

УДК 331.44:628.98

DOI: 10.30838/ P. CMM.2415.250918.61.132

## НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЩОДО СТВОРЕННЯ КОМФОРТНОГО СВІТЛОВОГО СЕРЕДОВИЩА

БЕЛІКОВ А.С.<sup>1</sup>, *д.т.н., проф.*,  
МЕЩЕРЯКОВА І. В.<sup>2</sup>, *аспірант*,  
РАБІЧ О. В.<sup>3</sup>, *к.т.н., доц.*,  
ЧУМАК Л. О.<sup>4</sup>, *к.т.н., доц.*,  
НЕСТЕРЕНКО С. В.<sup>5</sup>, *к.т.н., ст. викл.*  
СУЯРКОВ Ю.Г.<sup>6</sup>, *архітектор*

<sup>1</sup> кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-73, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

<sup>2</sup> кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: m.v.iren@i.ua, ORCID ID: 0000-0002-1538-2932

<sup>3</sup> кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: [evrabich@gmail.com](mailto:evrabich@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-5600-0470

<sup>4</sup> кафедра вищої математики, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-98-53, e-mail: [gurchum@gmail.com](mailto:gurchum@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-3858-8028

<sup>5</sup> кафедра охорони праці та безпеки життєдіяльності, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, вул. Маршала Бажанова, 17, 61002, м. Харків, Україна, тел.: +38 (098) 402-06-37, e-mail: [spriz.72@ukr.net](mailto:spriz.72@ukr.net), ORCID ID: [orcid.org/0000-0001-8255-109X](https://orcid.org/0000-0001-8255-109X)

<sup>6</sup> Ізраїль, Ход-ха-Шарон, Нагар, 24. тел.: +972-587170329, [suyarkoff@gmail.com](mailto:suyarkoff@gmail.com)

**Анотація.** В статті розглянуто проблему створення безпечного та комфортного світлового середовища при оптимальних умовах праці, при яких зберігається здоров'я працівників і створюються передумови для підтримання високого рівня працездатності. Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить, що при відсутності в приміщенні природного освітлення протягом 90% часу зміни та заходів із компенсації ультрафіолетової недостатності умови праці є шкідливими 1 та 2 ступеня. **Метою** подальших досліджень є аналіз можливості використання природного світла в нових сучасних проєктах будівництва і в існуючих будівлях та створення штучного освітлення за допомогою нових джерел, з урахуванням психофізіологічного стану організму людини. Для досягнення поставленої мети проаналізовано діючі нормативи світлового середовища, конструктивні рішення світлових отворів для потрапляння природного світла на робочі місця з урахуванням екокліматичних умов освітлення на прикладі м. Дніпро, проведено аналіз існуючих сучасних штучних систем світлового середовища, розглянуто вплив освітлення за рівнями, джерелами на стан здоров'я людини, працездатність та безпеку. Визначено, що впровадження проєкту нового ДБН «Природне і штучне освітлення» дозволить забезпечити допустимі умови праці на постійних робочих місцях за фактором світлового середовища. Вибір енергоефективного конструктивного рішення потрапляння природного світла в приміщення з урахуванням екокліматичних умов дозволить створити комфортне світлове середовище за показниками природного освітлення, а штучне освітлення постійних робочих місць не повинно створювати психофізіологічний дискомфорт і бути джерелом шкідливого виробничого фактору.

**Ключові слова:** світлове середовище; умови праці; природне освітлення; штучне освітлення; енергоефективність світлових отворів

## НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО СОЗДАНИЮ КОМФОРТНОЙ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ

БЕЛИКОВ А.С.<sup>1</sup>, *д.т.н., проф.*,  
МЕЩЕРЯКОВА И. В.<sup>2</sup>, *аспірант*,  
РАБИЧ Е. В.<sup>3</sup>, *к.т.н., доц.*,  
ЧУМАК Л. А.<sup>4</sup>, *к.т.н., доц.*,  
НЕСТЕРЕНКО С. В.<sup>5</sup>, *к.т.н., ст. преп.*  
СУЯРКОВ Ю.Г., *архітектор*

<sup>1</sup> кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина, тел. +38 (056) 756-34-73, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

<sup>2</sup> кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: m.v.iren@i.ua, ORCID ID: 0000-0002-1538-2932

<sup>3</sup> кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: evrabich@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-5600-0470

<sup>4</sup> кафедра высшей математики, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина, тел. +38 (0562) 46-98-53, e-mail: gurchum@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3858-8028

<sup>5</sup> кафедра охраны труда и безопасности жизнедеятельности, Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова, ул. Маршала Бажанова, 17, 61002, м. Харьков, Украина, тел.: +38 (098) 402-06-37, e-mail: spriz.72@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-8255-109X

<sup>6</sup> Израиль, Ход-ха-Шарон, Нагар, 24. тел.: +972-587170329, suyarkoff@gmail.com

