ТЕХНОЛОГІЯ ЛЕГКОЇ ТА ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК 687.016:687.03 DOI https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2025.2.1.37

О. В. БЛАГОДИР
аспірант
Хмельницький національний університет
ORCID: 0009-0001-7053-3465

Т. А. НАДОПТА
кандидат технічних наук,
доцент кафедри індустрії моди в легкій промисловості
Хмельницький національний університет
ORCID: 0000-0002-9338-7827

АНАЛІЗ СИСТЕМ ТА МЕТОДІВ РОЗКРОЮ РУЛОННИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

У статті розглядаються методи оптимізації розкрою рулонних матеріалів на підприємствах легкої промисловості як один із ключових факторів, що впливають на ефективність виробництва.

Правильний підхід до планування розкрою на підприємствах дозволяє ефективно використовувати сировину, мінімізувати відходи та збільшити прибуток за рахунок зниження виробничих витрат. Використання сучасного програмного забезпечення дає змогу точніше прогнозувати витрати матеріалів, що забезпечує стабільну роботу підприємства та взаємодію з постачальниками сировини.

Оптимізація процесу розкрою підвищує конкурентоспроможність, даючи змогу гнучкіше адаптувати виробництво до змін на ринку, що особливо актуально в умовах сучасної економіки. Взаємозв'язок між продуктивністю виробництва та рівнем відходів передбачає поєднання кількох методів розкрою, застосування передових технологій та спеціалізованого програмного забезпечення на підприємствах легкої промисловості дозволяє досягти балансу між ефективністю використання матеріалів та якістю готової продукції.

Перспективним напрямом подальших досліджень у цій галузі є вдосконалення алгоритмів оптимізації розкрою, зокрема використання комп'ютерного зору для аналізу матеріалів перед розкроєм та штучного інтелекту для аналізу цих даних. Це дозволить планувати оптимальну схему розкрою та автоматично налаштовувати комплекс розкрою для роботи з конкретним матеріалом без втручання людини, що виключає можливість помилок при налаштуванні обладнання.

На основі проведених досліджень можна стверджувати, що оптимізація розкрою рулонних матеріалів на підприємствах легкої промисловості є критично важливим чинником підвищення ефективності роботи підприємства. Сучасні комплекси розкрою дозволяють підвищити ефективність завдяки точності. Отже, поєднання інноваційних технологій, точного моделювання та автоматизації сприятиме розвитку цього напряму.

Ключові слова: *розкрій матеріалів, планування розкрою, оптимізація розкрою, методи розкрою, CAD/CAM системи, зменшення відходів.*

O. V. BLAHODYR
Postgraduate Student
Khmelnytskyi National University
ORCID: 0009-0001-7053-3465

T. A. NADOPTA
Ph.D. in Technical Sciences,
Associate Professor at the Department of Fashion Industry in Light Industry
Khmelnytskyi National University
ORCID: 0000-0002-9338-7827

ANALYSIS OF SYSTEMS AND METHODS FOR CUTTING ROLLED MATERIALS IN THE LIGHT INDUSTRY

The article discusses methods for optimizing the cutting of rolled materials in light industry enterprises, as one of the key factors influencing production efficiency. A proper approach to cutting planning in enterprises allows for effective use of raw materials, minimizes waste, and increases profits by reducing production costs. The use of

modern software enables more accurate forecasting of material consumption, ensuring stable operation of the enterprise and interaction with raw material suppliers.

Optimizing the cutting process enhances competitiveness by allowing more flexible adaptation of production to market changes, which is particularly important in today's economy. The relationship between production productivity and waste levels involves a combination of several cutting methods; the application of advanced technologies and specialized software in light industry enterprises allows achieving a balance between material utilization efficiency and the quality of finished products.

A promising direction for further research in this area is the improvement of cutting optimization algorithms, specifically the use of computer vision for analyzing materials before cutting and artificial intelligence for analyzing this data. This information will enable planning an optimal cutting scheme and automatically adjusting the cutting complex to work with this specific material without human intervention, thus eliminating the possibility of errors when configuring equipment settings.

