

ВІДЗИВ

офіційного опонента на дисертаційну роботу О.А. Антошкіна
*"Математичні моделі та методи розв'язання оптимізаційних задач
сенсорного покриття об'єктів контролю"*, що подана на здобуття
наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю
01.05.02—математичне моделювання та обчислювальні методи

Актуальність теми дисертаційної роботи. В останні десятиріччя стрімко зростає інтерес до ефективного розв'язання задач покриття, окремими випадками яких є задачі покриття областей колами, що пояснюється розмаїттям практичних застосувань і надзвичайною складністю математичних моделей та методів їхнього розв'язання. Оптимізаційні задачі покриття виникають при проектуванні систем бездротового радіозв'язку, систем акустичної діагностики й контролю корпусів і обладнання, радіолокаційних систем регулювання й керування повітряним рухом, систем виявлення рухомих цілей і інших систем виявлення, плануванні міської забудови, діагностики й контролю тощо.

На сучасному етапі традиційні підходи до розв'язання оптимізаційних задач набули революційного розвитку, обумовленого появою нових методів нелінійної оптимізації, які кардинально підвищують надійність, швидкість і точність пошуку розв'язків та можуть бути реалізовані незалежно від предметної області.

Таким чином, практика успішного розв'язання задач покриття вимагає побудови математичних моделей в автоматичному режимі. З іншого боку, процес математичного моделювання є одним з найбільш складних і відповідальних етапів операційного дослідження та залишається значною мірою творчим процесом.

Наявні програмні засоби залишають неавтоматизованим етап побудови моделі, що робить актуальним пошук нових комп'ютерних технологій моделювання постановок оптимізаційних задач у різних предметних областях

Оскільки задачі покриття належать до класу NP-складних, при їх



розв'язанні використовуються, як правило, евристичні алгоритми. Це означає відсутність адекватних математичних моделей і, як наслідок, втрату оптимальних розв'язків, що значно звужує клас практичних задач, які можуть бути ефективно розв'язані. Ці недоліки можна усунути, використовуючи метод ϕ -функцій, запропонований Ю.Г. Стояном, та сучасні ефективні методи негладкої і дискретної оптимізації.

Таким чином, актуальним є створення технологій розв'язання оптимізаційних задач покриття на основі математичного та комп'ютерного моделювання в поєднанні із застосуванням сучасних ефективних методів оптимізації та засобів візуалізації різноманітних варіантів покриття, що можуть бути легко адаптовані для конкретних практичних задач і дозволяють за вихідними даними одержати найкращий варіант покриття відповідно до заданого критерію якості, що і визначило тему даної дисертаційної роботи.

Зв'язок з пріоритетними напрямками розвитку науки й техніки. Робота виконана відповідно до тематики й загального плану досліджень, що проводяться на кафедрі автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій Національного університету цивільного захисту України й у відділі математичного моделювання й оптимального проектування Інституту проблем машинобудування НАН України. Робота проводилася в рамках НДР:

– «Оптимальне розміщення пожежних сповіщувачів на плані приміщення» реєстраційний № 0198U002106 за замовленням Головного управління пожежної охорони МВС України;

– «Оптимальне планування ресурсів при проектуванні систем раннього виявлення пожежі» реєстраційний № 0117U002008 за замовленням Національного університету цивільного захисту.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації підтверджено формально-аргументованим викладенням матеріалу і результатами розв'язання практичних задач за допомогою реалізованих і впроваджених програм, а також створенням програмного комплексу «*Веста*», що забезпечує автоматичне розв'язання ряду практичних задач покриття довільних областей ідентичними сенсорними

зонами у вигляді кіл з урахуванням технологічних обмежень на положення датчиків і можливістю оптимізації довжини дротяних з'єднань.

