

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу  
Мостовенка Олександра Володимировича “Геометричні моделі  
фізичних полів”, подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних  
наук за спеціальністю 05.01.01 – прикладна геометрія, інженерна графіка

**Актуальність теми дисертаційного дослідження** Мостовенка О.В. визначається подальшим розвитком методології прикладної геометрії з розширення інструментарію геометричного моделювання фізичних процесів та їх наочному відображенню в вигляді багатовидів. Представлені дослідження мають тісний зв'язок із задачами енергозаощадження, зокрема при архітектурному проектуванні складових проекту таких як опалення приміщень, штучне освітлення, розповсюдженням звукової енергії тощо. Розроблені здобувачем узагальнені моделі енергетичних полів з урахуванням впливу відстаней від джерел енергії до точок фізичного поля є актуальними на сьогодні, оскільки можуть бути основою для розв'язання задач оптимального розміщення джерел енергії для отримання певних заданих потенціалів енергії в заданих точках простору або для отримання фізичного поля з максимально рівномірним розповсюдженням енергії по заданій площі або по заданому об'ємі. Розв'язання таких задач дозволяє при заданих параметрах знаходити варіант максимального енергозбереження.

**Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій**, сформульованих у дисертації досягається завдяки коректній постановці задач, вибором адекватного математичного апарату та експериментальною перевіркою точності отриманих розрахункових результатів. Проведені дослідження визначаються коректністю виконаних теоретичних і чисельних розрахунків, практичним застосуванням одержаних результатів для розв'язання реальних задач моделювання, а також апробацією на міжнародних конференціях та наукових семінарах.

**Достовірність одержаних результатів** забезпечується логічним застосуванням математичного апарату; результатами тестових прикладів, що базуються на даних чисельних експериментів, достатнім рівнем публікацій та апробацій одержаних результатів; актами впровадження результатів дисертаційної роботи у трьох організаціях: у ТОВ «ДАХСЕРВІС» для визначення потенціалів енергії в окремих точках теплового поля, що виникає під дахом, які можуть бути враховані серед інших параметрів при пошуку оптимальної форми даху складної форми, на державному підприємстві «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва» Мінрегіону України при розв'язанні задачі оптимального розміщення джерел енергії мінімальної потужності для максимально можливого рівномірного прогріву бетону при виробництві залізобетонних конструкцій та у ТОВ «Український інститут сталевих конструкцій ім. В.М. Шимановського» для оптимізації параметрів температурних полів, які виникають при виробництві металевих конструкцій, що дозволяє мінімізувати негативні їх наслідки не тільки на самі металеві конструкції, а й на оточуюче середовище при їх виготовленні.

**Новизна одержаних результатів.** Представленими дисертаційними дослідженнями вирішена важлива наукова і практична проблема, яка полягає у розробці нової узагальненої геометричної моделі фізичних полів різної природи з урахуванням відстаней між точками фізичного поля та джерелами енергії. У науковій новизні роботи відзначимо наступні результати: уперше розроблено теоретичні основи інтерполяції точок у просторах різної вимірності з урахуванням відстаней між заданими точками і точками інтерполянта; уперше розроблено дві геометричні схеми для визначення параметра, що враховує вплив відстаней від заданих до поточних точок в задачах інтерполяції та від точок фізичного поля до джерел енергії при моделюванні фізичних полів; уперше розроблено узагальнену математичну модель фізичних полів різної природи з урахуванням впливу відстаней від точок фізичного поля до точкових, лінійних та площинних джерел енергії; також удосконалено методологію врахування впливу відбиваючих і поглинаючих екранів на розподіл енергії у просторі та спосіб одновимірної гіперболічної екстраполяції точок на площини;

**Практичне значення отриманих результатів** роботи полягає у: визначенні оптимального способу розміщення джерел енергії необхідної потужності для досягнення потрібного потенціалу енергії у конкретних точках простору, форма якого наближена до реального приміщення; оптимальному розміщенні джерел освітлення мінімальної сумарної потужності для досягнення заданих параметрів освітлення приміщення або ж нагрівальних або охолоджувальних приладів мінімальної потужності для забезпечення заданої температури у приміщенні тощо.