Based on the conducted research, it can be stated that optimizing the cutting of rolled materials in light industry enterprises is a critically important factor in enhancing enterprise efficiency. Modern cutting complexes allow for increased cutting efficiency through improved accuracy. Thus, the combination of innovative technologies, precise modeling, and automation will enable the development of this direction.

Key words: *Material cutting, cutting planning, cutting optimization, cutting methods, CAD/CAM systems, waste reduction.*

Постановка проблеми

В наш час індустрія моди стикається з великою кількістю проблем, зокрема, через зростаючу популярність відповідального споживання, багато покупців стають свідомими і вимагають екологічної відповідальності від виробників. Оскільки, виробництво матеріалів для виготовлення одягу та взуття вимагає велику кількість ресурсів таких як вода, електроенергії та хімікатів, потрібно шукати рішення для більш ефективного використання матеріалів.

Як відомо, основним фактором, який впливає на ефективність використання матеріалів, є розкрій, саме процес розкрою безпосередньо визначає рівень відходів, собівартість виробництва та загальну економічну ефективність. Сучасні системи управління процесом розкрою рулонних матеріалів для виробів легкої промисловості відіграють одну з найважливіших ролей у ефективності підприємства. Однак вибір між ручними та автоматизованими методами розкрою матеріалів є актуальним для багатьох підприємств легкої промисловості, так як ручний метод розкрою матеріалу поширений через простоту, гнучкість виробництва та невеликі витрати на обладнання, але цей метод зазвичай має обмеження щодо точності та продуктивності. Автоматизовані системи, навпаки, забезпечують високу точність та швидкість, але вимагають значних капіталовкладень в обладнання, програмне забезпечення, навчання персоналу, складне налаштування під різні типи матеріалів, крім того, сучасне програмне забезпечення дозволяє мінімізувати відходи матеріалів автоматично розміщуючи деталі крою для найбільш ефективного використання матеріалу.

Основна проблема полягає у тому що необхідно досягнути максимального використання матеріалу за мінімальний відрізок часу, при мінімальному використанні ресурсів що особливо актуально при постійному зростанні вартості енергоресурсів. Не ефективний розкрій призводить не тільки до втрат матеріалів а й збільшує відходи та додаткові витрати на утилізацію цих відходів.

Таким чином, вибір між ручними та автоматизованими методами розкрою є важливим фактором що безпосередньо впливає на продуктивність і ефективність підприємства.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Процес розкрою матеріалів на підприємствах легкої промисловості охоплює широкий спектр методів та технологій, у час коли вартість матеріалів складає левову частку собівартості продукції необхідно впроваджувати технологічні рішення які будуть допомагати максимально ефективно використовувати матеріали, це зменшить кількість відходів які потрібно буде утилізувати, зменшить витрати на доставку матеріалів, знизить собівартість продукції в цілому.

Як відомо [1], щоб забезпечити ефективний розкрій матеріалів усі матеріали мають бути перевірені на відсутність пошкоджень та інших дефектів, які можуть виникнути під час транспортування матеріалу, наприклад наявність бруду, механічних пошкоджень чи води. Матеріали мають бути перевірені на відсутність заводського браку а також на відповідність кольору і відтінку матеріалу.

При плануванні робочих процесів у розкрійному цеху необхідно враховувати кілька основних параметрів, що впливають на продуктивність і ефективність роботи. Основними з них є кількість виробів, замовлених для кожного розміру фасону, технологічні обмеження процесів розкладки та розкрою, максимальне використання тканини та забезпечення найкращого використання часу та праці [2].

Автори [3, 4] виокремлюють два типи розкрою матеріалів легкої промисловості: механізований та автоматизований. Механізований – виконується універсальним чи спеціальним інструментом шляхом деформування і розклинення матеріалу різальним інструментом. Автоматизований – використання спеціального обладнання та

програмного забезпечення для автоматичного розкрою матеріалів, у більшості випадків автоматизований розкрій виконують на автоматизованих розкрійних комплексах які є єдиною системою з автоматизованим настильним комплексом. Однак, наведена класифікація потребує більш детального розгляду, оскільки вона не враховує всіх можливих аспектів та викликає певні зауваження.

