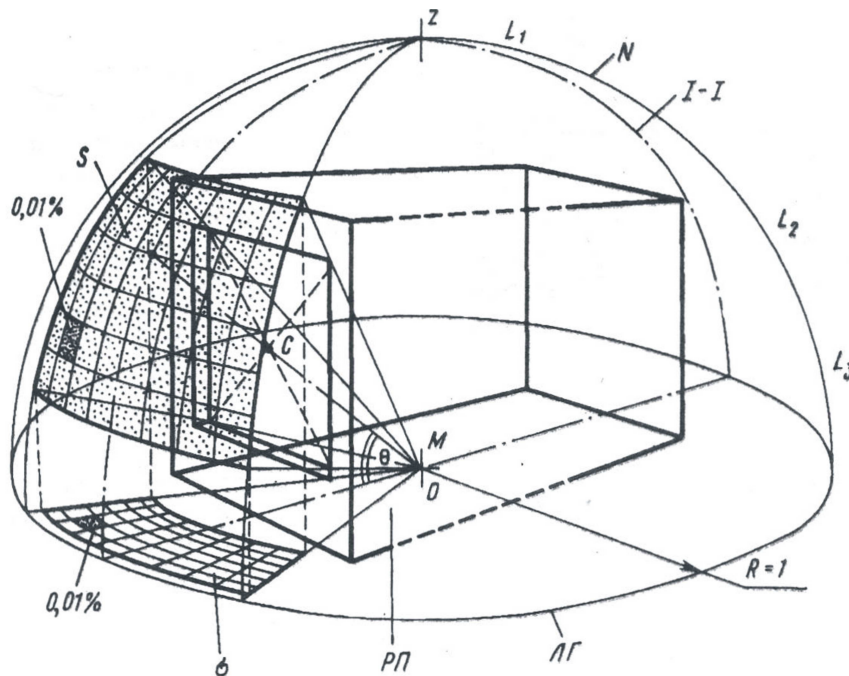


Рис. 2 – Графічна модель небосхилу.

Сумарне значення КПО в тій чи іншій точці приміщення визначається наступними складовими:

- часткою природного освітлення, що створюється 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 проєкції тілесного кута ілюструється наступною побудовою (рис. 2): проведемо з центром у точці  $M$  півсферу небосхилу радіусом, рівним одиниці, і позначимо яскравість неба через  $L$ . Умовне припущення:  $L_1 = L_2 = L_3 = const$ ;  $L$  – яскравість небосхилу, кд/м<sup>2</sup>;  $S$  – площа небосхилу, видима з точки  $M$ ;  $N$  – небосхил;  $\sigma$  – площа проєкції ділянки неба, що висвітлює точку  $M$ , на робочу поверхню (РП); ЛГ – лінія горизонту;  $\theta^\circ$  – кутова висота середини світлопроводу  $C$  над горизонтом;  $O$  – центр небосхилу, сумішений з досліджуваною точкою  $M$ ;  $Z$  – зеніт небосхилу, сумішений з досліджуваною точкою  $M$ .

Визначимо освітленість в точці  $M$ , створювану в приміщенні через вікно ділянкою півсфери  $S$ , яку можна прийняти за точкове джерело світла, за формулою. Висловлюючи в ній силу світла 1 ділянки неба  $S$  через яскравість  $L$ , отримаємо:

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

де  $L$  – яскравість освітлення;  $S \cos \alpha = \sigma$  – площа проєкції частини небосхилу  $S$  на освітлену поверхню  $\sigma$ .

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 проєкції видимого з цієї точки приміщення ділянки небосхилу до величини  $\pi$ .

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.п.). Проте 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 будівель в масштабі не менш 1:20, ретельно витримуючи всі геометричні та світлотехнічні параметри (обробка, пропорції, деталі та ін.) інтер'єру.