**Апробація результатів досліджень** є достатньою. За матеріалами представленого дисертаційного дослідження опубліковано 33 наукові праці, з яких: 9 – у міжнародних виданнях та виданнях, що належать до науково-метричних баз, 17 – у виданнях, що належать до переліку фахових видань, 6 – у матеріалах науково-практичних конференцій, 1 – у додаткових публікаціях. Аналіз публікацій здобувача дозволяє зробити висновок, що основні результати дисертаційної роботи, перелік яких наведено вище, знайшли повне відображення у його публікаціях. Результати дослідження пройшли необхідну апробацію на вітчизняних та міжнародних конференціях і семінарах.

#### **Оцінка змісту дисертації.**

У вступі викладені основні положення дисертації: актуальність теми дослідження, основні задачі, методи досліджень, наукова новизна, практична значимість отриманих результатів, їхня апробація та кількість публікацій.

У першому розділі здобувач спочатку досить детально розкриває роль геометричного моделювання фізичних процесів, які займають вагоме місце у теорії математичного моделювання. Важливою є представлена систематизація виконаних досліджень вітчизняними вченими з геометричного моделювання фізичних процесів в залежності їх практичного призначення, типом енергії, її розповсюдженням тощо. Оскільки представлені дослідження здобувача тісно пов'язані із задачами інтерполяції, то логічним є проведений ним аналіз сучасного стану теорії інтерполяції, систематизації способів інтерполяції

точок за різними ознаками у просторах різного числа вимірів, математичного забезпечення їх реалізації. Можливо необхідно було б більше приділити увагу проблематиці задачам інтерполяції з урахуванням впливу параметра відстані та обґрунтуванню поставлених задач дисертаційних досліджень. Деякі висновки до 1-го розділу є дещо узагальненими.

У другому розділі здобувач спершу аналітично описує відомий метод одно- та двовимірної дискретної інтерполяції точок на рівномірній сітці, підтверджуючи їх працездатність на двох тестових прикладах. Послідовним також є узагальнення даного методу інтерполяції на прикладі тривимірної сітки з відповідними числовими та графічними підтвердженнями. Необхідність доповнення розглянутих методів інтерполяції врахування відстаней від заданих точок до поточних на шукану координату кожної поточної точки методично приводить здобувача до розробки ним методу визначення параметрів впливу відстаней між відповідними точками, чому присвячує другий підрозділ дисертації. Обґрунтованими є запропоновані здобувачем дві схеми визначення параметра, який враховує вплив відстаней від заданих точок до поточних точок інтерполяції на результат інтерполяції. Потрібно відзначити високий рівень графічного та аналітичного опису цих двох схем, працездатність яких підтверджується трьома тестовими прикладами. Логічним є те, що вже третій підрозділ здобувач присвячує розкриттю нового методу інтерполяції точок з урахуванням впливу відстаней від заданих точок до поточних точок на результат інтерполяції. Наведена таблиця 4.1 узагальнює можливості запропонованого методу для дво-, три- і чотиривимірних просторів для різних функцій визначення відстаней між відповідними точками. Як і в попередніх підрозділах, працездатність запропонованого методу підтверджується на трьох тестових прикладах одно-, дво- та тривимірної інтерполяції. Дещо поверхово проведено порівняння результатів інтерполяції для двох схем визначення параметрів відстані між відповідними точками. Важливим є запропонований здобувачем спосіб одновимірної гіперболічної екстраполяції дискретного ряду експериментально отриманих результатів обчислень для підвищення точності результату екстраполяції. На нашу думку, будь-яке узагальнення значно ускладнює взаємодію між користувачем і програмним продуктом, який потрібно розробляти для виконання досить громіздких обчислень. Бажано було здобувачеві вже на етапі аналітичного опису передбачити подібний інтерфейс від задання вихідних умов до отримання та аналізу кінцевого результату у числовому та графічному виглядах. Висновки до 2-го розділу бажано було б більш детально конкретизувати за ефективністю, точністю, зручністю тощо запропонованих методів інтерполяції з врахуванням параметрів відстаней.

