

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра електричної інженерії
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЗОРОВЕ СПРИЙНЯТТЯ
ЛЮДИНОЮ ДИНАМІЧНОГО ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ**

Виконав студент: VI курсу, групи ЕМм-61
спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Кузьмич Н.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Мовчан Л.Т.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Вакуленко О.О.
(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Тарасенко М.Г.
(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Габрусев Г.В.
(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2020

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра містить пояснювальну записку та графічну частину. Пояснювальна записка має 77 сторінок, 23 аркуші презентації, 24 ілюстрації, 14 таблиць та 14 використаних першоджерел.

Об'єкт дослідження – процес зміни освітлення та сприйняття його людиною.

Предмет дослідження – енергоефективні динамічні освітлювальні установки.

Мета роботи - встановити вплив впровадження динамічного штучного освітлення у коридорах без природного освітлення на ефективність сприйняття оточуючого середовища людським оком та запропонувати енергоефективні та якісні режими роботи освітлювальних установок. Таким чином підкреслити важливість врахування зміни якісних показників освітлення, що змінюються в результаті модернізації освітлювальних установок з метою зменшення енергоспоживання.

Ключові слова: ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ ДИНАМІЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ, ЗМЕНШЕННЯ ЕЛЕКТРОСПИЖИВАННЯ, ПУЛЬСАЦІЇ ОСВІТЛЕННЯ, ЛЮДСЬКЕ ОКО

ЗМІСТ

ВСТУП

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ.....	10
1.1 Контрастна чутливість зору	10
1.2 Швидкість зорового сприйняття.....	11
1.3 Видимість об'єктів	12
1.3.1 Видимість об'єкта в умовах нерівномірного розподілу яскравості	13
1.3.2 Вплив блиску на зорові функції	14
1.3.3 Незмінність освітленості в часі	15
1.4 Вплив показників світлового середовища на зорову роботу.....	16
1.5. Висновки до розділу	21
2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	22
2.1 Підвищення якісних показників та енергоефективності динамічного освітлення в довгих коридорах	22
2.2.1 Використання давачів освітлення та присутності	22
2.2.2 Регулювання рівня освітлення	29
2.3 Висновки до розділу	33
3 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	34
3.1 Методики оцінки впливу штучного освітлення на працездатність людини.....	34
3.2 Опис експериментальної бази.....	40
3.2.1 Загальний опис	40
3.2.2 Комплектація ПЕОМ та програмне забезпечення.....	41
3.3 Планування і реалізація експеримент	43
3.4 Дослідження впливу пульсації та зміни освітленості на зміну зорового стомлення робітників протягом робочої зміни	58
3.5 Висновки до розділу	66

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	67
4.1 Заходи безпеки при монтажі електроустановок	67
4.2 Допомога при ураженні електричним струмом в електроустановках напругою до 1000 В	68
4.3 Концепція захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій природного походження	70
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	73
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	75

ВСТУП

Актуальність роботи. Поки що в нашій країні можливість працювати віддалено не стала нормою, більшість співробітників компаній щодня проводить в офісах мінімум 8 годин. Від того, в яких умовах проходить робочий день, залежить не тільки настрої, фізичний стан і лояльність співробітників. Недавні дослідження довели, що в створенні робочої атмосфери освітлення відіграє ключову роль, а використання правильних світлових рішень збільшує продуктивність співробітників.

Щоб уникнути негативних наслідків неякісного освітлення, встановлюються стандарти і норми.

Проте діючі на території України з 1979 року норми освітлення "Природне і штучне освітлення" вже не відповідають сучасним вимогам. У європейських країнах з 2011 року діє нова редакція стандарту EN 12464-1 "Освітлення робочих місць", який визначає параметри якісного освітлення в різних приміщеннях, будь то офіси, навчальні або медичні установи. Відповідно до стандарту особливі вимоги висуваються до висвітлення на робочих місцях і в навчальних приміщеннях. Так, в 2011 році був введений новий параметр - коефіцієнт сліпучої дії UGR, який у разі робочих зон офісу не повинен бути вище 19.

У коридорах, на сходах і в інших прохідних зонах офісної будівлі природне денне світло часто відсутнє. Стельові або настінні світильники можуть зробити ці простори більш безпечними і приємними.

Відновити тонус і протистояти сезонної депресії в осінньо-зимовий період допоможе динамічне освітлення, що імітує схід та захід сонця. Такий ефект досягається за рахунок зміни інтенсивності світла і колірної температури.

Продумане освітлення робочих місць співробітників забезпечує не тільки оптимальну видимість, а й збільшує продуктивність праці, прискорює час виконання завдань, зменшує кількість помилок.

Холодний, яскраве світло, джерела якого знаходяться не лише на стелі, але і бажано на стіні на рівні очей, підходить для інтенсивної роботи, він допомагає зосередитися, особливо якщо в стислі терміни потрібно вирішити важливі питання. Зміна освітлення з теплого жовтого на холодне біле світло підвищує рівень гормону кортизолу, який дозволяє співробітникам відчувати себе бадьорими і активними. Тому оптимальні умови в робочому просторі найкращим чином досягаються *впровадженням динамічного освітлення*, яке дозволяє плавно змінювати яскравість і колірну температуру світла. Ефективність застосування динамічного освітлення була доведена дослідженнями. Так, у 2000 році Дженіфер Веїтч і Гай Р. Ньюшем встановили, що можливість самостійно змінювати рівень освітленості сприятливо позначається на психологічному кліматі в офісі. Після установки динамічного освітлення 91 % співробітників відзначили підвищення продуктивності.

У світовому масштабі близько 40 % споживання електроенергії припадає на офіси та офісні будівлі в цілому. І цей показник зростає у зв'язку зі збільшенням населення і будівництвом нових офісних і торгових центрів. Тому ефективність освітлення не менш важлива, ніж продуктивність співробітників. Інноваційні рішення дозволяють швидко модернізувати освітлення. Нове енергозберігаюче світлотехнічне обладнання сприяє зниженню виділення тепла від джерел світла, що зменшує витрати на кондиціонування приміщення.

Використання застарілих технологій призводить до того, що 40 % рахунків за електрику становить оплата за освітлення. У країнах ЄС обладнання, що не відповідає мінімальним критеріям енергоспоживання, вже знято з виробництва.

Питання впливу зміни якісних факторів на працездатність людини, що виникають при підвищенні енергоефективності освітлювальних установок шляхом модернізації, на даний момент повністю не вивчені і тому вимагають поглиблених досліджень. Виникає необхідність додаткової оцінки впливу на людину різних чинників: ергономічних показників, шуму, електромагнітних полів і аероіонізації, в тому числі і параметрів світлового середовища.

Ці питання особливо актуальні, коли мова йде про працівників навчальних закладів, студентів, працівників офісів, так як помилкові дії цих працівників можуть привести до неприємних наслідків.

Мета і завдання дослідження. Мета роботи - встановити вплив впровадження динамічного штучного освітлення у коридорах без природного освітлення на ефективність сприйняття оточуючого середовища людським оком та запропонувати енергоефективні та якісні режими роботи освітлювальних установок. Таким чином підкреслити важливість врахування зміни якісних показників освітлення, що змінюються в результаті модернізації освітлювальних установок з метою зменшення енергоспоживання.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Провести аналітичний огляд публікацій за темою кваліфікаційної роботи.
2. Проаналізувати вплив світлових факторів штучного освітлення на зір людини.
3. Дослідити вплив параметрів світлового середовища на зорову стомлюваність людини.
4. Провести аналіз способів економії електроенергії в освітлювальних установках.
5. Встановити найбільш енергоефективні режими роботи штучного освітлення у довгих коридорах.

Об'єкт дослідження – процес зміни освітлення та сприйняття його людиною.

Предмет дослідження – енергоефективні динамічні освітлювальні установки.

Наукова новизна отриманих результатів.

- Отримано математичні залежності ступеня зорової втоми від часу роботи при 25-відсотковій і нульовій глибині пульсації освітленості.

- Встановлено вплив якісних показників освітлення на зорову стомленість людини.

Практичне значення отриманих результатів.

Встановлено, що зорове стомлення людей при 25-процентній глибині пульсації освітленості до кінця 12 - годинної робочої зміни досягає на 29 % більших значень, ніж при відсутності пульсації освітленості.

Впровадження результатів досліджень отриманих в результаті виконання даної роботи дозволить зменшити електроспоживання в освітлювальних установках поряд із підвищенням комфорту людей.

Апробація. Результати досліджень за темою кваліфікаційної роботи були представлені на ІХ Міжнародна науково-технічна конференція молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 25-26 листопада 2020 року. ТНТУ [1].

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків та переліку посилань (14 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини – 77 сторінок, 14 таблиць, 24 рисунки.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Контрастна чутливість зору

Для того, щоб око відрізняло яку-небудь деталь, необхідно мати різницю в кольорі або яскравості фону і деталі. В даному випадку має значення не абсолютна, а відносна різниця в яскравостях деталей і фону, яку називають контрастом і який дорівнює відношенню різниці яскравостей фону і деталі до яскравості фону:

$$K = \frac{L_{\phi} - L_{\delta}}{L_{\phi}} \quad (1.1)$$

де L_{ϕ} – яскравість фону; L_{δ} – яскравість деталі. Здатність ока сприймати найменші контрасти називається контрастною чутливістю. Мірою її є обернене значення найменшого контрасту, який сприймається. Найменша, різниця, що сприймається, яскравостей об'єкта і фону, виражена в процентах від яскравості об'єкта і фону, називається порогом контрастної чутливості ока в даних умовах освітлення. Контрастна чутливість ока:

$$\frac{1}{K_{\text{пор}}} = \frac{L_{\phi}}{|L_{\phi} - L_{\delta}|_{\text{min}}} \quad (1.2)$$

Однак, цей ріст майже призупиняється при яскравості адаптації фону близько 350 кд/м^2 і її подальше збільшення знижує контрастну чутливість в зв'язку з осліплюючою дією. Пороговий контраст залежить також від кутового розміру об'єкта α , під яким прийнято розуміти відношення абсолютного розміру об'єкта до віддалі його до ока спостерігача. Пороговий контраст збільшується при зменшенні кутового розміру об'єкта розпізнання рис. 1.1. При великих розмірах об'єкта розпізнання ($\alpha \geq 20$) і значеннях яскравості фону більше 100 кд/м^2 пороговий контраст практично постійний і дорівнює своєму мінімально можливому значенню. Діапазон яскравості фону, в межах якого пороговий контраст можна вважати постійним, називається областю Вебера-Фехнера.

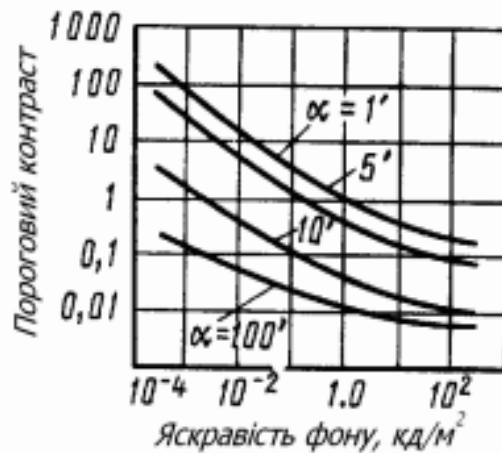


Рисунок 1.1 - Залежність порогового контрасту від яскравості фону для об'єктів розпізнання різних кутових розмірів

1.2 Швидкість зорового сприйняття

Швидкість зорового сприйняття характеризується значенням, оберненим найменшому часу, необхідному для розпізнання розглядуваного об'єкту. Вона залежить від яскравості фону, на якому розглядається об'єкт, його розміру, а також контрасту з фоном. Дослідження швидкості зорового сприйняття проводиться в лабораторіях з допомогою тахістоскопа. Його розміщують між об'єктом і спостерігачем таким чином, що спостерігач може бачити об'єкт лише на час розкриття перед ним тахістоскопа. Час експозиції можна змінювати в залежності від кількості обертів і розкриття секторного отвору. Звичайно швидкість розпізнавання змінюється в межах $1\text{с} \div 1200\text{с}^{-1}$. Зв'язок між освітленістю фону (поле зору) і швидкістю розпізнавання чорних об'єктів на білому фоні показано на рис. 1.2. З рисунка видно, що швидкість розпізнавання значно зростає при збільшенні освітленості і ріст її практично зупиняється при освітленості 1000 лк.

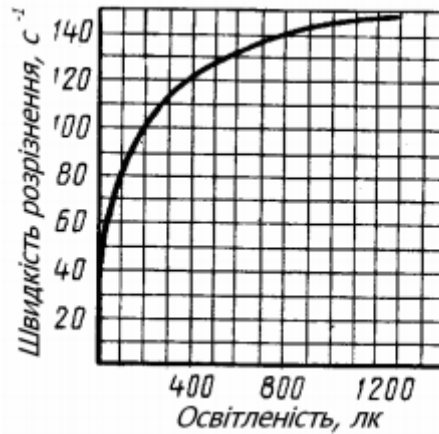


Рисунок 1.2 - Залежність швидкості розпізнання від освітленості фону

1.3 Видимість об'єктів

Для оцінки ефективності освітлення загальним показником, який враховує умови освітлення і його зміни, може характеризувати умови роботи зору, є видимість (бачення). При видимості, меншій одиниці, розглядуваний об'єкт не буде видно, при значенні, рівному одиниці, об'єкт ледь видно, і добре видно при значенні, більшому 1. Найбільш правильним методом оцінки видимості є метод визначення запасу розпізнання. Таке порівняння можливе по часу розпізнання: якщо об'єкт повинен бути розпізнаний за 0,1с, а розпізнається за 0,05с, то видимість при цьому складає 2. Якщо в даних умовах розпізнаючий контраст об'єкта з фоном рівний 0,2, а фактично складає 0,6, то видимість рівна 3. Користуючись методом порівняння контрастів об'єкта з фоном, видимість визначається з співвідношення:

$$V = \frac{K}{K_{пор}} \quad (1.3)$$

де K – фактичний контраст об'єкта з фоном; $K_{пор}$ – пороговий, тобто найменш контраст, що розрізняється. Це визначення підказує і спосіб вимірювання видимості: слід тим чи іншим способом зменшити видимий контраст K , довівши його до $K_{пор}$. Знаючи, в скільки раз довелося зменшити K , можна визначити V . Видимість залежить від яскравості розглядуваного об'єкту і

фону, на якому його розглядають; кутових розмірів, форми і часу спостереження; стану адаптації і світлової оточення. У фотометрії використовується велика кількість різних приладів для визначення видимості.

1.3.1 Видимість об'єкта в умовах нерівномірного розподілу яскравості

В звичайних умовах роботи ока видимість об'єктів, як правило, здійснюється на фоні нерівномірної яскравості. Це має особливе значення для промислових ОУ, де умови освітлення впливають на працездатність зору, а значить і на рівень продуктивності праці. Цим питанням присвячено багато досліджень, найбільш повними з яких є дослідження Ц.И.Кроль. На базі цих досліджень встановлено, що неосвітлена периферійна частина поля зору (яскравість = 0 ЛП) викликає зниження функцій зору і негативно впливає на продуктивність праці. Це зниження залежить від різних параметрів ОУ і знаходиться в діапазоні 30 – 70 %. Однак ще більше зниження проходить при яскравості периферії поля зору більшій, чим яскравість робочого місця. Під час виконання зорової роботи лінія зору не зберігає постійного напрямку, тому при нерівномірному розподілі яскравості в полі зору можуть відбуватися процеси переадаптації з одної яскравості на іншу. Тобто можна зробити висновок: всяке нерівномірне розподілення яскравості в полі зору викликає зниження функцій зору. Особливо різке зниження видимості спостерігається при появі в полі зору плям великої яскравості, якими є незахищені джерела світла або світильники з великою яскравістю. Цю властивість джерел світла і світильників називають блиском. Стан зору, який викликаний блиском, пов'язаний з погіршенням його нормальної роботи, прийнято називати засліпленістю. Блиск ОУ визначається:

- 1.Яскравістю видимих джерел світла і частин світильників, що світяться;
- 2.Силою світла блискучого джерела в напрямку ока спостерігача;
- 3.Розмірами світлових частин блискучих джерел.

Крім того, засліплююча дія прямого блиску залежить і від інших факторів, а саме:

1. Від розміщення світильників в полі зору, яке визначається кутом дії, який залежить від висоти підвісу світильника і його захисного кута;
2. Яскравості фону на якому видно блискуче джерело;
3. Освітленості на зіниці, яка створюється світильниками.

Чим точнішою є робота, що виконується, тим більш негативною є дія блиску на зір. Тому в усіх правилах і нормах штучного освітлення передбачаються заходи по обмеженню блиску.

1.3.2 Вплив блиску на зорові функції

Наявність в полі зору блиску негативно впливає на зір. Викликаний цим блиском стан засліплення еквівалентний появі в полі зору вуалюючої пелени, яскравість якої накладається на яскравість фону і деталі, зменшуючи видимий контраст між ними, і приводить до зменшення видимості. Для характеристики зміни видимості внаслідок дії блиску введено поняття коефіцієнта засліплення, який визначається відношенням порогових різниць яскравості при наявності і відсутності блиску в полі зору.

$$S = \frac{\Delta L_s}{\Delta L} \quad (1.4)$$

де ΔL_s , ΔL – порогові різниці яскравостей відповідно при наявності і відсутності блиску. Негативна дія блиску проявляється і до виникнення засліпленості, коли при відносно невеликому блиску появляються незручності при роботі або так званий зоровий дискомфорт, який можна оцінити наступним чином:

$$k = \lg L + 0,25 \cdot \lg \omega - 0,3 \cdot \lg L_\phi - 0,35 \quad (1.5)$$

де k – коефіцієнт, який характеризує дію блиску; ω – тілесний кут, під яким видно джерело блиску. Степінь дії блиску кількісно характеризується наступними значеннями: $k < 1,2$ – умови комфортні; $k = 1,2$ – появляються

порогові умови між відчуттям комфорту і дискомфорту; $k = 2,2 \div 2,4$ – створюється неприємне відчуття засліплення; $k > 2,6$ – засліпленість стає нестерпною. Граничне значення яскравості блискучого джерела для граничних умов комфорт-дискомфорт визначається залежністю:

$$L_{k-\partial} = 178 \cdot \frac{L_{\phi}^{0,3}}{\omega^{0,25}} \quad (1.6)$$

Наявність блискучих джерел в полі зору працюючого негативно впливає на продуктивність праці.

