

ВІДГУК

офіційного опонента

дисертаційну роботу Скочка Володимира Ігоровича
“Методи інтерпретаційного геометричного моделювання
сітчастих структур та їх застосування”, поданої на здобуття
наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю
05.01.01 – прикладна геометрія, інженерна графіка.

Актуальність теми. Актуальність теми дисертаційного дослідження, присвяченого вирішенню актуальної науково-прикладної проблеми, а саме розробленню методологічних основ геометричного інтерпретаційного моделювання сітчастих структур, які є прообразами багатокomпонентних систем і складних фізичних або абстрактних системних процесів, не викликає сумніву. Дійсно, на сьогоднішній день інструменти прикладної геометрії набули широкого ужитку при вирішенні цілого ряду теоретичних та практичних задач, що належать до багатьох галузей науки і техніки. Для вирішення таких задач дослідники часто вдаються до застосування елементів чисельного моделювання. Дискретний характер представлення відповідних моделей призводить до того, що область, у якій розвивається чи перебуває об'єкт дослідження, умовно поділяється на елементарні фрагменти, а його геометричні параметри і параметри стану визначаються лише у базових (характерних) точках цих фрагментів. Базові точки несуть інформацію про міру взаємозв'язку й впливу параметрів один на одного і утворюють графоаналітичні дискретні геометричні моделі у формі сітчастих інтерпретаційних структур. Точно побудована інтерпретаційна геометрична модель об'єкту дослідження дозволяє детально змоделювати характер його взаємодії з оточуючим середовищем й здійснювати подальшу оптимізацію

його параметрів в умовах зовнішнього впливу даного середовища, а також впливу внутрішніх чинників. Однак наявний інструментарій моделювання не має достатньої функціональності, щоб у повній мірі забезпечити виконання даної задачі. Причиною цього є відсутність єдиних методологічних основ побудови, управління та оптимізації відповідних інтерпретаційних моделей. Отже, розробка теоретичних й практичних аспектів геометричного інтерпретаційного моделювання сітчастих структур залишається в даний час маловивченим напрямком і вимагає подальшого дослідження.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації. Обґрунтованість положень та результатів, одержаних здобувачем, обумовлюється застосуванням як відомих багатократно перевірених підходів до дослідження відповідних процесів і систем, так й використанням особистих теоретичних і практичних напрацювань щодо їх удосконалення. Перевірку теоретичних положень автор здійснює за допомогою багаторазового чисельного тестування.

Теоретичні висновки не суперечать сучасним науковим уявленням та переконанням про досліджувані явища, чисельні експерименти проведені досить коректно з використанням сучасних приладів і електронно-обчислювального обладнання. Усе це дає підстави стверджувати, що наукові положення дисертації в достатній мірі обґрунтовані.

Аналіз та оцінка змісту дисертації. Робота складається з анотації, вступу, семи розділів, загальних висновків, списку джерел та додатків.

Вступ розкриває загальну характеристику роботи, надає короткий огляд сучасного стану проблематики дослідження. Сформульовано зв'язок роботи з науковою тематикою, мету, завдання, об'єкт та предмет дослідження, теоретичну основу дослідження, наукову новизну, обґрунтованість і достовірність одержаних результатів. Також наведено дані щодо впровадження результатів дослідження, апробації, кількості публікацій.

У першому розділі розглянуто способи опису досліджуваних об'єктів, явищ та процесів, фізичного і абстрактного характеру, із застосуванням алгебраїчних, параметричних, трансцендентних, функціональних та диференціальних рівнянь і їх системи. Шляхом огляду літературних джерел проведено аналіз робіт присвячених розвитку та застосуванню методів дискретного геометричного моделювання різноманітних явищ, процесів та об'єктів. Розглянуто основні положення та інструменти варіативного дискретного геометричного моделювання, а також інструменти аналізу й чисельного моделювання стрижневих конструкцій, як найбільш наочного прикладу сітчастих структур. Проаналізовано методи оптимізації параметрів функцій багатьох змінних і визначено їх слабкі та сильні сторони.

