

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Єгорченкова Володимира Олексійовича **«Наукові основи формування комфортного середовища в будівлях за динамічними параметрами природного освітлення»**, подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.03 – Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання.

Енергозбереження має значний вплив на економіку України та на її благополуччя, оскільки воно зменшує енергозалежність від інших держав. Нераціональні витрати енергії на опалення і охолодження житлових і громадських будівель в певній мірі обумовлюють і збільшення собівартості виробленої продукції, більшу енергоємність валового національного продукту та конкурентоспроможність вітчизняних товарів на світовому ринку. Експлуатація будівель в Україні є одним з найбільш енерговитратних секторів національної економіки. В інших країнах також від 30 до 40 % від загальних витрат енергії витрачається при експлуатації житлового комплексу. Але структура цих витрат в нашій країні принципово інша. В розвинутих країнах значна частка енергії витрачається на забезпечення комфорту життєдіяльності людини – підтримання нормальної температури як взимку, так і в теплу пору року, створення комфортної освітленості в приміщеннях і на роботу побутових приладів. В нашій країні переважна частка енергії витрачається тільки на опалення приміщень при низькому ступені забезпечення комфортних теплових, вологісних та світлових параметрів.

Відомо, що системи природного освітлення у будівлях значно впливають на всі параметри мікроклімату, а тому вони є одним із основних елементів, які формують комфортне середовище приміщень та енергетичну ефективність будівель. Тому створення комфортного середовища в будівлях є актуальною науковою проблемою. Кінцевий результат представленої дисертації направлений на енергозбереження при експлуатації систем освітлення, що наразі недостатньо розроблено, особливо для будівель з системами природного освітлення складної геометрії. Розроблені в дисертації методи і принципи орієнтовані на максимальне використання природного освітлення, знижуючи при цьому витрати енергії. Тому **робота являється актуальною і вчасною.**

Оцінка змісту та оформлення дисертації. Дисертація має всі необхідні структурні підрозділи і складається з анотації, вступу, шести розділів з висновками по кожному з них, загальних висновків по роботі, додатків і списку використаних джерел (із 270 найменувань). Загальний обсяг дисертації

становить 383 сторінки, із них 267 сторінок основного тексту, який включає 114 рисунків і 13 таблиць. Додатки подано на 68 сторінках.

Дисертацію викладено грамотною мовою, з використанням сучасної бібліографії та наукової термінології. Текст за результатами досліджень освітлено лаконічно та аргументовано. Суть дисертації в логічній послідовності відображає етапи дослідження – від аналізу літературних джерел та існуючих будівельних об'єктів до розробки та удосконалення способів математичного моделювання світлотехнічних та енергетичних показників ефективності. Дисертація містить нові науково обґрунтовані результати, одержані особисто автором, і являє собою завершене дослідження, виконане на належному науковому рівні. Структура та обсяг дисертації відповідають вимогам МОН України, до тексту дисертацій на здобуття наукової степені доктора наук.

Значення для науки полягає у розробленні наукової концепції моделювання фізичних явищ і процесів, пов'язаних з надходженням природного освітлення та сонячної радіації до штучного середовища приміщень у взаємозв'язку з містобудівним оточенням, і розробці наукових принципів щодо формування енергоефективного комфортного середовища, яке сприятиме поліпшенню здоров'я і самопочуття людини, а також підвищенню продуктивності праці.

Практичне значення роботи полягає в тому, що розроблено методику моделювання природного освітлення за параметрами світлового поля (горизонтальною та середньою сферичною освітленістю, світловим вектором і контрастністю освітлення) з урахуванням складової, відбитої від землі та наземних об'єктів. Для розв'язання проблем з моделювання задач світлотехніки та теплової радіації використано новий ефективний математичний апарат точкового числення, який суттєво знижує трудомісткість вирішення завдань, поставлених в дисертації. Моделювання фізичних процесів ґрунтується на отриманих в роботі точкових рівняннях різноманітних геометричних об'єктів, формуючих їх точкову множину, яка є основою розробки програм розрахунку параметрів середовища. Отримані конкретні величини скорочення енергоспоживання при використанні розроблених у дисертації принципів визначення енергетичних показників на основі експозиції залежно від розташування світлопрорізів у просторі.

