

ВІДГУК
ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

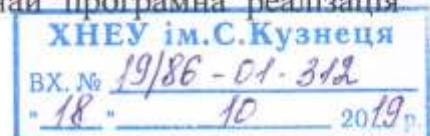
на дисертацію Коробчинського Кирила Петровича
*“Моделі та методи інформаційної технології компоновочного синтезу
просторових об'єктів”*,
що представлена на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук за спеціальністю
05.13.06 – інформаційні технології

Предметом дослідження дисертаційної роботи є математичні моделі, методи оптимізації та інформаційна технологія компоновочного синтезу просторових конфігурацій геометричних об'єктів.

Існує велика кількість публікацій, присвячених розробці математичних моделей та методів підтримки прийняття рішень при синтезі складних технічних систем матеріальних об'єктів з урахуванням їх просторової форми. Важливим класом задаче оптимізаційні задачі транспортної логістики та логістики складування, компоновки аерокосмічних об'єктів, реалізації технологій 3D друку тощо.

Зазначений напрям досліджень інтенсивно розвивається за рубежом. Підтвердженням цього є щорічні монографії серії «Springer Optimization and Its Applications», у яких особлива увага приділяється моделям, методам та інформаційним технологіям компоновочного синтезу об'єктів аерокосмічної техніки, та монографії серії «Lecture Notes in Logistics», присвячені задачам транспортної логістики та логістики складування. Фундаментальні результати в напрямку геометричного проектування отримані у науковій школі член-кореспондента НАН України Ю. Г. Стояна.

Розробка сучасних інформаційних систем для розв'язання задач синтезу просторових конфігурацій вимагає побудови математичних моделей в автоматичному режимі. При цьому процес комп'ютерного моделювання з урахуванням перетворення геометричної інформації та візуалізації проектних рішень має творчий характер. Зазвичай програмна реалізація



новітніх підходів вимагає розробки спеціальних засобів зберігання, обробки та перетворення геометричної інформації про матеріальні об'єкти. Практика використання існуючих пакетів програм вимагає побудови адекватних математичних моделей. При цьому важливим є питання створення оптимальної структури даних у певному форматі з урахуванням ієрархії класів, критеріїв повноти тощо.

Таким чином, розробка конструктивних підходів обробки інформації, математичного та комп'ютерного моделювання, сучасних методів оптимізації та засобів візуалізації отриманих рішень є **актуальним напрямком досліджень.**

Основні положення та висновки дисертаційної роботи в достатній мірі науково обгрунтовані. Методи досліджень базуються на використанні основних положень теорії геометричного проектування для побудови інформаційно-аналітичної моделі, засобів об'єктно-орієнтованого програмування для оброблення і перетворення структур даних у процесі синтезу просторових конфігурацій, методів математичного програмування для пошуку локально-оптимальних конфігурацій, технологій візуалізації отриманих рішень.

Результати даного дослідження, які визначають **наукову новизну роботи** та виносяться на захист, наступні:

– уперше розроблено інформаційно-аналітичну модель синтезу оптимальних просторових конфігурацій, що на відміну від існуючих дає змогу інтегрувати ієрархічну об'єктно-орієнтовану модель з сучасними пакетами оптимізації та засобами візуалізації отриманих конфігурацій;

– уперше розроблено метод перетворення й адаптації даних при оптимізації та візуалізації просторових конфігурацій, що на відміну від існуючих методів дозволяє враховувати динаміку процесу їх синтезу;

– удосконалено модель просторової конфігурації матеріальних об'єктів, що на відміну від існуючих аналогів враховує всі параметри

геометричної інформації та дозволяє формувати відповідні структури вихідних даних;

- набув подальшого розвитку підхід щодо синтезу оптимальних конфігурацій просторових об'єктів, який на відміну від існуючих дає змогу в процесі оптимізації залучати особу, що приймає рішення;

- набув подальшого розвитку метод штучного розширення простору, що дає змогу покращувати отримані розв'язки при реалізації інформаційної технології синтезу конфігурацій сферичних об'єктів;

- набув подальшого розвитку генетичний алгоритм оптимізації просторових конфігурацій дискретно розподілених об'єктів, що на відміну від існуючих підходів враховує комбінаторну структуру задачі.

Практична вагомість отриманих результатів дисертаційної роботи полягає в тому, що розглянуті методи можуть бути використані при реалізації інструментальних засобів інформаційної технології компоновочного синтезу просторових об'єктів; при комплексному застосуванні технології візуалізації рішень з подальшими процесами їх оптимізації за участю особи, що приймає рішення; при розробленні й проектуванні систем логістики складування, компоновки бортового обладнання аерокосмічних об'єктів; для проектування систем моніторингу екологічних процесів при моделюванні процесу розповсюдження газових сумішей в областях складної форми.

