

## ВІДГУК



офіційного опонента на дисертаційну роботу  
**Безуглої Юлії Сергіївни**  
**«Геометричне моделювання розміщення неорієнтованих**  
**об'єктів з кусочно-нелінійними границями**  
**у багатозв'язних областях»,**  
подану на здобуття наукового ступеня кандидата  
технічних наук за спеціальністю  
05.01.01 – Прикладна геометрія, інженерна графіка

Вивчення дисертаційної роботи та праць здобувача, опублікованих за темою дисертації, дало можливість зробити наступні висновки щодо дослідження, яке опонується, на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

### **Актуальність тематики дисертаційної роботи**

На теперішній час при створенні складних технічних систем, пов'язаних з обробкою складної геометричної інформації, виникає потреба у застосуванні ефективних методів геометричного та комп'ютерного моделювання. Важливе місце серед задач, пов'язаних з обробкою геометричної інформації, займають задачі оптимізаційного геометричного проектування. Дані задачі виникають у різних галузях діяльності людини таких, як легка та важка промисловість, меблева промисловість, цивільний захист тощо.

Дисертаційна робота Безуглої Ю.С. «Геометричне моделювання розміщення неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями у багатозв'язних областях» присвячена задачам оптимізаційного геометричного проектування. Серед класу таких задач одними з найбільш досліджених є задачі оптимального розміщення геометричних об'єктів. Разом з тим, перспективним напрямком досліджень є геометричне моделювання оптимального розміщення плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями у заданих областях. Особливість даних задач полягає у такому: по-перше, наявність нелінійних фрагментів границь призводить до необхідності враховувати нелінійні обмеження на параметри розміщення відповідних об'єктів; по-друге, геометричні об'єкти є неорієнтованими, що збільшує розмірність оптимізаційних задач за рахунок збільшення параметрів розміщення даних об'єктів; по-третє, розгляд в якості областей розміщення багатозв'язних об'єктів потребує врахування обмежень на не перетин об'єктів розміщення з областями «заборони» (дефектами матеріалу, вже розміщеними об'єктами тощо). Таким чином, наведені особливості зумовлює розробку нових моделей та методів геометричного

моделювання оптимізаційного розміщення плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями у заданих областях. Саме тому поставлені задачі та основна мета дисертаційної роботи Безуглої Ю.С. є **актуальними і важливими**.

### **Значущість наукових результатів для теорії і практики та їх впровадження**

Результати дисертаційного дослідження дозволили здійснити моделювання карт розкрою з більш економним використанням матеріалу за рахунок розв'язання задачі оптимізації та використання неорієнтованих об'єктів розміщення, дозволили врахувати наявні дефекти матеріалу або розв'язувати задачу оптимізації з урахуванням вже розміщених геометричних об'єктів, дозволили скоротити час формування карт розкрою за рахунок автоматизації їх моделювання.

Практичне значення одержаних у роботі результатів підтверджується їх впровадженням у виробництво ТОВ «Великий шлях 21А» (м. Охтирка Сумської обл.). Також результати дисертаційного дослідження впроваджено у навчальному процесі Національного університету цивільного захисту України.

Значення для науки даної роботи полягає у подальшому розвитку класу задач оптимізаційного геометричного проектування за рахунок розробки моделей та методів геометричного моделювання оптимального розміщення плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями у прямокутних багатозв'язних областях змінної довжини.

Значення для практики дисертаційних досліджень полягає у тому, що розроблені моделі та методи дозволили здійснити побудову карт розкрою з більш економним використанням матеріалу за рахунок розв'язання задачі оптимізації та використання неорієнтованих об'єктів розміщення, дозволили врахувати наявні дефекти матеріалу або розв'язувати задачу оптимізації з урахуванням вже розміщених геометричних об'єктів, дозволили скоротити час формування карт розкрою за рахунок автоматизації їх моделювання.

Подальший розвиток одержаних результатів дисертаційного дослідження може бути спрямований на розробку моделей та методів:

- оптимального розміщення неорієнтованих об'єктів у багатозв'язних та незв'язних областях з кусочно-нелінійними границями;
- упаковки тривимірних об'єктів з нелінійними границями у заданих областях.