1.3.3 Незмінність освітленості в часі

Зміна яскравості в часі викликає не тільки необхідність переадаптації, але і неприємний психологічний ефект, відволікаючи і втомлюючи увагу працюючих. Причиною таких змін можуть бути коливання напруги і коливання світильників. При зміні освітленості (яскравості) робочих поверхонь погіршується видимість деталей внаслідок обмеження часу їх спостереження, викликаного через значне зниження яскравості розглядуваних деталей. Крім того, коливання світильників утворює рухомі тіні в полі зору. Особливо слід звернути увагу на явище стробоскопічного ефекту, яке характерне для систем освітлення з розрядними лампами. Пояснюється це безінертністю випромінювання, викликаного електричним розрядом в парах ртуті. Таким чином, при живленні розрядних ламп змінним струмом (50 Гц) випромінюючий ними світловий потік непостійний в часі, він послаблюється і посилюється до 100 раз/с. Такі пульсації потоку створюють відповідні пульсації освітленості. Ефект найбільш помітним є для рухомих об'єктів. Ці предмети найкраще видно в момент, коли значення освітленості досягають максимуму. Тому, коли предмет рухається поступово, то видно його багатократні контури. Коли предмети мають обертовий рух, то інколи може створюватися враження нерухомості предмета, що є особливо небезпечним. Однак, стробоскопічний

ефект проявляється теж і при нерухомих предметах, це має місце при роботі креслярів, конструкторів, проєкторів, що зв'язано з рухомістю осей зору.

1.4 Вплив показників світлового середовища на зорову роботу

Вплив освітлення на зір було предметом досліджень більше п'ятисот років. Леонардо да Вінчі належить малюнок, зроблений в 1489 році, показує зв'язок між оком і мозком. У 1722 р. А. Ван Левенгук виявив в сітківці клітини у формі "паличок і колбочок", а в 1834 р. Г. Г. Трев'яріус підтвердив їх існування як світлочутливих рецепторів. Це відкриття проклало шлях до розуміння багатьох зорових оптичних явищ, які на той час вже були описані, а також до більш детального дослідження впливу освітлення на зір з метою проєктування освітлювальних установок підвищеної ефективності.

Понад 150 років дослідники вважали, що в оці є фоторецептори тільки двох видів: палички і колбочки. Свого роду сенсацією стало виявлення в 2002 р. Д. Берсон в сітківці ссавців нового третього типу фоторецепторів. Третій тип клітин-рецепторів відповідає за біологічний вплив світла, хоча палички і колбочки, ймовірно, також грають в цьому деяку роль [2].

Згідно [3] багатьох нещасних випадків можна уникнути, забезпечуючи покращення зорових умов. Звичайно, ступінь зменшення кількості нещасних випадків залежить великою мірою від галузі промисловості і умов навколишнього середовища. У табл. 1.1 наведено дані щодо зниження кількості нещасних випадків для двох видів зорових завдань.

У табл. 1.2 показані результати збільшення зорової працездатності для різних виробничих завдань і зменшення кількості браку за рахунок покращення умов освітлення за даними [4].

На рис. 1.3 представлена залежність кількості нещасних випадків від рівня освітленості для різних типів ушкоджень [4]. Тут також ясно простежується тенденція зменшення кількості НС при поліпшенні показників освітлення.

Таблиця 1.1 - Зменшення кількості нещасних випадків після підвищення рівня освітленості

Галузь промисловості	Рівень освітленості, лк		Зниження кількості нещасних випадків, %
	до	після	
Металургійна промисловість	300	2000	52
Складні зорові завдання в металургійній промисловості	500	1600-2500	50

Таблиця 1.2 - Збільшення працездатності і зниження кількості браку як результат підвищення рівня освітленості

Тип роботи	Рівень освітленості, лк		Збільшення зорової працездатності, %	Зниження кількості браку, %
	до	після		
Збірка камери	370	1000	7	
Штапування шкіри	350	1000	8	
Набірний цех	100	1000	30	18
Остаточні складальні роботи	500	1500	28	
Металургійна промисловість	300	2000	16	29
Складні зорові завдання в металургійній промисловості	500	1600-2500	10	20
Мініатюрна збірка	500-1000	4000		90
Ткацька фабрика	250	1000	7	

Вплив пульсації зростає із збільшенням її глибини і зменшується при підвищенні частоти. Більшість дослідників відзначає негативний вплив пульсації освітленості на працездатність людини як при тривалому перебуванні в умовах пульсуючого освітлення, так і при короткочасному, протягом 15-30 хв: з'являється напруга в очах, втома, труднощі зосередження на складній роботі, головний біль. Це визначає вимоги до обмеження глибини пульсації світлового потоку. Оскільки основним кількісним параметром освітлювальних установок є рівень освітленості, як критерій оцінки глибини світлових коливань прийнятий коефіцієнт пульсації освітленості на робочій поверхні (K_n), який визначається виразом:

$$K_n = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{2 \cdot E_{CP}} \cdot 100\%, \quad (1.7)$$

де E_{\max} - максимальне значення амплітуди змінної складової освітленості;
 E_{\min} - мінімальне значення амплітуди змінної складової освітленості; E_{CP} - середнє значення освітленості (рис. 1.4).

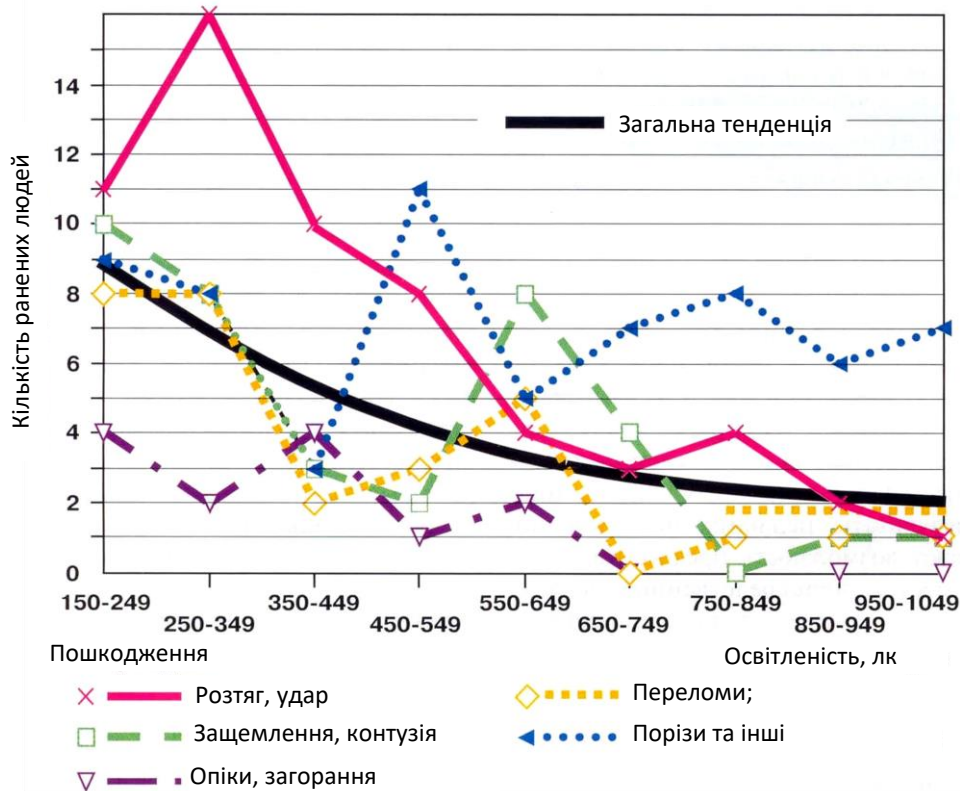


Рисунок 1.3 - Кількість нещасних випадків в залежності від рівня освітлення [4]

Експериментально встановлено, що негативний вплив пульсації на організм людини досить малий тільки при значеннях K_n не більше 5-6 % [6].

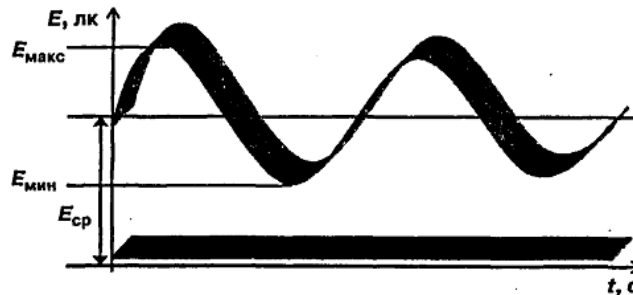


Рисунок 1.4. Тимчасова характеристика освітленості

Широке впровадження персональних електронно-обчислювальних машин у виробничу діяльність призвело до появи нової соціально-медичної проблеми - так званого комп'ютерного зорового синдрому (КЗС). У працюючих на ПЕОМ виникає цілком обґрунтоване занепокоєння з приводу стану здоров'я як органів зору, так і організму в цілому. За літературними даними [7], до 60-90 % операторів ПЕОМ в тій чи іншій мірі страждають КЗС. Візуально напружені роботи на дисплеях ПЕОМ значно скорочують відсоток працівників з нормальними зоровими функціями. Працюючі без цієї шкідливості в 72 % випадків мають нормальний зір, серед працівників прецизійного праці таких всього 48 %, і тільки 38 % користувачів ПЕОМ мають хороший зір [7].

Поряд з іншими факторами однією з причин, цілком ймовірно, може служити пульсація освітленості, так як мозок людини, за даними Інституту вищої нервової діяльності та нейрофізіології АН СРСР, вкрай негативно реагує на два і більше одночасних, але різних за частотою і некратних один одному ритму світлових подразнень, що ми і маємо при роботі на ПЕОМ: пульсації, що виникають на дисплеї ПЕОМ та пульсації від освітлювальної установки [6].

Світло на робочих місцях користувачів ПЕОМ виконує дві різні ролі. По-перше, воно освітлює робочий простір і робочі матеріали (первинний ефект). По-друге, воно освітлює приміщення, роблячи його видимим і створюючи у користувачів відчуття освітленого оточення (вторинний ефект). Так як планування більшості освітлювальних установок здійснюється виходячи з

концепції загального освітлення, то одні і ті ж джерела виконують обидві цілі. Первинний ефект, що висвітлює пасивні зорові об'єкти ставиться під питання, коли люди починають використовувати активні екрани, які не потребують освітленості із навколишнього світу щоб їх можна було бачити. Користь від освітлення скорочується до вторинного ефекту, якщо дисплей ПЕОМ є основним джерелом інформації.

Вигнута скляна поверхня дисплеїв з ЕПТ відображає яскраві предмети і тим самим створює зорові перешкоди. В залежності від інтенсивності навколишнього освітлення контрастність об'єктів відображаються на таких дисплеях скорочується до такого ступеня, що читаність і чіткість об'єктів сильно погіршується. Ступінь значимості цього погіршення залежить від характеристик виконуваних оператором завдань. Наприклад, навіть при значному перевищенні освітленості екрану більшість екранів буде мати контрастність достатню для зчитування буквенно-цифрових символів. У той же час при виконанні складних завдань, наприклад проектувальних, видимість на екранах погіршується так, що більшість користувачів воліють зменшувати штучне освітлення або навіть відключати його і, крім того, прагнуть не допускати денне світло в робочу зону. Іншим способом обмеження відбитого блиску може бути додавання до дисплеїв навісів-козирків [8].

Зовсім інша картина виникає при використанні рідкокристалічних дисплеїв (РКД), які називають пасивними. Відображення на дисплеї викликає менше перешкод, ніж на поверхнях ЕПТ, так як вони мають плоскі практично матові поверхні. Але, на відміну від дисплеїв з ЕПТ, РКД втрачають чіткість при низьких рівнях навколишнього освітлення. Існуючі нормативні документи ні як не враховують ці відмінності при нормуванні освітлення робочих місць, обладнаних ПЕОМ.

Таким чином, стає очевидно, що неправильне освітлення становить значну загрозу для здоров'я працівників, і що більшою мірою негативного впливу факторів світлового середовища схильні люди, що працюють за комп'ютерами.

1.5 Висновки до розділу

1. Швидкість розпізнавання образів значно зростає при збільшенні освітленості і ріст її практично зупиняється при освітленості 1000 лк.

2. Зміна яскравості в часі викликає не тільки необхідність переадаптації, але і неприємний психологічний ефект, відволікаючи і втомлюючи увагу працюючих.

3. Не тільки рівень освітленості, а всі аспекти якості освітлення грають роль в запобіганні надзвичайним ситуаціям (НС). Досить згадати, що нерівномірне висвітлення може створювати проблеми адаптації, знижуючи видимість. Надмірні бліки також ведуть до окремих проблем в адаптації, крім того, в ситуаціях, коли важливо точно бачити рухомі деталі машин може бути небезпечний стробоскопічний ефект. І, нарешті, освітлення з поганим індексом кольоропередачі може бути причиною неправильної оцінки потенційно небезпечних ситуацій.

4. Вплив пульсації зростає із збільшенням її глибини і зменшується при підвищенні частоти.

5. Неправильне освітлення становить значну загрозу для здоров'я працівників, і що більшою мірою негативного впливу факторів світлового середовища схильні люди, що працюють за компютерами

2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Підвищення якісних показників та енергоефективності динамічного освітлення в довгих коридорах

Управління освітленням із застосуванням сучасних технологій дозволяє реалізувати різні світлові сценарії, адаптовані під конкретні умови в приміщенні або на вулиці. Системи управління можуть застосовуватися у висвітленні офісних, промислових приміщень, у висвітленні відкритих територій, таких як робочі кабінети, склади, парковки. Датчики руху для включення світла є невід'ємною частиною будь-якої системи управління, тому вони дозволяють повністю автоматизувати роботу освітлювальної системи.

Управління освітленням традиційним способом із застосуванням тільки звичайних вимикачів не завжди ефективно. Складність завдань, які часом ставить замовник, пов'язані з прагненням максимально використовувати природне світло, а також необхідністю змінювати світлову середу протягом робочого дня. Наприклад, в переговорних, під час наради може одночасно знадобитися робоче освітлення в поєднанні з затемненням в зоні проєктора. Для того щоб професійно вирішити подібні завдання, необхідно володіти знаннями і досвідом, тому проектування енергоефективних систем керування освітленням - це поєднання двох галузей: світлотехніки та енергозбереження.

2.2.1 Використання датчиків освітлення та присутності

Енергозберігаючі заходи, впроваджені в Європі, добре зарекомендували себе і на українських об'єктах. Так, знайшло широке застосування в системах внутрішнього освітлення будівель автоматичне керування з використанням спеціальних датчиків. Німеччина далеко просунулася в даному напрямку: у країні на федеральному рівні прийнятий закон, що регламентує обов'язкову установку в будівлях датчиків присутності і

руху з метою економії електричної енергії, що витрачається на штучне освітлення. Без реалізації даних енергозберігаючих вимог неможливо спроектувати нову будівлю або провести реконструкцію існуючого. Їх виконання нічим не ускладнюється, оскільки ринок пропонує широкий вибір датчиків руху, присутності, сутінкових датчиків і супутнього устаткування, необхідного для автоматичного регулювання освітлення в будівлях.

Розглянемо принцип дії автоматичної системи управління освітленням і встановимо, в якому випадку слід вибрати той чи інший датчик.

Управління освітленням датчиками руху і присутності.

Одним з ефективних способів вирішення проблеми економії електроенергії є установка датчиків руху і присутності. Принцип їх роботи простий: датчики автоматично вмикають / вимикають освітлення в приміщенні залежно від інтенсивності природного потоку світла і / або присутності людей. Можливим це робить пасивна технологія інфрачервоного випромінювання: вбудовані IR-датчики виробляють запис теплової радіації і перетворюють її в вимірюваний електричний сигнал. Люди випромінюють теплову енергію, спектр якої знаходиться в інфрачервоному діапазоні і не видимий людському оку.

Зображення на рис. 2.1 ілюструє розподіл температури людського тіла в інфрачервоному спектрі. Теплове випромінювання збирається оптичною лінзою і проєктується на інфрачервоні датчики. Зміни теплового випромінювання, тобто різниці в температурі, викликані рухом, реєструються датчиками і перетворюються в електричний сигнал. Вбудована в датчик електроніка обробляє отриманий сигнал і виробляє заздалегідь встановлені дії (вмикання / вимикання груп освітлення).

Оптична система лінз фіксує теплову радіацію і проєктує дані на інфрачервоний датчик. Область виявлення датчика поділена на активні і пасивні зони. На інфрачервоний датчик проєктуються тільки активні зони. У результаті зміни показань інфрачервоної радіації від однієї активної зони до іншої посиляється сигнал (рис. 2.2).

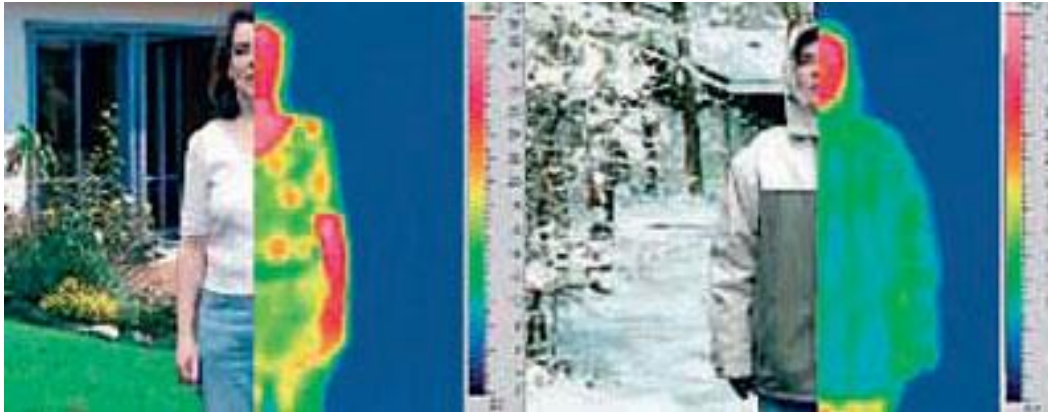


Рисунок 2.1. Розподіл температури людського тіла в інфрачервоному спектрі

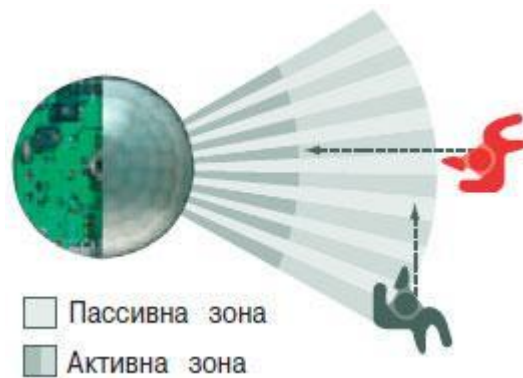


Рисунок 2.2. Активні і пасивні зони інфрачервоного датчика руху

Що можуть датчики присутності?