Автоматизовані системи розкрою мають ряд переваг над механізованими, не зважаючи на високу продуктивність, швидкість і якість крою, автоматизовані системи розкрою рулонних матеріалів можуть мати систему автоматичного настилання матеріалу за допомогою напівавтоматичних чи автоматизованих настильних комплексів, в яких програмується довжина настилу, кількість шарів, автоматично подається матеріал та контролюється натяг полотна [5]. Також великою перевагою автоматизованих систем є те що більшість сучасних автоматичних розкрійних комплексів володіють інтелектуальною системою вибору оптимального шляху розкрою матеріалу, автоматичну систему змащування і заточки ножа [6].

Формулювання мети дослідження

Метою дослідження є аналіз сучасних систем управління процесом розкрою рулонних матеріалів для підприємств легкої промисловості, характеристика їх технічних можливостей та ефективності застосування. Особливу увагу буде приділено порівнянню ручних та автоматизованих методів розкрою, оцінці їх продуктивності, використання ресурсів та економічну доцільність. На основі проведеного аналізу буде сформульовано рекомендації щодо вибору оптимального підходу до розкрою для підприємств різного типу та розміру виробництва.

Викладення основного матеріалу дослідження

Правильне планування розкрою матеріалів на підприємствах легкої промисловості відіграє важливу роль у сучасному виробництві, оскільки воно дозволяє вирішувати цілий ряд важливих завдань. По-перше, воно забезпечує можливість організувати поставки матеріалів заздалегідь, що дозволяє скористатися більш вигідними цінами та уникнути дефіциту під час підвищення попиту. По-друге, воно гарантує наявність достатньої кількості матеріалів для безперебійної роботи підприємства, що є критично важливим для підтримання високого рівня виробництва та якості продукції.

Таке планування дозволяє підприємствам уникнути багатьох труднощів як логістичних та і фінансових, затримки у виробництві через відсутність необхідних матеріалів, а також надмірні витрати на аварійні закупівлі за підвищеними цінами. Крім того, воно сприяє оптимізації використання ресурсів та зниженню відходів, що має позитивний вплив на собівартість продукції і кількості відходів які підлягають утилізації. Таким чином, ефективне планування розкрою матеріалів є важливим інструментом для забезпечення стабільності та конкурентоспроможності підприємства на ринку.

В сучасному виробництві існує широкий спектр методів розкрою матеріалів, які застосовуються залежно від типу виробництва, розміру підприємства та типу матеріалу, що підлягає розкрою. Ця різноманітність дозволяє вибирати найбільш оптимальний підхід до розкрою матеріалів, який більше відповідає потребам та умовам конкретного підприємства.