Розроблені моделі та методи інформаційної технології компоновочного синтезу просторових об'єктів впроваджені на Державному науково-виробничому підприємстві «Об'єднання Комунар», у науково-дослідній роботі Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», а також у навчальний процес кафедри інформатики Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», що підтверджено відповідними актами.

За результатами наукових досліджень дисертаційної роботи опубліковано за темою дисертації опубліковано 23 друкованих праці, серед яких 5 статей у вітчизняних фахових виданнях України, затверджених ДАК МОН України, стаття у закордонному науковому виданні, що індексована у науково-метричній базі Scopus. Отримано свідоцтво про реєстрацію авторського права на програмний продукт. Основні результати роботи доповідалися та отримали схвалення на міжнародних наукових конференціях.

Слід зазначити, що після подання дисертації опубліковано ще дві наукових праці, індексовані у Scopus, що підтверджує про подальший розвиток напрямку дослідження.

Наведений перелік публікацій та їх зміст відповідають темі дисертації, в повному обсязі відображають її основні положення, наукові результати та висновки, свідчать про їх новизну. В авторефераті достатньо повно відображені основні положення та висновки дисертації. У дисертації та авторефераті визначено особистий внесок дисертанта для тих друкованих праць, які опубліковані у співавторстві.

Дисертація є завершеною науковою роботою, виконаною на актуальну тему. Дисертація написана достатньо лаконічно, чіткою мовою, з логічним способом викладення матеріалу, що в достатній мірі розкриває загальний науково-технічний рівень автора. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел (237 найменувань) та додатків. Повний обсяг роботи складає 194 сторінки, основний текст викладено на 153 сторінках.

Метою дисертаційної роботи є підвищення якості рішень при створенні та експлуатації складних систем шляхом розроблення моделей, методів та інформаційної технології компоновочного синтезу просторових об'єктів.

У *вступі* обґрунтовано актуальність тематики, що досліджувалася, сформульовано мету і задачі дослідження, вказано об'єкт, предмет та методи досліджень, зазначено наукову новизну та практичне значення, наведено

відомості про публікації за темою дисертації та про апробацію результатів досліджень, а також вказано особистий внесок здобувача у наукових працях, написаних у співавторстві.

У першому розділі наданий огляд літератури, що присвячений моделям, методам та сучасним інформаційним технологіям підтримки та прийняття рішень при синтезі складних технічних систем з урахуванням просторової форми складових об'єктів. Дана загальна характеристика предмету дослідження. Описані особливості оптимізаційних задач компоновочного синтезу просторових конфігурацій в аерокосмічній галузі, у логістиці складування та синтезі просторових конфігурацій в технологіях 3D-друку. Наведений огляд сучасних методів оптимізації компоновочного синтезу просторових об'єктів. Дана вербальна постановка та сформульовані основні завдання дисертаційного дослідження.

У другому розділі побудована інформаційно-аналітична модель задачі компоновочного синтезу просторових об'єктів на основі формалізації поняття геометричної інформації, що введена Ю. Г. Стояном.

Для опису компонентів геометричної інформації запропоновано використовувати рівняння загального положення, параметри якого задають загальне розташування об'єкту у просторі та його метричні характеристики.

Сформований конфігураційний простір геометричного об'єкта, на підставі якого розроблена його об'єктно-орієнтована модель. В якості узагальнених змінних конфігураційного простору вибрані метричні параметри та параметри розміщення об'єктів. Зазначена об'єктно-орієнтована модель задає формат зберігання вихідних даних та дозволяє формувати структуру СКБД, поповнювати банк знань моделей тощо.

З урахуванням системи обмежень здійснено класифікацію просторових конфігурацій в залежності від взаємовідношень між об'єктами.

Сформульовано задачу пошуку оптимальної конфігурації системи геометричних об'єктів.

Для формалізації обмежень на взаємне розташування об'єктів використано математичний апарат Φ -функцій Ю. Г. Стояна. На основі аналізу існуючих методів побудови Φ -функції базових 2D- і 3D-об'єктів запропоновано узагальнення відомих результатів на клас задач компоновки і пакування зі змінними метричними параметрами об'єктів для формування відповідної бази даних.

Побудована інформаційно-аналітична модель задачі синтезу просторових конфігурацій. Виділені аналітична й інформативна складові моделі. Аналітична складова описує узагальнені змінні математичної моделі, формалізацію обмежень на взаємне розташування об'єктів та критерії якості. Інформаційна складова моделі пов'язана з формуванням структури даних просторових об'єктів і створення консолідованого сховища даних просторових конфігурацій.

Запропонована діаграма IFEF0, яка описує інформаційну технологію синтезу просторових конфігурацій.