- Вмикати / вимикати освітлення;
- Управляти яскравістю світильників;
- Встановлювати режим Stand-by (очікування) (10% яскравість при відсутності людей);
- Вмикати освітлення частинами - покроково (2 групи);
- Працювати в ручному, автоматичному і напівавтоматичному режимах;
- Працювати за стандартною технологією на 230 В чи на постійному струмі.

Що краще вибрати датчик руху або присутності для довгих коридорів?

Зорієнтуватися у виборі між застосуванням датчика руху або присутності допоможе таблиця 2.1. У кожному разі, приймати рішення слід обдуманно, враховуючи різні параметри: від місця передбачуваного розміщення до бажаного сценарію роботи.

Таблиця 2.1 - Основні характеристики датчиків руху і присутності

Показник	Датчик руху	Датчик присутності
Реакція на рух	реагує тільки на активні рухи	вловлює навіть невеликий рух
Вимірювання освітленості	<ul style="list-style-type: none"> • спрощене; • припиняється при реагуванні датчика і включенні штучного освітлення 	<ul style="list-style-type: none"> • точне вимірювання від природного і штучного світла; • триває при реагуванні датчика і включенні штучного освітлення
Включення освітлення	<ul style="list-style-type: none"> • просте включення освітлення активується залежно від ступеня освітлення або руху; • поки присутній рух, штучне світло залишиться включеним 	<ul style="list-style-type: none"> • якщо денного освітлення достатньо (по заданому параметру), штучне освітлення не включиться, незважаючи на рух; • два канали управління: один - вмикає освітлення (залежно від природного освітлення і присутності людей), другий - вмикає вентилятор або інше ОВК-пристрій (залежно від присутності людей); • інтерфейс приєднання 1-10 В
Місце розміщення	в приміщеннях або на вулиці	ідеально підходить для приміщень, де люди працюють сидячи
Приклад інсталяції	<p>поза будівлями: дороги, підходи до будівлі, сходи, відкриті парковки, підземні автостоянки;</p> <p>всередині будівель: кімнати / кабінети або передпокої з малою кількістю природного світла або без нього, туалети і приміщення 1-го поверху</p>	<p>всередині будівель: індивідуальні кабінети або офіси з відкритим плануванням, шкільні кабінети, конференц-зали, готельні номери, туалети, спортивні зали, сходи / <u>коридори</u> з природним освітленням</p>

Необхідно також брати до уваги дальність дії датчиків і їх чутливість, яка залежить від ряду факторів, здатних змінюватися в залежності від стану навколишнього середовища та інших причин:

- діапазон дії (наприклад, збільшення зони покриття із збільшенням висоти установки датчика) (рис. 2.3, а, 2.3, б). У цьому випадку чутливість зменшується, оскільки пасивні та активні зони стають більше (рис. 2.3, б);
- визначення оптимальної діагоналі рухів людини, щоб викликати спрацьовування датчика (рис. 2.2);
- вплив сезонних коливань температури навколишнього середовища. У середині літа відмінність температури навколишнього середовища і тіла людини буде невелика, в той же час взимку більша частина поверхні тіла людини щільно закрита одягом (рис. 2.1). Також погодні явища, такі як сніг, дощ і туман, поглинають інфрачервоне випромінювання і можуть зменшити діапазон спрацьовування датчика (рис. 2.3.а).

Завдяки інтегрованій стабілізації температурного рівня, датчики максимально компенсують і згладжують вплив навколишнього середовища на роботу пристроїв. Після вибору відповідного датчика при його інсталяції увага повинна бути приділена можливим перешкодам, таким як:

- рослини (дерева, кущі), що колишуться під впливом вітру;
- тварини (собаки, кішки);
- гарячі повітряні потоки від вентиляторів або опалювального обладнання;
- електронні джерела втручання, розташовані в безпосередній близькості, наприклад телебачення і hi-fi-пристрої, комп'ютери, системи радіозв'язку і т.д.;
- джерела штучного освітлення, встановлені поруч з датчиками.

Згадані перешкоди можуть викликати ненавмисне спрацьовування датчика, тому за допомогою наявних в комплекті шторок зону покриття можна змінювати, враховуючи індивідуальні особливості. Важливо те, щоб датчик мав відкрите поле видимості, оскільки температурне випромінювання від людини

не може проникнути крізь тверді об'єкти (стіни, двері, вікна або засклеєне приміщення) (рис. 2.3, в).

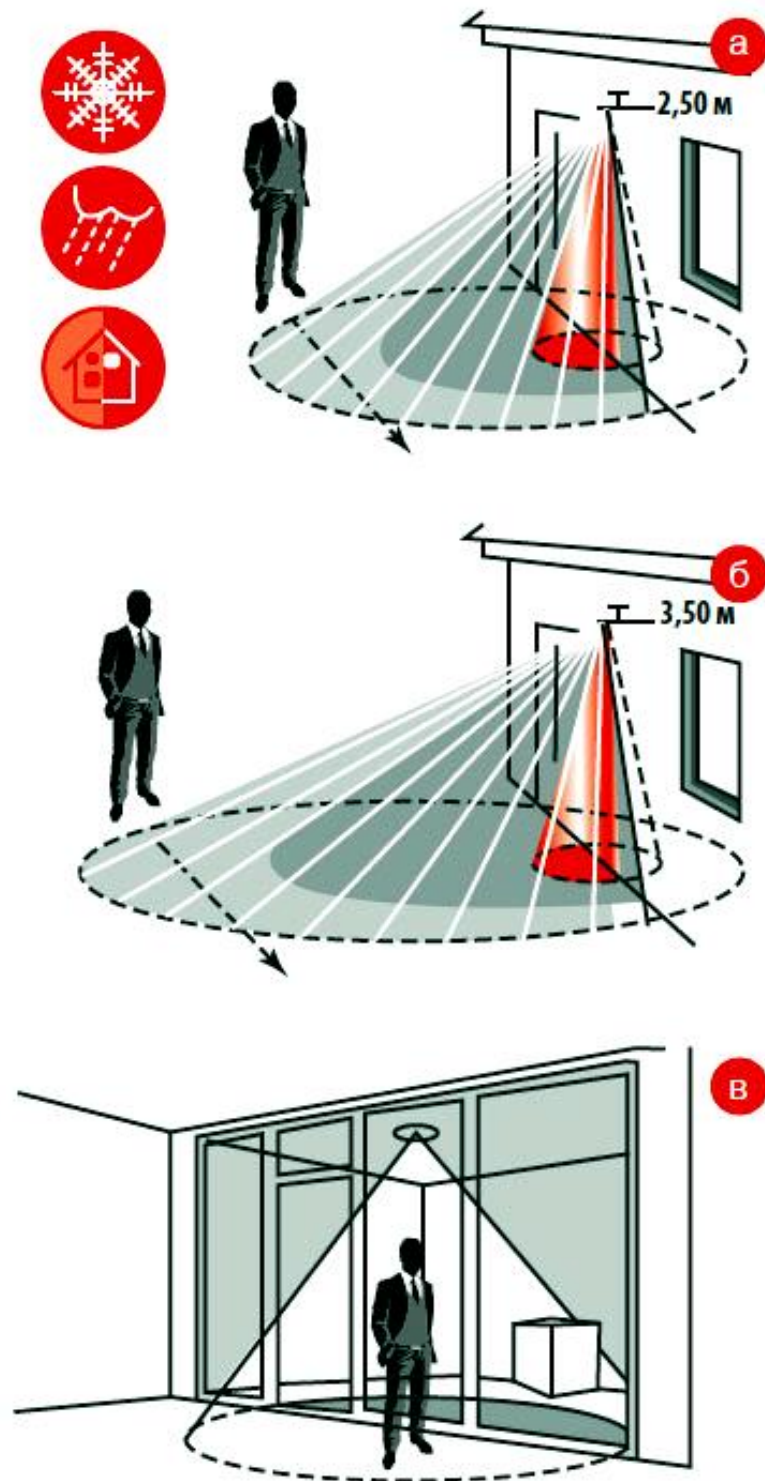


Рисунок 2.3 - Зміна дальності дії та чутливості датчиків залежно від деяких факторів

Датчики можуть бути запрограмовані за допомогою дистанційного пульта управління, що полегшує установку різних параметрів і налаштування роботи датчика, а також позбавляє від необхідності застосовувати додаткове обладнання (інструменти, сходи і т. п.).

При встановленні та налаштуванні датчиків присутності та руху потрібно враховувати особливості кожного приміщення. Так на рис. 2.4 та 2.5 дано приклад правильного та неправильного налаштування датчиків у шкільному класі.

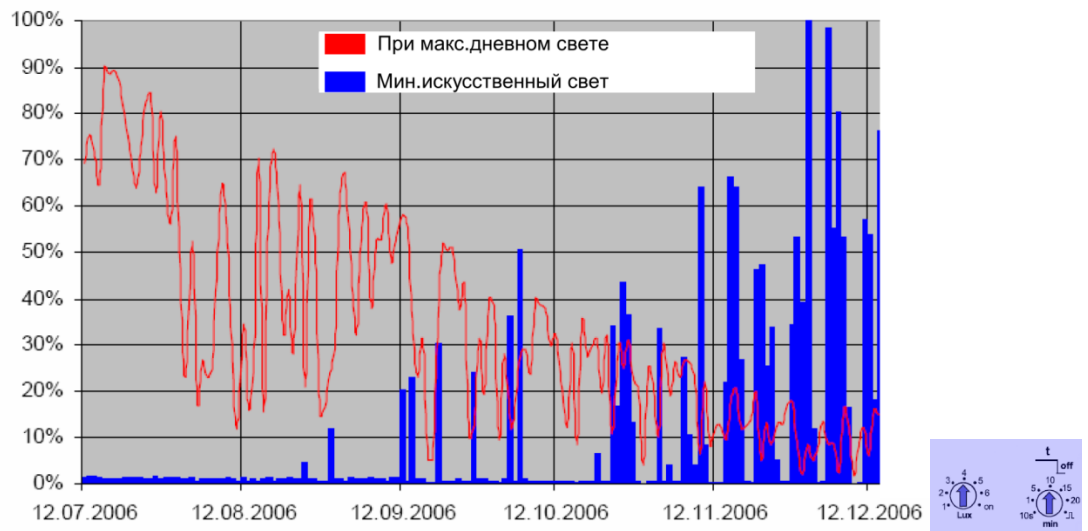


Рисунок 2.4 - Витрати на освітлення шкільного класу в залежності від освітлення (правильно налаштований датчик)

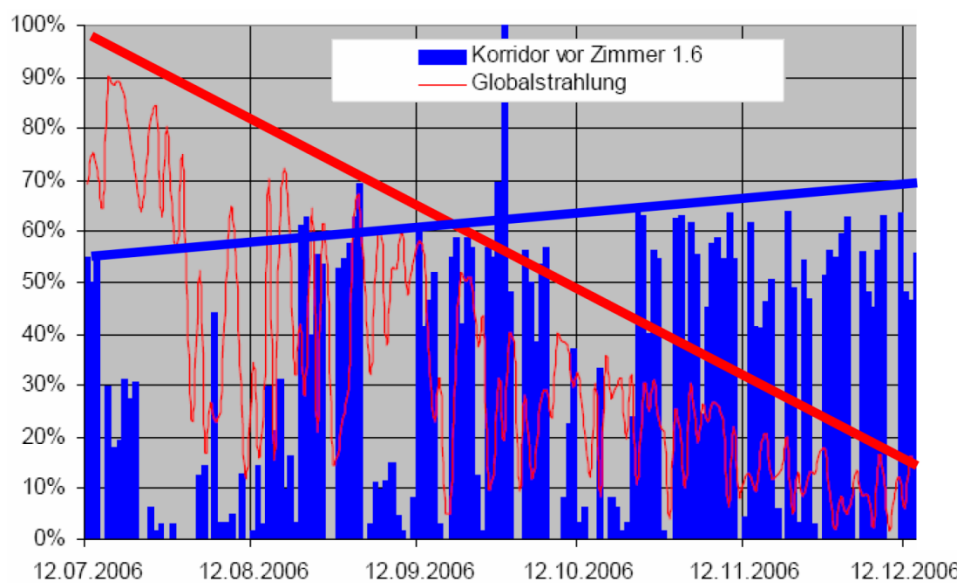


Рисунок 2.5 - Витрати на освітлення шкільного класу в залежності від освітлення (НЕ правильно налаштований датчик)

2.2.2 Регулювання рівня освітлення

В залежності від присутності людини в області дії датчика, система освітлення може здійснювати повне включення чи виключення освітлення або перехід у режим димерування – зменшення освітлення до 10 % від номінальної.

Яку ж концепцію використати: повне вимикання чи димерування?

Найпростіше повністю вимикати та вмикати освітлення.

Димерування - зміна яскравості світлодіода. Воно реалізується на двох рівнях: безпосередньо всередині світильника і за допомогою зовнішніх контролерів. Димерування всередині світильника може здійснюватися аналоговим методом, а також методом широтно-імпульсної модуляції (ШІМ). При аналоговому методі для регулювання світлового потоку просто змінюється сила струму.

З її збільшенням світловий потік світлодіода збільшується, але, чим більше сила струму, тим менше це збільшення (рис. 2.6). Таким чином, зі збільшенням сили струму світловіддача світлодіода (відношення світлового потоку до споживаної потужності) зменшується. До того ж, збільшення сили струму позначається на ході деградації світлодіодів в міру напрацювання, і, відповідно, на загальному терміні їх служби. Також міняються спектральні характеристики світлодіода.

За всіма переліченими причинами даний метод можна вважати незручним у використанні.

Більш ефективний метод широтно-імпульсної модуляції (ШІМ). Суть його полягає в тому, що на світлодіод подається не постійний, а імпульсно модульований струм, причому ширина імпульсів і пауз між ними може змінюватися.

Простіше кажучи, ШІМ - це співвідношення часу включеного і виключеного стану світлодіода (рис. 2.7) при незмінній амплітуді сигналу. Другими словами, ШІМ є імпульсний сигнал постійної частоти і змінної скважності, тобто відношення періоду проходження імпульсу до його

тривалості. З допомогою задання скважності (тривалості імпульсів) можна міняти середню напругу на виході ШІМ, що якраз і ілюструє рис. 2.8.

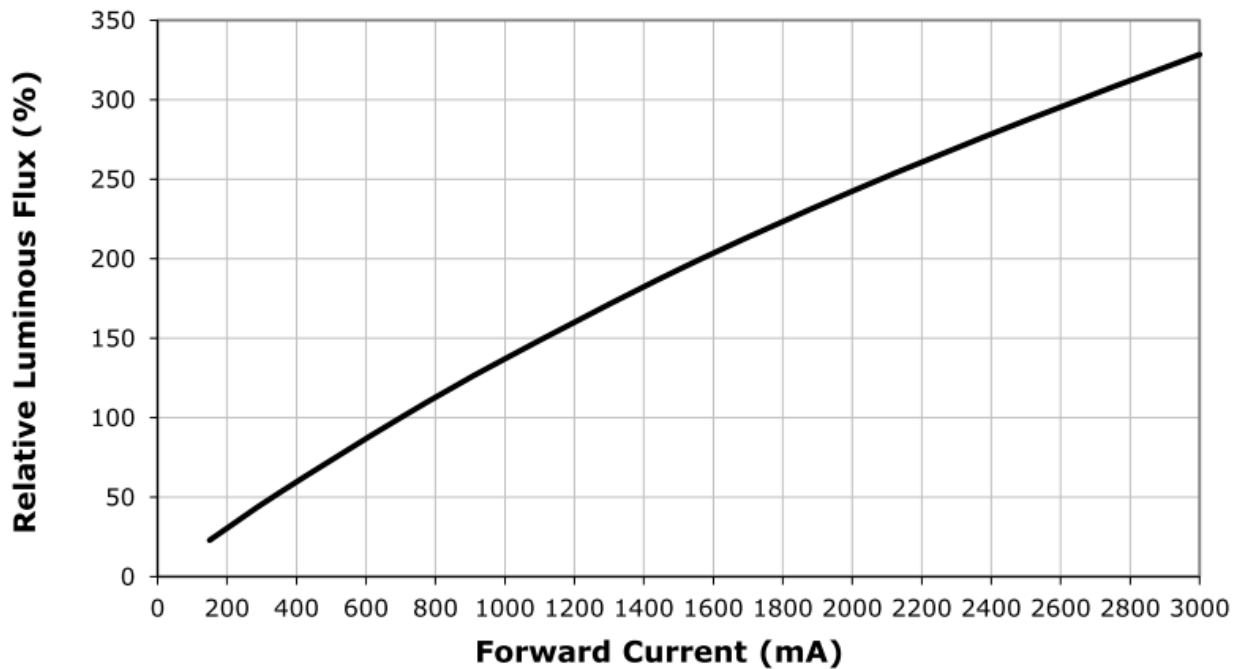


Рисунок 2.6 - Вплив сили струму на світловий потік світлодіоду

Якщо перемикання відбувається на частоті вище 70 Гц, то «мерехтіння» на таких високих частотах непомітно для зорового сприйняття людиною.

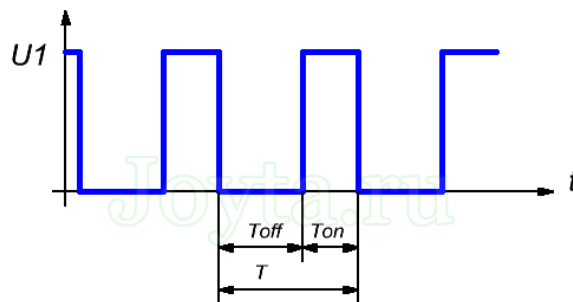


Рисунок 2.7 - ШІМ

ШІМ можлива завдяки безінерційності світлодіодів, саме ця якість робить їх незамінними, коли необхідно високу швидкодію..