Зроблено серйозне **впровадження результатів роботи** у проєктну практику будівельної компанії «УКРБУД» (м. Донецьк), підприємства будівельної індустрії ПАТ «ДИОС» (м. Донецьк), компанію по енергозбереженню (Сучасні

системи опалення) ТЗОВ «Твоє тепло» (м. Львів), у державні нормативні документи (ДСТУ і ДБН), у навчальний процес КНУБА (м. Київ).

Повнота освітлення результатів в публікаціях і авторефераті та їх апробація. Результати дисертаційного дослідження відображені в наукових фахових виданнях України (26 статей), у закордонних виданнях (окрім російських, 3 статті), у виданнях, які включено до наукометричних баз (7 статей), що є достатнім згідно вимог МОН України. Здійснена широка апробація (Середня Азія, Центральна частина Росії, Україна, Польща) результатів дисертаційного дослідження – всього 17 матеріалів конференцій (з них 2 за кордоном). На ці матеріали відсутні негативні випадки ставлення до роботи.

Автореферат повністю відображає зміст, основні положення і висновки дисертаційної роботи. Структура автореферату відповідає вимогам МОН України. Основні результати дисертаційного дослідження доповідалися на міжнародних та регіональних конференціях і цілому ряді наукових семінарів.

Наукова новизна роботи. Розроблено новий методологічний підхід до організації комфортного середовища у будівлях, за допомогою якого можна запровадити ефективні наукові принципи щодо формування енергоефективних будівель.

Використання точкового числення дозволило розробити математичну модель огорожувальних конструкцій з світлопрорізами складної геометрії. На підставі цієї моделі розроблено низку ефективних фізичних моделей (зовнішнього та внутрішнього світлового середовища, інсоляційного і терморадіаційного режимів). Новим є також урахування часових характеристик, яке в підсумку підвищило енергетичні показники.

Вірогідність та обґрунтованість результатів дисертаційного дослідження, сформульованих висновків, наукових положень та рекомендацій підтверджено відповідністю постановки задач фізичним процесам розподілу світла і радіації, візуалізацією результатів обчислювальних експериментів, їх збігом з відомими результатами та розрахунками у процесі впровадження в проектну практику. Ступінь обґрунтованості наукових положень і висновків дисертанта доцільніше розглянути за кожним розділом дисертації окремо.

У вступі викладено сутність наукової проблеми, її сучасний стан, актуальність теми наукового дослідження і сформульовано його ціль і завдання, наукова новизна і практична цінність.

В першому розділі подано критичний аналіз наукових проблем за всіма розділами, представленими у дисертації. Виявлено серйозні недоліки в існуючій практиці проектування систем природного освітлення на основі одного критерію – коефіцієнта природного освітлення – без урахування динаміки природного освітлення. Методи розрахунку параметрів середовища, в основному, стосуються тільки елементів огорожувальних конструкцій часткового положення, що обумовлено відсутністю ефективного математичного апарату. Проаналізовано і проблеми світлового клімату, моделювання параметрів середовища. Методи оцінки параметрів середовища також мають недоліки. Основний висновок цього розділу полягає в тому, що знайдено критерій, який об'єднує освітленість і час її дії – експозицію освітлення, а також зручний математичний апарат – точкове числення, за допомогою яких вирішуються багато проблем з формування комфортного середовища в будівлях з огорожувальними конструкціями вільних форм та вільного розташування. Аналіз в першому розділі представлено достатньо повно. Але в авторефераті з аналізу зовсім випало таке важливе питання, як формування інсоляційного режиму за енергетичними критеріями.

Висновки в цьому розділі в основі аргументовані і визначають завдання дослідження.

В другому розділі знайдено шлях формування параметрів середовища в будівлях з огорожувальними конструкціями вільної форми і розташування з використанням математичного апарату точкового числення. Розкрито його переваги по відношенню до загальноприйнятих методів геометричного моделювання. Цей апарат дозволяє формувати множини точок сканування об'єктів, як завгодно розташованих у просторі. Більш того він дозволяє керувати щільністю розташування точок, що важливе для зменшення часу виконання завдання, хоча самі програми практично не ускладнюються. Автором виведені точкові рівняння для різноманітних форм огорожувальних конструкцій. Позитивним моментом є те, що на основі теоретичних розробок зроблено практичні кроки до реалізації точкових рівнянь у відповідних програмах, які формують точкову множину геометричного об'єкта не тільки різноманітних форм, але й по різному розташованих у просторі.