У *третьому розділі* запропоновані моделі та методи інформаційної технології компоновочного синтезу просторових об'єктів у випадку їх сферичної форми. Виписані умови на взаємне розташування сферичних об'єктів та аналітичний вигляд критеріїв якості просторових конфігурацій примінімізації об'єму контейнера, мінімізації небалансу системи та мінімізації сумарної мережі, що зв'язує сферичні об'єкти, з урахуванням обмежень на мінімальні й максимальні відстані між ними. Оптимізація зазначених критеріїв якості базується на використанні сучасних методів локальної оптимізації.

З метою покращення отриманих розв'язків у задачах компоновки сферичних об'єктів розроблений метод змінного радіусу, що являє собою подальший розвиток відомого методу штучного розширення простору. Метод змінного радіусу дозволяє долати області тяжіння локальних екстремумів вихідної задачі. Ефективність методу підтверджується чисельними експериментами.

Запропоновано генетичний алгоритм для задач оптимізації на евклідових комбінаторних конфігураціях та описані особливості його реалізації. Розглянуто застосування алгоритму для розв'язання задач балансування дискретно розподілених мас.

У четвертому розділі описано інформаційну технологію динамічного перетворення структури даних геометричної інформації в процесі синтезу просторових конфігурацій складних об'єктів.

Розроблено програмний додаток, що реалізує методи оптимізації просторових конфігурацій, програму-репозиторій та програмні додатки для візуалізації рішень. Зазначені програмні додатки апробовані при розв'язанні задач синтезу оптимальних конфігурацій сферичних об'єктів.

Висновки достатньо повно відображають зміст отриманих результатів дисертаційної роботи.

У *додатках* наведено акти впровадження результатів дисертаційної роботи.

Зауваження щодо змісту дисертації.

1. На с. 28 (другий абзац) сказано «необхідно формалізувати поняття геометричної інформації». Але ж це поняття вже формалізовано Ю. Г. Стояном і дуже широко використовується в сучасній літературі. Точніше було б написати не «формалізувати», а «застосувати» поняття.

2. У розділі 2.2 не достатньо уваги приділяється питанню вибору базових об'єктів, побудові складних об'єктів та як це реалізовано в об'єктно-орієнтованій моделі. Зокрема, у моделях на рис. 2.1 та рис. 2.2 присутній складний об'єкт. Судячи з тексту, цей об'єкт формується з використанням різноманітних теоретико-множинних операцій. Не зрозуміло, як набір цих операцій зберігається в складному об'єкті.

3. В останньому абзаці на с. 46 згадується робота Egeblad J. за номером 137. Насправді в списку літератури ця робота має номер 136. При цьому зазначається, що зазначена робота присвячена «розв'язанню задачі

упакування 2D-об'єктів у багатогранний контейнер», тобто 2D-об'єктів в 3D-об'єкт. Точніше було б написати «у багатокутник».

4. Для класу задач компоновки геометричних об'єктів зі змінними метричними характеристиками було б доцільно навести приклади практичних задач та результати чисельних експериментів.

5. При опису генетичного алгоритму наведена його складність лише для реалізації оператора кросовера. Було б доцільно дослідити складність алгоритму в цілому.

6. В моделі розповсюдження газової суміші в області складної форми присутня лише інформаційна складова. На думку опонента, доцільно було б навести і аналітичну складову моделі.

Наведені зауваження не стосуються основних положень дисертаційної роботи.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

Враховуючи вищевикладене, вважаю, що дисертаційна робота Коробчинського Кирила Петровича *“Моделі та методи інформаційної технології компоновочного синтезу просторових об'єктів”* є логічним, самостійним та завершеним науковим дослідженням на актуальну тему. Дисертація виконана на високому професійному рівні та містить нові науково обґрунтовані результати в галузі інформаційних технологій та їх застосування в системах геометричного проектування.

Основні положення і результати роботи знайшли своє відображення у відкритому друці, пройшли апробацію на міжнародних науково-практичних конференціях. Основний зміст роботи достатньо повно відображено в опублікованих працях. Автореферат містить основні наукові положення дисертації та відповідає всім вимогам МОН України.

Дисертація відповідає паспорту спеціальності та всім вимогам до кандидатських дисертацій згідно з п. п. 9, 11, 12 “Порядку присудження наукових ступенів”, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України №567 від 24.07.2013 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 її автор – Коробчинський Кирил Петрович заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент,

доктор технічних наук, професор,

професор кафедри фізико-математичних дисциплін

Національного університету цивільного захисту України

Валентина КОМЯК

Підпис засвідчую,

Вчений секретар

Національного університету цивільного

захисту України

канд. психол. наук, с.н.с.



Андрій ПОБІДАШ