У другому розділі представлено ідеалізовану математичну модель дискретного образу сітчастої структури у стані статичної рівноваги під дією зовнішніх впливів. Приведено математичний опис зрівноваженого стану окремого довільного вузла, та ланок моделі. Також, одержано фундаментальні математичні закономірності між геометричними і фізичними параметрами сітчастих структур та векторних полів, що їх врівноважують. Здійснено узагальнення математичних закономірностей між параметрами сітчастих та польових структур для евклідових просторів довільних розмірностей.

У третьому розділі запропоновано інструментарій формоутворення та корегування параметрів стану інтерпретаційних геометричних моделей сітчастих структур у відповідності до їх призначення та очікуваних властивостей. Розроблено ряд алгоритмів: алгоритм управління параметрами в'язей сітчастих структур на основі корегування величин скалярного потенціалу зовнішніх впливів; алгоритм корегування сітчастих структур з наданням їм наперед визначених форм, що відповідають графікам досліджуваних неявних функцій, або форм, наділених заздалегідь заданими/встановленими диференціальними властивостями; алгоритм

прискорення моделювання регулярних дискретних каркасів кривих та поверхонь, що задані функціями у параметричній формі.

У четвертому розділі досліджено базові принципи формоутворення та коригування форми безмоментних стрижневих конструкцій. Розроблено прийоми геометричного моделювання плоских стрижневих конструкцій із невеликою кількістю вільних вузлів. Наведено методику визначення компонентів НДС шарнірних ферм, одержаних шляхом формоутворення. Запропоновано принцип моделювання стрижневих конструкцій з шарнірно-рухомими опорами та математичний алгоритм визначення векторних компонентів опорних реакцій у фіксованих вузлах стрижневих конструкцій. Розроблено алгоритм розвантаження окремих опорних вузлів стрижневих будівельних конструкцій із шарнірним вузловим сполученням та запропоновано оптимізаційний алгоритм скорочення витрат матеріалів, необхідних на виготовлення стрижневих конструкцій.

У п'ятому розділі розглянуто прикладні аспекти застосування методів геометричного інтерпретаційного моделювання сітчастих структур при вирішенні актуальних науково-практичних задач. Встановлено основні математичні закономірності дискретної оптимізації геометричних і фізико-механічних параметрів енергоефективних будівель. Окрім того, побудовано параметричні рівняння стану вузлів та ланок дискретних моделей теплообміну енергоефективної будівлі, необхідні для реалізації усіх розрахункових алгоритмів. Розроблено методику скорочення тепловтрат мережами систем теплопостачання на основі оптимізації їх геометричних моделей при проектуванні. Запропоновано підхід до геометричного моделювання оптимальних параметрів багатоярусних підпірних стін та математичний апарат дискретного геометричного моделювання мікроструктури іонних кристалічних решіток, як аналогів сітчастих структур. Запропоновано підхід до урахування зовнішніх силових впливів на кристалічну решітку, а також спосіб визначення

реальних, а не гіпотетичних, коефіцієнтів пружності диполів кристалів, як діелектриків.

У шостому розділі встановлено закономірності руху та параметричні рівняння стану вузлів сітчастих структур, що пов'язують потенціал зовнішніх впливів та щільність потоку відповідних полів з координатами вузлів інтерпретаційних моделей. Виведені рівняння руху незакріплених вузлів сітчастих структур, що перебувають під дією векторних полів. Одержано диференціальне рівняння зв'язку між геометричними і фізичними параметрами сітчастої структури та потенціалом векторного поля, яке призводить до руху її вузлів. Виведено диференціальне рівняння зв'язку між геометричними і фізичними параметрами сітчастої структури та щільністю потоку векторного поля, яке спричиняє рух її вузлів. Виконано узагальнення системи рівнянь руху вільних вузлів N -вимірної сітчастої структури, що перебуває під дією векторних полів, для евклідового простору розмірності N .