**Аннотация.** В статье рассмотрена проблема создания безопасной и комфортной световой среды при оптимальных условиях труда, при которых сохраняется здоровье работников и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности. Анализ последних исследований и публикаций свидетельствует, что при отсутствии в помещении естественного освещения в течение 90% времени смены и мероприятий по компенсации ультрафиолетовой недостаточности условия труда являются вредными 1 и 2 степени. **Целью** дальнейших исследований является анализ возможности использования естественного света в новых современных проектах строительства и в существующих зданиях и создание искусственного освещения с помощью новых источников, с учетом психофизиологического состояния организма человека. Для достижения поставленной цели проанализированы действующие нормативы световой среды, конструктивные решения световых проемов для попадания естественного света на рабочие места с учетом экоклиматических условий освещения на примере г. Днепр, проведен анализ существующих современных искусственных систем световой среды, рассмотрено влияние освещения по уровням, источниками на состояние здоровья человека, работоспособность и безопасность. Определено, что внедрение проекта нового ДБН «Естественное и искусственное освещение» позволит обеспечить допустимые условия труда на постоянных рабочих местах по фактору световой среды. Выбор энергоэффективного конструктивного решения попадания естественного света в помещение с учетом экоклиматических условий позволит создать комфортную световую среду по показателям естественного освещения, а искусственное освещение постоянных рабочих мест не должно создавать психофизиологический дискомфорт и быть источником вредного производственного фактора.

**Ключевые слова:** световая среда; условия труда; естественное освещение; искусственное освещение; энергоэффективность световых проемов

## THE RESEARCHES 'DIRECTIONS OF THE COMFORT LIGHT-ENVIRONMENT CREATION

BELIKOV A. <sup>1</sup>, D. Sc. (Tech.), Prof.,  
MESHCHERIAKOVA I. <sup>2</sup>, Doctoral Student,  
RABICH O. <sup>3</sup>, Ph. D. (Tech.) Assos. Prof.,  
CHUMAK L. <sup>4</sup>, Ph. D. (Techn.) Assos. Prof.,  
NESTERENKO S. <sup>5</sup>, PhD. (Tech.), Senior Teacher  
SUYARKOV Yuri, architect

<sup>1</sup> Life Safety Department, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnieper 49600, Ukraine, тел. +38 (056) 756-34-73, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

<sup>2</sup> Life Safety Department, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnieper 49600, Ukraine, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: m.v.iren@i.ua, ORCID ID: 0000-0002-1538-2932

<sup>3</sup> Life Safety Department, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnieper 49600, Ukraine, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: evrabich@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-5600-0470

<sup>4</sup> Department of Higher Mathematics, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnieper 49600, Ukraine, тел. +38 (0562) 46-98-53, e-mail: gurchum@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3858-8028

<sup>5</sup> Department of labor protection and life safety O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv Marshal Bazhanov Str., 17, Kharkiv, Ukraine, 61002, tel.: +38 (098) 402-06-37, e-mail: [spriz.72@ukr.net](mailto:spriz.72@ukr.net), ORCID ID: [orcid.org/0000-0001-8255-109X](https://orcid.org/0000-0001-8255-109X)

<sup>6</sup> Israel, Hod-ha-Sharon, Ha-Nagar, 24. tel. +972-587170329, [suyarkoff@gmail.com](mailto:suyarkoff@gmail.com)

**Abstract.** The problem of creating the safe and the comfortable light environment under the optimal working conditions for preserves the health of the workers and the high level of efficiency are deals in the article. The analysis of last researches and publications shows: in the absence of natural light in the rooms during 90% of the working time and in the measures for compensation of ultraviolet insufficiency the working conditions become harmful (the 1 and 2 degrees). The analyze of the possibility for natural light wind in the new modern construction projects and in the existing buildings and the creation of artificial lighting due to new light sources, taking into account the psychophysiological state of the human body. In order to achieve this goal, the operating norms of the light environment were analyzed, consetruous solutions of light openings for light exposure to the work places taking into account the ecoclimatic lighting conditions on the example of the city of Dnipro, the analysis of existing modern artificial lighting systems of the light environment, the effect of illumination on the levels, sources for human health, working capacity and safety. It is determined that the implementation of the project of the new DBN "Natural and artificial lighting" will allow to provide acceptable working conditions at permanent workplaces as a factor of the light environment. The choice of energy-efficient design solution for entering the home light in the premises, taking into account the ecoclimatic conditions, will create a comfortable light environment in terms of natural light, and artificial lighting of permanent workplaces should not create psychophysiological discomfort and be a source of a harmful production factor.