Розтин 1-1 на рис. 2

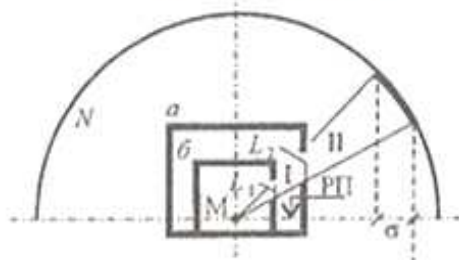


Рис. 3 – Схеми до закону світлотехнічної подібності.

різніми координатами, поверхні «землі», що обертається і світиться переважно поверхнею.

Перш за все, в цьому небосхилі-геліокліматроні можливе широкомасштабне моделювання, яке значно підвищує достовірність результатів досліджень і, найголовніше, відкриває можливість введення в модель людини-експериментатора. Це забезпечується розмірами небосхилу і моделей будівель до (4×4×3) м. На таких моделях можливо проводити комплексні дослідження з питань природного і суміщеного світлодіодного освітлення, інсоляції, сонцезахисту, світлопрозорих матеріалів і конструкцій, кольорового рішення інтер'єру, пластики фасадів, зорової працездатності в світлоколірному середовищі, характерному для різних кліматичних районів. Такі можливості забезпечуються чотирма основними чинниками світлодіодного обладнання небосхилу: моделювання хмарного і ясного неба, «сонця» з

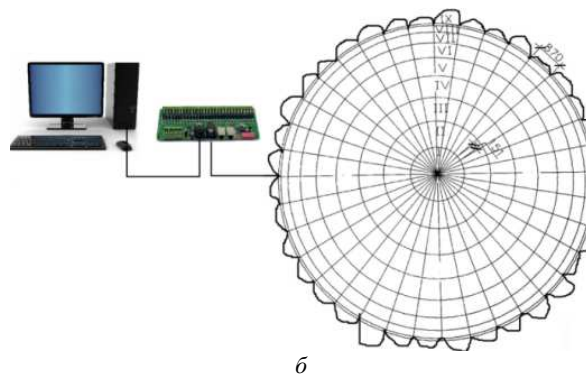
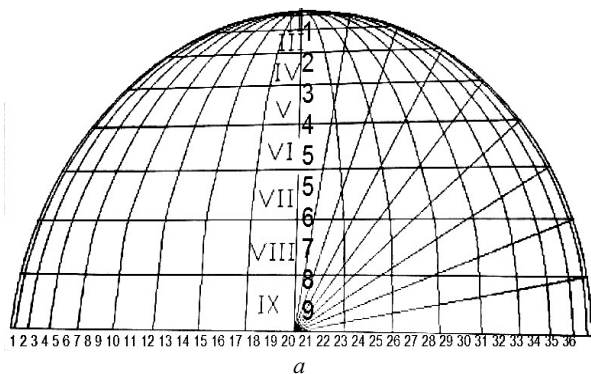


Рис. 4 – 36-секторальна модель геліокліматрона: а – його 324 світлодіодні комірки; б – схема керування його освітленням.

Практично такий небосхил з автоматизованою системою управління світлодіодним освітленням забезпечує

дослідні потреби всіх світлотехнічних лабораторій.

На рис. 4, а показана секторально-коміркова модель напівсферичного геліокліматрона діаметром 10 м, тобто висотою 5 м. Розміри кожної комірки складають (10×10) 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. 5 ілюструє електричну схему керування тридцятьма світлодіодними комірками (панелями) від одного контролера серії LED.