У сьомому розділі розроблено ряд алгоритмів автоматизації процесів формування даних про параметри дискретної моделі досліджуваної сітчастої структури на основі застосування логічних операторів та матричних перетворень. Розроблено програмні алгоритми автоматизації процесу визначення координат вільних вузлів моделі та автоматизації процесу обчислення опорних реакцій досліджуваної сітчастої структури. Продемонстровано приклади розрахунків координат вільних вузлів сітчастої структури в процесі їх формоутворення з подальшим розрахунком опорних реакцій.

Достовірність одержаних у роботі результатів підтверджується коректними результатами тестових прикладів, що базуються на даних чисельних експериментів (й у тому числі на основі раніше перевірених математичних методів), та візуалізацією результатів обчислень. Все це вказує на достеменність розрахункових показників. Окрім того, достовірність результатів досліджень засвідчується їх практичним впровадженням. Так

запропоновану у дисертаційному дослідженні методику оптимізації геометричних та/або фізико-механічних параметрів огорожувальних конструкцій та внутрішніх конструкцій будівель впроваджено у ряді тренінгових курсів в рамках Проекту «Train-to-NZEB: The Building Knowledge Hubs» програми ЄС «Горизонт 2020» (угода про надання гранту № 649810), що реалізується в Україні. Методику оптимізації зовнішніх систем теплопостачання та інших інженерних систем, яка запропонована у роботі, прийнято до впровадження у проектно-будівельні компаніях ТОВ «Комплексне проектування та будівництво» та ТОВ «Архітектурно-будівельний енергоцентр».

Новизна одержаних результатів. Наукові положення та результати, одержані Скочком В.І., є вкладом в науку у частині, що стосується як удосконалення наявних, так і створення нових теоретичних й практичних аспектів методологічних особливостей геометричного інтерпретаційного моделювання сітчастих структур. Новизна проведеного автором дослідження визначається такими науковими положеннями і результатами:

- вперше виявлено диференційну закономірність між геометричними і фізичними параметрами сітчастої структури та потенціалом векторного поля, що її врівноважує у незакріплених вузлах;
- вперше одержано диференціальне рівняння зв'язку між геометричними і фізичними параметрами сітчастої структури та щільністю потоку векторного поля, яке діє на її вільні вузли;
- вперше виведено рівняння, що описують зв'язок між фізичними і геометричними параметрами окремих стрижнів сітчастої структури та вузловими характеристиками польових структур, що врівноважують модель;
- вперше розроблені спеціальні алгоритми побудови дискретно представлених плоских кривих, поверхонь, просторових кривих, заданих

функціями у неявній формі та алгоритми побудови дискретних каркасів ізоповерхонь потенціальних фізичних полів;

- вперше запропоновано методику розрахунку та оптимізації компонентів напружено-деформованого стану стрижневих безмоментних будівельних конструкцій, вузли яких сприймають проектне навантаження;
- вперше винайдено спосіб геометричного моделювання мікроструктури кристалічних решіток на прикладі іонних кристалів із можливістю впливу на положення окремих елементів моделі;
- вперше запропоновано спосіб оптимізації організаційними кластерними структурами на основі корегування параметрів їх геометричних моделей як інтерпретаційних сітчастих структур;
- вперше розроблено алгоритм оптимізації геометричних параметрів енергоефективних будівель, а також фізико-механічних властивостей їх систем утеплення.

Практичне значення одержаних автором наукових результатів полягає в тому, що більшість з них доведені до практичної реалізації:

- запропонована методика оптимізації стрижневих конструкцій, з використанням якої можна досягти максимально можливих показників економії матеріалів з урахуванням реальних обмежень, що накладаються на відповідні конструкції;
- розроблена методика оптимізації геометричних параметрів систем тепlopостачання та інженерних систем, яка дозволяє ще на етапі проектування віднайти такі координати вузлів розгалуження їх ланок, які забезпечуватимуть мінімізацію енергетичних втрат по довжині прокладання відповідних мереж, враховуючи специфіку містобудівних умов та обмежень;

- розроблено ефективні програмні алгоритми моделювання та оптимізації дискретних каркасів просторових і плоских кривих та поверхонь, а також стрижневих конструкцій, зовнішніх інженерних мереж, багатоярусних підпірних стін, організаційних кластерів у будівництві.