**Keywords:** light-environment; working conditions; natural light; lamplight; energy efficiency of light openings

### Постановка проблеми

Збереження життя і здоров'я людини в процесі трудової діяльності є головним принципом державної політики України в галузі охорони праці [1]. Реалізацію цього принципу покладено на роботодавців. Основні кошти, сили, енергію направлено на ліквідацію небезпечних та шкідливих чинників виробництва. Створенню безпечного та комфортного світлового середовища приділяється менше уваги, хоча цей чинник має бути на першому місці, оскільки людина в житті та трудовій діяльності отримує до 90 % інформації за допомогою зору. Тільки в оптимальних умовах праці зберігається здоров'я працівників і створюються передумови для підтримання високого рівня працездатності. Наскільки якісне світлове середовище, настільки продуктивно працює людина. Збільшення освітленості зі 100 до 1000 лк при напруженій зоровій роботі підвищує продуктивність праці на 10-20%, зменшує кількість браку на 20% та знижує кількість нещасних випадків на 30% [6].

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Оптимальні гігієнічні нормативи виробничих факторів встановлені для мікроклімату та показників важкості трудового процесу. Гігієнічна оцінка світлового середовища здійснюється за показниками природного та штучного освітлення. За відсутності в приміщенні природного освітлення протягом 90% часу зміни та заходів із компенсації ультрафіолетової недостатності умови праці є шкідливими 1 та 2 ступеня. Для інших факторів за оптимальні умовно приймаються такі умови праці, за яких несприятливі фактори виробничого середовища не перевищують рівнів, прийнятих за безпечні для населення [2].

Фактор світлового середовища нормується ДБН В.2.5-28-2006. «Природне і штучне освітлення» [3], в якому рівні освітленості приймаються в залежності від зорової роботи та орієнтації в просторі.

### Виділення невирішених проблем

Безпечне та комфортне світлове середовище за показниками природного та штучного освітлення на постійних робочих місцях повинно забезпечуватись не тільки високими рівнями штучної освітленості, яке має складати більше 1000 лк [5], але природною освітленістю, що забезпечує психофізіологічний комфорт та сприяє зниженню напруженості.

**Метою подальших досліджень** є аналіз можливості використання природного освітлення в нових сучасних проектах будівництва і в існуючих будівлях та створення штучного освітлення за допомогою нових джерел з урахуванням психофізіологічного стану організму людини.

### Викладення основного матеріалу

Сучасна система світлового середовища за показниками природного та штучного освітлення не повинна бути джерелом шкідливого виробничого чинника, тому подальше дослідження щодо розробки безпечної та комфортної системи базується на створенні багатофакторної моделі потрапляння світла на робоче місце різного походження з урахуванням впливу на стан здоров'я людини в процесі трудової діяльності та визначення енергоефективності обраних моделей. Схему напрямку досліджень представлено на рис.1.

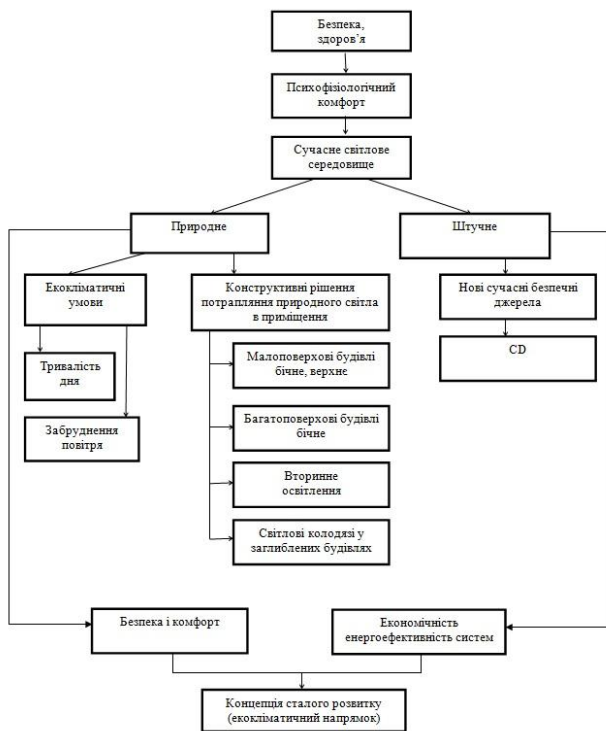


Рис. 1 *Схема напрямку досліджень / The scheme of the research's direction*

Напрямки досліджень добре узгоджуються зі Стратегією державної екологічної політики України на період до 2020 року, а також проектом Концепції державної політики розвитку «зеленої» економіки до 2020 року та проектом Концепції впровадження в Україні більш чистого виробництва.

**Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:**

1. Аналіз діючих нормативів щодо створення та оцінки світлового середовища.
2. Порівняльний аналіз конструктивних рішень світлових отворів для потрапляння природного світла на робочі місця. Визначення максимально можливого діапазону використання природного світла.
3. Аналіз екокліматичних умов освітлення на прикладі м. Дніпро та енергоефективності конструктивних рішень світлоотворів.
4. Аналіз існуючих сучасних штучних систем світлового середовища.
5. Дослідження впливу освітлення за рівнями та джерелами на стан здоров'я людини, працездатність та безпеку.