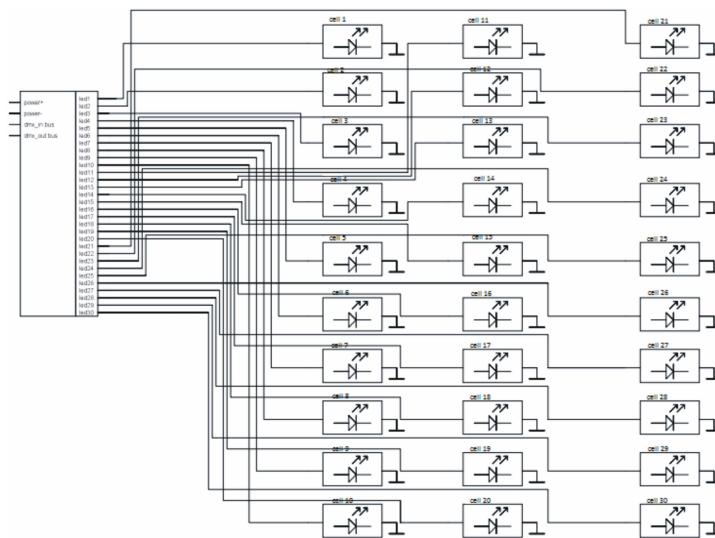


Рис. 5 – Електрична схема керування 30 панелями від одного контролера.

**Висновки.** Зважаючи на важливість розробки штучних світлових середовищ для моделювання впливу та сприйняття світла і кольору в просторі, запропонована модель керування світлодіодним 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 світлотехнічних ефектів та інсоляцій.

#### Список літератури

1. Лицкевич В. К., Макриненко Л. И., Мигалина И. В. Архитектурная физика : Учебник для вузов // Под ред. Оболенского Н. В. – М. : Архитектура-С, 2007. – 448 с.
2. Єгорченков 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.

#### References (transliterated)

1. Litkevich V. K., Makrinenko L. I., Migalina I. V. *Arkhitekturnaya fizika : Uchebnik dlya vuzov* [Architectural physics : Textbook for Higher Educational Institutions]. Pod red. Obolenskogo N. V. Moscow, Arkhitektura-S Publ., 2007. 448 p.
2. Egorchenkov V. O., Yatsiv M. B., Yugov A. M., Kinash R. I. *Rozrakhunkovi ta yeksperymental'ni metody otsinky pryrodnogo svitloвого sere-dovyscha prymyschen' : Navchal'nyy posibnyk dlya arkhitekturnykh ta buduivel'nykh spetsial'nostey* [Computational and experimental methods for evaluating natural lightning environment of a room : Textbook for architectural and building specialties]. Lviv, "TzOV Prostir M" Publ., 2008. 111 p.
3. DSTU B V.2.2-6-97 (GOST 24940-96). *Budynky i sporudy. Metody vymiryuvannya osvitenosti* [Buildings and structures. Illumination measuring methods]. Kyiv, Ukrarkhbuildinform Publ., 1998. 22 p.
4. DBN V.2.5-28-2006. *Pryrodne i shuchne osvitenlynya. Inghenerne obladnannya buduivel' i sporud* [Natural and artificial lightning. Engineering equipment of buildings and structures]. Kyiv, Minbud Ukrainy "Ukrarkhbuildinform" Publ., 2006. 76 p.
5. DBN V.2.5-28-2006. *Pryrodne i shuchne osvitenlynya. Zmina no. 2* [Natural and artificial lightning. Change no. 2]. Kyiv, Ukrarkhbuildinform Publ., 2012. 36 p.

Надійшла (received) 23.03.2017

#### Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

**Світлодіодне освітлення штучного небосхилу / О. С. Мельник, В. О. Єгорченков, А. О. Косов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – № 6 (1228). – С. 76 – 81. Бібліогр.: 5 назв. – ISSN 2222-0631.**

Светодиодное освещение искусственного небосвода / А. С. Мельник, В. А. Егорченков, А. О. Косов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – № 6 (1228). – С. 76 – 81. Бібліогр.: 5 назв. – ISSN 2222-0631.

LED Illumination of an Artificial Sky / O. S. Melnyk, V. O. Yegorchenkov, A. O. Kosov // Bulletin of National Technical University «KhPI» Series: Mathematical modeling in engineering and technologies. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2017. – № 6 (1228). – pp. 76 – 81. Bibliog.: 5 titles. – ISSN 2222-0631.

Відомості про авторів / Сведения об авторах / Information about authors

**Мельник Олександр Степанович** – кандидат технічних наук, доцент, Національний авіаційний університет, м. Київ; тел.: (067) 213-03-08; e-mail: melnyk.ols@gmail.com.

