

УДК 685.31

КОЛИСКО О.З.

Київський національний університет технологій і дизайну  
**СТРУКТУРА ТА ЗМІСТ ПРОЦЕДУР ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ  
СКЛАДАННЯ РОЗКРІЙНИХ СХЕМ**

**Мета.** Стаття присвячена вирішенню питань оптимізації автоматизованої побудови розкрійних схем деталей шкіргалантерейних виробів на рулонних матеріалах з урахуванням комплектності деталей. Встановлено, що основним напрямком вдосконалення схем розкрою є отримання за допомогою обчислювальної техніки множини технологічних розв'язків і вибір з них оптимального.

**Методика.** Проведений аналіз існуючих методик побудови схем розкрою виявив застосування перебірних методів та евристик, що накладають обмеження на кількість варіантів які розглядаються.

**Результати.** Проведено постановку підзадач, створення математичних моделей, розробку алгоритмів та програмного забезпечення при декомпозиції задачі побудови розкрійних схем на дві складові: генерацію окремих секцій-розкладок деталей та побудова з них остаточно схем.

**Наукова новизна.** Для розв'язку поставлених задач було розроблено модифікації генетичного алгоритму які, комбінуючи перебірний та градієнтний методи, дозволили зняти обмеження на кількість різновидів деталей в секції, розширити коло пошуку раціональних розкрійних схем. Обрані структури представлення інформації передбачають автоматизацію введення інформації про контури та її збереження, автоматичні обрахунки лінійних ефектів від щільного суміщення деталей в схемах та інших параметрів щільних укладок, автоматичне дотримання накладених обмежень, можливість візуалізації розкрійних схем або передачі результатів розрахунків для автоматизованого розкрою. Структурована математична модель дозволила створити цільове програмне забезпечення для автоматизованої побудови раціональних розкрійних схем, їх перегляду і інтерактивного корегування.

**Практична значимість.** Використання програмного забезпечення дозволить підвищити продуктивність праці інженера-технолога та рівень використання матеріалу, скоротити час на освоєння нових виробів.

**Ключові слова:** схема розкрою, технологічна підготовка розкрійного виробництва, лінійні ефекти, генетичний алгоритм, рядне розміщення, візуалізація.

**Вступ.** Одним з шляхів підвищення техніко-економічних показників в легкій промисловості є оптимізація розкрійного виробництва. Як відомо, вироби шкіргалантерейної промисловості належать до так званих матеріаломістких (де частка матеріалів в собівартості коливається в межах 80-90%), тому питанню економії матеріальних ресурсів приділяється багато уваги.

**Постановка завдання.** Є оптимізація автоматизованої підготовки розкрійного виробництва шкіргалантерейних виробів на основі вдосконалення процесу побудови схем розкрою рулонних матеріалів на деталі шкіргалантерейних виробів і, як наслідок, підвищення якості виробів за рахунок автоматичного виконання технологічних вимог, більш економне (раціональне) використання матеріалу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз інформаційних джерел показав, що спочатку в дослідженнях з раціонального розкрою обрахункові методи базувались на вхідній інформації про схеми суміщення деталей отриманій вручну, що не давало високої ефективності та якості розробок[1-3]. Розвиток комп'ютерних технологій і комп'ютеризація виробничої діяльності дозволяють орієнтуватись на розробку більш швидких та якісних алгоритмів пошуку оптимальних або субоптимальних рішень. Саме до таких задач відносять задачі оптимізації проектування комбінованих розкрійних схем рулонних матеріалів з урахуванням технологічних аспектів[2]. Поставлена задача є мультимодальною і багатовимірною, тобто містить багато параметрів[2,3]. Для таких задач не існує жодного універсального методу, який дозволяв би достатньо швидко знайти абсолютно точне рішення. Для вирішення поставленої задачі запропоновано обрати модифікований щодо конкретних умов генетичний алгоритм. Генетичний алгоритм як комбінація переборного і градієнтного методів, дозволяє отримати наближене рішення, точність якого зростатиме при збільшенні часу розрахунку.