**Шляхи вирішення поставлених задач.**

1. У ДБН В.2.5-28-2006 [3] не визначено, що постійні робочі місця повинні бути забезпечені природним світлом. Умови праці на таких місцях при роботі з ПК та дисплейними терміналами визначаються як шкідливі, що вимагають додаткових витрат для створення допустимих умов праці (II клас) [2]. Слід додати, що часто норми організації виробничого освітлення ставлять суперечливі вимоги,

особливо це стосується робочих місць, експлуатація яких потребує виконання жорстких технічних та санітарних правил. Відсутність природного освітлення викликає додаткову напруженість зорового аналізатора у роботі та передчасну втому працівника. Забезпечити оптимальні умови праці за показниками світлового середовища можливо тільки за умови обов'язкового використання природного освітлення робочих місць. Зараз на часі прийняття проекту нової редакції ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення» [5], де цей чинник враховано.

Основними нормованими показниками світлового середовища в Україні є освітленість на робочому місці, загальний індекс передачі кольору та коефіцієнт пульсацій. Для всіх робочих місць всередині приміщень і для робочих місць поза приміщеннями, на яких виконується конкретна робота (залізничні станції, будівельні майданчики, кар'єри тощо), основною нормованою величиною є освітленість на робочому місці. Величина нормованої освітленості залежить, перш за все, від характеру виконуваної роботи.

Загальний індекс передачі кольору - відношення відтворення кольорів предметів при освітленні їх даними джерелом світла до відтворення кольорів цих же предметів, освітлюваних джерелом світла, прийнятим за еталон (лампа розжарювання, її загальний індекс передачі кольору  $R_a = 100$ ). Прийнята наступна система оцінки якості передачі кольору:  $R_a = 90$  - відмінна якість;  $90 > R_a > 80$  - дуже добре;  $80 > R_a > 70$  - добре;  $70 > R_a > 60$  - задовільно;  $60 > R_a > 40$  - прийнятне;  $R_a < 40$  - погана. Наприклад, в Україні норми освітлення встановлюють наступне: для підприємств поліграфічної, текстильної, лакофарбової галузей промисловості, а також для хірургічних відділень лікарень загальний індекс передачі кольору повинен бути не нижче 90.

В Україні нормується також коефіцієнт пульсації освітленості який виникає при роботі газорозрядних ламп. Не помітні для ока мерехтіння можуть викликати підвищену стомлюваність, головний біль, стреси. Найбільш небезпечним наслідком пульсацій є помилкові реакції, що є однією з серйозних причин травматизму на виробництві. Глибина пульсації вимірюється коефіцієнтом пульсації освітленості. В українських нормах освітлення встановлено, що глибина пульсації освітленості на робочих місцях не повинна перевищувати 20%, а для деяких видів виробництва - 15%.

В Європі існують загальні Європейські норми освітлення, кілька десятків спеціалізованих норм, а також багато національних норм та правил. В Європейських нормах освітленості для ряду приміщень введений ще один нормований параметр: для робочих місць, обладнаних моніторами (тобто практично для всіх робочих місць в офісах) встановлюються вимоги до максимальної яскравості тих

поверхонь світильників, які можуть відображатися в екранах.

Найбільш ефективною системою освітлення приміщень, в яких постійно знаходяться люди, є комбіноване освітлення (доповнення природного світла штучними джерелами). Очевидно, що норми освітленості робочих місць і виробничих приміщень відрізняються в залежності від сфери діяльності. Зокрема, ділянки, де персонал в постійному режимі обслуговує конвеєрні лінії, можуть вимагати рівня освітленості близько 100-200 Лк. При використанні енергоефективних штучних систем освітлення, головним критерієм вибору має бути якість світла. Як вказують норми освітленості робочих місць і виробничих приміщень із застосуванням комбінованої схеми, загальний рівень освітленості при використанні розрядних ламп повинен бути близько 200 Лк. Якщо в системі задіються лампи розжарювання, то освітленість може становити 100 Лк.

Штучне освітлення часто стає найбільш витратною частиною в експлуатації підприємств. Тому сучасні нормативи все частіше вказують на необхідність застосування енергоефективних світлодіодних ламп, які вирізняються високим робочим ресурсом, а також відповідають вимогам яскравості та об'ємності світла. Норми освітленості для світлодіодних джерел світла з колірною температурою від 2700K до 6000K і більше треба пов'язувати з зоною комфорту.

Нормована середня освітленість залежить від колірної температури і має бути суттєво збільшена при збільшенні колірної температури джерела світла відповідно до номограми Крюїтгофа (рис. 2) [2].

