

ВІДГУК

офіційного опонента д.т.н., проф. Чеберячко Юрія Івановича
на дисертацію Журбенко Валерії Миколаївни
на тему **«Підвищення безпеки виконання робіт високої точності з
урахуванням комплексної оцінки світлового середовища»**, що
представлена до захисту в разову спеціалізовану вчену раду ННІ
«Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» УДУНТ
на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 263 – «Цивільна безпека»

1. Актуальність роботи

Протягом останньої чверті сторіччя підвищення долі автоматизації виробництва та використання машин та приладів візуального дистанційного контролю як в Україні так і в світі до зростання набутих професійних захворювань і травм як безпосередньо зорового аналізатора так і пов'язаних із його перенапруженням систем організму в цілому. Одним із нагальних завдань для забезпечення захисту населення і обладнання під час воєнних дій є проєктування і реконструкція нових підприємств і громадських будівель з можливістю використання частини їх корисної площини як споруд подвійного призначення. Робота освітлювальних систем у таких приміщеннях має забезпечувати створення візуального середовища, яке б урахувало складність зорових завдань, що виконуються, та психофізіологічних вимог працюючих. Проведений аналіз показав, що у світі і в Україні недостатньо уваги приділяється питанню впливу світлового середовища на виконання різних видів робіт з високим напруження зорових систем. Тому представлена у роботі **«Підвищення безпеки виконання робіт високої точності з урахуванням комплексної оцінки світлового середовища»** наукова задача є актуальною.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційну роботу виконано відповідно до пріоритетних напрямків науково-дослідних робіт, що пов'язані з Концепцією реформування системи управління охороною праці в Україні; Загальнодержавної соціальної програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на 2014- 2018 роки; Указу Президента України «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» (від 30.09.2019 № 722/2019), а також державної тематики науково-дослідних робіт, у яких аспірантка приймала участь в науково-дослідній роботі як виконавець.

- «Безпека в різних сферах життєдіяльності людини та охорона праці» (номер державної реєстрації 0120U105444), що виконувалась в період 2021-2023 рр. -

- «Охорона праці, виробнича, цивільна та екологічна безпека в різних

сферах життєдіяльності людини» (номер державної реєстрації 0124U001896), що є діючою темою на період 2024-2026 рр.

3. Наукова новизна отриманих у дисертації наукових результатів

Ознайомлення з матеріалами дисертації свідчить, що аспірантка вдало сформулювала мету й завдання дослідження та успішно їх вирішила. Наукова новизна одержаних результатів полягає у наступних наукових положеннях:

- вперше на основі теоретичних та експериментальних досліджень, які було проведено, встановлено закономірності, які дозволяють прогнозувати оцінку світлового середовища на робочих місцях з урахуванням точності зорової роботи, сезонності, робочого часу та архітектурно-планувальних рішень приміщення;

- вперше на основі проведеного моделювання освітлення в приміщеннях при виконанні зорових робіт високої точності із застосуванням програмного середовища DIALux встановлено закономірності, які дозволили оцінити світлове середовище та зменшити час на обробку досліджених результатів;

- вперше запропоновано оцінку світлового середовища при виконанні зорових робіт високої точності проводити за наступними критеріями: безпеки, працездатності, фізичного та психофізіологічного стану.

- встановлено закономірності впливу показників колірної температури, часу доби на точність виконання робіт, розумову працездатність та швидкість обробки інформації.

- встановлено залежність впливу світлового середовища від вікової групи працівників при виконанні робіт високої зорової точності.

4. Практичне значення отриманих результатів

Практичне значення отриманих результатів полягає в наступному:

- на основі проведеного аналізу за державним класифікатором професій ДК 003:2010 виділено групу споріднених професій за критерієм виконання робіт високої зорової точності: «проектувальники та конструктори», що дозволяє комплексно оцінювати вплив світлового середовища для даної категорії працівників на робочих місцях.

- розроблена структурна модель оцінки візуального середовища на психофізіологічний стан людини, проведено наукове та практичне обґрунтування методики оцінки впливу світлового середовища у виробничих приміщеннях на безпеку праці, працездатність та комфорт з урахуванням психофізіологічного стану працюючих.