Новизна наукових положень. Аналіз дисертаційної роботи дозволяє зробити висновок, що у процесі досліджень автором отримані такі наукові результати:

1. Вперше запропоновано функції опису відношень покриття між колами рівного радіуса та нові функції належності для опису відношень між покривними колами і довільною областю покриття, які дозволяють описувати в аналітичному вигляді умови покриття області колами і, на відміну від існуючих аналогів, не потребують введення допоміжних змінних.

2. Вперше побудована узагальнена математична модель оптимізаційної задачі покриття ідентичними колами, яка, на відміну від існуючих моделей, враховує нові аналітичні вирази для опису відношень покриття між колами рівного радіуса та нові функції належності для опису відношень між колами, що беруть участь в покритті, і довільною областю покриття і дозволяє одержувати локально-оптимальні розв'язки ряду важливих практичних задач, у тому числі задачі покриття області колами, які зв'язані мережею.

3. Удосконалено стратегію розв'язання оптимізаційної задачі покриття області довільної форми колами рівного радіуса шляхом додання нового етапу генерації системи обмежень та функції цілі на основі аналізу отриманої за допомогою запропонованих наближених методів стартової точки з урахуванням конкретної реалізації узагальненої моделі задачі.

4. Набули подальшого розвитку методи інтервальної геометрії у вигляді нових засобів моделювання для опису інтервальних відношень між круговими об'єктами, які беруть участь в покритті, що дозволяє, на відміну від існуючих аналогів, враховувати під час розв'язання задачі покриття похибку вихідної інформації про фактичні радіуси зон сенсорного контролю датчиків кіл.

5. Набули подальшого розвитку локально-оптимальні методи побудови покриттів, які дозволили, на відміну від існуючих підходів,

отримувати розв'язки для основних реалізацій узагальненої задачі оптимального покриття в автоматичному режимі.

6. Набули подальшого розвитку засоби математичного моделювання зони сенсорного контролю датчика в системах моніторингу для перетворювання фізичної інформації про зони сенсорного контролю в геометричну для подальшого використання в процесі побудови математичних моделей задач покриття, які, на відміну від існуючих, дозволяють врахувати особливості функціонування систем моніторингу і контролю.

Повнота викладу наукових положень. За темою дисертації опубліковано 19 друкованих роботах, з них статей – 7 у наукових фахових виданнях згідно з переліком МОН України з технічних наук (1 стаття – реферована в наукометричній базі Scopus), 1 стаття – у іншому науковому виданні, 11 тез доповідей, опублікованих в матеріалах всеукраїнських та міжнародних наукових конференцій. Наукові результати дисертаційного дослідження досить повно викладено в опублікованих працях.

Практичне значення одержаних результатів. Наукові результати дисертаційної роботи є подальшим розвитком математичного моделювання і обчислювальних методів в геометричному проектуванні: створено нові математичні моделі, розроблено нові методи та програмні продукти для розв'язання оптимізаційних задач покриття довільних областей колами однакового радіусу.

Побудовано узагальнену математичну модель задач покриття ідентичними колами, множина реалізацій якої покриває широкий клас прикладних задач покриття довільних областей колами однакового радіусу, розроблено автоматичний генератор математичних моделей і генератор простору розв'язків задач покриття на ґрунті аналізу вихідних даних. Автоматична генерація простору розв'язків у символічному вигляді дає можливість застосувати для розв'язання розглянутого класу задач сучасні програмні пакети для нелінійної оптимізації за допомогою функцій зворотного виклику.

Високий рівень створених засобів математичного моделювання

підтверджений публікаціями в міжнародних і українських журналах, апробацією на вітчизняних та міжнародних конференціях, актами впровадження.

На основі розроблених засобів моделювання, математичних моделей, методів та алгоритмів створений програмний комплекс «*Веста*», який дозволяє в автоматичному режимі будувати розв'язки оптимізаційних задач покриття довільних областей ідентичними кругами з урахуванням додаткових обмежень технологічного характеру.

Ефективність запропонованих засобів підтверджується рядом обчислювальних експериментів, у ході яких було проведено порівняння отриманих результатів з аналогічними результатами вітчизняних і зарубіжних дослідників.