Зовнішнє регулювання яскравості можливе за рахунок використання того ж зовнішнього ШІМ (в цьому випадку всі світильники будуть світити з однаковою яскравістю), або за рахунок використання протоколу DMX -512, що дозволяє звертатися до кожного світильника окремо і коригувати параметри його роботи (у тому числі, і яскравість).

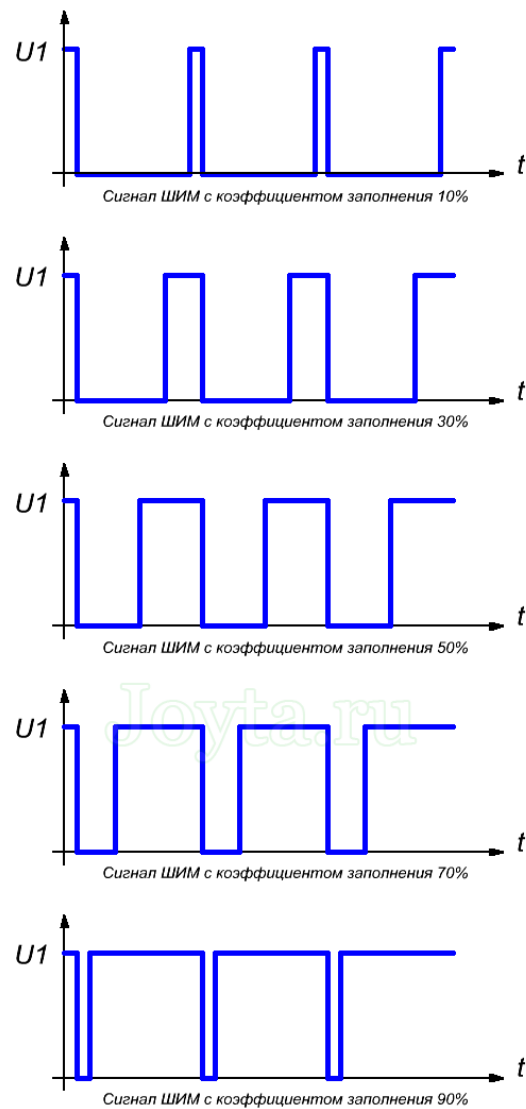


Рисунок 2.8 - Діаграма вмикання за методом ШІМ

«DMX -512 - стандарт, що описує метод цифрової передачі даних між контролерами і світловим приладами, а також додатковим устаткуванням».

Він описує електричні характеристики, формат даних, протокол обміну даними і спосіб підключення. Цей стандарт призначений для організації взаємодії між контролерами і кінцевими пристроями, що виготовлені різними виробниками. DMX -512 - скорочення від англійського Digital Multiplex з 512 індивідуальними інформаційними каналами.

До появи єдиного цифрового протоколу управління проводилося по окремих проводах з керуючою напругою, що йде до кожного пристрою, або за допомогою різноманітних цифрових і мультиплексованих аналогових зв'язків. Системи були громіздкими і незручними, а також обмежували користувачів, які

при виборі однієї системи були скуті необхідністю купувати решту устаткування у того ж виробника у відповідності з тим же стандартом.

Ситуація змінилася в 1986 році, коли комітетом USITT (United States Institute for Theatre Technology) був розроблений протокол DMX-512. Це дозволило об'єднати різні пристрої управління (пульти). З різними кінцевими пристроями (димерами) Від різних виробників.

DMX-512 створений на основі стандартного промислового інтерфейсу EIA / TIA-485 (відомого як RS-485) (рис. 2.9). Для передачі даних використовується кабель з двома проводами в загальному екрані з трьохконтактним роз'ємом XLR.

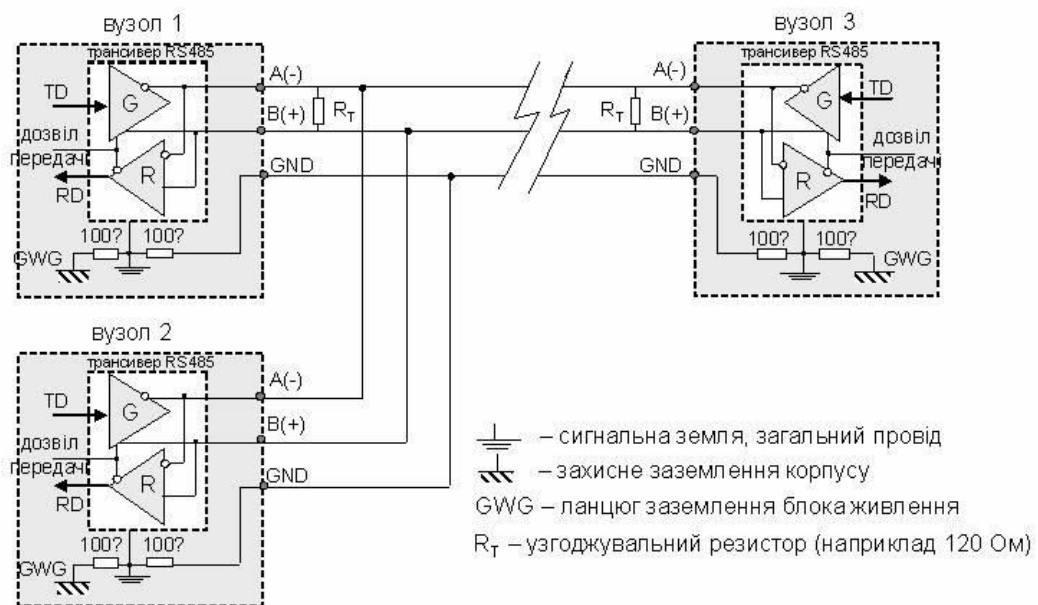


Рисунок 2.9 - Функціональна схема з'єднання вузлів по EIA / TIA-485

На найдальшому від керуючого пристрою кінці лінії обов'язково ставиться термінатор. Коректна робота мережі DMX-512 (особливо при використанні довгих кабелів) можлива тільки в тому випадку, коли від передавального пристрою до приймаючого йде одна єдина лінія. В лінію може бути включено до 32 пристроїв, розташованих як завгодно по всій її довжині.

Стандарт DMX-512 дає змогу керувати по одній лінії зв'язку одночасно 512 каналами. По одному каналу передається один параметр приладу. Кожен прилад має певну кількість керованих дистанційно параметрів і займає

відповідну кількість каналів у просторі DMX-512. Протокол DMX-512 має ряд переваг і недоліків, але він отримав велике поширення і зараз де-факто є головним стандартом створення більшості світлотехнічних систем.

Світильники підключаються до шини керування паралельно. Якщо один з світильників виходить з ладу, то інші будуть продовжувати працювати. При цьому непрацюючий світильник можна зняти, замінити його. Виняток становить коротке замикання на лінії управління або її обрив. У цьому випадку світильники перестають управлятися.

2.3 Висновки до розділу

1. Одним з ефективних способів вирішення проблеми економії електроенергії в освітлювальних установках є установка датчиків руху і присутності поряд із «розумною» системою керування. Встановлено, що у довгих коридорах необхідно із світлодіодним освітленням необхідно встановлювати датчики присутності а не руху.

2. Для забезпечення нормальних умов праці, встановлених в результаті проведених нами досліджень, та максимальної економії електроенергії в освітлювальних установках із датчиками присутності, що працюють у довгих коридорах без природного освітлення, потрібно реалізувати режим зміни освітленості шляхом димерування методом широтно-імпульсної модуляції (ШІМ). При цьому освітленість в режимі Stand-by повинна становити 10 % від максимального.

3. В освітлювальних установках із датчиками присутності, що працюють у довгих коридорах, доречно організувати керування відповідно до стандарту DMX-512, що дає змогу управляти по одній лінії зв'язку одночасно 512 каналами (світловими приладами).

3 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Методики оцінки впливу штучного освітлення на працездатність людини

Важливою умовою, що забезпечує безпеку праці і виробничих процесів, є збереження людиною високого рівня працездатності протягом зміни. Під працездатністю людини в процесі праці розуміють максимальні (граничні) функціональні можливості її організму для виконання конкретної роботи. З цього визначення випливає, що працездатність зазнає зміни протягом робочої зміни. Як правило, у виробничих умовах людина не працює на межі своїх можливостей, а використовує тільки їх частину, рівномірно розподіляючи сили протягом всієї зміни. Таким чином, при впливі на організм будь-якого несприятливо діє елемента умов праці, при появі перших ознак втоми граничні функціональні можливості організму неминуче будуть знижуватися, тоді як продуктивність праці, для підтримки якій використовується тільки частина граничних можливостей, може деякий час не змінюватися.

Величиною, зворотної працездатності, є стомлення. Найбільш часто стомлення визначають як зниження продуктивності праці, викликане роботою. Але не варто забувати про те, що крім самого трудового процесу, на людину найчастіше впливає великий комплекс несприятливих чинників умов праці, що сприяють розвитку втоми. Тому під стомленням слід розуміти зниження максимальних функціональних можливостей (працездатності), викликане роботою і впливом несприятливих умов праці.

Втома до певної межі є нормальним фізіологічним станом людини при роботі, природним наслідком трудової діяльності. Накоплене стомлення найчастіше називають перевтомою. Перевтома не є нормальною фізіологічною реакцією, це проміжний стан між нормальним і патологічним, хворобливим станом; іноді його називають "передхвороби". При перевтомі спостерігаються негативні зрушення в першу чергу в центральній нервовій системі, що

призводить до порушень вищої нервової діяльності і вегетативних реакцій людини.

У фізіології праці визначилося кілька напрямків вивчення працездатності (втоми). До них відносяться:

- аналіз продуктивності праці протягом зміни (вироблення продукції, час, що витрачається на операцію тощо);
- з'ясування суб'єктивного стану людини протягом зміни (наявність відчуття втоми, скарги);
- вивчення функціонального стану людини протягом зміни, або до і після роботи;
- комплексний підхід, що передбачає одночасне дослідження за трьома вказаними вище напрямками.

Як показують численні дослідження, робота в несприятливих санітарно-гігієнічних умовах призводить до розвитку значно більшого стомлення, ніж та ж робота, але в нормальних умовах, тому *поліпшення умов праці є важливим фактором зниження стомлення.*

У даній роботі зроблена спроба оцінки впливу параметрів штучного освітлення на стомлюваність людей, зайнятих на роботі в адмінбудинках, в тому числі і навчальних закладах, при модернізації освітлювальних установок через введення системи автоматичного керування освітленням.

Необхідно розглянути існуючі методи оцінки впливу якісних і кількісних показників штучного освітлення на стан функцій зору людини.

При виборі критеріїв оцінки стану функцій зору необхідно контролювати зорове стомлення, яке визначається, в першу чергу, складністю зорової завдання і умовами освітлення.

Відомо, що розвивається зорове стомлення приводить до зниження гостроти та швидкості відмінності, контрастної чутливості, стійкості ясного бачення та інших функцій зору. Зорове стомлення слід розглядати як фізіологічний стан аналізатора, яке розвивається під впливом зорового навантаження в типових для оператора умовах виробничої діяльності.

Правильне уявлення про реакцію організму в цілому і, зокрема, органу зору на ті чи інші умови зовнішнього середовища можливо при комплексному підході, що включає прямі методи вивчення показників зорової працездатності і вищої нервової діяльності робітника, а також методи, що характеризують вегетативні зрушення. Напружена діяльність робітника при різних умовах світлового середовища призводить до ряду істотних зрушень як в нервовій діяльності, так і в стані аналізаторних систем людини. Цим виправдана можливість дослідження стомлення вивченням тих чи інших функціональних зрушень в організмі. Однак, необхідно уточнювати, які з цих зрушень найбільш адекватно відображають специфіку виникаючих змін і в зв'язку з цим, які методи найбільш прийнятні для оцінки розвивається стомлення при зоровому навантаженні.

Найбільш ефективним є принцип комплексного вивчення фізіологічних функцій, при якому результати, отримані за допомогою різних методів, доповнюючи один одного, різнобічно відображають стан зорового аналізатора і організму в цілому.

Серед різних методів, використовуваних для визначення втоми, можуть бути виділені так звані специфічні, що дозволяють виявити особливості впливу на стомлення тих чи інших факторів.

Для оцінки впливу якісних і кількісних характеристик освітлення на зорове стомлення і працездатність робітника, необхідно використовувати психофізіологічні та фізіологічні методи і тести, які включають дослідження зорового аналізатора та окремих показників центральної нервової системи.

Численні експерименти показують, що вивчення взаємозв'язків фізіологічних функцій і несприятливих факторів виробничого середовища може проводитися як в реальних виробничих умовах, так і в лабораторних, з моделюванням заданих умов освітлення.

Серед методик дослідження реакцій зорового апарату людини на різні умови освітлення і виконання напруженої зорової роботи можна виділити наступні.

М'язове стомлення зорового аналізатора може бути виявлено за допомогою аккомодометричних тестів або дослідження меж поля зору. При вивченні функціонального стану сітківки та зорового нерва використовується метод кампіметрії, в якому досліджуються дефекти центрального відділу поля зору, зокрема форма і розміри сліпої плями. Багато дослідників оцінюють зорове стомлення, визначаючи зміну в часі стійкості ясного бачення. Також широко застосовуються дослідження швидкості темної адаптації, швидкості розрізнення, конвергенції.

Відомо, що штучне освітлення може створювати психофізіологічний дискомфорт внаслідок переключування кольоровості. В роботах дослідників відзначається, що в умовах освітлення лампами типу ДРЛ змінюється поріг колірної чутливості зорового аналізатора. Таким чином, колірне розрізнення, будучи важливою характеристикою функціонального стану сітківки центрального зору, може бути використано для дослідження зорового стомлення.

Як зазначалося раніше, напружена зорова робота не тільки надає негативну дію на зоровий аналізатор, а й викликає порушення нервової діяльності працюючого. Для встановлення втоми може використовуватися метод визначення збудливості сенсорної сфери кори головного мозку, зокрема за таким тимчасовому показнику збудливості, як критична частота злиття мигтіння, але більш об'єктивним методом безпосередньої оцінки функціонального стану центральній нервової системи є електроенцефалографічний метод, але він вимагає складного обладнання та спеціальних навичок [5].

В роботі [9] оцінка ступеня стомлення людей, які виконували дозовану напружену зорову роботу, проводилася по комплексу фізіологічних та психологічних показників, які характеризують стан функцій зору, центральної нервової системи, вегетативної нервової системи, самопочуття, настроїв і суб'єктивне відчуття стомленості: швидкість наростання світлової чутливості в умовах темної адаптації; стійкість колірного розрізнення (адіспаропія);

контрастна чутливість зору (видимість); стійкість тонкої координації руху руки в динаміці за допомогою термографа, що враховує швидкість проходження заданого шляху і кількість помилок в русі; самопочуття; активність; настрої; стомленість.

Результати досліджень зорової працездатності перерахованими вище методами були покладені в основу гігієнічного нормування освітлення.

Не варто забувати, що *підвищення втоми в процесі зорової роботи визначається не тільки кількісними (рівень освітленості, яскравості), але і якісними показниками (пульсація світлового потоку, спектральний склад, блики)*. На рис. 3.1 наведено результати дослідження зорового стомлення в процесі робочого дня на швейному конвеєрі, проведеного у виробничих умовах [10].

Дослідна освітлювальна установка була виконана в двох варіантах з живленням люмінесцентних ламп ЛДЦ-40 струмом з частотою 50 Гц і підвищеною частотою 1050 Гц. Дослідження працездатності були проведені при однакових рівнях яскравості і розподілу світлового потоку, що було досягнуто регулюванням напруги на перетворювачі частоти. Освітленість на робочих поверхнях була прийнята рівною 500 лк.

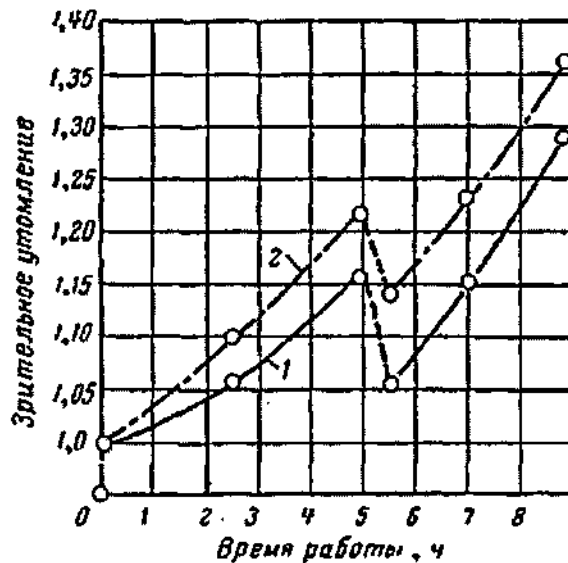


Рисунок 3.1 - Залежність зорового стомлення від частоти струму живлення люмінесцентних ламп

1 - частота струму 1050 Гц;

2 - частота струму 50 Гц

У дослідженнях брали участь чотири працівниці з нормальним зором, що виконують досить складні операції на швейному конвеєрі. Фізіолого-гігієнічне порівняння освітлювальних установок проводилося за трьома показниками: продуктивність праці; кількість дефектів; зорове стомлення. Зорове стомлення оцінювалося ставленням стійкості ясного бачення для стомленого очі до значення цієї ж функції до роботи. Для цих цілей безпосередньо на робочих місцях проводилися вимірювання стійкості ясного бачення для всіх спостерігачів 5 разів протягом робочого дня.

Результати проведених досліджень дозволили зробити наступні висновки:

- продуктивність праці у варіанті з підвищеною частотою збільшується в середньому на 2 - 2,5 %;
- кількість дефектних виробів при застосуванні частоти 1050 Гц знизилася на 13 %;
- зорове стомлення при підвищеній частоті росло повільніше, і до кінця робочого дня було менше на 5 – 7 %.

На жаль, не можна з повною упевненістю сказати, які рівні пульсації світлового потоку спостерігалися в ході цього експерименту.