- Розроблена «Методика комплексної оцінки впливу світлового середовища в робочих приміщеннях на безпеку праці, працездатність, та психофізіологічний стан працівників під час виконання зорових робіт високої точності» впроваджена в Енерго-інноваційному Хабі (м. Дніпро) у рамках «Просування енергоефективності та імплементації Директиви ЄС з енергоефективності в Україні» (FEER), у проєктній роботі ТОВ «УКРСІТІСТРОЙ», у навчальному процесі кафедри архітектури та кафедри екології та охорони навколишнього середовища. Впровадження методики

дозволило комплексно оцінити світлове середовище та його вплив на підвищення рівня безпеки та працездатності працюючих під час виконання робіт високої точності.

5. Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій

Обґрунтованість та достовірність одержаних результатів досліджень визначена вибором методик дослідження; застосування комплексного підходу до вивчення впливу світлового середовища на безпеку, працездатність та психофізіологічний комфорт працівників; застосуванням методу моделювання характеристик світлового середовища в з використанням програмного забезпечення.

Опубліковані наукові статті розкривають зміст дисертації. За темою дисертації опубліковано 8 статей: 5 у фахових виданнях України, 1 стаття у журналі із списку міжнародних видань Scopus, 2 статті у періодичних закордонних виданнях. Додатково результати дослідження опубліковано матеріалах 13 науково-практичних міжнародних та всеукраїнських конференцій та одна колективній монографії, виданої за кордоном. Основні результати роботи апробовані і обговорювалися на міжнародних конференціях.

6. Оцінка змісту роботи

Дисертація написана технічною грамотною українською мовою з використанням сучасної наукової термінології. Дисертаційна робота викладена на 229 сторінках машинописного тексту, складається зі вступу, 4 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та 6 додатків. Обсяг основного тексту дисертації складає 192 сторінки друкованого тексту. Робота ілюстрована 54 таблицями, 61 рисунком.

У першому розділі на основі аналізу статистики щодо нещасних випадків та набутих профзахворювань в Україні за 2015-2022 рр. визначено, що вплив візуального чинника серед інших факторів виробничого середовища є найвизначнішим для цілого ряду професій у різних галузях, де діяльність працівників потребує тривалих та інтенсивних сенсорних навантажень, пов'язаних із виконанням зорових робіт високої точності.

Встановлено, що значна роль автоматизації та комп'ютеризації технологічних процесів в Україні і світі останніми роками стала джерелом розширення групи професійно зумовлених хвороб, пов'язаних з виконанням зорових робіт високої точності, що вимагають значного напруження зорового аналізатора.

На основі проведеного аналізу даних літератури встановлено, що нормативна база України не дозволяє проводити комплексну оцінку якості світлового середовища на робочих місцях і оцінити ризики його впливу на здоров'я і працездатність робітників, які виконують зорові роботи високої

точності. Обґрунтовано необхідність та доцільність оцінки світлового середовища у робочих зонах з урахуванням характеристики зорових робіт, вікових особливостей працюючих, фотометричних характеристик джерел світла та подальшим удосконаленням критеріїв оцінки, сформульовано мету та завдання дослідження.

У **другому розділі** проведено аналіз умов праці в різних сферах виробництва та професій працівників за державним класифікатором професій ДК 003:2010. та вперше запропоновано виділити групу споріднених за критерієм зорових робіт високої точності професій: «проектувальники та конструктори». Визначено, що рекомендовані методики санітарно-гігієнічної оцінки класу шкідливості умов праці за критерієм світлового середовища на робочих місцях не дозволяють в повній мірі оцінити вплив візуальних факторів на психофізіологічний стан працівників, їх безпеку і працездатність з урахуванням індивідуальних особливостей та особливостей виробничого процесу. Наведено аналіз міжнародних та національних актів та методик, що нормують параметри світлового середовища на робочих місцях. Визначено, що вони не в повній мірі враховують вимоги працівників, що виконують зорові роботи високої точності, до світлового середовища в робочій зоні та на робочих місцях.

З урахуванням даних світового досвіду при оцінці умов праці за фактором світлового середовища вперше запропоновано оцінку візуального середовища проводити за критеріями: забезпечення безпеки з урахуванням впливу світлового середовища на фізичний та психофізіологічний стан працівників; працездатності; зорового комфорту. За результатами проведених досліджень вперше запропоновано алгоритм покрокової оцінки якості освітлення у робочому приміщенні для оцінки компонентів світлового середовища з урахуванням впливу природного і штучного освітлення на безпеку, працездатність та психофізіологічну діяльність з урахуванням психофізіологічного стану працюючих.