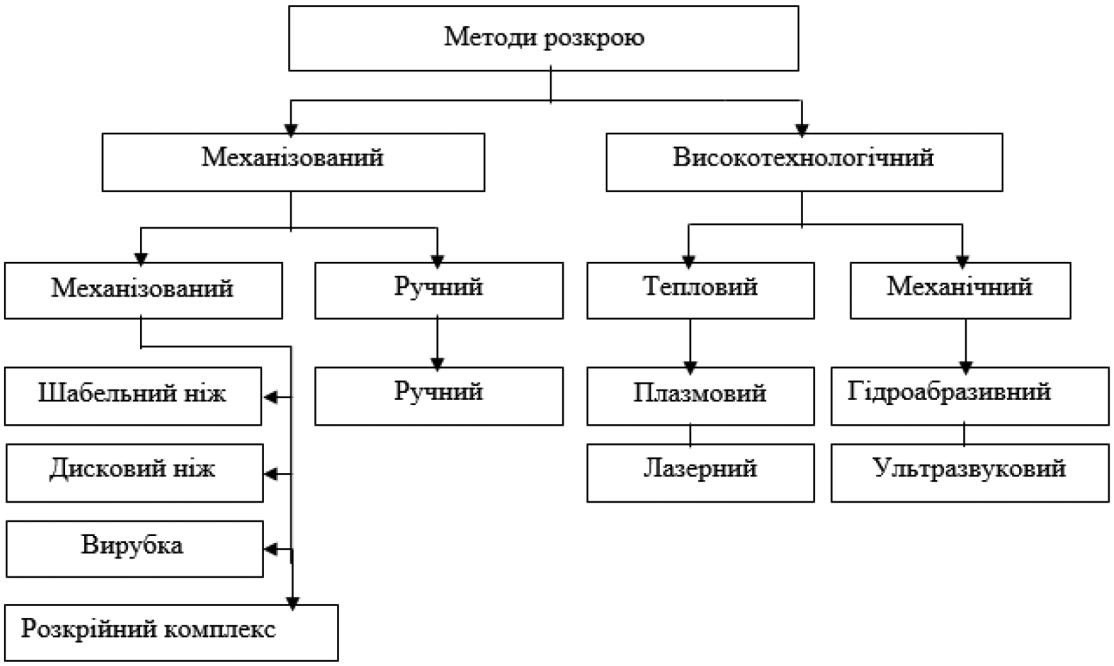

Рис. 1. Схема методів розкрою матеріалів

Механічний розкрій – є одним з найпоширеніших методів розкрою матеріалів оскільки він є найбільш доступним та простим у використанні для малих підприємств або індивідуального пошиву. До механічного розкрою можна віднести такі методи розкрою:

– Розкрій ручним способом – широко використовується на малих підприємствах, підприємствах з частою зміною модельного ряду, в ательє та при індивідуальному пошиві. Цей метод забезпечує високу гнучкість та можливість швидко адаптуватися до змін у виробництві. Ручний розкрій дозволяє точно контролювати процес крою матеріалів, забезпечити мінімальні відходи що особливо важливо при роботі з дорогими або дефіцитними матеріалами. Перевагами цього методу є те що він гнучкий у використанні – так як інструменти можуть бути адаптовані до різних видів матеріалів від тканин до штучної шкіри чи текстильних матеріалів. До недоліків можна віднести точність і якість, механічний розкрій не завжди може забезпечити таку ж високу точність як автоматизовані чи комп'ютеризовані системи.

– Розкрій шабельними ножами – широко застосовується на швейних підприємствах, особливо на малих підприємствах де відбувається пошив малими партіями чи ательє де відбувається пошив за індивідуальним замовленням. Цей метод забезпечує високу маневреність та ефективність у процесі розкрою матеріалів, перевагами цього методу є висока маневреність та ефективність, так як дозволяють розкроїти велику кількість деталей за короткий час за рахунок великої кількості настилів. До недоліків можна віднести точність, хоча шабельні ножі дозволяють обробляти складні форми, ширина лінії розрізання становить 1.5–2 мм, що іноді може спричинити обсипання зрізів на деяких матеріалах, та вимагає необхідність в кваліфікованому персоналі.

– Розкрій дисковими ножами – широко застосовується на швейних підприємствах, особливо на малих підприємствах де відбувається пошив малими чи середніми партіями, перевагами цього методу є висока швидкість та точність розкрою, ще однією перевагою цього методу є зручність у користуванні, завдяки компактній конструкції дискові ножі зручні у використанні в промислових і домашніх умовах.

Недоліками є обмеження по товщині матеріалів, вони більше підходять для матеріалів середньої товщини, та складність роботи з криволінійними зрізами, краще для прямолінійного крою.

– Вирубка – широко використовується для масового виробництва у легкій промисловості, та металургійній галузі. Він передбачає використання різаків або ножів, які встановлюються на пресовий механізм для вирубування деталей із рулонних або листових матеріалів. Перевагами такого методу є точність і повторюваність розкрою декількох настилів матеріалу із мінімальними відходами, що особливо важливо при масовому виробництві. Недоліками такого методу є висока вартість обладнання, вартість виготовлення різаків (ножів), розміщення пресового обладнання вимагає спеціальних умов для безпечної експлуатації.

– Розкрійні комплекси – широко використовуються на різних типах виробництва для розкрою багатошарових настилів тканин, текстильних та синтетичних матеріалів. Перевагами цього методу є висока точність, автоматизація процесу, що суттєво підвищує продуктивність та ефективність праці. Недоліками такого методу є висока вартість обладнання, вимагає необхідність в кваліфікованому персоналі.

