

РЕЦЕНЗІЯ

к.т.н., доцента, доцента кафедри технології моди

Київського національного університету технологій та дизайну

Бабич Антоніни Іванівни на дисертаційну роботу

«Удосконалення технології автоматизованого проєктування схем розкрою матеріалів на деталі шкіргалантереї»

Науменка Богдана Віталійовича,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

за спеціальністю 182 «Технології легкої промисловості»

галузі знань 18 Виробництво та технології

Актуальність теми дисертації. Дослідження Науменка Богдана Віталійовича спрямоване на удосконалення технології автоматизованого проєктування схем розкрою матеріалів у шкіргалантерейному виробництві, що є надзвичайно важливим у контексті цифрової трансформації галузі та переходу до ресурсоефективних виробничих практик. З ростом вартості натуральної сировини та посиленням екологічних вимог компанії шукають способи мінімізувати втрати матеріалу та скоротити вуглецевий слід. Сучасні CAD-системи розкрою генерують раціональні схеми, однак без адаптивних алгоритмів оптимізації та можливості оперативного ручного втручання вони не враховують усіх нюансів фактури, дефектів і конструктивних особливостей деталей. Розробка інтегрованого підходу, який поєднує автоматичні обчислення з експертними коригуваннями технолога, дозволить не лише знизити частку відходів, а й забезпечити стабільну якість крою та гнучкість виробничого процесу відповідно до принципів Industry 3.0. Крім того, підвищення точності та швидкості проєктування схем прямо впливає на скорочення циклу виготовлення продукції та зменшення її собівартості, що збільшує конкурентоспроможність підприємств на глобальному ринку. Таким чином, наукова новизна й практична значущість роботи полягають у розробці й впровадженні методів, здатних забезпечити збалансований розвиток галузі між економічною вигодою, високими стандартами якості та вимогами сталого виробництва.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами.

Тематика дисертаційного дослідження тісно пов'язана з реалізацією комплексних програм науково-технічного розвитку галузей легкої промисловості, напрямками науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, що проводяться під егідою Міністерства освіти і науки України, а також з сучасними науковими дослідженнями в галузі CAD/CAE-систем. Такий зв'язок засвідчує високу актуальність теми дослідження, її практичну значущість та відповідність пріоритетним напрямкам розвитку науки й технологій.

Оцінка наукової новизни, обґрунтованості результатів дисертації, їх достовірності та значущості. Наукова новизна дисертаційної роботи полягає в цілісному вдосконаленні методів автоматизованого проектування схем розкрою матеріалів для шкіргалантереї, а саме:

- розроблено нові математичні постановки задач автоматичного й інтерактивного розкрою як для прямокутних матеріалів, так і для заготовок зі складною формою контуру;
- запроваджено трирівневий алгоритм добору оптимальної схеми («розкладки → секції → схема»), що забезпечує глобальне мінімізування відходів;
- реалізовано алгоритми оперативного геометричного контролю, які в реальному часі відстежують неперетин деталей під час інтерактивного коригування.

Обґрунтованість і достовірність отриманих результатів підтверджуються:

- використанням комплексної методології (аналітико-синтетичний огляд джерел, формально-логічний аналіз, математичне моделювання та експериментальна верифікація);
- створенням і випробуванням програмного прототипу, чия середня похибка не перевищує 1,5 % порівняно з аналітичними оцінками;
- широким списком джерел зі 121 позиції, що свідчить про ґрунтовне опрацювання тематики.

Узгодженість мети, завдань, об'єкта та предмета з обраною методологією засвідчує повне оволодіння здобувачем науковими принципами проєктування розкрійних процесів, а отримані результати мають значну теоретичну й прикладну цінність для легкої промисловості та суміжних секторів.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності. За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Науменка Богдана цілком відповідає восьмому рівню Національної рамки кваліфікацій, затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 23 листопада 2011 р. № 1341, що зазначено у п. 5 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44. Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про дотримання принципів академічної доброчесності. Робота здобувача є результатом самостійних досліджень і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Практичне значення виявляється у створенні прикладного інструментарію, що об'єднує теоретичні розробки та програмні рішення для раціонального розкрою матеріалів шкіргалантереї. Розроблена автором CAD-платформа дає змогу:

- безпосередньо інтегруватися у виробничі ланцюжки підприємств легкої промисловості, скорочуючи витрати сировини та часу на підготовчо-розкрійні операції;
- адаптуватися до інших галузей, що потребують оптимального розкрою (текстиль, меблеве, пакувальне виробництва), завдяки модульній архітектурі та відкритим інтерфейсам;
- слугувати навчальним середовищем у курсах «САПР у легкій промисловості», «Оптимізаційні методи» та «Комп'ютерна графіка», забезпечуючи студентам практичні навички роботи з сучасними системами розкрою;

- підтримувати подальші наукові дослідження, надаючи структуровану базу даних контурів деталей і експериментальні результати, що можуть бути використані для розробки нових методів оптимізації.

Робота складається зі вступу, чотирьох розділів із висновками, загальних висновків, списку літератури та додатків; у вступі окреслено актуальність, сформульовано мету, завдання, об'єкт, предмет і методи дослідження, визначено джерельну базу, а також наведено дані щодо апробації результатів і особистого внеску автора.