**Основний матеріал.** Процедури побудови початкової популяції, селекції, кросоверу, мутації і оновлення популяції мають наступні особливості:

- 1) При створенні початкової популяції відбувається генерування послідовностей з 0 та 1 заданої довжини  $n$  (принцип „дробовика”) та проводиться оцінка пристосованості кожної особини.
- 2) Селекція відбувається методом аутбридінгу що забезпечує більш швидку сходимість алгоритму. Цей метод полягає в тому, що «батьками» стають особини максимально віддалені за признаками, пристосованість яких (критерій якості) в одного більша за порогову величину пристосованості по популяції, а в іншого – менша.
- 3). Принцип роботи одноточкового кросоверу показано в табл.1.

**Таблиця 1. Принцип роботи одноточкового кросоверу**

1 схема					2 схема				
[0, 1, 0, 0, 1, 0]					[0, 0, 1, 1, 1, 1]				
<i>Показники якості (кількості деталей)</i>									
21	5	24	103	0	48	10	24	274	90
Точка розриву, обрана випадковим чином = 4									
[0, 1, 0, 0 1, 0]					[0, 0, 1, 1 1, 1]				
вигляд схем після кросоверу (обміну частинами)									
[0, 1, 0, 0, 1, 1]					[0, 0, 1, 1, 1, 0]				
<i>Показники якості (кількості деталей)</i>									
15	15	48	208	90	33	5	16	207	0

Оператор одноточкового кросоверу передбачає розрив двох батьківських хромосом у випадково визначеній для кожного разу точці і рекомбінуванні новоутворених хромосомних залишків: щоразу отримуємо два різних нащадки.

4) Мутація може відбуватися в 2-х напрямках: для збільшення пристосованості випадковий 0 інвертується в 1, а для зменшення – навпаки 1 замінюють на 0. Принцип роботи операторів мутації показано в табл.2.

Таблиця 2. Принцип роботи операторів мутації

Схема перед мутацією				
[0, 0, 1, 1, 1, 1]				
Показники якості (з табл.4):				
48	10	24	274	90
При мутації «на зменшення» третій елемент інвертуємо в 0				
Показники якості особини:				
36	10	24	183	90
Або - схема перед мутацією				
[0, 0, 0, 1, 1, 1]				
Показники якості:				
36	10	24	183	90
При мутації «на збільшення» перший елемент інвертуємо в 1				
Показники якості особини :				
51	10	24	183	270

5) Нова популяція створюється додаванням новоотриманих «нащадків» до попередньої популяції та виключенням з неї особин в яких наявне перевищення показників якості (надлишок деталей). Таким чином розмір популяції (бажана кількість раціональних схем) залишається незмінним.

6) Критерієм виходу є „сходження” популяції, коли є неможливим виключення особин з популяції – всі отримані розкрійні схеми не перевищують показників комплектного виходу продукції, тобто знайдено краще, або близьке до нього рішення. Остаточну популяцію сортуємо за обраним критерієм – відсотком використання площі, кількістю повних комплектів.

При остаточній побудові розкрійних схем для ущільнення розташування секцій запропоновано застосовувати методику динамічного програмування.

Алгоритми коригування розкрійних схем отриманих в автоматичному режимі що передбачають додавання або виключення окремих деталей включає:

- алгоритм контролю за розміщенням деталей на матеріалі заданих розмірів та неперетином ними границь матеріалу через накладання обмежень на можливість розміщення координат полюсів деталей на матеріалі (Рис.1);

