

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЗОРОВОГО КОМФОРТУ ЛЮДИНИ В ПРИМІЩЕННІ ПРИ ПЕВНІЙ ВОЛОГОСТІ, ТЕМПЕРАТУРІ, ІНТЕНСИВНОСТІ ТА КОЛЬОРІ СВІТЛА

¹Вінницький Національний Технічний Університет

Анотація

У статті описано автоматизовану систему визначення рівня зорового комфорту людини залежно від параметрів: вологість приміщення, температура приміщення, інтенсивність потоку світла та кольорова температура на зір людини; подано графічну модель впливу цих параметрів на зір людини у вигляді гістограми, а також сформульовано математичну модель роботи системи.

Ключові слова: освітлення, автоматизована система, клімат-контроль, зір людини, вологість приміщення, температура, інтенсивність потоку світла, кольорова температура, комфортність, математична модель.

Abstract

This article describes an automated lighting and climate control system and outlines the effects of parameters such as indoor humidity, room temperature, luminous flux intensity, and color temperature on human vision; it presents a graphical model of the impact of these parameters on human vision in the form of a histogram.

Key words: lighting, automated system, climate control, human vision, indoor humidity, temperature, luminous flux, color temperature, comfort.

Вступ

Автоматизація систем контролю мікроклімату та освітлення в приміщеннях набуває все більшої актуальності у зв'язку з підвищенням вимог до якості повітря, енергоощадності та створення комфортних умов для життя й роботи. У сучасних реаліях житлові та робочі простори мають відповідати широкому спектру критеріїв комфорту, серед яких підтримання оптимальної температури, вологості та рівня освітленості відіграє ключову роль, впливаючи на самопочуття людини, її працездатність і загальний стан здоров'я [1].

Метою статті є покращення комфорту за рахунок особливостей зору людини.

Об'єктом дослідження є процес підвищення комфорту.

Предметом дослідження є освітлення, клімат – контроль, показник комфортності.

Основна частина

Кожен з параметрів в приміщенні: вологість, температура, інтенсивність потоку світла та кольорова температура, які впливають на людське око, небезпечний в мінімальних та максимальних значеннях. Тому, для більш детального опису подано таблицю 1, у якій показано, наскільки шкідливо вони впливають на зір людини.

Таблиця 1 – Вплив параметрів клімату на зір людини

Вологість приміщення	Температура в приміщенні	Інтенсивність потоку світла	Кольорова температура світла
40-60 % - нормована вологість приміщення [1] [2].	18-22 С° - нормована температура в приміщенні [5].	300 лк – нормована інтенсивність (комфортність) потоку світла в приміщенні (для навчальних класів) [6].	3500 – 4500 К – нормована кольорова температура світла в приміщенні для навчальних класів та офісу (біле або нейтральне світло) [4].
При вологості приміщення > 40% призведе до: пересихання роговиці ока, печіння, зудіння, відчуття піску в очах та почервоніння, погіршення різкості зображення та появи інфекцій [1] [2].	При температурі приміщення > 18 С° призведе до: слъозотечі, набряків, почервоніння вік (через викид гістаміну), спазму слізних каналів та дискомфорту [5].	При погіршеному освітленні (50-200 лк: для невеликих приміщень, такі як підсобні або комірки та для загального використання) призведе до: втоми очей (напруга м'язів ока), дискомфорту (різь, сухість, слъозотеча та головний біль), сону, низької роботоздатності, погіршення нічного зору та здатність розвитку короткозорості [6].	2700 – 3000 К (тепле світло) – сприяє розслабленню і комфорту, що робить його ідеальним для житлових зон, але може викликати сонливість на робочих місцях [4].
При вологості приміщення > 60% призведе до: появи плісняви та грибків зі спорами, які в свою чергу викликають алергічну реакцію на око, ризик появи інфекційних захворювань, такі як кон'юктивіт та деякі хронічні захворювання [1] [3].	При температурі приміщення > 22 С° призведе до: швидкого випаровування слізної плівки, виникнення синдрому сухого ока, подразнення, печіння та слъозотечі [5].	При яскравому освітленні (> 300 лк, 500 лк та більше: для великих приміщень такі, як цехи для виконання більш детальних задач) призведе до: напруги очей (надмірна навантаженість), при виникненні відблисків знижується концентрованість та погіршення сітківки (осліплення) [6].	5000 – 6500 К (холодне або синє світло) – стимулює концентрацію і працездатність, підходить для офісів та навчальних приміщень, проте надмірний вплив може призвести до втоми очей та порушення сну через пригнічення вироблення мелатоніну [4].