У третьому розділі першого підрозділу здобувач зупиняється на розкритті двох схем визначення впливу параметра відстані на потенціал точки енергетичного поля. На основі аналітичного опису та наведеного тестового прикладу здобувач переконливо порівнює ступінь впливу на величину потенціалів точок енергетичного поля за двома схемами визначення

параметрів відстаней. Доволі складною є розглянута здобувачем задача моделювання енергетичних полів з декількома точковими джерелами енергії, яка супроводжується розрахунками потенціалів точок та відповідними зображеннями за двома схемами визначення параметрів відстаней. Заслуговує на увагу побудова геометричних моделей енергетичних полів з лінійним та площинним джерелами енергії, в основі яких аналітичний опис множини точкових джерел. Висновки до третього розділу відображають отримані результати проведених досліджень.

У **четвертому розділі** здобувач розкриває запропоновані ним алгоритми наочного представлення енергетичних полів з точковими, лінійними та площинними джерелами енергії за допомогою розшарування чотиривимірного багатovidу на однопараметричну множину ізоперхонь рівних потенціалів. Важливими є наведені аналітичні описи ізоліній енергетичного поля для двох схем знаходження параметрів відстаней від джерел енергії, працездатність яких підтверджуються чотирма тестовими прикладами на площині для двох, трьох і чотирьох точкових джерел енергії. Для тривимірного простору необхідно вже будувати однопараметричну множину ізоперхонь, які здобувач демонструє на трьох тестових приклад з відповідними числовими значеннями потенціалів та зображень. Заслуговує на повагу зіставлення отриманих здобувачем результатів досліджень із вже відомими результатами. Зрозумілим є визначення здобувачем гіперсфери як геометричного місця точок, сума квадратів відстаней від яких до скінченного довільного числа заданих точок є величиною сталою, яке підтверджується двома прикладами на площині та в просторі відповідно для трьох і чотирьох заданих точок. Логічним є перехід здобувачем від декількох точкових джерел до одно- та двопараметричних їх множин відповідно інцидентних лінії чи площині. Хоча загальні розрахункові формули є доволі складними, але їх працездатність продемонстровано на двох тестових прикладах з відповідними числовими даними та зображеннями. На нашу думку висновки до четвертого розділу бажано було б не скорочувати до однієї сторінки.

У **п'ятому розділі** здобувачем продемонстровано можливості запропонованих геометричних моделей враховувати вплив різноманітних перешкод у вигляді площинних екранів на розповсюдження енергії у просторі. Важливо, що спершу здобувач характеризує розподіл енергії від перешкоди за допомогою відповідних числових значень. За допомогою виведеної формули підрахунку потенціалу енергії точок поля у різних зонах розділених площиною екрану здобувач наводить тестовий приклад з побудовою відповідних зображень та числових значень. Оскільки існує необмежена кількість комбінацій відносних положень перешкоди та джерел енергії, то здобувач із зрозумінням суті знову наводить певний їх варіант, зокрема визначає максимальне число різних зон енергетичного поля для точкових джерел при наявності у ньому прямокутного екрана. В тому числі, розглянуто випадки взаємного положення двох екранів, які найчастіше зустрічаються на практиці, при визначенні потенціалу енергії у довільній точці поля з урахуванням відбитої енергії. Аналітичний опис фізичного поля з