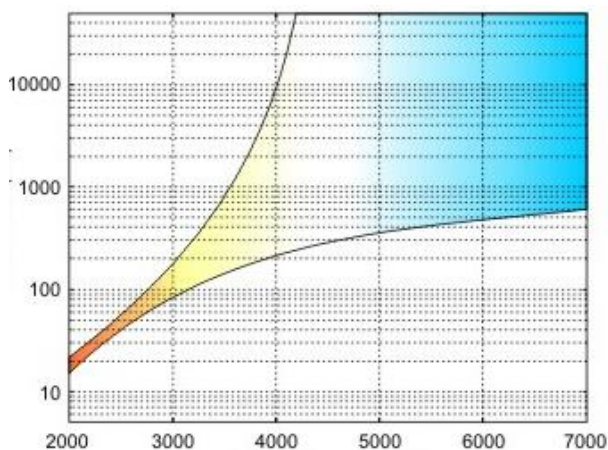


Рис. 2 Номограма Крюїтгофа / *The Kryythof's nomogram*

2. Природне освітлення менш поширене в виробничих приміщеннях в порівнянні з штучним через складність контролю та організації. Проте його до-

цільно використовувати в цілях економії та забезпечення зорового комфорту

Потрапляння більшого обсягу природного світла досягається впровадженням сучасних конструктивних рішень приміщень, аналіз яких необхідно провести з урахуванням психофізіологічного комфорту працівників. Робочі приміщення розташовуються у малоповерхових, багатоповерхових та заглиблених будівлях. В залежності від розміру та типу приміщення природне освітлення може бути верхнім, бічним або комбінованим. Потрапляння природного світла у приміщення будівель зображено на рис. 3.

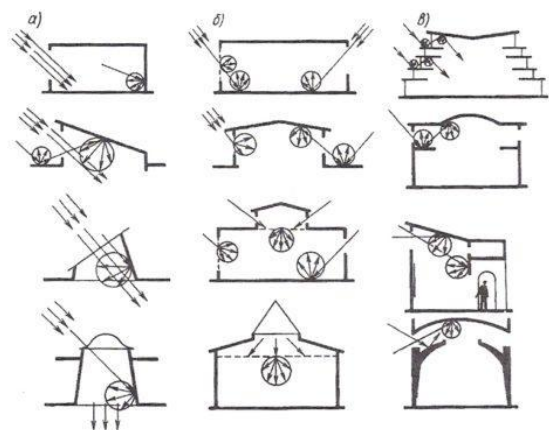


Рис. 3 Потрапляння природного світла у приміщення будівель / *The natural light's getting in the rooms of the buildings*

Найбільш поширеними є конструкції фасадних систем (бічне освітлення), хоча оптимальним рішенням буде двостороннє забезпечення природного світлового потоку. Конструкції верхнього освітлення (світлові та світло аераційні ліхтарі) застосовуються в одноповерхових промислових будівлях. В громадських та житлових будівлях поширені дахові світлоотвори або світлові колодязі. Для великогабаритних виробничих приміщень, де також присутні перегородки, колони та інші конструкційні елементи, які можуть затуляти світло, застосовують зонування природного освітлення робочого місця.

Енергоефективність використання природного світла залежить ще й від екокліматичних умов і базується на показниках склопакетів та герметичності профілю.

Склопакети представляють собою два або кілька листів скла, герметично сполучених між собою по периметру. Між склом є порожнина, заповнена сухим повітрям. Склопакети виготовляють з віконного, вітринного, армованого, візерункового та іншого скла товщиною 2...8 мм, площею до 5 м<sup>2</sup>, відстань між ними 15...20 мм, максимальний розмір склопакетів 2300x1900 мм, мінімальний 300x300 мм. Склопакет витримує велике вітрове навантаження, ніж окреме скло тієї ж товщини. При склінні



склопакетами спрощується конструкція віконних прорізів, збільшується світлова площа і знижуються тепловтрати. Коефіцієнт теплопередачі склопакетів становить 2,4...1,7 Вт (м<sup>2</sup>·°С). Світлопропускання у залежності від застосовуваного виду скла змінюється у великих межах: від 30 до 80%. Склопакети мають достатню звукоізолюючу здатність - 29...32 дБ. Застосовують їх для скління промислових, цивільних і громадських будівель.

3. Рівні природної освітленості залежать не тільки від конструктивних рішень будівлі та приміщень, де розташовані робочі місця, а й від екокліматичних умов (зовнішньої освітленості регіону, кількості хмарних днів, забруднення приземного повітря).

Широтне розташування України (від 33°11' до 52°22' п.ш.) обумовлює великі рівні зовнішньої природної освітленості. Влітку, наприклад, середньомісячна освітленість в Дніпровському регіоні досягає 58-63клк, а щорічна кількість годин в Дніпрі, коли освітленість перевищує 500лк, становить близько 4500 годин.