В роботі на основі запропонованої моделі проведені дослідження впливу візуального середовища на психофізіологічний стан людини. Проведено обґрунтування методики оцінки впливу світлового середовища у виробничих приміщеннях на безпеку праці, працездатність та психофізіологічний стан працівників, що виконують зорові роботи високої точності. Наведена запропонована схема покрокового циклу оцінки безпеки праці, працездатності та психофізіологічного стану працівників з урахуванням впливу освітлення на безпеку робіт високої зорової точності.

На основі проведених досліджень та наукового і практичного обґрунтування розроблена комплексна методика, яка враховує одночасну оцінку впливу на безпеку, працездатність та психофізіологічний стан працюючих.

У **третьому розділі** представлені результати інструментального вимірювання та математичного моделювання рівнів природного та суміщеного освітлення у експериментальних приміщеннях, де проводяться роботи високої зорової точності у різні пори року. Встановлено

закономірності, які з високим (86-98%) рівнем достовірності дозволяють прогнозувати характеристики світлового середовища у робочих приміщеннях в залежності від пори року, планування та облаштування приміщень. Наведено рекомендації для приведення значень рівня горизонтальної освітленості до нормативних, з урахуванням як економічних вимог, так і підвищених вимог до зорового комфорту робітників, що виконують роботи високої точності.

На основі порівняльного аналізу результатів інструментальних вимірювань і математичного моделювання освітленості у експериментальних приміщеннях, встановлено, що для досягнення високого (похибка менше 10 %) ступеню точності інструментальних вимірювань потребується велика кількість контрольних точок вимірювання. З урахуванням мінливого характеру природнього освітлення, інструментальні вимірювання потрібно проводити у стислий час. У поєднанні з нормативними вимогами до природнього освітлення названі фактори під час вимірювань значно зменшують можливості оцінки основних якостей світлового середовища у робочих приміщеннях за допомогою інструментальних методів вимірювання.

Наведене математичне моделювання освітлення робочих приміщень, що дозволяє визначити цілу низку факторів візуального середовища на робочих місцях. Встановлено, що високий ступінь точності визначення характеристик світлового середовища за допомогою математичного моделювання може бути досягнутий при наявності повних вхідних даних про експериментальне приміщення, об'єкт, у якому воно знаходиться і навколишню забудову.

Встановлено, що математичне моделювання освітлення приміщення дозволяє провести оцінку основних кількісних параметрів світлового середовища приміщення. При цьому час обробки даних і розрахунку менший, ніж при інструментальному методі вимірювання, і дає можливість здійснити моделювання світлового середовища за допомогою різних освітлювальних установок у приміщенні, що моделюється; є можливість розрахунку для приміщень, що проєктуються або реконструюються, або до яких відсутній фізичний доступ. Встановлено, що висока достовірність математичної моделі у програмному середовищі DIALux може бути досягнута за рахунок моделювання на основі максимальної доступної кількості параметрів, доступних програмі.

У **четвертому розділі** проведено обґрунтування складу досліджуваної групи та умов проведення експерименту для оцінки впливу світлового середовища на безпеку праці, працездатність та зоровий комфорт працівників (студентів, викладачів та персоналу) при виконанні зорових робіт високої точності. Визначено, що реальний середньомісячний рівень природньої освітленості у приміщенні суттєво залежить від географічної широти та пори року. Тому, при неможливості провести інструментальні фотометричні вимірювання, збуло використано метод математичного моделювання.

В умовах лабораторного експерименту при моделюванні параметрів світлового середовища (тип джерела світла, рівень освітленості, колірна

температура, т.п.) були проведені дослідження зміни фізіологічних показників працівників (пульс, рівень артеріального тиску) та визначені показники точності виконання робіт, розумової працездатності на основі коректурної проби «Кільця Ландольта». Дослідження довели закономірність залежності зміни фізіологічних показників від періоду робочого часу, що впливає на розумові функції. Вказаний ефект викликає зниження рівня показників точності виконання робіт, розумової працездатності у період з 13:00 по 15:00, що показує підвищення у цей період ризику травмування внаслідок порушення візуальної оцінки робочого середовища, збільшення кількості помилок і зниження ефективності робіт високої зорової точності, а також підвищення ризику виникнення професійно зумовлених хвороб внаслідок перенапруження систем зорового аналізатора.

Порівняльний аналіз результатів виконання коректурної проби показав більш високий рівень показників точності виконання робіт, розумової працездатності та швидкості обробки інформації за умов суміщеного освітлення холодної температури (вище 5300 К), порівняно із суміщеним колірної температури 4100-5300 К. Вказаний ефект найбільш значуще проявлявся у період 9:00-13:00 для вікової групи 41-60 рр., що підтверджує необхідність при теоретичних дослідженнях та при впровадженні систем ОС на підприємствах приділити увагу демографічному складу робітників та графіку їх роботи.