Як бачимо з таблиці 1, такий параметр в приміщенні, як інтенсивність потоку світла – найнебезпечний, а вологість приміщення, навпаки, найменш небезпечний для зору людини. Для повного розуміння, представимо графічну модель впливу вологості, температури приміщення, інтенсивності потоку світла та кольорової температури у вигляді гістограми на рисунку 1.

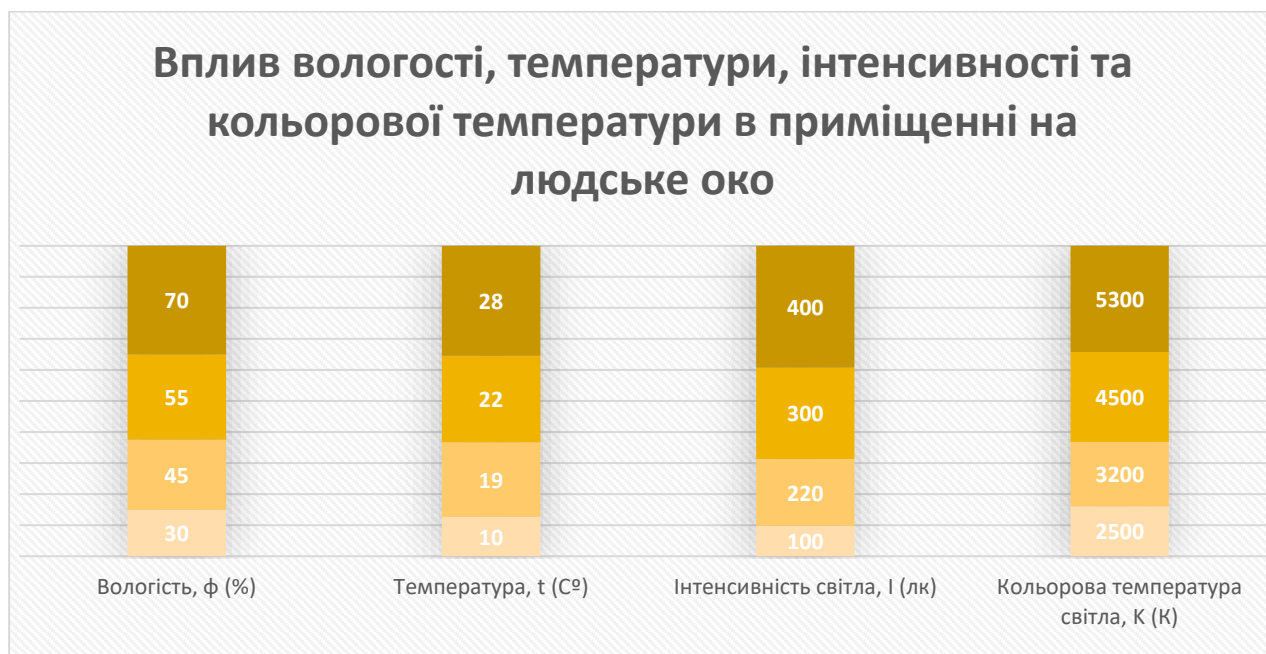


Рис. 1 – Графічна модель параметрів приміщення впливу на зір людини

Для того, щоб показати залежність параметрів приміщення впливу вологості, температури, інтенсивності потоку світла, кольорової температури на зір людини, беручи їх значення з Таблиці 1 та очікуваної оцінки ступеню комфортності (PMV), порахуємо для кожного параметра впливу його комфортне і не комфортне значення за допомогою систем рівнянь та функції Find в програмному середовищі MathCad і побудуємо їх математичні моделі:

$$\begin{cases} PMV_{x1} = A1 \cdot (X_1 - B1)^2 + C1, \\ PMV_{x2} = A2 \cdot (X_2 - B2)^2 + C2, \\ PMV_{x3} = A3 \cdot (X_3 - B3)^2 + C3, \\ PMV_{x4} = A4 \cdot (X_4 - B4)^2 + C4, \end{cases} \quad (1)$$

де PMV – параметр ступеню комфортності ока людини, x_1 , X_1 – параметр вологості; x_2 , X_2 – параметр температури; x_3 , X_3 – параметр інтенсивності світла; x_4 , X_4 – параметр кольорової температури світла; $A1-4$, $B1-4$, $C1-4$ – коефіцієнти апроксимації графічних залежностей кожного з параметрів.