Нами була запропонована залежність між значеннями зовнішньої середньомісячної освітленості  $E$  і сонячної опромінення  $Q$ .

Отримані залежності між горизонтальним дифузійним опроміненням і горизонтальним дифузійним освітленням Міжнародної служби спостереження денного світла (IDMP) [8] дають можливість прогнозування надходження природного освітлення і його енергетичної складової - сонячного опромінення. Для розрахунку генерування теплової енергії вітчизняними фірмами використовуються статистичні дані для кожного міста України та світу, а також створений програмний комплекс Neo Heating Pro для моделювання кількості сонячної енергії [9], на основі якого враховується потенціал сонячної енергії для даного регіону, а також проводиться розрахунок продуктивності сонячної системи [10].

Втілення концепції сталого розвитку як енергоефективного, збалансованого, екологічного раціонального будівництва із комфортним світловим середовищем передбачає гармонійне поєднання використання ресурсів (природне освітлення) та аспектів технологічного розвитку (штучні джерела) з потребами теперішнього і майбутніх поколінь. Це пов'язано з розвитком «зеленого» будівництва, технології якого спрямовані на екологічність, енергоефективність та економність в експлуатації будівель (витрати на опалення, освітлення, водопостачання, кондиціонування приміщень).

У контексті «зеленого» будівництва європейськими країнами широко використовується ідеологія «пасивного будинку», що частково пояснюється реалізацією відповідної директиви щодо енергетичних показників у будівництві (Energy Performance of Buildings Directive), прийнятої країнами ЄС, яка передбачає наближення усіх нових будівель до енергетичної нейтральності – за оцінками експертів

саме будівлі мають першість зі споживання енергії. Так, 85 % енергоспоживання припадає на обігрів і охолодження, а 15 % – на електроенергію (в основному на освітлення) [11].

4. Показники штучного освітлення. На сьогоднішній день активно обговорюється проблема штучного освітлення та розробляються нові підходи щодо створення штучного світлового середовища. Переваги світлодіодного освітлення над іншими видами визначено в статтях [7,8], але в більшості приміщень до теперішнього часу користуються старими системами, де основним джерелом є газорозрядні, люмінесцентні та лампи розжарювання.

Штучне світло поділяють за функціональним призначенням. Вирізняють робоче виробниче та спеціальне освітлення. У кожному з цих випадків може бути організовано спільне, точкове або комбіноване штучне освітлення, при якому допускаються різні методи технічної реалізації завдання. Наприклад, в одному приміщенні може використовуватися та ж лампа розжарювання для забезпечення зорової роботи на конвеєрній лінії і стельові світильники, які забезпечують загальне освітлення.

Робоче штучне забезпечення світлом в тому чи іншому вигляді має бути передбачено для всіх будівель. У випадку з виробничими підприємствами воно матиме свої особливості. По-перше, пред'являються особливі вимоги до самих світильників. Вони повинні мати високоміцні корпуси, здатні захистити джерело світла від пилу, вологи, бруду і термічного впливу. По-друге, вони повинні відповідати нормативам екологічної та санітарної безпеки.

5. До показників, що характеризують напруженість праці, належать: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи. Показники сенсорних навантажень, сприймання сигналів (інформації) та їх оцінка залежить від якості світлового середовища [2].

Функціональні зміни в організмі, під час довготривалого напруження можуть спричинити розвиток гальмівних процесів у центральній нервовій системі, послаблення пильності й уваги, розвиток втоми.

Біоритми людини регулюються гормонами. Найбільш важливими в цьому відношенні гормонами є мелатонін і кортизол. Кортизол впливає на багато функцій, зокрема, на метаболізм і імунітет. Концентрація кортизолу максимальна вранці, в періоди найбільшої зайнятості і в стресових ситуаціях. Цей гормон часто називають гормоном стресу (stress hormone), що посилює напруженість праці.

Виділення гормонів «синхронізовано» зі світлом, який щодня впливає на людину. Якщо в очі людини в потрібний момент не надходить необхідна кількість певного спектру світла, з'являється безсоння, втома і перепади настрою, а згодом може привести до хронічних захворювань.

Саме центральна нервова система регулює добові цикли ендокринної системи. Відомо, що, крім іншого, мелатонін перешкоджає пошкодженню ДНК канцерогенними речовинами, зупиняючи дію механізму щодо утворення ракових пухлин [12,13].

### Висновки

1. Впровадження проекту нового ДБН «Природне і штучне освітлення» дозволить забезпечити допустимі умови праці на постійних робочих місцях за фактором світлового середовища.

2. Вибір енергоефективного конструктивного рішення потрапляння природного світла в приміщення з урахуванням еокліматичних умов дозво-

лить створити комфортне світлове середовище за показниками природного освітлення.

3. Штучне освітлення постійних робочих місць не повинно бути джерелом шкідливого виробничого фактору і створювати психофізіологічний дискомфорт.