### **Науковий рівень дисертації та новизна одержаних результатів**

Наукову новизну дисертаційного дослідження становлять такі положення:

- вперше розроблено метод побудови перерізів поверхні дотику двох плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями, а також зазначеного об'єкта з багатозв'язною областю. Це дозволило формалізувати обмеження та побудувати загальну модель оптимального розміщення плоских

неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями у багатозв'язних областях та дослідити її особливості;

– вперше одержано результати оптимального розміщення плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями у багатозв'язних областях, що дозволило підвищити ефективність проектування карт розкрою промислових матеріалів за рахунок: збільшення точності побудови геометричних моделей об'єктів розміщення завдяки використанню фрагментів кривих другого порядку як границь зазначених об'єктів; зменшення часу на побудову оптимальних карт розкрою; збільшення коефіцієнту використання матеріалу завдяки можливості повороту об'єктів розміщення;

– удосконалено загальну модель оптимального розміщення плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями у багатозв'язних областях та досліджено її особливості для випадків: одночасного розміщення орієнтованих та неорієнтованих плоских геометричних об'єктів у прямокутній багатозв'язній або однозв'язній області змінної довжини; розміщення неорієнтованих об'єктів у однозв'язній області. Це дозволило розробити обґрунтовані методи оптимального розміщення зазначених об'єктів у багатозв'язних областях;

– методи оптимального розміщення плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями, основою яких є метод імітації відпалу, гілок та меж. Це дозволило розробити алгоритмічне та програмне забезпечення для розв'язання задачі оптимального розміщення зазначених об'єктів у прямокутній багатозв'язній області змінної довжини;

– отримав подальшого розвитку клас задач оптимізаційного геометричного проектування за рахунок розробки моделей та методів оптимального розміщення плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями у багатозв'язних областях.

Саме ці положення і визначають наукову новизну роботи.

### **Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій**

Викладені в дисертаційній роботі наукові положення, висновки та рекомендації є достатньо обґрунтованими і достовірними, так як вони базуються на загальнонаукових, фундаментальних положеннях сучасної науки, результатах наукових досліджень вітчизняних та закордонних вчених з геометричного моделювання розміщення неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями у багатозв'язних областях. Інформаційною базою роботи стали 215 літературних джерел, які включають праці провідних науковців з досліджуваної проблематики.

Вірогідність та обґрунтованість результатів дисертаційного дослідження підтверджується тим, що основні теоретичні положення дисертації одержані

шляхом коректного застосування методів геометричного проектування та геометричних методів оптимізації. Про достовірність одержаних результатів свідчать граничні переходи до відомих окремих випадків, розглянутих на основі незалежних теоретичних підходів, а також апробація геометричних та комп'ютерних моделей в тестових прикладах та розрахунки у процесі впровадження.

**Перший висновок** по роботі зазначає: аналіз літературних джерел за темою дисертаційних досліджень дозволив стверджувати, що на теперішній час не існує моделей та методів оптимального розміщення плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями у прямокутних багатозв'язних областях змінної довжини. Також здійснено постановку задачі оптимального розміщення неорієнтованих об'єктів у багатозв'язних та однозв'язних областях, задач одночасного розміщення неорієнтованих та орієнтованих геометричних об'єктів і задач оптимального розміщення орієнтованих об'єктів у зазначених областях. Висновок коректний.

**У другому висновку** стверджується, що побудовано загальну модель оптимального розміщення плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями у прямокутній багатозв'язній області змінної довжини та досліджено її особливості у випадку одночасного розміщення неорієнтованих та орієнтованих об'єктів (тільки орієнтованих об'єктів) у багатозв'язних та однозв'язних областях. Висновок не викликає заперечень.

**Третій висновок** інформує про те, що автором розроблено метод геометричного моделювання перерізів поверхні дотику двох плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями, а також перерізів поверхні дотику зазначених об'єктів із багатозв'язною областю розміщення, що дозволило формалізувати та надати геометричну інтерпретацію обмеженням побудованої загальної моделі оптимального розміщення зазначених об'єктів у багатозв'язних областях. Висновок коректний.

**У четвертому висновку** стверджується, що в роботі розроблено модифіковані методи оптимального розміщення плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями у прямокутних багатозв'язних та однозв'язних областях змінної довжини, основою яких є метод імітації відпалу, метод гілок та меж. Порівняння оцінок складності розроблених методів дозволило обґрунтувати використання модифікованого методу імітації відпалу для розв'язання практичних задач оптимального розміщення плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями у багатозв'язних та однозв'язних областях, а також розробити алгоритмічне та програмне забезпечення. Висновок відповідає дійсності.

**П'ятий висновок** інформує про те, що в дисертаційному дослідженні було розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення, здійснено

комп'ютерне моделювання оптимального розміщення плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями у прямокутних однозв'язних та багатозв'язних областях змінної довжини. Це дозволило з позицій прикладної геометрії розв'язувати широке коло практичних задач, які у своїх постановках можуть бути зведеними до задач оптимального розміщення неорієнтованих об'єктів, а також здійснити більш економне використання матеріалу у порівнянні із розміщенням аналогічних орієнтованих об'єктів. Висновок коректний.

**Шостий висновок** стосується впровадження результатів дисертаційного дослідження у виробництво та навчальний процес. Висновок заперечень не викликає.