Порівняльна характеристика перелічених вище методів розкрою матеріалів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика механічних методів розкрою матерів

Метод	Продуктивність	Точність	Вартість	Гнучкість
Ручний	Низька	Середня	Низька	Висока
Шабельний ніж	Висока	Висока	Середня	Обмежена
Дисковий ніж	Середня	Висока	Середня	Обмежена
Вирубка	Дуже висока	Висока	Висока	Низька
Розкрійні комплекси	Максимальна	Дуже висока	Дуже висока	Обмежена

Лазерний розкрій – це високотехнологічний метод розкрою матеріалів, який використовує лазерний промінь для різання різних матеріалів. Перевагами методу є те що лазерний промінь дозволяє створювати складні форми та контури, що складно досягти іншими методами розкрою, використання лазерного розкрою дозволяє підприємствам легкої промисловості автоматизувати процеси розкрою що підвищує продуктивність, знижувати витрати на заробітну плату працівникам та покращувати якість продукції за рахунок зменшення впливу людського фактора. Ще одним фактором є те що при розкрою лазерним променем відбувається оплавлення країв деталей що запобігає їхньому обсипанню. До недоліків такого методу можна віднести собівартість обладнання, вартість обслуговування обладнання, робота з таким обладнанням вимагає певних навичок та знань тому вимагає необхідність в кваліфікованому персоналі, в деяких випадках обпалення країв є недопустимим для деяких деталей.

Гідроабразивний розкрій – є високотехнологічним методом розкрою матеріалів, який використовує потік води під високим тиском для різання різних матеріалів. Перевагами методу є те, що водоструминний потік як і лазерний розкрій дозволяє створювати складні форми та контури, але на відмінну від лазерного розкрою не відбувається

нагрів матеріалу, що важливо для тих матеріалів які можуть деформуватись під впливом високої температури, крім того цей метод не викликає обсипання країв деталей, оскільки вода не пошкоджує матеріал під час різання. До недоліків цього методу можна віднести собівартість обладнання, вартість обслуговування обладнання, робота з цим обладнанням вимагає певних навичок та знань тому вимагає необхідність в кваліфікованому персоналі, для деяких матеріалів відсутність обпалення країв може бути недоліком, оскільки оплавлення іноді використовується для обробки краю чи запобігання обсипанню матеріалів.

Ультразвуковий розкрій – є сучасним методом розкрою матеріалів, який використовує високочастотні звукові хвилі для різання різних матеріалів. Цей метод набув широкого застосування у різних галузях промисловості завдяки своїй точності та ефективності. Ультразвуковий розкрій як лазерний і гідроабразивний методи має можливість створювати складні форми та контури з високою точністю, але він використовує відносно невелику кількість енергії у порівнянні з лазерним різанням, та зовсім не вимагає води як у гідроабразивному методі, що знижує витрати на утилізацію та обробку води після процесу розкрою, ще однією перевагою є те що цей тип розкрою може працювати з різними матеріалами без необхідності спеціальних налаштувань, як це часто потрібно при гідроабразивному чи лазерному розкрої.

До недоліків можна віднести як і в лазерному та гідроабразивному є вартість обладнання та кваліфікований персонал, основним недоліком є те що ультразвуковий процес може генерувати шум та вібрацію при роботі, що може бути не зручним для працівників.

Плазмовий розкрій – є високотехнологічним методом розкрою матеріалів, який працює шляхом створення плазмової дуги між електродом та соплом агрегату, у сопло подається газ, який під впливом електричної дуги перетворюється в плазму з температурою до 30 тисяч градусів, для захисту кромки матеріалу, що розрізається, від займання і обвуглення використовується захисний газ який подається через спеціальне сопло [7]. До переваг цього методу можна віднести точність та швидкість. До недоліків можна віднести вартість обладнання, висококваліфікований персонал так як правильна експлуатація впливає на якість продукції і безпеку праці, ще одним недоліком є високий нагрів матеріалів, що може бути не допустим для певних матеріалів.

Отже існує досить багато різних методів розкрою рулонних матеріалів на підприємствах легкої промисловості кожен з яких має свої переваги і недоліки, вибір конкретного способу залежить від типу матеріалів, обсягу виробництва, а також фінансових можливостей підприємства. Механічні методи, такі як ручний розкрій, шабельні ножі та вирубка, є більш доступними, але в більшості випадків поступаються автоматизованим системам за точністю та продуктивністю. Водночас високотехнологічні методи, зокрема лазерний, гідроабразивний, ультразвуковий та плазмовий розкрій, забезпечують високу якість та ефективність, проте потребують значних інвестицій і кваліфікованого персоналу. Поєднання декількох різних методів розкрою дозволяє підприємствам працювати ефективніше що в результаті дасть змогу випускати більш конкурентоспроможну продукцію завдяки економії часу та матеріалів.

