

*Сформульовано вербальну і математичну постановку задач розміщення прямокутних лінійних графічних елементів при розкрою матеріалів для виготовлення поліграфічної продукції. Побудовано моделі і методи розкрою, проведено обчислювальні експерименти, проаналізовано отримані результати*

*Ключові слова: моделі і методи оптимального розкрою, порівняльний аналіз методів розкрою поліграфічних матеріалів*

*Сформулированы вербальная и математическая постановки задач размещения прямоугольных линейных графических элементов при раскрое рулонных материалов для изготовления полиграфической продукции. Построены модели и методы раскроя, проведены вычислительные эксперименты, проанализированы полученные результаты*

*Ключевые слова: модели и методы оптимального раскроя, сравнительный анализ методов раскроя полиграфических материалов*

*We have formulated verbal and mathematical organization problems for arrangement combination rectangle linear graphical elements with cutting roll materials, using for polygraph production manufacturing. We have created models and methods for cutting, executed computer experiments, analyzed received results*

*Keywords: cutting roll materials, polygraph production manufacturing*

# ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗКРОЮ РУЛОННИХ ПОЛІГРАФІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

**В. П. Авраменко**  
Доктор технічних наук, професор\*

**В. П. Ткаченко**  
Кандидат технічних наук, професор, завідувач кафедри\*

**Ю. Р. Соколенко\***  
\*Кафедра інженерної та комп'ютерної графіки  
Харківський національний університет радіоелектроніки  
пр. Леніна, 14, м. Харків, Україна, 61166  
Контактний тел.: (057) 702-13-78

## 1. Вступ

Проектування книжково-журнальних видань потребує відповідного комплексу процесів технологічної підготовки виробництва. Кожний виробничий процес здійснюється згідно заданим локальним критеріям. За локальні критерії приймаються максимальний прибуток від реалізації продукції, мінімальні витрати сировини, мінімальні відходи виробництва тощо [1 – 2].

Вибір найкращого варіанту процесів передбачає використання доцільного поліграфічного обладнання та прийнятних параметрів сировини. Управлінські рішення окремих етапів виробництва пов'язуються та узгоджуються між собою за допомогою функціональних обмежень. При вирішенні таких оптимізаційних задач зазвичай використовуються методи математичного програмування [2, 4, 5].

**Мета роботи** передбачає дослідження математичних моделей і методів для розв'язування задач оптимального розкрою рулонних поліграфічних матеріалів (папір, тонкий картон, палітурні тканини).

## 2. Постановка завдання оптимального розкрою

В роботі досліджуються такі питання:

- 1) постановка завдання розкрою рулонних поліграфічних матеріалів – розрізання рулонів паперу з мінімальними втратами;
- 2) побудова моделей завдань оптимального розкрою поліграфічних матеріалів у класі задач математичного програмування;
- 3) розробка та апробація розроблених методів оптимального розкрою рулонних поліграфічних матеріалів;
- 4) порівняльний аналіз методів оптимального розкрою рулонних поліграфічних матеріалів.

*Вербальна постановка задачі розкрою.* Припустимо, що паперова фабрика виготовляє стандартні рулони паперу шириною 200 см, а поліграфічному підприємству потрібні рулони паперу шириною 50, 70 і 90 см. Нехай поточне замовлення відділу технічної підготовки друкарського виробництва полягає у тому, щоб виготовити 150 рулонів шириною 50 см, 200 – шириною

70 см, 300 – шириною 90 см. Умови завдання і варіанти розкрою приведені в табл. 1 [1, с. 248 –249; 5, 80 – 83].

**Таблиця 1**

Необхідна ширина	Варіант розкрою						Потрібна кількість розкrojених рулонів
	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>6</sub>	
50	0	2	2	4	1	0	150
70	1	1	0	0	2	0	200
90	1	0	1	0	0	2	300
Залишки	40	30	10	0	10	20	–

Вербальна постановка завдання зводиться до того, щоб знайти комбінацію варіантів розрізання (*змінні*), за допомогою якої можна було б виконати замовлення (*обмеження*) з найменшими відходами паперу (*цільова функція*). Змінні бажано визначити таким чином, щоб через їх значення можна було б сформулювати спосіб розрізки стандартних рулонів.

Визначимо змінні задачі як кількість стандартних рулонів, розрізаних за допомогою конкретних варіантів розрізки. Таке визначення змінних потребує описання усіх можливих варіантів розрізки. Для кожного допустимого варіанту розрізки ширина залишку стандартного рулону повинна бути менше ширини найменшого розкrojеного рулону.

*Математична постановка задачі розкрою.* Позначимо кількість стандартних рулонів, розрізаних по варіанту j, через x<sub>j</sub>. Тоді кількість рулонів шириною 50 см дорівнюватиме

$$y_1 = 0x_1 + 2x_2 + 2x_3 + 4x_4 + 1x_5 + 0x_6;$$

кількість рулонів шириною 70 см і 90 см відповідно буде

$$y_2 = 1x_1 + 1x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 2x_5 + 0x_6;$$

$$y_3 = 1x_1 + 0x_2 + 1x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 2x_6.$$

Надмірна кількість рулонів визначатиметься залежностями

$$z_1 = y_1 - 150 = 0x_1 + 2x_2 + 2x_3 + 4x_4 + 1x_5 + 0x_6 - 150;$$

$$z_2 = y_2 - 200 = 1x_1 + 1x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 2x_5 + 0x_6 - 200;$$

$$z_3 = y_3 - 300 = 1x_1 + 0x_2 + 1x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 2x_6 - 300.$$