У доступній нам літературі не вдалося виявити інформації про дослідження зорового стомлення при русі людей по довгих коридорах із динамічним освітленням, тому була поставлена задача вибору найбільш відповідного методу оцінки впливу якісних і кількісних показників штучного освітлення на стан функцій зору робітників.

Необхідно, щоб визначення зорової працездатності включало в себе дію результуючої функції мозку і очі. У зв'язку з цим під зоровою працездатністю можна розуміти здатність робітника виконувати зорово-аналітичну роботу з допустимим за одиницю часу числом не грубих помилок протягом будь-якого відрізка робочого циклу.

Виходячи з цього, найбільш прийнятним тестом для інтегральної оцінки зорової працездатності в різних виробничих умовах є коректурна проба - літерний або цифровий тест. Відмінна риса таких тестів - їх велика простота і динамічність, крім того, метод коректурних проб дозволяє оцінити зміну працездатності протягом дня. Обстеження проводиться за допомогою спеціальних бланків з рядами розташованих у випадковому порядку букв. Випробуваний переглядає ряд і викреслює певні, вказані в інструкції літери. Результати проби оцінюють за кількістю пропущених (не закреслених) букв, а також за часом виконання заданої кількості рядків. Важливим показником є характеристика якості і темпу виконання (виражається числом опрацьованих рядків і кількістю допущених помилок за кожні 30 - або 60-секундні інтервали роботи). Доцільність використання такого методу підкреслюється багатьма дослідниками [11].

При дослідженні зорової працездатності людей необхідно застосування коректурної проби у вигляді комп'ютерної програми, що дозволить максимально достовірно відтворити умови, характерні для робочого процесу.

3.2 Опис експериментальної бази

3.2.1 Загальний опис

Будь-які дослідження, пов'язані з діяльністю людини, є досить складними, оскільки в цьому випадку завжди є фактори, що не піддаються кількісному обліку. До них можна віднести психофізіологічні особливості людини, її стан в даний момент часу - настрій, ступінь втоми, здатність адаптації до навколишніх умов. Поряд з ними існує ряд так званих зовнішніх чинників (світлове середовище, шум і вібрація, метеорологічні умови), вплив яких, зокрема, на зорове стомлення може бути оцінений. З таких факторів особливу увагу на стан людини, її працездатність надає світлове середовище.

Досліди слід проводити в камері, ізольованій від потрапляння природного світла шторою з темного непрозорого матеріалу. Яскравість стін камери в поле зору робітника однакова протягом усіх дослідів і становить близько 20 кд / м.

Установка складається з системи загального рівномірного освітлення, що включає різні типи ламп та персональної електронно-обчислювальної машини зі спеціальним програмним забезпеченням, що дозволяє робити оцінку зорового стомлення людини.

3.2.2 Комплектація ПЕОМ та програмне забезпечення

Оскільки метою описаного типу досліджень є оцінка зорового стомлення робітника, невід'ємною частиною експериментальної установки є пристрій візуального відображення інформації (дисплей комп'ютера). Згідно рис. 3.2 в експериментальній установці використовуються два типи дисплеїв.



Рисунок 3.2 - Типи дисплеїв, що використовуються в експериментальній установці

В даний час на підприємствах використовуються ПЕОМ, обладнані дисплеями з електронно-променевими трубками (ЕПТ) і ПЕОМ з рідкокристалічними дисплеями (РКД). При цьому вважається, що РКД є більш "безпечними" та надають меншої шкоди органам зору. Такі міркування є, в

основному, наслідком рекламних матеріалів, не підтверджених науковими дослідженнями. У вітчизняних і зарубіжних літературних джерелах не вдалося виявити інформації про вплив типу дисплея ПЕОМ на стан зорових функцій, тому було прийнято рішення оцінити цей вплив. У результаті експериментальна установка була оснащена двома типами дисплеїв (ЕПТ і РК), і в ряд оцінюваних параметрів був включений додатковий фактор - "тип екрану".

Раніше було встановлено, що найбільш прийнятним тестом для інтегральної оцінки зорової стомлюваності в різних виробничих умовах є коректурна проба. Зазвичай такі дослідження проводяться за допомогою спеціальних бланків у друкованому вигляді, але так як об'єктом дослідження є сучасний працівник, то такий метод використовувати не доречно, тому необхідно застосування коректурної проби у вигляді комп'ютерної програми. Внаслідок цього було підібрано спеціальне програмне забезпечення, яке представляє собою комп'ютерний варіант коректурної проби. Зовнішній вигляд вікна програми представлений на рис. 3.3.



Рисунок 3.3 - Зовнішній вигляд вікна програми "комп'ютерна коректурна проба

Основне поле являє собою 400 випадково відібраних буквених символів, розташованих в 20-ти рядках і 20-ти стрічках. У правій нижній частині вікна відображаються контрольні літерні символи. Випробуваний повинен переглядати поле випадкових символів зліва направо, і при виявленні контрольних символів, відзначати їх за допомогою натискання на маніпулятор "миша". Правильно відмічені символи виділяються зеленим кольором, пропущені символи виділяються червоним кольором.

При виконанні тесту ведеться контроль часу, за кожний пропущений символ до загального часу додається 5 секунд. Час виконання тесту відображається у правому верхньому куті. До цього часу після виконання завдання додається "штрафний час", який відображається у нижньому лівому кутку вікна. Загальний час виконання завдання дозволяє оцінити ступінь зорового стомлення оператора.

Змінюючи значення параметрів світлового середовища можна виявити їх вплив на зорове стомлення робітника, а також оцінити динаміку стомлення протягом робочого дня.

3.3 Планування і реалізація експерименту

Експеримент займає, ймовірно, головне місце серед способів отримання інформації про внутрішні взаємозв'язки явищ в природі і техніці. Широке застосування експериментальних методів різними дослідниками призвело до створення математичної теорії планування експерименту. Ця теорія покликана дати досліднику відповідь на наступні питання:

1. Як потрібно організувати експеримент, щоб найкращим чином вирішити поставлену задачу?
2. Як слід обробляти результати експерименту, щоб отримати максимальну кількість інформації про досліджуване явище?

3. Які обґрунтовані висновки можна зробити про досліджуваному об'єкті за результатами експерименту?

Основою математичної теорії планування експерименту є математична статистика, яка застосовується для аналізу експерименту в тих випадках, коли його результати можуть розглядатися як випадкові величини або випадкові процеси. Ця умова виконується в більшості досліджень, оскільки, як правило, результати експерименту пов'язані з деякою невизначеністю. Причинами цієї невизначеності є випадковий характер досліджуваних процесів, вплив неконтрольованих факторів, неконтрольовані зміни умов експерименту і помилки спостережень. Сюди ж відносяться вимірювальні помилки, причини яких криються в недосконалому приладів і методів вимірювань. Вплив цих факторів на результат спостережень може в багатьох випадках розглядатися як випадковий.

Згідно математичної теорії планування експерименту об'єкт дослідження розглядається за допомогою методу "чорного ящика" - коли навмисно відмовляються від вивчення внутрішніх елементів системи, її структури, зв'язків між елементами, а досліджують тільки зовнішні впливи і реакції системи на ці впливи. Впливи на систему називаються факторами, а реакції системи на впливи чинників називаються відгуками.

Для оцінки впливу факторів світлового середовища на стомлюваність людей необхідно розглянути систему, що складається з робочого місця оператора, людини і навколишнього його світлового середовища, яка характеризується різними параметрами (освітленість, яскравість, засліплення і т.д.).

Згідно рис. 3.3, всі фактори, що визначають стан системи, можна розділити на 3 групи:

1. Група X. У цю групу входять фактори, які впливають на поведінку системи, і людина може активно змінювати їх у ході експерименту (варійовані фактори).

2. Група Z . Фактори, що впливають на поведінку системи, але керувати ними людина внаслідок певних обмежень (технічних, технологічних, фінансових) не хоче (відмовляється).

3. Група Q . У цю групу входять фактори, які впливають на поведінку системи, але керувати ними людина на даному етапі розвитку цивілізації не в змозі.

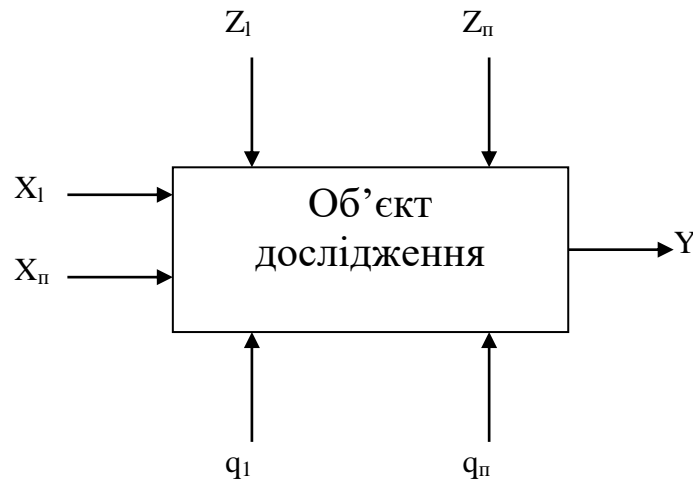


Рисунок 3.3 - Схематичне представлення об'єкту дослідження

В якості відгуку X приймається величина зорової працездатності (стомлюваності) рівна часу, витраченому на виконання коректурного тесту описаного раніше.

Для правильного відображення об'єкта необхідно, щоб його математична модель включала всі фактори, які суттєво впливають на вихідну величину. Відсутність в моделі хоча б одного з істотних факторів може спричинити за собою помилкову інтерпретацію явищ, що протікають у досліджуваній системі. Фактори, що впливають на досліджувану систему, представлені в табл. 3.1.

Завдання математичної теорії планування експерименту полягає в тому, щоб за допомогою відповідних методів виділити суттєві, домінуючі чинники при можливо менших витратах (мінімальному числі експериментів).

Таблиця 3.1 - Фактори, що впливають на систему

Номер фактора	Класифікація факторів	Розшифровка фактора
1	X1	Е, лк - освітленість робочої поверхні
2	X2	Кп, % - коефіцієнт пульсації освітленості
3	X3	f, Гц - частота оновлення зображення монітора
4	Z1	Е _Е , лк - освітленість поверхні екрану
5	X4	L, кд / м ² - яскравість відблисків на екрані ПЕОМ
6	X5	Тип екрану (РКД / ЕПТ)
7	Z2	γ, град - захисний кут світильників
8	Z3	L, кд / м - яскравість стелі
9	Z4	L, кд / м ² - яскравість світяться поверхонь, що знаходяться в полі зору
10	Z5	К, од - нерівномірність розподілу яскравості в полі зору користувача ПЕОМ
11	Z6	Р, од - показник засліпленості
12	Z7	М, од - показник дискомфорту
13	Z8	L, кд / м ² - яскравість світильників
14	Z9	Вік людини
15	Z10	Стать людини (М / Ж)
16	Z11	Спектр випромінювання лампи
17	Q1	Н, А / м - напруженість магнітного поля землі
18	Q2	Сонячна активність

Звичайні методи побудови математичних моделей, наприклад, регресійний аналіз, що включає перевірку значущості параметрів, при великому числі факторів виявляються неприйнятними. Тому були розроблені спеціальні методи, які при виконанні деяких передумов дозволяють виявити істотні фактори за допомогою невеликого числа експериментів. До числа таких методів належать такі:

1. Дисперсійний аналіз.
2. Насичені дробові факторні плани.
3. Насичені експериментальні плани Плакетта-Бермана.
4. Метод випадкового балансу.
5. Опитування експертів з метою ранжирування чинників за ступенем їх впливу на вихідну величину або поєднання опитування експертів і експерименту, а також інші методи.

В рамках даної роботи недоцільно докладно описувати зміст перерахованих методів, тим більше що можна привести і інші, не зазначені тут, тому обмежимося лише аргументацією вибору методу.

Метод випадкового балансу (або метод Саттерзуайта) містить наднасичені плани і використовується, коли число факторів дуже велике. Метод дисперсійного аналізу характеризується відносно великою кількістю експериментів і вимагає великих витрат часу. За рахунок конструювання спеціальних матриць плану Плакетт і Берман змогли скоротити кількість необхідних експериментів. Таким чином, для вирішення поставленого завдання найбільш підходящою слід визнати теорію відсіваючого експерименту згідно з планом Плакетта-Бермана.

Цей метод дослідження відноситься до методів ортогонального планування. Суть методів ортогонального планування полягає в підборі для кожного дослідження таких значень змінних факторів x_1, x_2, \dots, x_n , складових вектор умов, щоб, в кінцевому рахунку, коли план вичерпаний, вектори параметрів виявилися взаємно ортогональними, тобто їх добуток був би рівним нулю.

Для визначення суттєво впливають факторів застосовувався план Плакетта-Бермана з $N = 8$ експериментами для 7 факторів. Дисперсія помилок спостереження оцінюється за допомогою спеціальних експериментів, наприклад, дублюванням спостережень або введенням в план фіктивних факторів, тому (згідно табл. 3.2) до існуючих 5 варійованих факторам були додані 2 фіктивних.

Таблиця 3.2 -Перелік впливаючих варійованих факторів

Номер фактора	Розшифровка фактора
X1	E, лк - освітленість робочої поверхні
X2	Кп, % - коефіцієнт пульсації освітленості
X3	f, Гц - частота оновлення зображення монітора
X4	L, кд / м ² - яскравість відблисків на екрані ПЕОМ
X5	Тип екрану (РКД / ЕПТ)
X6	Фіктивний фактор
X7	Фіктивний фактор

Згідно з табл. 3.3, матриця відсіюючого експерименту складається з двох блоків. Перший блок отримують методом рандомізації - випадкового вибору порядку проведення вимірювань, наприклад, за допомогою жеребкування, таблиць або генератора випадкових чисел. Рандомізація проводиться, головним чином, для виключення впливу змінних, неконтрольованим чином змінюються в часі.

Згідно представленої матриці експерименту, що впливають фактори можуть бути представлені на рівнях +1 і -1, в табл. 3.4 наведена розшифровка рівнів.

Особливістю реалізації плану експерименту є повторення дослідів з різними людьми (число випробовуваних $m = 4$), тобто дублювання дослідів в кожному рядку плану 4 рази.

Таблиця 3.3 - Матриця відсіває експерименту, згідно з планом Плакетта-Бермана

Номер досліджу	RANDOM			Рівні факторів						
				1	2	3	4	5	6	7
1	21	19	20	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1
2	14	22	17	-1	+1	+1	+1	-1	+1	-1
3	7	11	16	-1	-1	+1	+1	+1	-1	+1
4	6	2	4	+1	-1	-1	+1	+1	+1	-1
5	13	23	24	-1	+1	-1	-1	+1	+1	+1
6	5	10	12	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1
7	9	3	1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	+1
8	д	15	18	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

Таблиця 3.4 - Рівні факторів

Номер фактора	Позначення чинника	Рівень фактора	
		-1	+1
X1	Е, лк - освітленість робочої поверхні	400	200
X2	Кп,% - коефіцієнт пульсації освітлення	0	25
X3	f, Гц - частота оновлення зображення	85	60
X4	L, кд / м ² - яскравість відблисків на екрані ПЕОМ	0	40
X5	Тип екрану (РКД / ЕПТ)	РКД	ЕПТ
X6	Фіктивний фактор	-	-
X7	Фіктивний фактор	-	-

В експерименті брали участь 4 добровольці чоловічої статі з нормальним зором (за даними щорічних медичних оглядів, проведених студентською

поліклінікою), віком від 21 до 24 років. Вимірювання рівня зорової стомлюваності для кожної з восьми комбінацій факторів дублювалися по три рази кожним добровольцем. В результаті, з кожним випробовуваним було проведено по 24 вимірювання зорової стомлюваності. Порядок виконання 24 дослідів був рандомізований згідно табл. 3.3 за допомогою генератора випадкових чисел. Результати експерименту, показані кожним добровольцем представлені в табл. 3.5-3.8.

У табл. 3.9 представлені підсумкові результати експерименту, що включають оцінку дисперсії в кожному рядку D_j необхідну для оцінки відтворюваності дослідів. Оцінка відтворюваності (рівноточними результатами) може проводитися за критерієм Кохрена (якщо вибірки рівного об'єму) або за критерієм Бартлетта (якщо вибірки різного обсягу). Так як в даному випадку кількість повторених дослідів в кожному рядку однакова, слід використовувати критерій Кохрена.