Важливим фактором який впливає на ефективність розкрою рулонних матеріалів є система управління розкроєм, комп'ютеризовані системи, такі як CAD/CAM, використовують спеціальне програмне забезпечення для автоматизації процесу створення викрійок та оптимізації розташування деталей на матеріалі, враховуючи наявні данні про матеріал, параметри розкрійного комплексу – його довжину та ширину, обладнання для розкрою і витрати матеріалу, при цьому система моделює декілька різних варіантів розкладки щоб вибрати найбільш підходящий. Існує велика кількість програм, але між ними існують певні відмінності щодо функціональності, сфери застосування та особливостей використання:

– Gerber Technology – пропонує комплексні рішення для автоматизації процесу розкрою та виробництва, включаючи програмне забезпечення та обладнання, підтримує різні формати файлів та інтегрується з іншими системами виробництва [8].

– Lectra – фокусується на «розумних промислових рішеннях» для підвищення продуктивності та прибутковості клієнтів, пропонує рішення для 3D-візуалізації та автоматизованого розкрою [9].

– Optitex – пропонує рішення для створення віртуальних викрійок, 3D-симуляцій одягу та оптимізації виробничих процесів, охоплює весь цикл виробництва – від дизайну до розкрою та планування, допомагаючи скоротити час і витрати на розробку продукту [10].

– Assyst – програмне забезпечення для створення викрійок, автоматизованого розкрою та 3D-симуляцій у текстильній і модній індустрії, спеціалізується на інтеграції 2D і 3D CAD-технологій, автоматизації виробничих процесів і оптимізації використання матеріалів [11].

– NedGraphics – це провідний розробник CAD/CAM програмного забезпечення для текстильного дизайну, яке використовується у створенні одягу, предметів інтер'єру, килимів та інших текстильних виробів, має можливість візуалізувати текстильні вироби в реальному масштабі та оцінювати поведінку [12].

– SyleMan – один з провідних світових постачальників систем, що спеціалізуються на виробництві одягу та взуття [13].

– ICad3D – програмне забезпечення для дизайну взуття та розробки візерунків, яке об'єднує в одній програмі два різних середовища, 3D-дизайн і 2D-шаблони, які працюють паралельно та одночасно [14].

– Gemini CAD Systems – провідний світовий постачальник технологій для промисловості, основна діяльність якого направлена на дослідження, розробку та впровадження програмного забезпечення для швейного, автомобільного та меблевого виробництва [15].

– Morgantecnica – пропонує широкий спектр програмного забезпечення для проектування і розкладки матеріалу для ручного і автоматичного розкрою матеріалу [16].

– Reach technologies – пропонує широкий спектр програмного забезпечення для проектування і 3D візуалізації для швейної, взуттєвої, та текстильної промисловості [17].

Висновки

Планування розкрою матеріалів на підприємствах легкої промисловості відіграє одну з ключових ролей у виробництві, воно дозволяє не лише економити ресурси та планувати виробництво що забезпечить безперебійну роботу підприємства а й знизити собівартість продукції за рахунок оптимального використання сировини. Використання новітніх технологій та програмного забезпечення також дасть змогу ефективніше використовувати матеріали, а це в свою чергу зменшить кількість відходів що позитивно вплине на екологію та зменшить витрати підприємства на утилізацію.

Оптимізація процесів розкрою матеріалів підвищує конкурентоспроможність підприємства, так як дає змогу швидко виконувати замовлення та адаптувати виробництво до змін ринку, а поєднання різних методів розкрою та використання новітніх технологій дає змогу досягнути кращого балансу між якістю та ефективністю виробництва.

Подальші дослідження у цій сфері можуть бути зосереджені на вдосконаленні алгоритмів оптимізації розкрою матеріалів, використання штучного інтелекту для аналізу і планування найкращих схем розкрою, а також на автоматизації виробничих процесів.