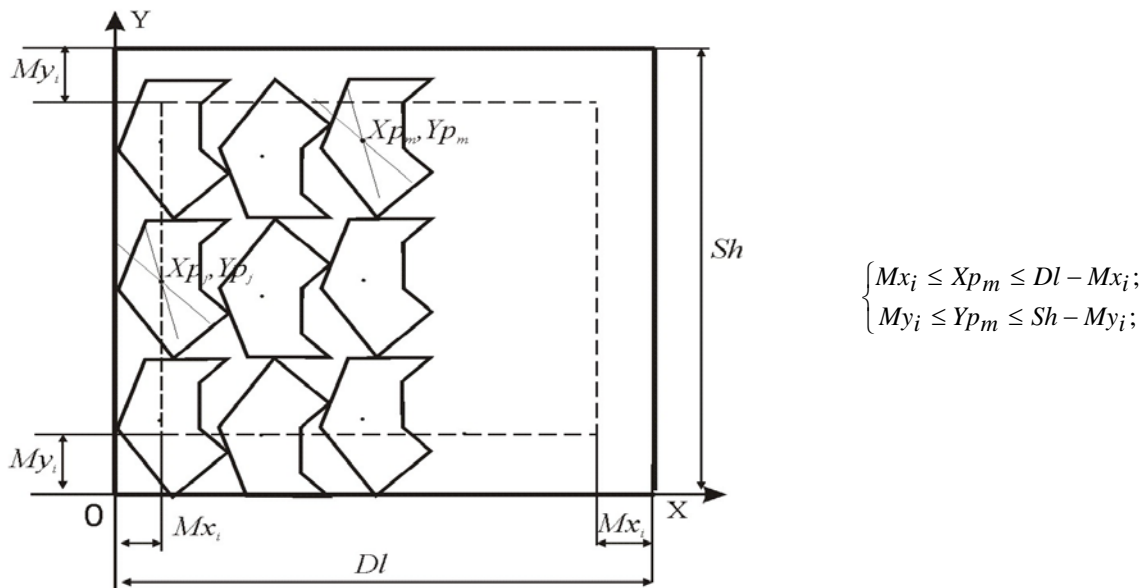


Рис.1. Умови неперетину деталями границь матеріалу

- алгоритм визначення взаємного розташування деталі та точки: з'ясування чи точка розміщена поза деталлю чи на деталі методом променя (Рис.2);

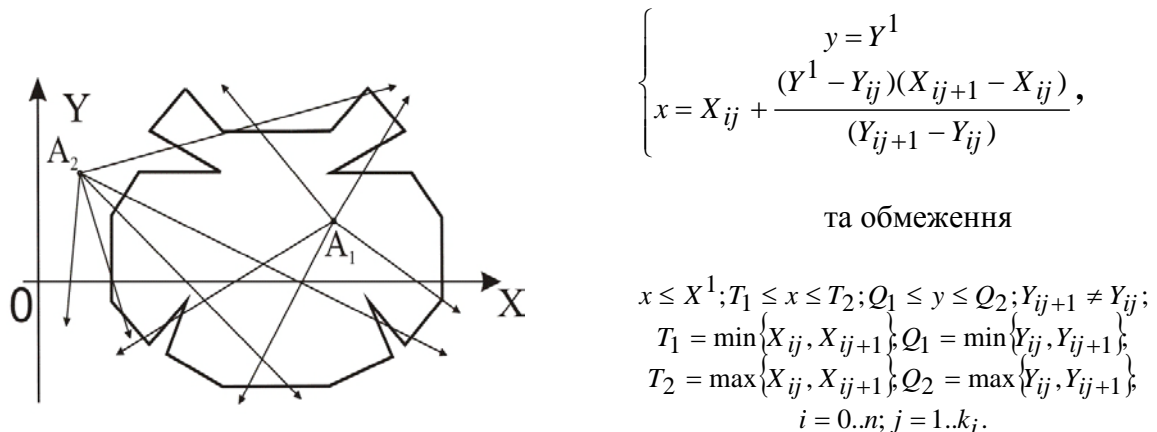


Рис.2. Метод променя

- алгоритм визначення взаємного розташування двох деталей (деталі перетинаються чи ні) в якому для прискорення його роботи задачу розбиваємо на етапи:

1) спочатку з'ясуємо чи перетинаються прямокутники описані навколо деталей;

2) в разі позитивної відповіді на попереднє питання починаємо розглядати точки одного з контурів на умову попадання в прямокутник описаний навколо другого контуру;

3) в разі позитивного результату починаємо перевіряти належність точки до іншого контуру застосовуючи метод променя. (Рис.3).