врахуванням відбиття та поглинання значно ускладнюється при загальному положенні площини екрану, який перешкоджає переносу енергії від точкових джерел. Знову ж таки, працездатність аналітичного опису здобувач підкріплює тестовим прикладом побудови ізоповерхні. Із зрозумінням суті здобувач розкриває моделювання фізичного поля з урахуванням відбиття від двох екранів та наводить доволі складні аналітичні описи багатократного відбиття променів енергії від паралельних екранів від точкового джерела. Заслуговує на повагу наведені тестові приклади знаходження потенціалу енергії від точкового джерела для двох профільних екранів і взаємно перпендикулярних екранів. Висновки до п'ятого розділу узагальнюють отримані результати.

У шостому розділі здобувач розглядає зворотні задачі моделювання енергетичних полів, у яких за заданими параметрами окремих точок поля визначаються параметри потужності джерел енергії. Наведені два тестових приклади підрахунку значення потужності точкового джерела енергії відповідно для двох схем визначення параметрів відстані підтверджують виведений аналітичний апарат зворотної задачі. Подібно здобувач наводить формули для більш складніших варіантів вихідних умов, підкріплюючи їх тестовими прикладами. Важливою задачею, поставленою здобувачем, є оптимізація параметрів енергетичних полів, які мають практичне значення для енергозбереження при архітектурному проектуванні. Логічним є виведення здобувачем цільової функції для пошуку, наприклад, мінімальної потужності точкового джерела для конкретного варіанту розташування трьох точок в просторі із заданими потенціалами. Висновки до шостого розділу займають півсторінки, що на нашу думку, є занадто короткими.

**Оформлення дисертації та автореферату** відповідає вимогам до написання наукових робіт. Текст дисертації та автореферату написані грамотною технічною мовою, ясно та зрозуміло.

**Зміст автореферату** повністю відображає основні результати дисертаційного дослідження.

#### **Зауваження:**

1. Оскільки розроблені геометричні моделі орієнтовані на комп'ютерну реалізацію, то бажано було б навести структуру розробленого програмного забезпечення, хоча би для групи вирішених задач.

2. В основі дисертаційних досліджень лежать дві схеми визначення параметру відстані та коефіцієнтів параболічної залежності в цих схемах. Не розкрито, за якими числовими критеріями здійснювати вибір тієї чи іншої схеми та її наповнення, що важливо для інтерактивних моделей реалізацій розроблених алгоритмів.

3. Запропонована методика дискретної багатовимірної інтерполяції (підрозділ 2.1) передбачає задання вихідних точок тільки у вузлах заданої рівномірної сітки, хоча розв'язання цієї задачі у параметричному вигляді дозволило б уникнути цього недоліку.

4. Бажано було б порівняти результати моделювання енергетичних полів з лінійними і площинними джерелами енергії при їх заданні у дискретному вигляді з результатами, які отримано способом інтегрування.

5. Окремі висновки до розділів та в цілому є занадто узагальненими або ж переліком виконаних досліджень.

**Висновок.**

Не зважаючи на наведені зауваження, дисертаційна робота МОСТОВЕНКА ОЛЕКСАНДРА ВОЛОДИМИРОВИЧА є завершеною кваліфікаційною науковою працею, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати, що у сукупності розв'язують актуальну науково-прикладну проблему розроблення узагальненої моделі фізичних полів. Дисертаційна робота МОСТОВЕНКА О.В. відповідає п.п. 9, 10, 12, 13 “Порядку присудження наукових ступенів” щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора наук, який затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 року № 567 (із змінами), а її автор, МОСТОВЕНКО Олександр Володимирович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.01.01 – прикладна геометрія, інженерна графіка.

Офіційний опонент, професор кафедри  
нарисної геометрії, комп'ютерної графіки  
та дизайну Національного університету  
біоресурсів та природокористування України,  
доктор технічних наук, професор

Несвідомін В.М.

Підпис засвідчую:  
начальник відділу кадрів



Михайліченко М.В.