4. Створення здорових і безпечних умов праці з урахуванням параметрів світлового середовища потребує подальших досліджень впливу штучного джерела світла на стан здоров'я і працездатність робітників на постійних робочих місцях.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України про охорону праці (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 49, ст.668) Із змінами. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>
2. ДСНтаП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» Затверджено Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 08.04.2014 № 248 - Режим доступу: <https://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>.
3. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. – Мінбуд України : Київ, 2006. – Режим доступу: <https://www.sunpower.ua/cp37498-dbn-v25-28-2006-prirodne-shtuchne-osvtennyia.html>.
4. Березуцький В.В. Основи охорони праці: навч. посіб. / В.В. Березуцький, Т.С. Бондаренко, Г.Г. Валенко та ін.; За заг. ред. В.В. Березуцького. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Х. : Факт, 2007. – 480 с.
5. Режим доступу: <https://www.google.com.ua/url>
6. Можливості та ефективність світлодіодного освітлення постійних робочих місць у сучасному будівельному виробництві / Рабіч О. В., Чумак Л. О., Мещерякова І. В., Лаухіна Л. М. / Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. научн. трудов. Серия: Стародубовские чтения 2017. Вып. 96. – Днепр, ГБУЗ «ПГАСА», 2017. – С. 123-127. Режим доступу: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/.../cgiirbis\\_64.exe?...](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/.../cgiirbis_64.exe?...)
7. Режим доступу: [https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwihzemNr\\_vdAhVsqIsKHYnTCmUQFjABegQICBAB&url=http%3A%2F%2Fdbn.co.ua%2Fload%2Fno\\_rmativ%2Fdbn%2Fdbn\\_v\\_2\\_5\\_28%2F1-1-0-1188&usq=AOvVaw20h-PVYzXMTutk\\_41PXsHl](https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwihzemNr_vdAhVsqIsKHYnTCmUQFjABegQICBAB&url=http%3A%2F%2Fdbn.co.ua%2Fload%2Fno_rmativ%2Fdbn%2Fdbn_v_2_5_28%2F1-1-0-1188&usq=AOvVaw20h-PVYzXMTutk_41PXsHl)
8. Игава Н., Накамура Х. Простая модель световой эффективности естественного освещения // Светотехника. – 2002. – №4. – С. 12-17.
9. Режим доступу: [www.progress21.com.ua](http://www.progress21.com.ua)
10. Прогнозирование солнечной облучённости на основе математической модели наружной освещённости / Рабіч Е.В., Чумак Л.А., Магала В.С., Лаухіна Л.Н., Рабіч В.А. / Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. научн. трудов. Вып. 62. – Днепропетровск, ГБУЗ «ПГАСА», 2011. – С. 295-299.
11. Режим доступу: [https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwinw5umvvdAhXJdCwKHRo5BnsQFjAAegQICRAC&url=http%3A%2F%2Felartu.tntu.edu.ua%2Fbitstream%2F123456789%2F18119%2F2%2FConfFMNES\\_2016\\_Vynnyk\\_T-Green\\_building\\_trend\\_or\\_202204.pdf&usq=AOvVaw1b6cEJIRyGsPGDia23DJWC](https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwinw5umvvdAhXJdCwKHRo5BnsQFjAAegQICRAC&url=http%3A%2F%2Felartu.tntu.edu.ua%2Fbitstream%2F123456789%2F18119%2F2%2FConfFMNES_2016_Vynnyk_T-Green_building_trend_or_202204.pdf&usq=AOvVaw1b6cEJIRyGsPGDia23DJWC)
12. Аналіз зміни умов праці робочих місць при модернізації виробництва / Рабіч О.В., Чумак Л.О., Мещерякова І. В. / Геотехнічна механіка. Міжвідомчий збірник наукових праць. Головний редактор академік НАН України А. Ф. Булат. Випуск 128. Дніпро -2016. – С. 31-45.
13. Вплив світлового середовища на зорову працеспроможність оператора / Мещерякова І. В., Рабіч О. В., Чумак Л. О. / Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. научн. трудов. Серия: Компьютерные системы и информационные технологии в образовании, науке и управлении. Вып. 101 / – Днепр, ГБУЗ «ПГАСА», 2017. – С. 160-165.