Перераховані розробки впроваджено в науково-освітній процес підготовки студентів денної форми навчання КНУБА, а також практичну діяльність організацій архітектурно-будівельної та інженерної галузі, що підтверджується відповідними довідками про впровадження результатів дисертаційного дослідження.

Повнота викладу основних результатів дисертації в публікаціях. За матеріалами дисертаційного дослідження Скочка В.І. опубліковано 57 наукових робіт, з яких: 12 – у міжнародних виданнях та виданнях, що входять до наукометричних баз, 22 – у виданнях, що входять до переліку фахових видань, 22 – у матеріалах науково-практичних конференцій та семінарів, 1 – у додаткових публікаціях.

Аналіз опублікованих робіт здобувача дозволяє зробити висновок, що результати дисертаційного дослідження, перелік яких наведено вище, знайшли повне відображення у його публікаціях. Робота пройшла широку апробацію на всеукраїнських та міжнародних конференціях та семінарах.

Оцінка змісту дисертації, відповідність встановленим вимогам щодо оформлення. За змістом дисертаційна робота Скочка Володимира Ігоровича відповідає діючим вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора наук і являється одноособово написаною науковою працею, що містить сукупність наукових положень й результатів, винесених автором для публічного захисту, має внутрішню єдність та свідчить про значний особистий внесок автора у розвиток науки.

Оформлення дисертації та автореферату відповідає вимогам Державних стандартів України. Текст дисертації та автореферату написані грамотною технічною мовою, ясно та зрозуміло.

Відповідність змісту автореферату основним положенням дисертації.
Зміст автореферату повністю відображає усі основні результати дисертаційного дослідження, однак дозволений обсяг автореферату не дозволяє викласти усі наукові положення та результати з бажаною деталізацією.

Недоліки та зауваження:

1. В дисертації зазначено, що достовірність отриманих результатів дослідження підтверджується коректними результатами тестових прикладів (й у тому числі на основі раніше перевірених математичних методів), але чи має методика експериментального дослідження, що використовувалася, такі об'єктивні гарантії коректності одержаних результатів, як сертифікат якості, в роботі, на жаль, не оговорено.
2. У розділі 4 дисертації автором розроблено ряд прийомів для геометричного моделювання плоских стрижневих конструкцій, а також для формоутворення й корегування шарнірних ферм. Показано, що запропонований науковий інструментарій дозволяє підвищити ефективність процесу моделювання й управління формою стрижневих конструкцій з метою надання їм наперед визначених параметрів та властивостей, а також значно скоротити витрати часу на моделювання. Однак конкретних значень підвищення показників ефективності процесу моделювання не наведено.
3. На жаль, не всі результати здійснених досліджень отримали впровадження у практику реальної проектної діяльності або будівельного виробництва.

Зазначені зауваження та недоліки, маючи переважно рекомендаційний характер, жодним чином не знижують наукову та практичну цінність роботи,

не впливають на отримані результати, а тому не зменшують загальної високої оцінки даного дисертаційного дослідження.

Висновок: дисертаційна робота СКОЧКА В.І. є завершеною кваліфікаційною науковою працею, в якій отримано нові науково обгрунтовані результати, що в сукупності розв'язують актуальну науково-прикладну проблему розроблення методологічних основ геометричного інтерпретаційного моделювання сітчастих структур, які є прообразами багатокомпонентних систем і складних фізичних або абстрактних системних процесів. Дисертаційна робота СКОЧКА В.І. 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 зі змінами, затвердженими Постановою Кабінету Міністрів України № 656 від 19 серпня 2015 та № 1159 від 30.12.2015р., які висуваються а її автор, СКОЧКО Володимир Ігорович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.01.01 – прикладна геометрія, інженерна графіка.

Офіційний опонент

декан фізико-математичного факультету
Національного технічного університету
України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського», м. Київ
доктор технічних наук, професор

Володимир ВАНІН

Вчений секретар
Національного технічного університету
України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського», м. Київ
кандидат технічних наук, доцент



Валерія ХОЛЯВКО