Таблиця 3.5 - Результати експерименту показані добровольцем №1 ($m=1$)

N	Random			Рівні факторів							Рівні відкликів			
				X1 Е, лк	X2 Кп, %	X3 f, Гц	X4 L, кд/ м	X5 тип екр ану	X6 фік т фак тор.	X7 фік тфа кто р.	Y_1	Y_2	Y_3	\bar{Y} ($m=1$)
1	21	19	20	200	25	60	0	ЕПТ	-	-	118,3	125,8	131,5	125,2
2	14	22	17	400	25	60	40	РКД	-	-	118	114,7	124,3	119
3	7	11	16	400	0	60	40	ЕПТ	-	-	112,2	109,8	105	109
4	6	2	4	200	0	85	40	ЕПТ	-	-	98,1	110,7	109,2	106
5	13	23	24	400	25	85	0	ЕПТ	-	-	117,9	112	116,3	115,4
6	5	10	12	200	0	60	0	РКД	-	-	112	115,8	106,4	111,4
7	9	3	1	200	25	85	40	РКД	-	-	118,5	113	128,5	120
8	8	15	18	400	0	85	0	РКД	-	-	105	101,2	110,6	105,6

Таблиця 3.6 - Результати експерименту показані добровольцем №2 (m=2)

N	Random			Рівні факторів							Рівні відкликів			
				X1 Е, лк	X2 Кп, %	X3 f, Гц	X4 L, кд/ м	X5 тип екр ану	X6 фік т фак тор.	X7 фік тфа кто р.	Y ₁	Y ₂	Y ₃	\bar{Y} (m=1)
1	21	19	20	200	25	60	0	ЕПТ	-	-	112,4	118,1	113	114,5
2	14	22	17	400	25	60	40	РКД	-	-	113	111,7	120,9	115,2
3	7	11	16	400	0	60	40	ЕПТ	-	-	91,1	91,6	98,7	93,8
4	6	2	4	200	0	85	40	ЕПТ	-	-	87,8	100	82,8	90,2
5	13	23	24	400	25	85	0	ЕПТ	-	-	106,4	101,6	102,8	103,6
6	5	10	12	200	0	60	0	РКД	-	-	100,6	104,1	101	101,9
7	9	3	1	200	25	85	40	РКД	-	-	114,1	109	130	117,7
8	21	19	20	200	25	60	0	РКД	-	-	98,3	91,2	77,8	89,1

В останніх стовпцях таблиць представлені усереднені значення відгуків по кожному рядку:

$$\bar{Y} = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3}{3}, \quad (3.1)$$

Таблиця 3.7 – Результати експерименту показані добровольцем №3 (m=3)

N	Random			Рівні факторів							Рівні відкликів			
				X1 Е, лк	X2 Кп, %	X3 f, Гц	X4 L, кд/ м	X5 тип екр ану	X6 фік т фак тор.	X7 фік тфа кто р.	Y ₁	Y ₂	Y ₃	\bar{Y} (m=1)
1	21	19	20	200	25	60	0	ЕПТ	-	-	126,1	123	128,3	125,8
2	14	22	17	400	25	60	40	РКД	-	-	121	137	114,6	124,2
3	7	11	16	400	0	60	40	ЕПТ	-	-	116,5	105,8	111,9	111,4
4	6	2	4	200	0	85	40	ЕПТ	-	-	105,7	103,1	108,3	105,7
5	13	23	24	400	25	85	0	ЕПТ	-	-	128,9	112,1	130,7	123,9
6	5	10	12	200	0	60	0	РКД	-	-	131,2	112	109,3	117,5
7	9	3	1	200	25	85	40	РКД	-	-	136	131,2	118,9	128,7
8	8	15	18	400	0	85	0	РКД	-	-	110,2	101	108,9	106,7

Таблиця 3.8 - Результати експерименту показані добровольцем №4 (m=4)

N	Random			Рівні факторів							Рівні відкликів			
				X1 E, лк	X2 Кп, %	X3 f, Гц	X4 L, кд/ м	X5 тип екр ану	X6 фік т фак тор.	X7 фік тфа кто р.	Y ₁	Y ₂	Y ₃	\bar{Y} (m=1)
1	21	19	20	200	25	60	0	ЕПТ	-	-	123,2	129,8	134	129
2	14	22	17	400	25	60	40	РКД	-	-	116,3	114,1	150,6	127
3	7	11	16	400	0	60	40	ЕПТ	-	-	98,7	119,1	111,6	109,8
4	6	2	4	200	0	85	40	ЕПТ	-	-	111,3	100,5	106,8	106,2
5	13	23	24	400	25	85	0	ЕПТ	-	-	123,3	117,5	118	119,6
6	5	10	12	200	0	60	0	РКД	-	-	119,2	118,1	111,9	116,4
7	9	3	1	200	25	85	40	РКД	-	-	139	121,8	123,7	129,5
8	8	15	18	400	0	85	0	РКД	-	-	99,2	97,1	119	105,1

Слідом за реалізацією плану експерименту проводиться обробка його результатів, яка складається з наступних операцій:

1. Розрахунок ефектів окремих факторів.

Оцінка ефекту B_i дорівнює різниці між сумами значень цільової функції для фактора X_i на рівнях +1 і -1, поділеної на N :

$$B_i = \frac{\sum_{j=1}^N y_j x_i^j}{N}, \quad (3.2)$$

де B_i - ефект i -ого фактора;

y_j - значення відгуку в j -експерименті;

x_i^j - рівень i -ого в j -експерименті;

N - число рядків матриці аналізованого плану.

Таблиця 3.9 – Кінцеві результати експерименту

N	RANDOM		Рівні факторів								Рівні відкликів					
	21	19	20	X1 E, лк	X2 Кп, %	X3 f, Гц	X4 L, кд/м	X5 тип екрану	X6 фікт факто р.	X7 фікт факто р.	\bar{Y} (m=1)	\bar{Y} (m=2)	\bar{Y} (m=3)	\bar{Y} (m=4)	\bar{Y}	D_j
1	6	2	4	200	25	60	0	ЕПТ	-	-	125,2	114,5	125,8	129	123,6	39,79
2	14	22	17	400	25	60	40	РКД	-	-	119	115,2	124,2	127	121,6	27,88
3	7	11	16	400	0	60	40	ЕПТ	—	-	109	93,8	111,4	109,8	106	67,15
4	6	2	4	200	0	85	40	ЕПТ	-	-	106	90,2	105,7	106,2	102	62,19
5	13	23	24	400	25	85	0	ЕПТ	-	-	115,4	103,6	123,9	119,6	115,6	76,31
6	5	10	12	200	0	60	0	РКД	-	-	111,4	101,9	117,5	116,4	111,8	50,6
7	9	3	1	200	25	85	40	РКД	-	-	120	117,7	128,7	129,5	124	36,01
8	8	15	18	400	0	85	0	РКД	-	-	105,6	89,1	106,7	105,1	101,6	70,17

2. Перевірка значущості параметрів.

Для виявлення істотних факторів використовується t -критерій і перевіряється виконання умови:

$$|B_i| \geq t_{кр} S_i, \quad (3.3)$$

де B_i - ефект i -ого фактора;

$t_{кр}$ - критичне значення t -розподілу для рівня значущості;

$\alpha = 0,05$ і $\varphi = 2$ ступенів свободи;

S_i - оцінка дисперсії коефіцієнта B_i .

$$S_i = \sqrt{\frac{S_l^2}{4k}}, \quad (3.4)$$

Для оцінки дисперсії помилок спостережень були додані 2 фіктивних фактора. Ефекти цих фіктивних змінних будуть рівні нулю лише в тому випадку, якщо немає взаємодій, і вимірювання є абсолютно точними. Оскільки на практиці це зазвичай не виконується, їх можна використовувати для оцінки дисперсії спостережень S_l :

$$S_l^2 = 4k(B_{l+1}^2 + \dots + B_{N-1}^2) / (4k - l - 1), \quad (3.5)$$

де S_l - дисперсія спостережень;

$4k = N$ - кількість рядків аналізованого плану;

$B_{l+1} \dots B_{N-1}$ - ефекти фіктивних факторів;

l - число значущих факторів.

Значимість факторів перевіряємо за умовою 3.3 для всіх чотирьох дослідів з кожним з добровольців і для усередненого значення.

Для $m = 1$: $S_l^2 = 4$; $S_i = 0,707$; $|B_i| > t_{кр} S_i = 4,303 \cdot 0,707 = 3,04$.

Для $m = 2$: $S_l^2 = 5,1$; $S_i = 0,7986$; $|B_i| > t_{кр} S_i = 4,303 \cdot 0,7986 = 3,4365$.

Для $m = 3$: $S_l^2 = 22,9$; $S_i = 1,69$; $|B_i| > t_{кр} S_i = 4,303 \cdot 1,69 = 7,28$.

Для $m = 4$: $S_l^2 = 5,1$; $S_i = 0,7986$; $|B_i| > t_{кр} S_i = 4,303 \cdot 0,7986 = 3,4365$.

Для усереднених значень: $S_l^2 = 6,2$; $S_i = 0,88$;

$|B_i| > t_{кр} S_i = 4,303 \cdot 0,88 = 3,79$.

У табл. 3.10 представлені результати обробки експерименту, обчислені ефекти факторів для чотирьох дослідів з кожним з добровольців, показана значимість факторів.

Згідно з табл. 3.9 у всіх чотирьох дослідях істотним виявився лише один фактор X2 - коефіцієнт пульсації освітленості. Згідно з табл. 3.11, результати обробки усереднених значень не суперечать підсумками окремих дослідів, що підтверджує правильність зроблених висновків.

На рис 3.5 результати оцінки значущості факторів представлені в графічному вигляді. Вважаємо, що істотно впливає лише той фактор, оцінка якого перевищує критичне значення, рівне 3,79 (од.).

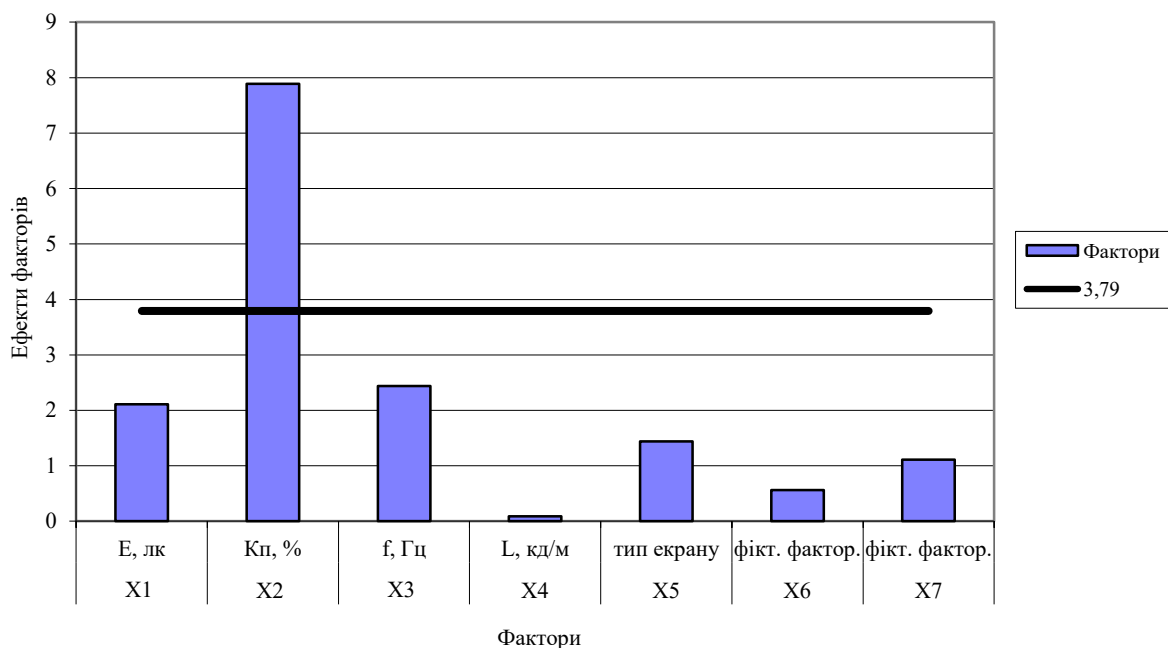


Рисунок 3.5 - Результати оцінки значимості факторів

Таблиця 3.10 - Ефекти факторів і їх значущість для кожного з 4 дослідів

Фактори	X1 Е, лк	X2 Кп, %	X3 f, Гц	X4 L, кд/м	X5 тип екрану	X6 фікт. фактор.	X7 фікт. фактор.
m = 1							
Ефект, B_i	1,7	5,95	2,2	-0,45	-0,05	-1	0
$t_{кр}S_i$	3,04						
Значимість	немає	так	немає	немає	немає	-	-
m = 2							
Ефект, B_i	2,825	9,5	3,1	0,975	-2,7	-0,525	1
$t_{кр}S_i$	3,4365						
Значимість	немає	так	немає	немає	немає	-	-
m = 3							
Ефект, B_i	1,44	7,66	1,71	-0,49	-1,29	-0,16	2,38
$t_{кр}S_i$	7,28						
Значимість	немає	так	немає	немає	немає	-	-
m = 4							
Ефект, B_i	2,45	8,45	2,725	0,3	-1,675	-0,525	1
$t_{кр}S_i$	3,4365						
Значимість	немає	так	немає	немає	немає	-	-

Таблиця 3.11 - Ефекти факторів і їх значущість для усереднених значень

Фактори	X1 Е, лк	X2 Кп, %	X3 f, Гц	X4 L, кд/м	X5 тип екрану	X6 фікт. фактор.	X7 фікт. фактор.
Ефект, B_i	2,11	7,89	2,44	0,09	-1,44	-0,56	1,11
$t_{кр} S_i$	3,79						
Значимість	немає	так	немає	немає	немає	-	-

3. Оцінка відтворюваності дослідів.

Як перевірки гіпотези про однорідність дисперсій приймаємо критерій Кохрена - відношення максимальної рядкової дисперсії до суми всіх малих дисперсій:

$$G = \frac{D_{j\max}}{D_N}, \quad (3.6)$$

де $D_{j\max}$ - максимальне значення рядкової дисперсії;

D_N - сума рядкових дисперсій.

$$D_N = \sum_{j=0}^N D_j. \quad (3.7)$$

Значення рядкових дисперсій D_j визначаються за виразом:

$$D_j = \frac{1}{m-1} \sum_{l=1}^m (Y_{jl} - \bar{Y}_j)^2. \quad (3.8)$$

Отримані значення дисперсій в кожному рядку вказані в останньому стовпчику табл. 3.10.

Для того, щоб при заданому рівні значущості перевірити гіпотезу про однорідність дисперсій, треба обчислити спостережуване значення критерію і за таблицею знайти критичне значення $G_{кр}$.

Спостережуване значення критерію $G_{спост} = 76,31 / 430,1 = 0,18$.

Критичне значення критерію при рівні значущості $\alpha = 0,05$, числі ступенів свободи $m-1 = 2$ і кількості вибірок $N = 8$, знайдене за таблицями,

$$G_{кр(0,05;3;8)} = 0,4377.$$

Оскільки $G_{спост} = 0,18 < G_{кр(0,05;3;8)} = 0,4377$ гіпотеза про однорідність дисперсій підтверджується, тобто результати дослідів достовірні і відтворювані.

Таким чином, в результаті реалізації відсіваючого експерименту встановлено, що серед досліджених параметрів світлового середовища істотним виявився лише фактор X2 - коефіцієнт пульсації освітленості. Інші параметри світлового середовища: освітленість робочої поверхні, яскравість відблисків на екрані, а також частота оновлення зображення на екрані ПЕОМ та тип екрану не роблять значного впливу на зорову стомлюваність оператора.

3.4 Дослідження впливу пульсації та зміни освітленості на зміну зорового стомлення робітників протягом робочої зміни

Згідно з дослідженнями, описаним в попередньому параграфі, серед багатьох факторів світлового середовища, найбільше значення на ступінь зорового стомлення людей робить пульсація освітленості. Важливо пам'ятати, що ступінь зорового стомлення не є постійною величиною, для значної більшості видів робіт типовим є наростання стомлення, тому спробуємо оцінити вплив пульсації освітленості на зміну зорової стомлюваності протягом робочої зміни [12].

Аналогічно раніше описаного експерименту для проведення досліджень були залучені 4 добровольця чоловічої статі з нормальним зором. З кожним добровольцем проводилось по два денних експерименти, що імітують 8-годинну робочу зміну. В один день освітлювальна установка, укомплектована лампами ЛБ-40 забезпечувала рівень пульсації освітленості близько 25 %, в іншого - відсутність пульсації ($K_p = 0\%$). Так як людина не здатна візуально

оцінити цей параметр, випробуванням не повідомлялося значення коефіцієнта пульсації освітленості в конкретному експерименті, що дозволило отримати їх суб'єктивну оцінку умов освітлення.

Для того щоб мінімізувати звикання людини до умов освітлення порядок виконання експериментів для різних добровольців був рандомізований.

Параметри штучного освітлення (освітленість робочої поверхні, екрана монітора, яскравість, нерівномірність розподілу яскравості та ін) для різних експериментів підтримувалися на однакових рівнях і відповідали вимогам нормативних документів.

Так як в результаті попередніх досліджень не вдалося підтвердити істотного впливу типу екрану на стан зорових функцій оператора, для оцінки ступеня зорової стомлюваності використовувався рідкокристалічний монітор з як найбільш часто вживаний в даний час.

Умови експерименту моделювали роботу на комп'ютері середньої інтенсивності. Оцінка ступеня зорового стомлення проводилася кожні 20 хвилин, в перервах між вимірами добровольці виконували завдання, що вимагає переключення уваги з екрану ПЕОМ на робочу поверхню (набір тексту).

На рис 3.6-3.9 результати експериментів, показані кожним з добровольців, представлені в графічному вигляді. На рис. 3.10 показані підсумкові результати експерименту.

Вимірювання дублювалися тричі, таким чином, з кожним добровольцем щодня проводилося по 78 дослідів, що дозволило оцінити зміну зорового стомлення оператора протягом робочої зміни, в залежності від глибини пульсації освітленості.

Через кожні 2 години експеримент переривався на 15-ти хвилинну перерву, через 4 була годинна перерва на обід.