Список використаної літератури

1. Vilumsone-Nemes I. Industrial Cutting of Textile Materials. Cambridge: Woodhead Publishing, 2018. С. 6. URL: https://www.sciencedirect.com/book/9780081021224/industrial-cutting-of-textile-materials (дата звернення: 04.05.2025).

2. Vilumsone-Nemes I. Industrial Cutting of Textile Materials. Cambridge: Woodhead Publishing, 2018. С. 13. URL: https://www.sciencedirect.com/book/9780081021224/industrial-cutting-of-textile-materials (дата звернення: 04.05.2025).

3. Технології експериментального та підготовчо-розкрійного виробництв швейної галузі : навч. посіб. / С. М. Березненко, О. І. Водзінська, Л. Б. Білоцька, С. Ю. Лозовенко. Київ : КНУТД, 2023. С. 144. URL: https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/24485 (дата звернення: 04.05.2025).

4. Технології експериментального та підготовчо-розкрійного виробництв швейної галузі : навч. посіб. / С. М. Березненко, О. І. Водзінська, Л. Б. Білоцька, С. Ю. Лозовенко. Київ : КНУТД, 2023. С. 161. URL: https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/24485 (дата звернення: 04.05.2025).

5. Славінська А. Аналіз сучасного настильного обладнання, що застосовується у швейній галузі / А. Славінська, О. Сиротенко // Вісник Хмельницького національного університету. 2023. № 1. С. 197. URL: https://elar.khmnu.edu.ua/handle/123456789/13613 (дата звернення: 04.05.2025).

6. Сиротенко О. Аналіз сучасного розкрійного обладнання, що застосовується у швейній галузі / О. Сиротенко, О. Дітковська // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2023. № 5, т. 2. С. 114. URL: https://elar.khmnu.edu.ua/handle/123456789/15654 (дата звернення: 04.05.2025).

7. Професійна освіта на Луганщині: теорія та практика : матеріали наук.-практ. конф., м. Луганськ, 15–17 квіт. 2014 р. Луганськ : Шико, 2014. С. 84. URL: http://hdl.handle.net/123456789/5364 (дата звернення: 04.05.2025).

8. Gerber Technology. Автоматизація процесу розкрою та виробництва: програмне забезпечення та обладнання [Електронний ресурс]. URL: https://www.gerbertechnology.com (дата звернення: 04.05.2025).

9. Lectra. Розумні промислові рішення для автоматизованого розкрою [Електронний ресурс]. URL: https://www.lectra.com (дата звернення: 04.05.2025).

10. Optitex. Віртуальні викрійки, 3D-симуляції та оптимізація виробничих процесів [Електронний ресурс]. URL: https://www.optitex.com (дата звернення: 04.05.2025).

11. Assyst. Програмне забезпечення для створення викрійок та 3D-симуляцій [Електронний ресурс]. URL: https://www.assyst.de (дата звернення: 04.05.2025).

12. NedGraphics. CAD/CAM програмне забезпечення для текстильного дизайну [Електронний ресурс]. URL: https://www.nedgraphics.com (дата звернення: 04.05.2025).

13. StyleMan. Системи для виробництва одягу та взуття [Електронний ресурс]. URL: https://www.styleman.com (дата звернення: 04.05.2025).

14. ICad3D. Програмне забезпечення для дизайну взуття та створення 3D-візерунків [Електронний ресурс]. URL: https://www.icad3d.com (дата звернення: 04.05.2025).

15. Gemini CAD Systems. Технології для автоматизації у швейному, автомобільному та меблевому виробництві [Електронний ресурс]. URL: https://www.geminicad.com (дата звернення: 04.05.2025).

16. Morgan Tecnica. Програмне забезпечення для автоматизованого розкрою матеріалів [Електронний ресурс]. URL: https://www.morgantecnica.com (дата звернення: 04.05.2025).

17. Reach Technologies. 3D-візуалізація для швейної, взуттєвої та текстильної промисловості [Електронний ресурс]. URL: https://www.reach-tech.com (дата звернення: 04.05.2025).

References

1. Vilumsone-Nemes I. (2018) Industrial Cutting of Textile Materials. Cambridge: Woodhead Publishing, pp. 6. Retrieved from: https://www.sciencedirect.com/book/9780081021224/industrial-cutting-of-textile-materials (accessed 04 May 2025).