### REFERENCES

1. *Zakon Ukrainy pro okhoronu pratsi* (Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy (VVR), 1992, № 49, st.668) Iz zminamy. – Available at: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>. (in Ukraine).
2. *Derzhavni sanitarni pravyla i normy roboty z vizualnyimi dyspleinymy terminalamy elektronno-obchysliuvalnykh mashyn* DSNтаP 3.3.2.007-98 [State sanitary norms and norms of work with visual display terminals of electronic computing machines]. The main sanitary and epidemiological control. Kyiv, 1998. Available at: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=2445>. (in Ukraine).
3. *Hihienichna klasyfikatsiia pratsi za pokaznykamy shkidlyvosti ta nebezpechnosti faktoriv vyrobnychoho seredovyshcha, vazhkosti ta napruzhnosti trudovoho protsesu* DSNтаP [Hygienic classification work on indicators of hazards and hazard environment factors, severity and intensity of the work process] approved by the Ministry of Health of Ukraine of 08.04.2014 no 248 - Available at: <https://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>. (in Ukraine).
4. Berezutskiy V.V. *Osnovy okhorony pratsi: navch. posib.* / V.V. Berezutskiy, T.S. Bondarenko, H.H. Valenko ta in.; Za zah. red. V.V. Berezutskoho. – 2-he vyd., pererob. i dop. – Kh. : Fakt, 2007. – 480 s. (in Ukraine).

5. Available at: <https://www.google.com.ua/url>. (in Ukraine).
6. *Mozhlyvosti ta efektyvnist svitlodioidnoho osvittennia postitnykh robochykh mistv u suchasnomu budivel-nomu vyrobnytstvi* / Rabich O.V., Chumak L.O., Meshcheriakova I.V., Laukhina L.M. / Stroytelstvo, materialovedenye, mashynostroenye: sb. nauchn. trudov. Seryia: Starodubovskyye chtenyia 2017. Vyp. 96. – Dnepr, HVUZ «PHASA», 2017. – S. 123-127. Available at: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/.../cgiirbis\\_64.exe?...](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/.../cgiirbis_64.exe?...) (in Ukraine).
7. Available at: [https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwihzemNr\\_vdAhVsqIsKHYNTCmUQFjABegQICBAB&url=http%3A%2F%2Fdbn.co.ua%2Fload%2Fno\\_rmativ%2Fdbn%2Fdbn\\_v\\_2\\_5\\_28%2F1-1-0-1188&usg=AOvVaw20h-PVYzXMTutk\\_41PXsHI](https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwihzemNr_vdAhVsqIsKHYNTCmUQFjABegQICBAB&url=http%3A%2F%2Fdbn.co.ua%2Fload%2Fno_rmativ%2Fdbn%2Fdbn_v_2_5_28%2F1-1-0-1188&usg=AOvVaw20h-PVYzXMTutk_41PXsHI)
8. Igava N., Nakamura Kh. *Prostaya model svetovoy effektivnosti estestvennogo osveshcheniya* // Svetotekhnika. – 2002. - №4. – S. 12-17. (in Russian).
9. Available at: [www.progress21.com.ua](http://www.progress21.com.ua) (in Ukraine).
10. *Prognozirovanie solnechnoy obluchyonnosti na osnove matematicheskoy modeli naruzhnoy osveshchennosti* / Rabich E.V., Chumak L.A., Magala V.S., Laukhina L.N., Rabich V.A. / Stroytelstvo, materialovedenye, mashynostroenye: sb. nauchn. trudov. Vyp. 62. – Dnepropetrovsk, GVUZ «PGASA», 2011. – S. 295-299. (in Ukraine).
11. Available at: [https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwinw5umvbdAhXJdCwKHRo5BnsQFjAAegQICRAC&url=http%3A%2F%2Felartu.tntu.edu.ua%2Fbitstream%2F123456789%2F18119%2F2%2FConfFMNES\\_2016\\_Vynnyk\\_T-Green\\_building\\_trend\\_or\\_202204.pdf&usg=AOvVaw1b6cEJ1RyGsPGDia23DJWC](https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwinw5umvbdAhXJdCwKHRo5BnsQFjAAegQICRAC&url=http%3A%2F%2Felartu.tntu.edu.ua%2Fbitstream%2F123456789%2F18119%2F2%2FConfFMNES_2016_Vynnyk_T-Green_building_trend_or_202204.pdf&usg=AOvVaw1b6cEJ1RyGsPGDia23DJWC) (in Ukraine).
12. *Analiz zminy umov pratsi robochykh mistv pry modernizatsii vyrobnytstva* / Rabich O.V., Chumak L.O., Meshcheriakova I.V. / Heotekhnichna mekhanika. Mizhvidomchy zbirnyk naukovykh prats. Holovnyi redaktor akademik NAN Ukrainy A.F. Bulat. Vypusk 128. Dnipro -2016. – S. 31-45. (in Ukraine).
13. *Vplyv svitlovoho seredovyscha na zorovu pratsespromozhnist operatora* / Meshcheriakova I.V., Rabich O.V., Chumak L.O. / Stroytelstvo, materialovedenye, mashynostroenye: sb. nauchn. trudov. Seryia: Kompiuternyye systemy y ynformatsyonnye tekhnolohyy v obrazovanny, nauke y upravlenyy. Vyp. 101 / – Dnepr, HVUZ «PHASA», 2017. – S. 160-165. (in Ukraine).

Надійшла до редколегії 22.09.2018 р.