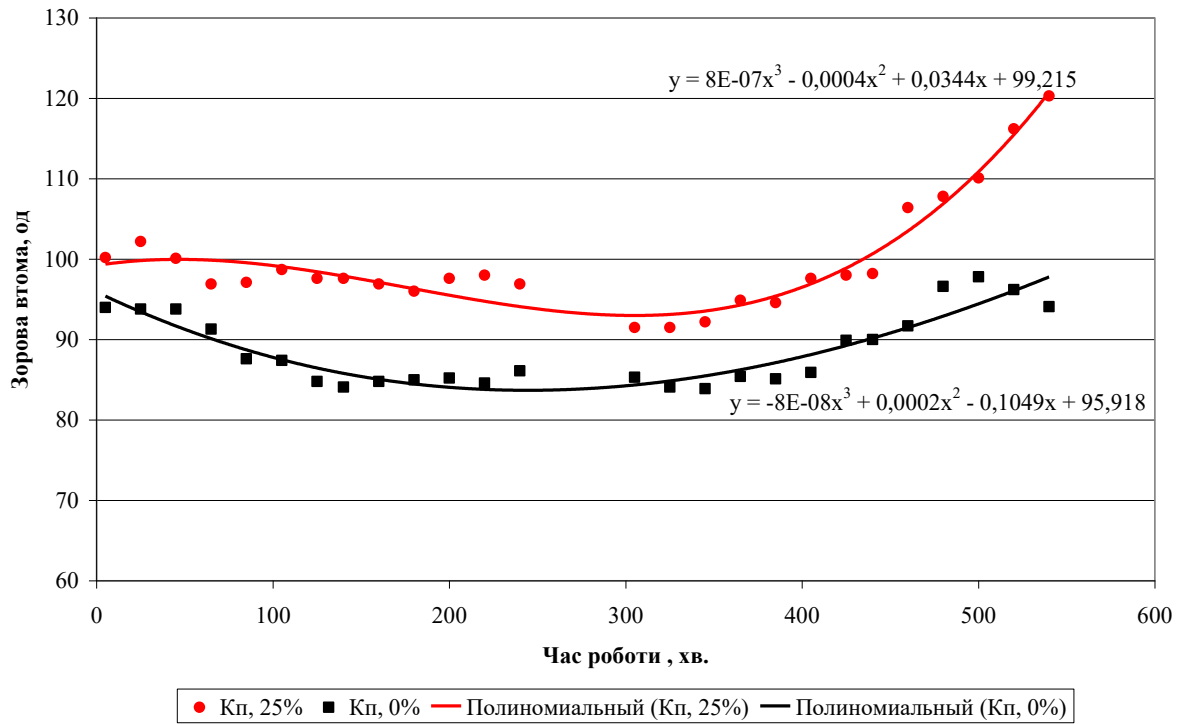


Рисунок 3.6 - Зміна зорового стомлення оператора №1 протягом робочої зміни

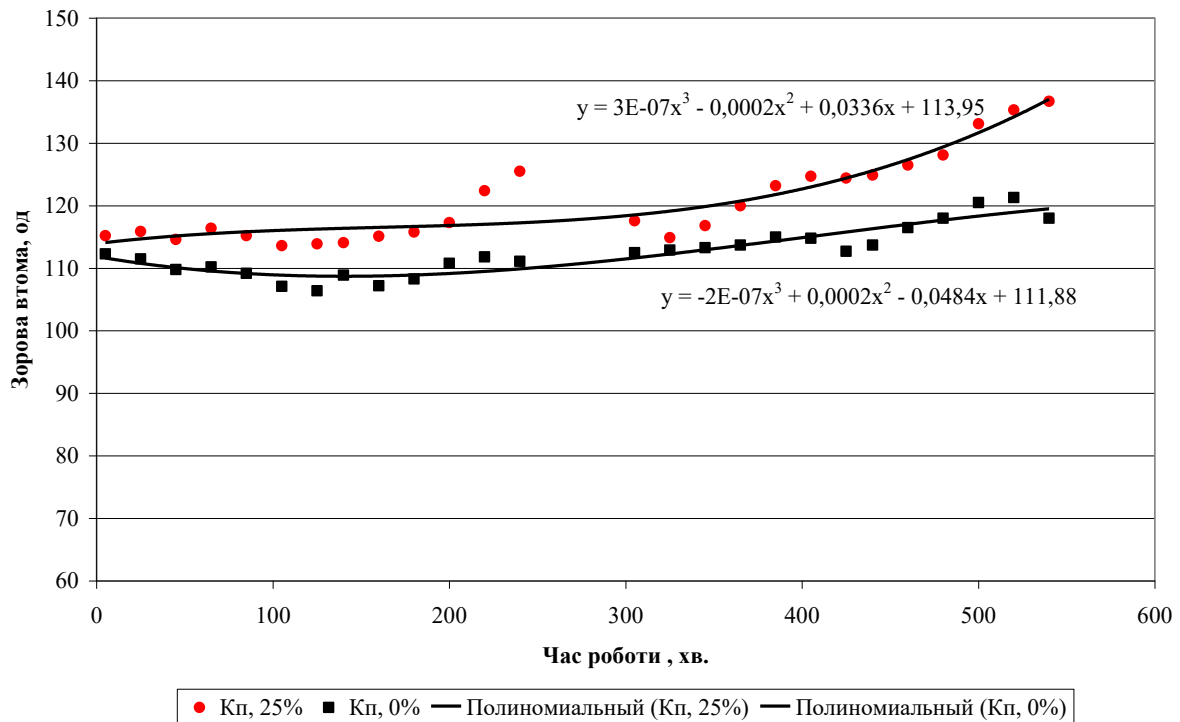


Рисунок 3.7 - Зміна зорового стомлення оператора №2 протягом робочої зміни

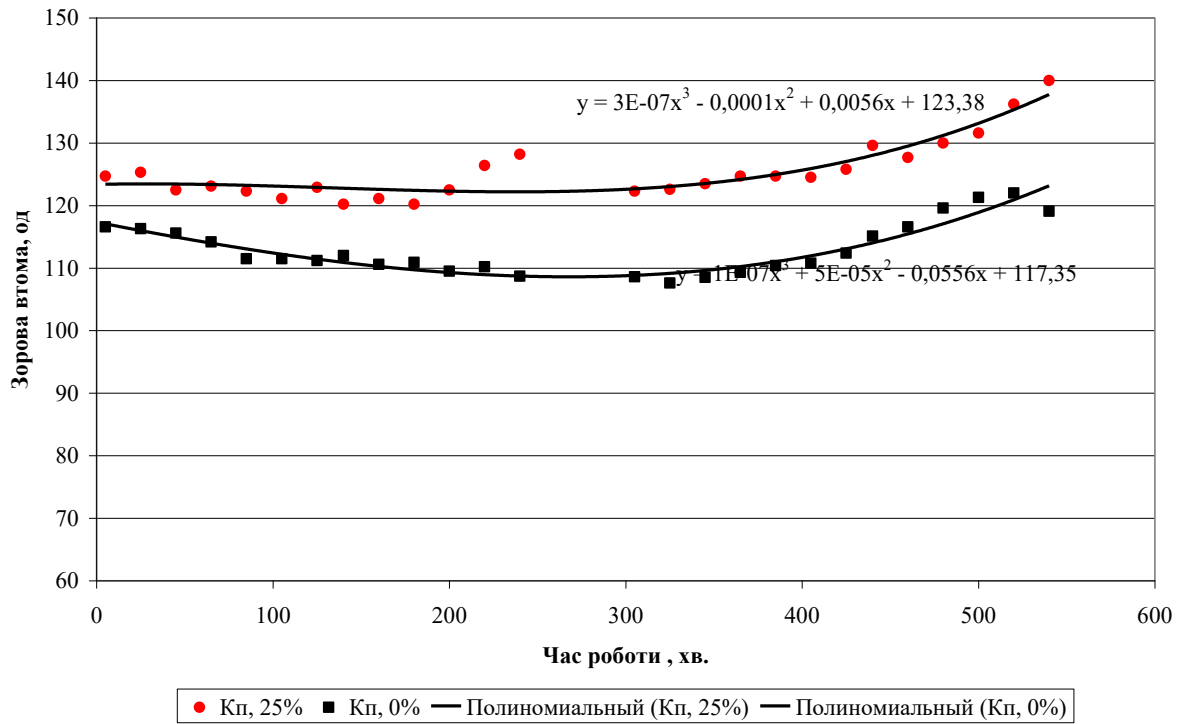


Рисунок 3.8 - Зміна зорового стомлення оператора №3 протягом робочої зміни

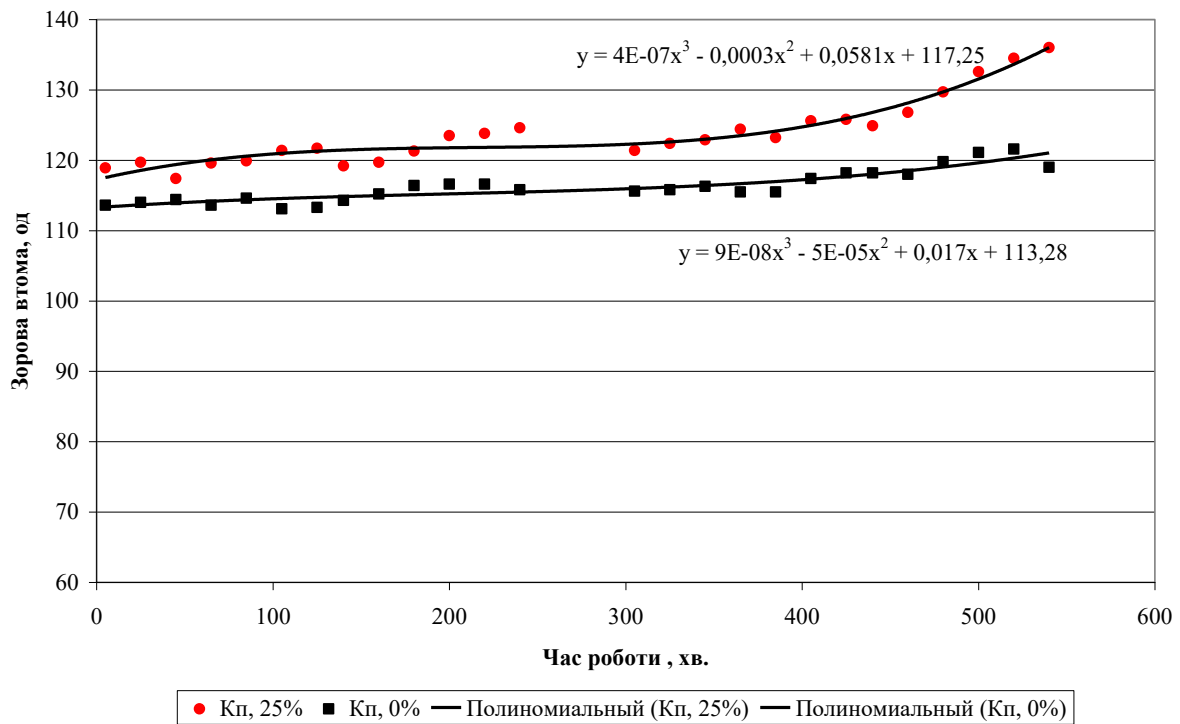


Рисунок 3.9 - Зміна зорового стомлення оператора №4 протягом робочої зміни

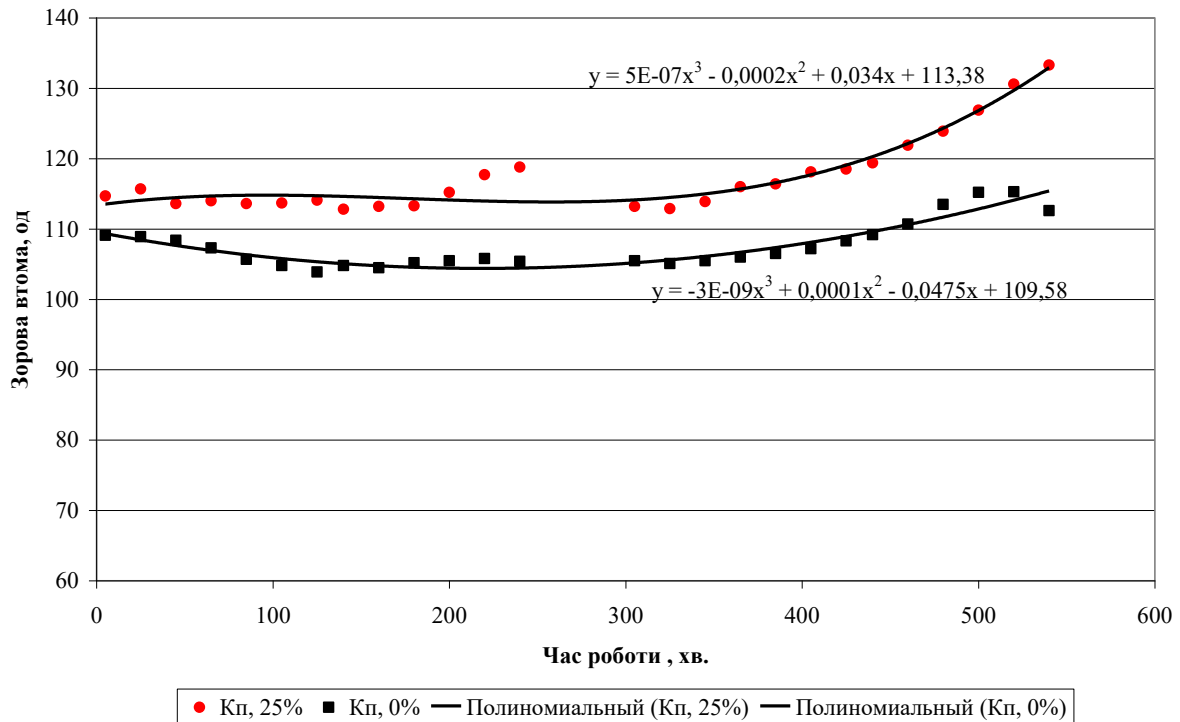


Рисунок 3.10 - Підсумкові значення зміни зорового стомлення оператора протягом робочої зміни

Згідно рис. 3.6-3.9 при високому рівні пульсації освітленості (25 %) зорове стомлення людей трохи зростає від початку роботи до обідньої перерви, дещо знижується в результаті відпочинку і починає досить інтенсивно збільшуватися до кінця зміни. На представлених графіках можна виділити кілька характерних періодів, які досить повно описані в літературі.

На початку роботи відбувається спільна настройка всіх робочих систем організму, в результаті якої декілька збільшуються максимальні можливості організму і, відповідно знижується ступінь втоми. Цей момент часу називають "періодом впрацювання".

Далі слідує період високого, стабільного рівня максимальних можливостей. Відомо, що людина майже ніколи не працює на межі своїх можливостей, будь-яка виробнича діяльність виявляється найбільш ефективною при оптимальному темпі роботи. Завдяки резервним можливостям організму при початкових стадіях стомлення можливо вольовим зусиллям деякий час утримувати продуктивність праці на вихідному рівні. Сприяє цьому правильна

організація режимів праці та відпочинку. Для цього встановлюються додаткові 15-хвилинні перерви після двох годин роботи на ПЕОМ. Так як в даному випадку має місце адаптація людини до умов експерименту, то внаслідок цього рівень максимальних можливостей може навіть підвищитися, а стомлення залишається на однаковому рівні або трохи знижується. Цей момент часу називають "періодом повної і стійкої компенсації стомлення".

Збільшення зорового стомлення у першій половині робочого дня має не такий різкий характер тому, що до певного моменту не відбувається переходу високого стомлення в перевтому. Даний стан характеризується як "період нестійкої компенсації".

Обідня перерва тривалістю 60 хвилин дозволяє значно знизити рівень втоми працівника, але після обіду стомлення досить швидко наростає. Посилення стомлення настільки знижує максимальні можливості організму, що вольовим зусиллям людина вже не в змозі зберігати високий рівень продуктивності, навіть 15-хвилинні перерви не в змозі суттєво вплинути на ситуацію, що складається. Згідно з графіками, стомлення в другій половині робочої зміни зростає набагато швидше і досягає великих значень. Цей час називають "періодом стійкого зниження продуктивності праці".

Все вищесказане характерно, в основному, для роботи в умовах значної (25%) пульсації освітленості. При її відсутності криві зміни зорової стомлюваності мають дещо інший вигляд. Якщо на людину не впливає такий суттєвий фактор як пульсація освітленості, організм протягом тривалого часу здатний компенсувати втому яка розвивається. Згідно з графіками, при відсутності пульсації освітленості, зорове стомлення зберігається приблизно на однаковому рівні до обідньої перерви і лише до кінця зміни дещо зростає. При відсутності пульсації максимальні значення зорового стомлення в середньому на 13,5 % нижче, ніж при 25 - процентної глибини пульсації освітленості. При цьому спостерігається так зване явище "кінцевого пориву" - короткочасного збільшення продуктивності праці до кінця зміни. Це явище дослідники пояснюють "передчуттям близького кінця роботи і настання довгоочікуваного

відпочинку". При 25-відсотковій пульсації освітленості такого явища не спостерігається, що зайвий раз підтверджує *істотну дію цього фактора на людину*.

Персонал підприємств може працювати найдовше при 12-годинній зміні. Реалізація 12-годинного експерименту пов'язана з певними труднощами (організаційними, тимчасовими та ін), тому було прийнято рішення, спираючись на отримані математичні залежності, наведені на рисунках, оцінити можливу зміну стомлюваності людей, що працюють по 12-годинній робочій зміні.

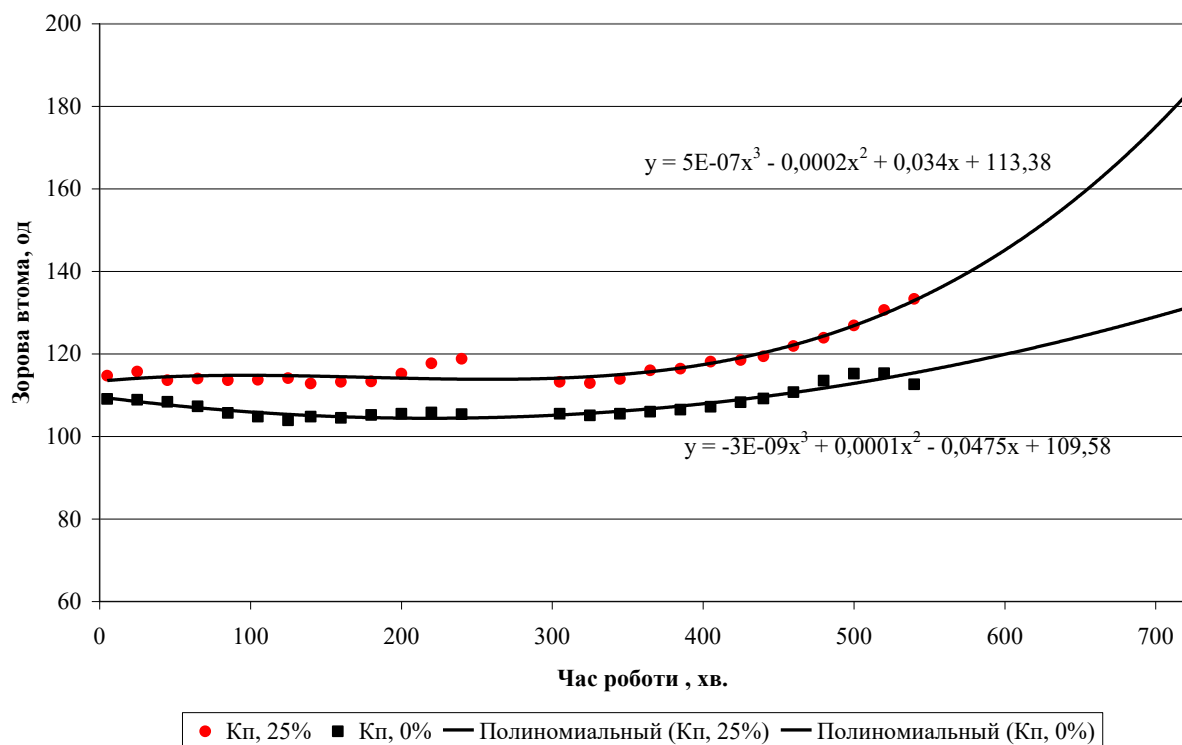


Рисунок 3.11 - Прогнозування зміни зорового стомлення оператора протягом 12-годинної робочої зміни

Рівняння регресії представлені на рисунках 3.6 – 3.10. При регресійному аналізі використовувалася поліноміальна апроксимація. Поліноміальна апроксимація використовується для опису величин, поперемінно зростаючих та спадаючих. Ступінь полінома визначається кількістю екстремумів (максимумів і мінімумів) кривої. Поліном другого ступеня може описати тільки один максимум або мінімум. Поліном третього ступеня має один або два

екстремуми. Отже, для опису зміни зорового стомлення використано поліном третього ступеня. Значення величини достовірності апроксимації R^2 в даному випадку склали 0,92 і 0,89, що говорить про досить високу узгодженість отриманих залежностей з фактичними даними.