У **першому розділі** подано ґрунтовний аналіз теоретичних, нормативних та прикладних аспектів, що стосуються автоматизованого проєктування схем розкрою в галузі легкої промисловості. Виокремлено методологічні засади дослідження, визначено ключові наукові завдання. На основі аналізу етапів розвитку CAD/CAM-технологій встановлено, що обмежена взаємодія між окремими модулями систем і надмірна складність інтерфейсів знижують ефективність їх практичного застосування. Окрему увагу приділено вивченню досвіду вітчизняних і зарубіжних підприємств, що дозволило виявити значні відмінності у технологічних підходах до розкрою галантерейних матеріалів. Це стало підґрунтям для формулювання мети дослідження — удосконалення технології автоматизованого створення схем розкрою рулонних матеріалів — та постановки завдань щодо побудови нової оптимізаційної моделі з урахуванням комплектності та розробки методики інтерактивного генерування і редагування схем.

У **другому розділі** розглянуто типові конструктивні елементи шкіргалантерейної продукції, виявлено, що більшість з них можуть бути формалізовані у вигляді прямокутних або трапецієподібних фігур. Це дозволило сформувати параметричні моделі, які точно описують розміри й технологічні властивості деталей і слугують основою для автоматизованої генерації контурів. Розроблено модель автоматизованої підготовки графічних даних, яка інтегрується до спеціалізованого програмного середовища й забезпечує інформаційну підтримку для побудови оптимальних карт розкрою.

Третій розділ присвячено розробці алгоритмічної та програмної інфраструктури системи автоматизованого проєктування схем розкрою. Загальну задачу розділено на три взаємопов'язані етапи: генерація допустимих розкладок, формування на їх основі прийнятних секцій і підбір оптимальних комбінацій секцій з урахуванням виробничих вимог і мінімізації втрат матеріалу. Така багаторівнева декомпозиція дала змогу для кожного етапу створити окремі високоефективні алгоритми, інтегровані у спільне програмне середовище. Це суттєво знизило трудомісткість підготовчо-розкрійних операцій та підвищило точність побудови карт розкрою.

У **четвертому розділі** деталізовано постановку задачі інтерактивного конструювання та вдосконалення автоматично згенерованих схем розкрою. Наведено структурно-аналітичний опис ключових компонентів цієї задачі, на основі якого розроблено відповідні алгоритмічні рішення та реалізовано їх у програмному забезпеченні. Система має зручний інтерфейс, що не потребує спеціалізованої ІТ-підготовки, та дає змогу користувачеві ефективно модифікувати схеми розкрою відповідно до специфіки виробництва. Це розширює можливості практичного застосування платформи в різних секторах легкої промисловості.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою відповідно до вимог наукового стилю. Текст відзначається логічною послідовністю викладу, чіткою аргументацією, точністю термінології та достовірністю поданої інформації. У дослідженні використано розгорнутий професійний словниковий апарат, а також наведено значну кількість бібліографічних джерел. Ілюстративний матеріал оформлено відповідно до чинних стандартів із зазначенням першоджерел. Результати дослідження мають високий рівень теоретичної й методологічної завершеності та водночас формують надійну основу для подальшого прикладного використання.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати, отримані у процесі виконання дисертаційного дослідження, знайшли повне відображення в публікаційній діяльності здобувача, що включає 13 наукових праць, підготовлених одноосібно або у співавторстві. Серед них: одна стаття, індексована у міжнародній наукометричній базі Scopus; п'ять публікацій у наукових фахових виданнях України, включених до категорії Б; три свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір; чотири тези доповідей, представлені на міжнародних наукових конференціях, з яких три — за межами України. Усі оприлюднені матеріали комплексно висвітлюють основні положення й результати дослідження. Таким чином, публікаційна активність відповідає вимогам, передбаченим пунктами 8–9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44.

Зауваження та дискусійні питання до дисертаційної роботи.

Попри високий науковий рівень, новизну та практичну значущість дисертаційного дослідження, доцільно порушити для обговорення такі аспекти:

- Розроблена система позиціонується як універсальна для різних підприємств легкої промисловості. Чи враховує вона специфіку машинного парку (наприклад, різні типи розкрійного обладнання, допустимі формати рулонів, технічні обмеження на мінімальну ширину відходів тощо)?
- У четвертому розділі наголошено на простоті інтерфейсу. Чи проводилися тести на зручність користування за участі цільової аудиторії (технологів, інженерів), і чи враховано їхні відгуки у фінальній реалізації?
- З огляду на модульність архітектури, чи можлива інтеграція з іншими системами управління виробництвом (MES) або обліковими платформами (наприклад, ERP)?

Усі вищезазначені зауваження носять конструктивний характер і жодним чином не знижують наукової цінності поданої роботи. Вони підкреслюють

потенціал подальшого розвитку тематики та практичного вдосконалення розробленої системи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Дисертаційне дослідження здобувача наукового ступеня доктора філософії Науменка Богдана Віталійовича на тему «Удосконалення технології автоматизованого проектування схем розкрою матеріалів на деталі шкіргалантереї» виконане на високому науково-методичному рівні, відповідає вимогам академічної доброчесності та є самостійною завершеною науковою працею. Отримані теоретичні положення та прикладні розробки спрямовані на вирішення актуального науково-практичного завдання, що має суттєве значення для розвитку галузі «Виробництво та технології».

За ступенем наукової новизни, практичною значущістю та відповідністю сучасним вимогам підготовки наукових кадрів, представлена дисертація повністю відповідає положенням пункту 29 Постанови Кабінету Міністрів України №261 від 23 березня 2016 року (із змінами згідно з Постановами №283 від 03.04.2019 р. та №502 від 19.05.2023 р.), а також пункту 6 «Порядку присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою КМУ від 12 січня 2022 року №44.

З урахуванням викладеного, Науменко Богдан Віталійович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 18 «Виробництво та технології» за спеціальністю 182 «Технології легкої промисловості».

Офіційний рецензент:

Кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри технології моди

Київського національного університету

технологій та дизайну

Антоніна БАБИЧ

