

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу **Селютіна Євгена Кириловича**
«Фрагментарні моделі в задачах оптимальної класифікації»,
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії
з галузі знань 11 – Математика та статистика
за спеціальністю 113 – Прикладна математика

Дисертаційну роботу Селютіна Євгена Кириловича «Фрагментарні моделі в задачах оптимальної класифікації» присвячено вирішенню важливої науково-практичної задачі, а саме – розробці математичних моделей та методів розв'язання задачі оптимальної класифікації на базі теорії фрагментарних структур.

Ступінь актуальності обраної теми

Однією з нагальних проблем сучасного етапу розвитку інформаційного суспільства є накопичення величезних обсягів структурованих та неструктурованих даних. Процес обробки таких масивів інформації може бути полегшено та інтенсифіковано за рахунок використання ефективних методів класифікації.

Задача класифікації виникає практично у всіх областях знань при аналізі результатів досліджень, при проектуванні і прогнозуванні, при оцінці та прийнятті управлінських рішень. Незважаючи на зовнішньо просте формулювання, задача класифікації може виявитися досить складною і неоднозначною для застосування суто формальних підходів. Тому у процес рішення доводиться залучати особу, що приймає рішення, яка може впливати на результати класифікації завдяки суб'єктивному ставленню до проблеми, що розглядається.

При цьому гібридні моделі на основі комбінації фрагментарних моделей та евристичних алгоритмів різного роду дають можливість значно обмежити область допустимих рішень та знайти субоптимальні рішення. Отже, представлена робота, що спрямована на застосування цього універсального підходу до вирішення складних задач дискретної оптимізації, є своєчасною та актуальною.

Дисертаційна робота виконувалася відповідно до планів наукових досліджень на кафедрі економічної кібернетики Запорізького національного університету МОНУ в межах науково-дослідної тем: «Моделювання складних соціально-економічних систем методами нелінійної динаміки та інтелектуального аналізу даних» (№ держ. реєстрації 0115U006765), «Інтелектуальні методи пошуку субоптимальних розв'язків прикладних дискретних оптимізаційних задач» (№ держ. реєстрації 0120U000375).

Таким чином, обрана здобувачем тема роботи є актуальною і такою, що має суттєву значущість для вирішення важливої науково-технічної задачі у галузі прикладної математики та відповідає змісту спеціальності 113 Прикладна математика.

Структура роботи

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 101 найменування (11 сторінок) та 4 додатків. Загальний обсяг роботи складає 153 сторінки (приблизно 6.4 авторських аркуші).

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету, об'єкт, предмет та основні задачі дослідження, показано їх зв'язок з науковими програмами. Визначено методи дослідження, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, а також особистий внесок здобувача.

У **першому розділі** проведено огляд результатів за тематикою дисертаційної роботи. Обґрунтовано вибір напрямків подальших досліджень, пов'язаних з розв'язанням задачі оптимальної класифікації. Розглянуто та проаналізовано існуючі задачі оптимальної класифікації та методи їх розв'язання. Досліджено обчислювальну складність існуючих задач класифікації.

У **другому розділі** наведено термінологічну базу дослідження та ряд результатів стосовно комбінаторного об'єкту «фрагментарна структура», які використовуються в роботі. Визначено особливості та властивості фрагментарних структур, встановлено зв'язок з категорією «опуклість» та задачею покриття графів. Досліджено поняття метаевристики та проаналізовано метаевристичні методи пошуку оптимальних рішень задачі класифікації. Встановлено зв'язок між задачею класифікації та оптимальної перестановки.

У **третьому розділі** розглянуто фрагментарний алгоритм покриття графу зірками. Проаналізовано найпростіші варіанти задачі розміщення виробництва з точки зору задачі класифікації, а також наведено метаевристичні алгоритми пошуку оптимальних рішень складних задач розміщення виробництва.

Четвертий розділ присвячено опису інструментальних засобів проведення чисельних експериментів з генерації випадкових графів та розв'язання задачі класифікації за допомогою метаевристичних алгоритмів. Проведено порівняння ефективності роботи алгоритмів.

Результати порівняння різних алгоритмів показують, що жоден з них не володіє явною перевагою перед іншими. Таким чином, в процесі розв'язання практичних задач класифікації розумно застосовувати не одну, а кілька метаевристик і обирати найкращий результат. Розглянутий в дисертаційній роботі

метод використання фрагментарних моделей для пошуку субоптимальних рішень задач класифікації дозволяє порівняно просто побудувати універсальну комп'ютерну систему для реалізації такого підходу.

Висновки по роботі узагальнюють та фокусують увагу на основних отриманих результатах, що становлять наукову новизну дисертаційної роботи.

Дисертація є структурно та змістовно збалансованою. Послідовність викладення її положень є логічною і інтуїтивно зрозумілою.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій та їх достовірність

Ступінь обґрунтованості та достовірності результатів дисертаційного дослідження є достатньою та забезпечується:

- обраною методологією дослідження;
- аналізом стану досліджень в предметній області дослідження, комплексним застосуванням теоретичних та експериментальних методів дослідження;
- формальним, а в разі його складності експериментальним, доведенням усіх положень та рекомендацій;

Наукова новизна отриманих результатів

У дисертаційній роботі вирішується науково-прикладна задача застосування фрагментарних структур та метаевристичних методів для розв'язання задачі оптимальної класифікації, яка може використовуватися для розв'язання широкого кола задач, пов'язаних з аналізом та обробкою даних при управлінні підприємствами, у фінансовому секторі, області економіки, медицини та інших галузях соціальної інфраструктури.