Згідно з отриманими залежностям, зорове стомлення людей при 25-процентній глибині пульсації освітленості до кінця 12 - годинної робочої зміни досягає на 29 % більших значень, ніж при відсутності пульсації освітленості.

В кінці кожного дослідження добровольцями давалася суб'єктивна оцінка умов освітлення. *При 25-відсотковій пульсації освітленості до кінця зміни робітники скаржилися на труднощі зосередження уваги, втому і неприємні відчуття в очах, що, ймовірно, можна пояснити несприятливою дією зазначеного фактора.*

В результаті обробки результатів експериментів зроблені наступні висновки:

1. Проведені дослідження свідчать про несприятливий вплив пульсації освітленості на працездатність людей.

2. Серед досліджених параметрів світлового середовища істотним виявився лише один фактор - "коефіцієнт пульсації освітленості". Інші параметри світлового середовища: "освітленість робочої поверхні", "яскравість відблисків на екрані", а також частота оновлення зображення на екрані ПЕОМ та тип екрану в меншій мірі впливають на зорову стомлюваність оператора.

3. Зорова стомлюваність людей при 25-процентній глибині пульсації освітленості зростає швидше і до кінця 8-годинної робочої зміни досягає на 13,5 % більших значень, ніж при відсутності пульсації освітленості.

4. Отримано математичні залежності ступеня зорової втоми від часу роботи при 25-відсотковій і нульовій глибині пульсації освітленості.

5. Можливе зорове стомлення людей при 25-процентній глибині пульсації освітленості до кінця 12-годинної робочої зміни досягає на 29 % більших значень, ніж при відсутності пульсації освітленості.

3.5 Висновки до розділу

1. Підвищення втоми людини, що перебуває у штучно освітлювальному приміщенні в процесі зорової роботи визначається не тільки кількісними (рівень освітленості, яскравості), але і якісними показниками (пульсація світлового потоку, спектральний склад, блискість).

2. Для оцінки впливу якісних і кількісних характеристик освітлення на зорове стомлення і працездатність людини, необхідно використовувати психофізіологічні та фізіологічні методи і тести, які включають дослідження зорового аналізатора та окремих показників центральної нервової системи.

3. У доступній нам літературі не вдалося виявити інформації про дослідження зорового стомлення при русі людей по довгих коридорах із динамічним освітленням, тому був проведений тест для інтегральної оцінки зорової працездатності. Нами вибрано коректурну пробу - літерний та цифровий тест.

4. В результаті реалізації експерименту встановлено, що серед досліджених параметрів світлового середовища істотним виявився лише фактор X_2 - коефіцієнт пульсації освітленості. Інші параметри світлового середовища: освітленість робочої поверхні, яскравість дещо відстають проте не роблять значного впливу на зорову стомлюваність людини.

5. Зорова стомлюваність людей при 25-процентній глибині пульсації освітленості зростає швидше і до кінця 8-годинної робочої зміни досягає на 13,5 % більших значень, ніж при відсутності пульсації освітленості. Згідно з отриманими залежностями, зорове стомлення людей при 25-процентній глибині пульсації освітленості до кінця 12 - годинної робочої зміни досягає на 29 % більших значень, ніж при відсутності пульсації освітленості. При 25-відсоткової пульсації освітленості до кінця зміни робітники скаржилися на труднощі зосередження уваги, втому і неприємні відчуття в очах, що, ймовірно, можна пояснити несприятливою дією зазначеного фактора.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Заходи безпеки при монтажі електроустановок

Роботи в електроустановках, що стосується заходів безпеки, діляться на три категорії [13]: 1) зі зняттям напруги; 2) без зняття напруги на струмовідних частинах і поблизу них; 3) без зняття напруги не на струмовідних частинах, що знаходяться під напругою.

У випадку одночасної роботи в електроустановках напругою до і понад 1000 В категорії робіт визначаються як для установок більше 1000 В.

До робіт, які виконуються зі зняттям напруги, належать роботи, які здійснюються в електроустановці (або її частини), в якій з струмопровідних частин знято напругу і доступ в електроустановки (або їх частини), що знаходяться під напругою, стало неможливим.

До робіт, які виконуються без зняття напруги на струмопровідних частинах і поблизу них, належать роботи, що проводяться безпосередньо на цих частинах. Роботи без зняття напруги на струмопровідних частинах і поблизу них слід виконувати не менше як двом працівникам, з яких керівник робіт повинен мати групу IV, інші - групу III.

В електроустановках напругою понад 1000 В роботи без зняття напруги на струмопровідних частинах і поблизу них слід виконувати із застосуванням засобів захисту для ізоляції працівника від струмопровідних частин або від землі. У випадку ізоляції працівника від землі роботи слід виконувати згідно спеціальних інструкцій або технологічними картами, в яких передбачені необхідні заходи безпеки.

Під час роботи в електроустановках напругою до 1000 В без зняття напруги на струмопровідних частинах або поблизу від них необхідно:

- захистити розташовані поблизу робочого місця інші струмопровідні частини, які знаходяться під напругою, і до яких можливо випадковий дотик;

- працювати в діелектричній взуття, стоячи або на ізолювальних підставці або на діелектричному килимі;

- застосовувати інструмент з ізолювальними рукавами (у викруток, крім того, повинен бути ізольований стрижень); за відсутності такого інструменту слід користуватися діелектричними рукавичками.

Під час виконання робіт без зняття напруги на струмопровідних частинах за допомогою ізолювальних засобів захисту необхідно:

- Тримати ізолювальні частини засобів захисту за рукави до обмежувального кільця;

- Розміщувати ізолювальні частини засобів захисту так, щоб не виникла небезпека перекриття по поверхні ізоляції між струмопровідними частинами двох фаз чи замикання на землю;

- Користуватися тільки сухими і чистими ізолювальними частинами засобів захисту з непошкодженим лаковим покриттям.

У разі виявлення порушень лакового покриття чи інших несправностей ізолювальних частин засобів захисту користування ними забороняється.

У процесі роботи із застосуванням електрозахисних засобів (ізолювальні штанги та кліщі, електровимірювальні кліщі, покажчики напруги) допускається наближення працівника до струмопровідних частин на відстань, яка визначається довжиною ізолювальної частини цих коштів.

Всі працівники, які знаходяться у приміщеннях з чинним електрообладнанням електростанцій і підстанцій (за винятком щитів керування релейних та їм подібних приміщень), в ЗРУ, ВРУ, в колодязях, тунелях і траншеях зобов'язані користуватися захисними касками.

4.2 Допомога при ураженні електричним струмом в електроустановках напругою до 1000 В

Перша медична допомога — це комплекс заходів, спрямованих на відновлення або збереження здоров'я потерпілих, здійснюваних немедичними

працівниками (взаємодопомога) або самим потерпілим (самодопомога) [13]. Найважливіше положення надання першої допомоги — її терміновість. Чим швидше вона надана, тим більше сподівань на сприятливий наслідок.

Послідовність надання першої допомоги:

— усунути вплив на організм ушкоджуючих факторів, котрі загрожують здоров'ю та життю потерпілих, оцінити стан потерпілого;

— визначити характер та важкість травми, найбільшу загрозу для життя потерпілого і послідовність заходів щодо його рятування;

— виконати необхідні заходи з рятування потерпілих в послідовності терміновості (відновити прохідність дихальних шляхів, здійснити штучне дихання, провести зовнішній масаж серця);

— підтримати основні життєві функції потерпілого до прибуття медичного працівника;

— викликати швидку медичну допомогу або вжити заходів щодо транспортування потерпілого до найближчого лікувального закладу.

Для звільнення потерпілого від струмоведучих частин або провода напруженою до 1000 В слід скористатись канатом, палицею, дошкою або; будь-яким сухим предметом, що не проводить електричного струму.

Якщо електричний струм проходить в землю через потерпілого і він судорожно стискає один провід, то простіше перервати струм, відокремивши потерпілого від землі (підсунувши під нього суху дошку, або відтягнувши за ноги від землі вірьовкою, або відтягнувши за одяг), дотримуючись при цьому запобіжних заходів. Можна також перерубати дроти сокирою з сухою ручкою або перекусити їх інструментом з ізольованими ручками.

Заходи долікарської допомоги залежать від стану, в якому знаходиться потерпілий після звільнення від електричного струму. Після звільнення потерпілого від дії електричного струму необхідно оцінити його стан. У всіх випадках ураження електричним струмом необхідно обов'язково викликати лікаря незалежно від стану потерпілого.

Якщо потерпілий при свідомості та стійке дихання і є пульсом, але до цього втрачав свідомість, його слід покласти на підстилку з одягу, розстебнути одяг, котрий затруднює дихання, забезпечити приплив свіжого повітря, розтерти і зігріти тіло та забезпечити повний спокій, дати понюхати нашатирний спирт, сполоснути обличчя холодною водою. Якщо потерпілий, котрий знаходиться без свідомості, прийде до тями, слід дати йому випити 15—20 краплин настоянки валеріани і гарячого чаю.

За відсутності дихання та пульсу у потерпілого внаслідок різкого погіршення кровообігу мозку розширюються зіниці, зростає синюшність шкіри та слизових оболонок. У таких випадках допомога повинна бути спрямована на відновлення життєвих функцій шляхом проведення штучного дихання та зовнішнього (непрямого) масажу серця.

Потерпілого слід переносити в інше місце лише в тих випадках, коли йому та особі, що надає допомогу, продовжує загрожувати небезпека або коли надання допомоги на місці не можливе. Для того, щоб не втрачати час, не слід роздягати потерпілого. Не обов'язково, щоб при проведенні штучного дихання потерпілий знаходився в горизонтальному положенні. Якщо потерпілий знаходиться на висоті, необхідно перед спуском на землю зробити штучне дихання безпосередньо в люльці, на щоглі і на опорі.

Опустивши потерпілого на землю, необхідно відразу розпочати проведення штучного дихання та масажу серця і робити це до появи самостійного дихання і відновлення діяльності серця або передачі потерпілого медичному персоналу.

4.3 Концепція захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій природного походження

8 червня 2012 р. Президент України підписав Закон України "Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру" [14].

Цей Закон визначає організаційні та правові основи захисту громадян України та громадян інших держав, які перебувають на території України, захисту об'єктів виробничого і соціального призначення, довкілля від захисту об'єктів виробничого і соціального призначення, довкілля від надзвичайних ситуацій природного характеру .

Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій природного характеру це — система організаційних, технічних, медико-біологічних, фінансово-економічних та інших заходів для запобігання та реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру і ліквідації їх наслідків, що реалізуються центральними і місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, відповідними силами та засобами підприємств, установ та організацій, незалежно від форм власності й господарювання, добровільними формуваннями і спрямовані на захист населення і територій, а також матеріальних і культурних цінностей та довкілля.

Законодавство України у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій природного характеру базується на Конституції України, цьому Законі й Законі України "Про правовий режим надзвичайного стану" та інших нормативно-правових актах.

Основними завданнями у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій природного характеру є:

— здійснення комплексу заходів для запобігання надзвичайним ситуаціям техногенного та природного характеру та реагування на них;

— забезпечення готовності та контролю за станом готовності до дій і взаємодій органів управління у цій сфері, сил та засобів, призначених для запобігання надзвичайним ситуаціям техногенного та природного характеру і реагування на них.

Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру здійснюється на принципах:

- пріоритетності завдань, спрямованих на рятування життя та збереження здоров'я і довкілля;

- надання переваги раціональній та превентивній безпеці;

- вільного доступу населення до інформації щодо захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій;

- урахування економічних, природних та інших особливостей територій і ступеня реальної небезпеки виникнення надзвичайних ситуацій;

- максимально можливого ефективного і комплексного використання наявних сил і засобів, призначених для запобігання надзвичайним ситуаціям і реагування на них.

У питаннях захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій природного характеру громадяни України мають право на:

- отримання інформації про надзвичайні ситуації, що виникли або можуть виникнути, та про заходи необхідної безпеки;

- забезпечення та використання засобів колективного й індивідуального захисту, які призначені для захисту населення від надзвичайних ситуацій у разі їх виникнення;

- соціально-психологічну підготовку та медичну допомогу;

- інші права у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру відповідно до законів України.

Для забезпечення реалізації державної політики захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій створюється єдина державна система органів виконавчої влади з питань запобігання надзвичайним ситуаціям природного характеру і реагування на них (далі єдина державна система), яка складається з територіальних і функціональних підсистем.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Швидкість розпізнавання образів значно зростає при збільшенні освітленості і ріст її практично зупиняється при освітленості 1000 лк.

2. Зміна яскравості в часі викликає не тільки необхідність переадаптації, але і неприємний психологічний ефект, відволікаючи і втомлюючи увагу працюючих.

3. Надмірні бліки ведуть до окремих проблем в адаптації, крім того, в ситуаціях, коли важливо точно бачити рухомі деталі машин може бути небезпечний стробоскопічний ефект. І, нарешті, освітлення з поганим індексом кольоропередачі може бути причиною неправильної оцінки потенційно небезпечних ситуацій.

4. В результаті реалізації експерименту встановлено, що серед досліджених параметрів світлового середовища істотним виявився лише фактор X2 - коефіцієнт пульсації освітленості. Інші параметри світлового середовища: освітленість робочої поверхні, яскравість дещо відстають проте не роблять значного впливу на зорову стомлюваність людини.

5. Зорова стомлюваність людей при 25-процентній глибині пульсації освітленості зростає швидше і до кінця 8-годинної робочої зміни досягає на 13,5 % більших значень, ніж при відсутності пульсації освітленості. Згідно з отриманими залежностями, зорове стомлення людей при 25-процентній глибині пульсації освітленості до кінця 12 - годинної робочої зміни досягає на 29 % більших значень, ніж при відсутності пульсації освітленості. При 25-відсоткової пульсації освітленості до кінця зміни робітники скаржилися на труднощі зосередження уваги, втому і неприємні відчуття в очах, що, ймовірно, можна пояснити несприятливою дією зазначеного фактора.

6. Одним з ефективних способів вирішення проблеми економії електроенергії в освітлювальних установках є установка датчиків руху і присутності поряд із «розумною» системою керування. Встановлено, що у

довгих коридорах необхідно із світлодіодним освітленням необхідно встановлювати датчики присутності а не руху.

7. Для забезпечення нормальних умов праці, встановлених в результаті проведених нами досліджень, та максимальної економії електроенергії в освітлювальних установках із датчиками присутності, що працюють у довгих коридорах без природного освітлення, потрібно реалізувати режим зміни освітленості шляхом димерування методом широтно-імпульсної модуляції (ШИМ). При цьому освітленість в режимі Stand-by повинна становити 10 % від максимального.

8. В освітлювальних установках із датчиками присутності, що працюють у довгих коридорах, доречно організувати керування відповідно до стандарту DMX-512, що дає змогу управляти по одній лінії зв'язку одночасно 512 каналами (світловими приладами).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 25–26 листоп. 2020.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2020. – С. 114.
2. Ван Боммель В. Зрительные, биологические и эмоциональные аспекты освещения // Светотехника. - 2005. - N 4. - С. 4-6.
3. Ван Ден Бельд Г. Освещение и самочувствие человека // Светотехника. -2004.-N6.-С. 11-14.
4. Ван Боммель В., Ван Ден Бельд Г., Ван Оойжен М. Промышленное освещение и производительность труда // Светотехника. - 2003. - N 1. - С. 8-12.
5. Ван Ден Бельд Г. Свет и здоровье // Светотехника. - 2003. - N 1. - С. 4-7.
6. Ильянок В. Б., Самсонова В. Г. Влияние пульсирующих источников света на электрическую активность мозга человека // Светотехника. - 1963. - N 5. -С. 1-5.
7. Ильина Е. И., Частухина Т. Н. Почему не принимаются меры для снижения пульсации освещённости // Светотехника. - 2005. - N 4. - С. 71-73.
8. Компьютерный зрительный синдром и возникновение близорукости у работающих с ПЭВМ / М. А. Кузьменко, Е. Л. Потеряева, Г. В. Добринская, И. В. Александрова // Материалы конференций "Медико-социальная реабилитация работающих и пострадавших на производстве" и "Охрана здоровья работающего населения". - Новосибирск, 2005. - С. 184-185.
9. Vallenduuk V. The effects of variable lighting on mood and performance in an office environment. Graduation thesis, TUE. - Eindhoven.: 1999.

10. Скобарева З. Б., Текшева Л. М. Биологические аспекты гигиенической оценки естественного и искусственного освещения // Светотехника. - 2003. - N4.-С. 7-13.
11. Масёкене К. С. Исследование работоспособности в условиях промышленной осветительной установки на повышенной частоте // Светотехника. - 1968. - N 8. - С. 5-7.
12. Абрамова Л. В., Куликова М. П., Сеницына Л. В. Исследование методик оценки функционального состояния зрительного анализатора в высокочастотных осветительных установках // Светотехника, источники света и технология их производства: Межвуз. сб. науч. тр. - Саранск, 1990. -С. 58-64.
13. Жидецкий В.Ц. Основи охорони праці. Підручник/ В.Ц.Жидецкий, В.С Джигирей, О.В.Мельников. – Вид. 5-те, доповнене. – Львів: Афіша, 2000. – 350 с.
14. Стеблюк М.І. Цивільна оборона та цивільний захист: Підручник. – 2-ге вид., перероб. Затверджено МОН / М.І. Стеблюк.– К., 2010. – 487 с.