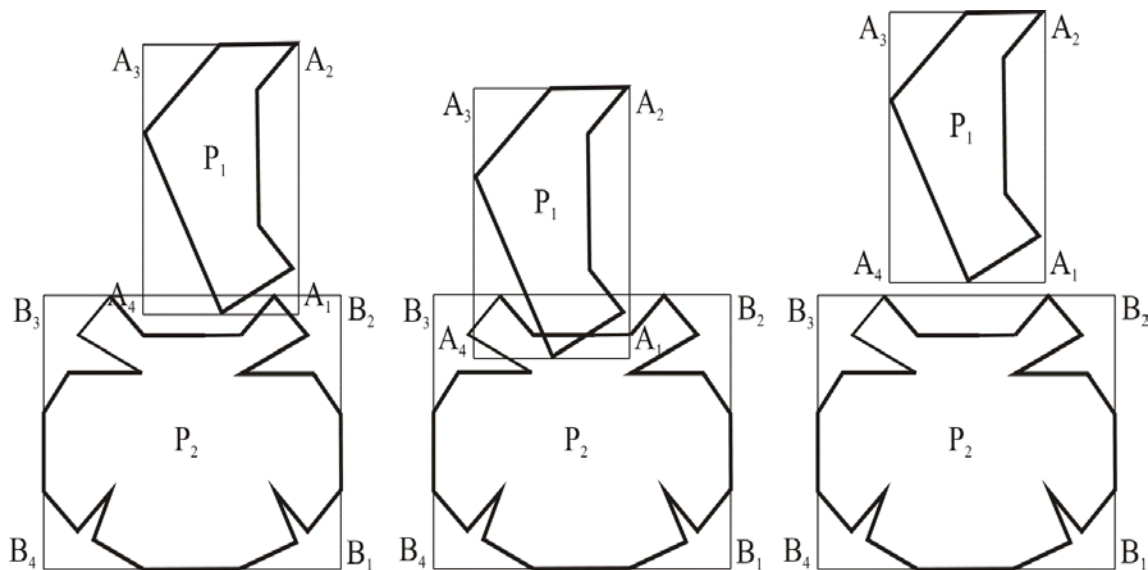


Рис. 3. Умови взаємного неперетину контурів деталей

**Висновок та перспективи використання результатів дослідження.** При побудові розкрійних схем для визначення параметрів щільних укладок розроблено алгоритми автоматичного обчислення лінійних ефектів від щільного суміщення деталей в ряду, в рядах та при суміщенні секцій деталей. Для пошуку оптимальних або субоптимальних рішень при побудові розкрійних схем використана методологія еволюційного програмування: розроблена модифікація генетичного алгоритму для генерації секцій розкрійних схем яка дозволяє зняти обмеження на кількість різновидів деталей в секції і збільшує варіативність отриманих розкладок; інша модифікація генетичного алгоритму для побудови розкрійних схем зі згенерованих секцій поєднана з алгоритмом динамічного програмування для отримання набору раціональних схем розкрою відповідно до заданих вимог по комплектному виходу виробів і мінімізації загальної довжини розкрійної схеми.

#### Список використаної літератури

1. Колиско О.З. Алгоритм побудови розкрійних схем рулонних матеріалів на деталі виробів дрібної шкіргалантереї/О.З.Колиско, В.І.Чупринка//Вісник КНУТД.-2008.-№1.- С.226-230.
2. Колиско О.З. Алгоритм генерування розкрійних схем для деталей шкіргалантерейних виробів/О.З.Колиско, В.І.Чупринка//Наукові розробки молоді на сучасному етапі: IV Всеукраїнська ювілейна наукова конференція молодих вчених та студентів. – К.:КНУТД. – 2005. – С.60.
3. Чупринка В.І. Алгоритм підготовки інформації для побудови розкрійних схем рулонних матеріалів на деталі взуття та шкіргалантерейних виробів/В.І.Чупринка, О.З.Колиско//Вісник КНУТД.-2005.-№3.- С.19-24.

Рекомендовано до публікації: професор кафедри АКС КНУТД В.Г.Здоренко

## СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОЦЕДУР ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ РАСКРОЙНЫХ СХЕМ КОЛЫСКО О.З.