**Мельник Александр Степанович** – кандидат технических наук, доцент, Национальный авиационный университет, г. Киев; тел.: (067) 213-03-08; e-mail: melnyk.ols@gmail.com.

**Melnyk Oleksandr Stepanovich** – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, National Aviation University, Kyiv; tel.: (067) 213-03-08; e-mail: melnyk.ols@gmail.com.

**Егорченков Володимир Олексійович** – кандидат технічних наук, доцент, Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ; тел.: (050) 224-55-12; e-mail: egval@ukr.net.

**Егорченков Владимир Алексеевич** – кандидат технических наук, доцент, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев; тел.: (050) 224-55-12; e-mail: egval@ukr.net.

**Yegorchenkov Volodymyr Olexiyovich** – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Kiev National University of Construction and Architecture, Kyiv; tel.: (050) 224-55-12; e-mail: egval@ukr.net.

**Косов Антон Олегович** – студент, Національний авіаційний університет, м. Київ; тел.: (097) 693-45-39; e-mail: KosovAnton@i.ua.

**Косов Антон Олегович** – студент, Кафедра електроніки, Национальный авиационный университет, г. Киев; тел.: ((097) 693-45-39; e-mail: KosovAnton@i.ua.

**Kosov Anton Olegovich** – student, National Aviation University, Kyiv; tel.: (097) 693-45-39; e-mail: KosovAnton@i.ua.

УДК 621.165

**М. М. НЕЧУЙВИТЕР**

## ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПИТАТЕЛЬНЫХ НАСОСОВ ПАРОТУРБИНЫХ УСТАНОВОК ТЕПЛОВЫХ И АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Проведено аналіз відмов живильних насосів, а також дослідження щодо підвищення надійності роботи живильного насоса енергоблоків теплових електростанцій при експлуатації живильно-деаераційної установки на ковзному тиску пари, що гріє. Визначено критерій стійкості роботи живильного насоса, а також умови забезпечення ефективності експлуатації живильних насосів шляхом контролю і управління зміною динамічного запасу на кавітацію живильного насоса в режимах змінних навантажень енергоблоку. Проведено оцінку показників надійності енергоблоку.

**Ключові слова:** енергоблок, живильний насос, живильно-деаераційна установка, динамічний запас на кавітацію, показники надійності, коефіцієнт оперативної готовності.

Проведены анализ отказов питательных насосов, а также исследования по повышению надежности работы питательного насоса энергоблоков тепловых электростанций при эксплуатации питательно-деаэрационной установки на скользящем давлении греющего пара. Определены критерий устойчивости работы питательного насоса, а также условия обеспечения эффективности эксплуатации питательных насосов путем контроля и управления изменением динамического запаса на кавитацию этих насосов в режимах переменных нагрузок энергоблока. Проведена оценка показателей надежности энергоблока.

**Ключевые слова:** энергоблок, питательный насос, питательно-деаэрационная установка, динамический запас на кавитацию, показатели надежности, коэффициент оперативной готовности.

In the paper the feed pump failure conditions are analyzed and the means of improving the reliability of the feed pump of a thermal power plant power unit using feed deaerator with sliding pressure of heating steam are studied. The criteria of the feed pump operation stability as well as the conditions of providing the feed pump effective operation by monitoring and managing the changes of the pump cavitation dynamical stock under the variable loads of the power unit are determined. The indexes of the power unit reliability are evaluated.

**Key words:** power unit, feed pump, feed deaerator, cavitation dynamical stock, indexes of reliability, operational availability function.

**Введение.** Повышение экономичности, маневренности, надежности энергоблоков электростанций при эксплуатации их в режимах переменных нагрузок – одна из проблем современной энергетики Украины. В этой связи оптимизация режимных параметров элементов тепловых схем паротурбинных установок, в том числе питательных деаэрационных установок типа деаэратор – всасывающий трубопровод – питательный насос, позволяет предложить энергосберегающие режимы их эксплуатации, а именно работу деаэратора на скользящем давлении.

© М. М. Нечуйвигер, 2017