Створений програмний комплекс «*Веста*» може бути безпосередньо застосований під час проектування систем діагностики, спостереження й контролю, при проведенні пожежно-технічних експертиз. Зазначений комплекс використовується у відділі нормативно-технічної роботи та контролю за системами протипожежного захисту та ліцензування Головного управління Державної служби України з надзвичайних ситуацій у Харківській області під час розгляду проектів систем автоматичного протипожежного захисту та у ТОВ «НВП Бранд» (м. Київ) для спрощення проектування систем автоматичного протипожежного захисту, оптимізації витрат на обладнання об'єктів такими системами.

Теоретичні та практичні результати роботи використовуються у навчальному процесі в Національному університеті цивільного захисту України при викладанні дисциплін «Математичне моделювання та оптимізація систем безпеки» і «Пожежна та виробнича автоматика», що підтверджується актами про впровадження.

Відповідність змісту автореферату основним положенням. Оформлення автореферату за своїм обсягом, структурою та змістом відповідає чинним вимогам. Зміст автореферату ідентичний змісту основних положень дисертації, автореферат адекватно відображає результати дисертації.

Відповідність дисертації встановленим вимогам. Дисертаційна робота є завершеним і цілісним дослідженням, її матеріал є досить добре структурованим і логічно викладеним. Стиль викладення роботи забезпечує їх адекватне сприйняття.

Оформлення дисертації відповідає встановленим вимогам до кандидатських дисертацій згідно «Порядку присудження наукових ступенів» затвердженому Постановою КМУ №567 від 24 липня 2013 р. (зі змінами, затвердженими Постановами Кабінету Міністрів України №656 від 19.08.2015 р., №1159 від 30.12.2015 р. та №567 від 27.07.2016 р.), а також вимогам МОН України до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

Зауваження до дисертаційної роботи.

1. Частина з нерівностей, що виникають при генерації опису задачі, є надмірними. У роботі не розкрито механізм пошуку і видалення таких обмежень.

2. Використані в роботі функції належності не відповідають класичному визначенню, оскільки мають іншу область значень.

3. Бажано було б висвітлити комбінаторні аспекти вибору стартових точок.

4. Для деяких результатів експериментів не наведена інформація про вихідні дані.

5. Бажано було б пояснити більш детально переваги й недоліки різних функцій належності.

6. Недостатньо детально розкрито механізм приведення розв'язку задачі недиференційованої оптимізації до розв'язку послідовності задач нелінійної оптимізації з областями допустимих рішень, що задані системами нерівностей, описаних гладкими функціями.

Вказані недоліки у більшості зумовлені складністю предмету досліджень і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Загальний висновок. Результати дисертаційної роботи достатньо обґрунтовані, оригінальні і викладені у авторських публікаціях у фахових виданнях. Дисертація є завершеною роботою, в якій отримані нові науково-обґрунтовані теоретичні та експериментальні результати, що в сукупності є значним досягненням у галузі теорії геометричного проектування. Розроблені автором конструктивні результати у вигляді нових засобів математичного моделювання, запропоновані моделі, методи, алгоритми і програмні засоби геометричного моделювання можна застосовувати у багатьох галузях науки та промисловості для розв'язання задач покриття.

Автореферат у повному обсязі відображає зміст дисертації.

Вважаю, що дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, виконаним на високому науковому рівні, відповідає усім вимогам щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, зокрема, вимогам п.п. 9, 11-14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженому постановою КМУ №567 від 24.07.2013 (зі змінами, затвердженими Постановами Кабінету Міністрів України №656 від 19.08.2015 р., №1159 від 30.12.2015 р. та №567 від 27.07.2016 р.), а її автор, Антошкін Олексій Анатолійович, заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

Офіційний опонент,
професор кафедри математичного моделювання
та штучного інтелекту Національного аерокосмічного
університету ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»
доктор фізико-математичних наук, професор



С.В. Яковлев