2. Vilumsone-Nemes I. (2018) Industrial Cutting of Textile Materials. Cambridge: Woodhead Publishing, pp. 13. Retrieved from: https://www.sciencedirect.com/book/9780081021224/industrial-cutting-of-textile-materials (accessed 04 May 2025).

3. Bereznenko S. M., Vodzinska O. I., Bilotska L. B., Lozovenko S. Yu. (2023) Tekhnolohii eksperymentalnoho ta pidhotovcho-rozkriinoho vyrobnytstv shveinoi haluzi [Technologies of experimental and preparatory-cutting production in the sewing industry]. Kyiv: KNUTD, pp. 144. Retrieved from: https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/24485 (accessed 04 May 2025).

4. Bereznenko S. M., Vodzinska O. I., Bilotska L. B., Lozovenko S. Yu. (2023) Tekhnolohii eksperymentalnoho ta pidhotovcho-rozkriinoho vyrobnytstv shveinoi haluzi [Technologies of experimental and preparatory-cutting production in the sewing industry]. Kyiv: KNUTD, pp. 161. Retrieved from: https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/24485 (accessed 04 May 2025).

5. Slavinska A., Syrotenko O. (2023) Analiz suchasnoho nastylnoho obladnannia, shcho zastosovuietsia u shveinii haluzi [Analysis of modern spreading equipment used in the sewing industry]. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu [Bulletin of Khmelnytskyi National University], no. 1, pp. 197. Retrieved from: https://elar.khmnu.edu.ua/handle/123456789/13613 (accessed 04 May 2025).

6. Syrotenko O., Ditkovska O. (2023) Analiz suchasnoho rozkriinoho obladnannia, shcho zastosovuietsia u shveinii haluzi [Analysis of modern cutting equipment used in the sewing industry]. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichni nauky [Bulletin of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences], no. 5, vol. 2, pp. 114. Retrieved from: https://elar.khmnu.edu.ua/handle/123456789/15654 (accessed 04 May 2025).

7. Profesionalna osvita na Luhanshchyni: teoriia ta praktyka [Professional education in Luhansk region: theory and practice] (2014). Proceedings of the scientific-practical conference (Ukraine, Luhansk, April 15–17, 2014). Luhansk : Shyko, pp. 84. Retrieved from: http://hdl.handle.net/123456789/5364 (accessed 04 May 2025).

8. Gerber Technology (2018) Automation solutions for cutting and manufacturing: software and equipment [Electronic resource]. Retrieved from: https://www.gerbertechnology.com (accessed 04 May 2025).

9. Lectra (2018) Smart industrial solutions for automated cutting [Electronic resource]. Retrieved from: https://www.lectra.com (accessed 04 May 2025)

10. Optitex (2018) Virtual pattern making, 3D simulation, and production optimization [Electronic resource]. Retrieved from: https://www.optitex.com (accessed 04 May 2025).

11. Assyst (2018) Software for pattern creation and 3D simulations [Electronic resource]. Retrieved from: https://www.assyst.de (accessed 04 May 2025).

12. NedGraphics (2018) CAD/CAM software for textile design [Electronic resource]. Retrieved from: https://www.nedgraphics.com (accessed 04 May 2025).

13. StyleMan (2018) Systems for garment and footwear production [Electronic resource]. Retrieved from: https://www.styleman.com (accessed 04 May 2025).

14. ICad3D (2018) Software for footwear design and 3D pattern creation [Electronic resource]. Retrieved from: https://www.icad3d.com (accessed 04 May 2025).

15. Gemini CAD Systems (2018) Technologies for automation in garment, automotive, and furniture industries [Electronic resource]. Retrieved from: https://www.geminicad.com (accessed 04 May 2025).

16. Morgan Tecnica (2018) Software solutions for automated material cutting [Electronic resource]. Retrieved from: https://www.morgantecnica.com (accessed 04 May 2025).

17. Reach Technologies (2018) 3D visualization solutions for garment, footwear, and textile industries [Electronic resource]. Retrieved from: https://www.reach-tech.com (accessed 04 May 2025).