Загальні висновки по роботі є достовірними з наукової та практичної точок зору.

### **Дискусійні питання та зауваження**

Однак, по дисертаційній роботі слід зазначити деякі зауваження.

1. Незрозуміло, чому автор обмежився тільки кривими другого порядку для опису криволінійних фрагментів границь об'єктів розміщення.

2. Незрозуміло, навіщо детально наводити розроблений модифікований метод гілок та меж для розв'язання загальної та окремих задач оптимізації, оскільки у висновках до третього розділу йдеться про те, що для розв'язання прикладних задач доцільно використовувати модифікований метод імітації відпалу.

3. Значення параметра дискретизації кутів повороту неорієнтованих об'єктів у всіх прикладах побудови перерізів поверхонь дотику зазначених об'єктів дорівнює 8. Слід було б обґрунтувати, чим обумовлене дане значення параметру. Чи існують обмеження на значення параметру дискретизації?

4. Необхідно було б навести структуру розробленого програмного забезпечення і при цьому вказати, яким чином необхідно задавати інформацію про об'єкти та область розміщення.

5. В роботі розглянуто метод імітації відпалу, який використовує значення енергії та деяких температур. Але не зрозуміло, яке смислове навантаження несуть ці параметри при застосуванні методу імітації відпалу для розміщення плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями у прямокутних багатозв'язних та однозв'язних областях змінної довжини.

Однак **перераховані вище недоліки не змінюють загальної позитивної оцінки всієї роботи.**

### **Загальна оцінка дисертаційної роботи**

Дисертація являє собою завершену наукову працю, виконану на високому науковому рівні. Дисертацію написано грамотно, з використанням сучасної

бібліографії та наукової термінології. Зміст та результати досліджень викладено лаконічно та аргументовано. Суть дисертації в логічній послідовності відбиває етапи дослідження – від аналізу літературних джерел до побудови моделей та методів розв'язання задачі, з наступним проведенням комп'ютерних експериментів з конкретними чисельними даними та впровадженням результатів дослідження. Дисертація містить нові науково обґрунтовані результати, одержані особисто автором, і являє собою завершене дослідження, виконане на високому науковому рівні.

Робота достатньо апробована. За темою дисертації опубліковано 10 наукових праць, з них 1 – без співавторів. Основний зміст і результати досліджень викладено у 5 друкованих працях у наукових фахових виданнях, які рекомендовано Міністерством освіти і науки України; 1 роботу опубліковано у Польщі; 4 роботи опубліковано у збірках наукових праць та матеріалах конференцій. Кількість та обсяг публікацій з основного змісту дисертації відповідає вимогам МОН України. Основні результати дисертаційного дослідження багаторазово доповідалися на наукових конференціях та семінарах провідних центрів в області прикладної геометрії.

Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 215 найменувань та додатків. Робота містить 130 сторінок основного тексту, 80 рисунків.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею. Структура та обсяг дисертації відповідають вимогам МОН України, що висуваються до тексту дисертацій.

Анотування у цілому охоплює зміст дисертаційної роботи. Структура анотування відповідає вимогам МОН України.

Дисертація за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.01.01 – Прикладна геометрія, інженерна графіка, за якою спеціалізованій вченій раді К 08.051.01 надано право проводити захист дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

### **Висновок про відповідність дисертаційної роботи вимогам МОН України**

Дисертаційна робота Безуглої Юлії Сергіївни «Геометричне моделювання розміщення неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями у багатозв'язних областях» є завершеною науковою працею, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності забезпечують вирішення важливої науково-прикладної задачі – розробки методу геометричного моделювання перерізів поверхні дотику плоских



неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями (у просторі параметрів розміщення геометричних об'єктів) для оптимізації розміщення зазначеного класу об'єктів у багатозв'язних областях.

Вважаю, що за своєю актуальністю, новизною, науковою та практичною значущістю дисертаційна робота «Геометричне моделювання розміщення неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями у багатозв'язних областях» відповідає паспорту спеціальності 05.01.01 – Прикладна геометрія, інженерна графіка, вимогам МОН України до кандидатських дисертацій, а також вимогам «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. №567 зі змінами, затвердженими Постановами Кабінету Міністрів України від 19 серпня 2015 р. №656 та від 30 грудня 2015 р. №1159. Автор дисертаційної роботи, Безугла Юлія Сергіївна, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.01.01 – Прикладна геометрія, інженерна графіка.

Офіційний опонент, доцент кафедри  
інформаційних технологій та систем  
Національної металургійної  
академії України,  
кандидат технічних наук, доцент



І.С. Дмитрієва

Підпис кандидата технічних наук, доцента Дмитрієвої І.С. засвідчую:

Вчений секретар  
Національної металургійної академії України  
кандидат технічних наук, професор



О.Ю. Потап