В третьому розділі здійснені дослідження майже всіх аспектів світлового клімату. Перш за все, обґрунтовано розрахунковий стан напів'ясного небозводу і уточнено метод розподілу яскравості за ним. Визиває інтерес те, що Єгорченков В.О. приділив увагу методу визначення яскравості земної поверхні в залежності від її коефіцієнту відбиття. Це питання найбільш важливе при моделюванні

просторових характеристик світлового поля, зокрема, середньої сферичної освітленості.

Основним фактором в формуванні комфортного світлового середовища в приміщеннях є розподіл параметрів зовнішнього освітлення. Потрібно віддати належне здобувачу, що він запропонував перше світлокліматичне районування території України і приймав участь в розробці наступних карт, зокрема і в останньої, яка увійшла до діючих норм. Але слід погодитися з автором роботи, що єдиним методом, який би найбільш повно урахував всі фактори, є метод формування світлокліматичних зон за допомогою параметрів, що вимірювались би на метеорологічних станціях України. Тим більше, що ці заходи недорогі, а отримана інформація необхідна і для інших галузей господарства. Наприкінці розділу автор розробляє методику вимірювання параметрів світлового клімату, що має велике практичне значення.

У четвертому розділі проведено дослідження з моделювання на основі точкового числення параметрів комфортного світлового середовища у приміщеннях з урахуванням експозиції. Тут позитивним моментом є те, що розроблено методи розрахунку усіх основних параметрів освітлення (горизонтальна і середня сферична освітленості, світловий вектор і контрастність освітлення у приміщеннях) з урахуванням відбитих світлових потоків від фасадів сусідніх будівель, а також багаторазових відбиттів від внутрішніх поверхонь огорожувальних конструкцій. Далі автор аналізує світлове середовище на основі експозиції. Це ефективний в різних аспектах захід, але чомусь експозиція розраховувалася тільки за горизонтальною освітленістю. Треба було б розрахунки провести і за ефективною середньою сферичною освітленістю, тим більш, що необхідні для цього складові присутні.

Треба схвалити введення до системи оцінки освітлення у приміщеннях відносного параметру – коефіцієнта природної експозиції. Цей коефіцієнт може бути ефективно використаний у інженерних розрахунках задач природного освітлення.

Використання експозиції у даної роботі – це перший і важливий крок у ефективної системи оцінки середовища. Треба розвивати цей напрям, бо він може дати позитивні результати у зонуванні території України, як це було зроблено при зонуванні в теплотехнічних розрахунках на основі градусо-днів (експозиції за температурою). Це буде сприяти підвищенню енергоефективності будівель.

П'ятий розділ присвячено розробці принципів формування комфортного середовища в будівлях та його оцінки за різними фізичними та енергетичними параметрами.

Для створення ефективної нормативної бази необхідний комплекс критеріїв, за допомогою якого б створювались сприятливі умови для життя. Комфортне середовище характеризується наявністю сприятливих для людини значень різноманітних параметрів. Проаналізувавши натурні експерименти з визначення сприятливих параметрів світлового середовища навіть тільки для одного зорового завдання автор доводить, що вони досить дорогі, складні і тривалі. У цієї роботи надано інший шлях вирішення цієї проблеми – визначення комфортних параметрів світлового середовища теоретичним шляхом. Цей напрям дуже перспективний, але тут ще багато невирішених завдань.

Ще одна серйозна проблема вирішена автором дисертації – розроблена ефективна оцінка різноманітних фізичних параметрів середовища у приміщеннях в залежності від варіантів огорожувальних конструкцій. За основу вибрано продуктивність праці людини, яка залежить від наступних параметрів, що розглядаються у дисертації: температури і відносної вологості повітря, а також куткової висоти світлового вектора. Поєднуючи криві залежностей у відносному масштабі, визначились коефіцієнти взаємного впливу. Все це робиться для різних розрахункових точок приміщення і з використанням точкового числення, що вигідно відрізняє запропонований метод від інших.

Важливим завданням при формуванні комфортного середовища є урахування променистого теплообміну між поверхнями у приміщеннях. Це – складне завдання. Фахівці вирішують його за допомогою спрощення ситуації, яка характеризується теплообміном між площинами простої форми часткового положення. Для поверхонь інших форм і вільного положення здобувачем знайдено ефективне розв'язання цього питання за допомогою використання точкового числення в загальному вигляді. Але добре було б показати цю ефективність на конкретному прикладі, як це було зроблено у попередніх розділах дисертації.