Якщо отримати значення PMV для заданих значень вологості, температури, інтенсивності та кольору світла, то можна знайти загальне значення рівня комфорту за формулою:

$$PMV = PMV_{x1} + PMV_{x2} + PMV_{x3} + PMV_{x4}, \quad (2)$$

за яким можна робити висновок про рівень комфорту для зору людини в даних умовах.

Висновки

Описані впливи параметрів приміщення (вологості, температури, інтенсивності світла та кольорової температури) на зір людини, і з яких інтенсивність світла – найнебезпечний, а вологість приміщення – найменш небезпечний описані норми параметрів впливу на зір людини у вигляді гістограми.

Побудовано математичну модель роботи системи оцінки рівня комфорту залежно від параметрів вологості, температури, інтенсивності та кольору світла всередині приміщення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. О. І. Васильєв, М. С. Петров. Системи автоматичного регулювання мікроклімату у промислових і житлових приміщеннях: теорія і практика. — Харків: ХНУРЕ, 2022. — ISBN 978-966-659-903-2. URL: <https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/e09fd563-991a-4bd0-ab56-f03c68ee425f/content>
2. Вологість в приміщенні: огляд головних причин. Maxton. URL: <https://maxton.com.ua/statti-pro-osushuvachi/vlazhnost-vpomeshchenii-obzor-glavnyh-prichin> (дата звернення: 04.06.2024)
3. Як визначити вологість повітря: методи вимірювання та норми. URL: <https://osushuvachi.ua/yak-vyznachyty-volohist-povitria/> (дата звернення: 01.06.2024)
4. Вплив колірної температури світильників на наше життя. Електронний ресурс. URL: <https://svetilnikof.com.ua/ua/blog/vliianie-tsvetovoi-temperatury-svetilnikov-na-nashu-zhizn?srsId=AfmBOoprKTKVpff2XF37PB2Gjrtl3EoTrP5irgDyHZT9zVIKfvdMFRJM>
5. Левченко Ю. М., Голубєв Л. П., Пилипенко Ю. М., та ін. Розробка системи контролю та моніторингу вологості і температури приміщення. Технології та дизайн No 4 (25) 2017 р. С.1–9. ISSN 2304-2605.
6. Конспект лекцій з дисципліни «Оптика» для студентів спеціальності 6.040203 «Фізика конденсованого стану»/ Укл. Н.О. Трусєєва. Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2012 р. – 101 с.

Ковтун Кирило Сергійович – студент 1 курсу, групи ЕПА-25м, факультет Електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, ел. пошта: kirillkovtun2003@gmail.com.

Мошноріз Микола Миколайович – канд. техн. наук, завідувач катедри, доцент катедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, ел. пошта: moshnoriz@vntu.edu.ua.

Науковий керівник: **Мошноріз Микола Миколайович** – канд. техн. наук, завідувач катедри, доцент катедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Kovtun Kyrylo Sergiyovych – student of 1 course, group EDA-25m, Faculty of electrical power engineering and electromechanics, Vinnytsia national technical university, e-mail: kirillkovtun2003@gmail.com.

Moshnoriz Mykola Mykolayovych – PhD, Head of Department, Associate Professor of the Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia national technical university, e-mail: moshnoriz@vntu.edu.ua.

Scientific advisor: Moshnoriz Mykola Mykolayovych – PhD, Head of Department, Associate Professor of the Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia.

A COMPREHENSIVE APPROACH TO DETERMINING THE LEVEL OF HUMAN VISUAL COMFORT IN A ROOM AT A CERTAIN HUMIDITY, TEMPERATURE, INTENSITY AND COLOR OF LIGHT