*Киевский национальный университет технологий и дизайна*

**Цель.** Статья посвящена решению задач оптимизации автоматизированного построения рациональных раскройных схем для деталей кожгалантерейных изделий на рулонных материалах с учетом комплектного выхода деталей. Из рассмотренных источников установлено, что основным путем усовершенствования раскройных схем является получение с помощью вычислительной техники множества технологических решений с последующим выбором из них оптимального.

**Методика.** Проведенный анализ существующих методик построения раскройных схем как частных случаев задачи раскроя и упаковки выявил, что для решения этих задач разработано множество переборных, эвристических и приближенных методов которые плохо систематизированы и накладывают ограничения на количество рассматриваемых вариантов.

**Результаты.** Проведено постановку задач, создание математических моделей, разработку алгоритмов и их программной реализации при декомпозиции задачи построения раскройных схем на две составляющие: генерацию отдельных секций-раскладок деталей и построение из них окончательных раскройных схем.

**Научная новизна.** Для решения поставленных задач были разработаны модификации генетического алгоритма которые, комбинируя переборный и градиентный методы, позволили снять ограничения по количеству разновидностей деталей в секции, расширили поле поиска рациональных раскройных схем. На последнем этапе построения раскройных схем для более плотного размещения секций предлагается использовать методику динамического программирования, учитывающую линейные эффекты от совмещения секций в схеме. Предложенные структуры представления информации (данных) предполагают: автоматизированное введение информации про контуры и ее хранение, автоматическое вычисление линейных эффектов от совмещения деталей в раскройных схемах и других параметров плотных укладок, автоматическое соблюдение технологических ограничений, возможность визуализации построенных раскройных схем или передачи результатов расчетов в системы автоматизированного раскроя. Структурированная математическая модель позволила создать целевое программное обеспечение для автоматизированного построения рациональных раскройных схем, их просмотра, выбора оптимальных технологических параметров, возможности интерактивной коррекции. С целью проверки разработанных алгоритмов были проведены экспериментальные построения раскройных схем для разных типов кожгалантерейных изделий которые подтвердили достоверность разработанных алгоритмов.

**Практическая значимость.** Использование программного обеспечения позволит повысить производительность труда инженера-технолога, улучшить показатели использования материала, сократить временные затраты на освоение новой продукции.

**Ключевые слова:** *раскройная схема, технологическая подготовка раскройного производства, линейные эффекты, генетический алгоритм, рядное размещение, визуализация.*

## STRUCTURE AND THE MAINTENANCE OF PROCEDURES OF GENETIC ALGORITHM FOR CONSTRUCTION CUTTING OF SCHEMES

KOLISKO O. Z.

The Kiev National University of Technologies and Design

**Purpose.** Dissertation deals with the problems of optimization of automatized cutting schemes construction of details of leather and haberdashary items on roll materials with regard to the details sets. It was found that the main direction of scheme cutting improvement is getting of the computerised multiple technological decisions and choosing the optimal one.

**Methodology.** The performed analysis of the existing methods and euristics, limiting the quantity of variants under work.

**Findings.** The problem was subdivided, mathematical models were created, algorithms and software were developed, and the construction of cutting schemes was divided into two parts: generation of separate details laying-out-sections and final schemes construction.

**Originality.** For problem solving it was developed the modifications of genetic algorithm which, combining oversorting and gradient methods, allow to reduce the limitations as to the number of details variants in section, to spread the search of rational cutting schemes. The chosen structures of information presentation assume the automatized introduction of information as to the contours and their preserving, automatic calculations of linear effects due to the close details combining in schemes, and other parameters of close laying automatic maintaining of layed limitations, the possibility of visualization of cutting schemes or transferring of calculated results to the automatic cutting. Structured mathematical model permitted to develop the special software for the automatized construction of rational cutting schemes and their review and interactive correction.

**Practical Value.** The use of software will give the possibility to raise the productivity of an engineer-technologist's work and the level of material use, to reduce the time for new items mastering.

**Key words:** *cutting scheme, technological preparation of cutting production, linear effects, genetic algorithm, row placement, visualization.*