У **шостому розділі** аналогічним методом вирішується питання визначення сонячних теплонадходжень і теплонадходжень, відбитих від елементів сонцезахисних пристроїв, при формуванні радіаційного режиму. Це свідчить про те, що всі діючі фактори як у середині приміщень, так і зовні розглядаються комплексно, щоб у максимальному ступеню використати енергетичні ресурси і підвищити таким чином енергоефективність будівлі.

І як результат, позитивну оцінку отримали запропоновані у дисертації положення при порівнянні варіантів систем природного освітлення методом енергетичної ефективності. Цікавим тут є те, що енергетичний ефект отримано за рахунок більш повного урахування ресурсів природного освітлення, тим самим скоротився час використання штучного освітлення.

Зауваження до дисертаційної роботи

До вже вказаних зауважень можна додати наступні:

1. Одним із основних завдань роботи є підвищення енергоефективності систем освітлення, але у першому розділі недостатньо проведено аналіз наукових джерел з енергоефективності будівель.

2. Дуже цікавим є другий розділ, в якому доведено, що методами точкового числення можна розраховувати світлопрорізи вільної форми і положення. Але при розрахунку затінення світлового потоку елементами простору, останні приймаються лише певної (ромб, паралелограм) форми. Це знижує ефективність використання точкового числення для моделювання світлового середовища.

3. У дисертації доведено переваги точкового числення порівняно з чисельними методами. Однак переваги точкового числення ще б посилювались, якщо одне й те ж завдання вирішити тим та другим способом. Тоді картина була б яснішою як в кількісному, так і у якісному аспектах.

4. Не зрозуміло, чим відрізняються між собою тілесний кут і коефіцієнт опроміненості, бо з тексту дисертації видно, що вони визначаються за однією і тією ж формулою (формули 4.7 та 5.41).

5. При визначенні комфортних параметрів світлового середовища теоретичним шляхом було знайдено положення джерела світла, при якому яскравість максимальна, але чомусь інші параметри світлового поля (горизонтальну і середньосферичну освітленості) не було визначено.

6. Вихід на енергоефективність в роботі здійснився лише за освітленістю середовища. Було б краще виконати розрахунки енергоспоживання з урахуванням також інсоляції та терморадіації.

7. При розробленні математичної моделі комфортного світлового середовища з врахуванням світла, відбитого від фасадів сусідніх будинків їхня яскравість приймається як відома величина. Однак вона сама залежить від оточення і її треба розраховувати з врахуванням багаторазових відбиттів світла.

8. Дисертації не достає розроблення системи комп'ютерного проектування світлового середовища, а представлені програми лише вирішують окремі розрізнені задачі.

9. Оформлення роботи має певні недоліки. Деякі рисунки виконані не чітко, особливо це відноситься до рисунків у додатках.

Висновок про відповідність дисертації вимогам МОН України.

Дисертаційна робота Єгорченкова Володимира Олексійовича «Наукові основи формування комфортного середовища в будівлях за динамічними параметрами природного освітлення» є завершеною науковою працею, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності забезпечують вирішення важливої науково-технічної проблеми – розробки наукових основ формування комфортного середовища в енергоефективних будівлях із огорожувальними конструкціями з світлопрорізами складної геометрії на основі урахування змінних у часі параметрів.

Наведені зауваження та побажання в цілому не знижують високий науковий рівень роботи і можуть бути використані та враховані у подальших наукових дослідженнях автора. Отримані результати дослідження можуть бути використані для формування відповідної нормативної бази з проектування раціональних систем природного освітлення та складання енергетичних сертифікатів будівель з використанням таких систем.

Вважаю, що за своєю актуальністю, новизною, науковою та практичною значущістю дисертаційна робота «Наукові основи формування комфортного середовища в будівлях за динамічними параметрами природного освітлення» відповідає паспорту спеціальності 05.23.03 – Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання (згідно формули спеціальності «...вивчення і створення мікроклімату в будовах та спорудах різного призначення, акустичного і світлового комфорту в приміщеннях.» і пункту «Будівельна акустика і світлова техніка в приміщеннях, будівлях різноманітного призначення.») та вимогам до докторських дисертацій згідно п. 9, 10 та 12 «Положення про порядок присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» МОН України, а її автор, Єгорченков Володимир Олексійович, заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.03 – Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання.

Офіційний опонент, професор,
директор Державного підприємства
«Державний науково-дослідний
інститут будівельних конструкцій»
доктор технічних наук



Г.Г. Фаренюк