Найбільш значущими результатами дисертації є такі:

- вперше запропонована низка фрагментарних моделей та методів для пошуку субоптимальних рішень задачі оптимальної класифікації,
- удосконалено низку метаевристичних методів (локальний пошук, еволюційний алгоритм, метод стрибаючих жаб та ін.) для розв'язку, зокрема, задачі розміщення виробництва;
- дістали подальшого розвитку методи побудови фрагментарних моделей на базі теорії графів.

Практичне значення одержаних результатів полягає в доведенні теоретичних положень дисертації до реалізації та безпосередньому використанні у практичній діяльності підприємств. Розроблені фрагментарно-еволюційні

моделі реалізовано в вигляді комп'ютерних програм, що використано в автоматизованих системах проектування та управління. Запропонований підхід та результати дослідження було впроваджено у навчальний процес Запорізького національного університету Міністерства освіти і науки України та в операційну діяльність ТОВ «ЮСЛІМ».

Апробація результатів дисертаційної роботи

Основні положення та найбільш важливі результати дисертації, що подані до захисту, опубліковані в необхідному обсязі у наукових фахових виданнях України та закордонних виданнях, пройшли відповідну апробацію на міжнародних та Всеукраїнських наукових та науково-практичних конференціях. Результати, отримані у ході виконання дисертаційного дослідження, опубліковані у 8 роботах, з них 1 – у періодичному виданні країни Європейського Союзу, 3 – в збірниках матеріалів та тез доповідей міжнародних, Всеукраїнських та міжвузівських науково-практичних конференцій.

Академічна доброчесність

Проведений аналіз тексту (в тому числі з використанням інструментів, що рекомендовані для використання у Харківському національному університеті міського господарства імені О.М. Бекетова) дає підстави для висновку про відсутність порушень академічної доброчесності.

Відповідність дисертації вимогам, передбаченим пунктом 10 Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії

Дисертацію подано у вигляді кваліфікаційної наукової праці на правах рукопису, що виконувалася здобувачем особисто.

Дисертація містить наукові положення, нові науково обґрунтовані теоретичні та експериментальні результати проведених здобувачем досліджень, що мають істотне значення для галузі прикладної математики. Це підтверджено публікаціями, що розкривають основний зміст роботи. Дисертація свідчить про суттєвий особистий внесок здобувача в науку та характеризується єдністю змісту.

Дисертацію оформлено у відповідності до вимог Міністерства освіти і науки України (Наказ №40 від 12.01.2017 із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства освіти і науки № 759 від 31.05.2019).

Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертаційної роботи

Наведені вище аргументи на користь позитивної оцінки дисертаційної роботи не виключають зауважень і відкритих питань, зокрема:

1. Опис типів класів при класифікації не є повним (підрозділ 1.1). Зокрема, зазначено, що коли число класів досягає багатьох тисяч, завдання класифікації стає істотно важчим. Проте не вказано наслідки ускладнення процесу розв'язання задачі класифікації у такому випадку, не описані методи, що доцільно застосувати для таких задач.

2. Не зрозумілим є важливість визначення кластерів при задачі оптимальної класифікації. Також не здається логічним використання методу визначення числа кластерів (класів), який базується на використанні нейронної мережі Кохонена (підрозділ 1.4), критерію якості отриманих розбиттів та методі ідеальної точки.

3. Доцільно було б провести розгорнутий аналіз ефективності існуючих методів класифікації. Також з контексту дисертаційної роботи не зрозуміло, чи можна використати зазначені методи (байєсовські мережі, індукцію дерев рішень, нейронні мережі, метод опорних векторів, статистичні методи) для вирішення задачі оптимальної класифікації.

4. При описі ройових метаевристик (підрозділ 2.9) зокрема, мурашиного алгоритму, застосовано дещо неформальний підхід, що ускладнює розуміння складових алгоритму. Наприклад, незрозуміло, як саме впродовж застосування мурашиного алгоритму простір рішення модифікується для заохочення вибору значень змінних рішень, які призвели до рекордних рішень у попередніх ітераціях.

6. Метаевристичні алгоритми пошуку оптимального розв'язку складних задач розміщення виробництва (підрозділ 3.3) описані гранично стисло. На погляд опонента, було б доцільно більш розгорнуто описати процедури введення додаткових «штучних» штрафних функцій при розв'язанні задачі розміщення виробництва, яка розглядається як варіація задачі класифікації, та особливості цих функцій.

7. Недостатньо описано фрагментарний алгоритм розв'язання задачі розміщення виробництва (підрозділ 3.3), що, безумовно, становить теоретичний і практичний інтерес. Було б логічно додати повне доведення теореми досяжності в рамках заданої моделі.

8. Формальний опис ройового алгоритму для задачі розміщення виробництва не є повним (підрозділ 3.5). Було б доцільно додати детальний формальний опис переміщення часток (етапу міграції).

9. В роботі існують певні граматичні, синтаксичні та стилістичні помилки,

Загальний висновок

Наведені зауваження в цілому не впливають на наукову значимість дисертації. Вважаю, що дисертація на тему «Фрагментарні моделі в задачах оптимальної класифікації» є завершеною самостійною науковою працею, яка містить нові аргументовані результати в галузі прикладної математики, і за актуальністю вирішених у дисертації наукових задач, науковій новизні та практичному значенню отриманих результатів відповідає вимогам «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 167 від 6 березня 2019 р., а її автор, Селютін Євген Кирилович, заслуговує на присудження наукового ступеню доктора філософії за спеціальністю 113 Прикладна математика.

Офіційний опонент

доктор фізико-математичних наук,
професор, завідувач кафедри
комп'ютерних наук та
інформаційних технологій
Харківський національний університет
міського господарства ім. О.М.Бекетова

М.В. Новожилова

Підпис професора Новожилової М.В. засвідчую

Взятий секретар
ХНУМГ ім. О.М.Бекетова



Д.В. ТУГАЛІ