Аналіз візуальних вподобань показали, що більший рівень задоволеності досягається при суміщеному освітленні колірною температурою 4100-5300 К, порівняно із суміщеним освітленням холодної колірної температури (вище 5300 К).

Самооцінювання рівня працездатності показало, що працівники оцінюють свій рівень працездатності як більш високий, при суміщеному холодному освітленні.

7. Зауваження до дисертаційної роботи

1. Вважаю, що в розділі 1 необхідно було провести дані невідповідності освітлення гігієнічно-санітарним нормативам, з якими пов'язані випадки травмування та виникнення набутих професійних захворювань. Було б корисно надати конкретні приклади, як недостатнє освітлення впливає на зорову працездатність та психофізіологічний стан працівників, а також як це може призвести до травм та професійних захворювань.

2. В розділі 2 більше уваги потрібно було приділити недолікам існуючих методик дослідження світлового середовища на робочих місцях. Зокрема, слід детально розглянути, чому ці методики не в повній мірі враховують вимоги до світлового середовища в робочій зоні, особливо при виконанні робіт високої зорової точності, а також вставити, як ці недоліки впливають на точність та надійність оцінки світлового середовища.

3. У розділі 3, бажано було б, провести порівняння методик розрахунку середньоденної та середньомісячної освітленості, що є важливим для

розуміння повноти та достовірності аналізу даних. Також вказується на розбіжність між зовнішньою освітленістю, що отримує приміщення, та середньомісячними показниками, але не пояснюється, яким чином було здійснено це порівняння?

4. В Розділі 4 авторкою використовується незрозуміле визначення «візуальні вподобання». Тобто необхідно розкрити, що саме авторка вкладає в це поняття: чи це стосується особистих уподобань працівників щодо освітлення, чи це стосується їхньої здатності сприймати візуальну інформацію, чи щось інше.

5. В роботі недостатньо чітко визначено вплив суміщеного освітлення на показники точності виконання робіт високої зорової точності, розумову працездатність та швидкість обробки інформації. Автори не надають конкретних висновків щодо того, як параметри освітлення, зокрема колірна температура (CCT), крива сили світла, рівень освітленості та індекс передачі кольору (CRI), впливають на зазначені показники. Бажано провести аналіз результатів за різних умов освітлення та пов'язати оцінку ефективності з урахуванням вагових коефіцієнтів впливу комфорту, працездатності та ефективності виконання завдань.

6. Критерії самооцінювання рівня працездатності, представлені в роботі, дозволяють оцінити показники працездатності залежно від колірної температури суміщеного освітлення. Однак у дослідженні не достатньо уваги приділено аналізу впливу колірної температури на психофізіологічний стан працівника, зокрема на такі аспекти, як рівень втомлюваності, концентрація уваги, емоційний стан та загальний комфорт.

7. У висновках до Розділу 4 необхідно чітко визначити не лише рівень працездатності за критеріями самооцінювання, а й показники психофізіологічного стану, такі як суб'єктивне сприйняття втоми, когнітивна продуктивність та емоційна стабільність.

Зазначені зауваження не знижують наукову і практичну цінність даної роботи.

8. Загальні висновки

Актуальність дослідження, належний теоретико-методологічний рівень і достовірність одержаних наукових результатів та висновків дають підстави стверджувати, що дисертаційна робота Журбенко Валерії Миколаївни на тему «Підвищення безпеки виконання робіт високої точності з урахуванням комплексної оцінки світлового середовища», є завершеною науковою працею та задовольняє вимогам, що передбачені наказом Міністерства освіти та науки від 12.07.2017 р №40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» та постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 «Про затвердження порядку присудження ступеня доктора філософії...» (пункти 5, 6, 8).

Тому вважаю, що дисертація Журбенко Валерії Миколаївни «Підвищення безпеки виконання робіт високої точності з урахуванням комплексної оцінки світлового середовища» заслуговує на присудження

ступеня доктора філософії в галузі знань 26 – Цивільна безпека, за спеціальністю 263 – Цивільна безпека.

Офіційний опонент,

доктор технічних наук, професор,

професор кафедри охорони праці

та цивільної безпеки

Національного технічного університету

«Дніпровська політехніка»

Чеберячко Ю. І.