Цільова функція задачі відтворює сумарну величину втрат паперу, котра складаються із залишків паперу при розкрої (останній рядок табл. 1) та втрат за рахунок надмірно (більш за потрібно) розрізаних рулонів:

$$L(x, z) = 40x_1 + 30x_2 + 10x_3 + 0x_4 + 10x_5 + 20x_6 + 50z_1 + 70z_2 + 90z_3 \rightarrow \min.$$

Оскільки об'єм стандартних рулонів залишається незмінним, то цільову функцію можна записати як суму усіх початкових змінних

$$L(x) = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \rightarrow \min.$$

Умови невід'ємності змінних приймають такий вигляд:

$$x_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, 3, 4, 5, 6).$$

### 3. Математичні моделі та методи розв'язання задачі розкрою

Математична модель задачі розкрою в класі задач лінійного програмування може мати такий вигляд: мінімізувати цільову функцію

$$L(x) = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \rightarrow \min$$

при дотриманні функціональних обмежень

$$0x_1 + 2x_2 + 2x_3 + 4x_4 + 1x_5 + 0x_6 \geq 150;$$

$$1x_1 + 1x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 2x_5 + 0x_6 \geq 200;$$

$$1x_1 + 0x_2 + 1x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 2x_6 \geq 300,$$

обмежень невід'ємності початкових змінних

$$x_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, 3, 4, 5, 6)$$

та обмежень цілочисельності отриманих рішень

x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, x<sub>3</sub>, x<sub>4</sub>, x<sub>5</sub>, x<sub>6</sub> – цілочисельні значення.

*Методи розв'язання задачі розкрою* залежать від типу складеної математичної моделі. Проведенні дослідження математичних моделей лінійного програмування для вирішення задач розкрою свідчить про те, що ці задачі можуть бути сформульовані як стохастичні, так і детерміновані, як цілочисельні, так і нецілочисельні.

Вирішення детермінованої цілочисельної задачі лінійного програмування починається з пошуку квазіоптимального рішення задачі лінійного програмування при порушенні умови цілочисельності. У отриманому варіанті рішення 12,5 стандартних рулонів розрізаються відповідно до варіанта 3, 100 стандартних рулонів – відповідно до варіанта 5, а 150 стандартних рулонів – варіантом 6.

Отриманий варіант рішення неможливо безпосередньо реалізувати, оскільки значення змінної x<sub>4</sub> не цілочислове. В такій ситуації можна застосувати до даної задачі алгоритм цілочислового програмування або округлити значення змінної x<sub>4</sub> до 13.

### 4. Висновки

Виконані дослідження дозволяють зробити такі висновки:

- поставлені задачі оптимального розкрою поліграфічних матеріалів належить до задач лінійного програмування, для наближеного вирішення яких використані пакети програм TORA [4, с. 864] та MATLAB 7;

• для оптимізації розкрою матеріалів можна також скористатися методом цілочисельного програмування, який потребує переформулювати початкову постановку задачі з урахуванням цілочи-

сельності змінних, проте значно підвищити якість такого рішення не вдалося, оскільки для даної задачі потрібен додатковий стандартний рулон паперу.

### Література

1. Ефимов М.В. Теоретические основы переработки информации в полиграфии. В 2-х кн. Кн. 2. [Текст] / М.В. Ефимов. – М.: МГУП, 2001. – 416 с.
2. Баранов О.В. Роміщення прямокутних графічних елементів в поліграфічному виробництві [Текст] / О.В. Баранов, Д.В. Грицай, І.В. Гребеннік, О.В. Панкратов, А.М. Чугай // Бионика интеллекта: научн.-техн. журнал. – 2010. – № 1 (72). – С. 29 – 32.
3. Дурняк Б.В. Системний аналіз та оптимізація параметрів книжкових видань: Монографія [Текст] / Б.В. Дурняк, І.В. Піх, В.М. Сеньківський. – Львів: Українська академія друкарства, 2006. – 197 с.
4. Таха Хэмди А. Введение в исследование операций [Текст] / Хэмди А. Таха. – М.: Вильямс, 2007. – 912 с.

*Розглянуто ієрархічну розподілену структуру системи вищої освіти. Виділено основних споживачів для системи вищої освіти: державу, ринок, суспільство. Розроблено класифікацію задач управління на основі різних критеріїв*

*Ключові слова: система вищої освіти, задачі управління, якість освіти*

*Рассмотрена иерархичная распределенная структура системы высшего образования. Выделены основные потребители для системы высшего образования: государство, рынок, общество. Разработана классификация задач управления на основе различных критериев*

*Ключевые слова: система высшего образования, задачи управления, качество образования*

*The hierarchical distributed structure of the system of higher education is considered. The main consumers for the system of higher education are defined: state, market, society. The classification of the management problems is elaborated on the basis of different criteria*

*Keywords: system of higher education, management problems, education quality*

УДК 519.816

# КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ СИСТЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**О. Ю. Чередниченко**

Кандидат технических наук, доцент\*

Контактный тел.: (057) 707-64-74

E-mail: marxx75@mail.ru

**О. В. Рябко\***

Контактный тел.: 098-438-11-14

E-mail: olha\_riabko@mail.ru

\*Кафедра автоматизированных систем управления  
Национальный технический университет «Харьковский  
политехнический институт»  
ул. Фрунзе 21, г. Харьков, Украина, 61002

### Введение

Систему высшего образования (СВО) согласно Закону Украины «О высшем образовании» [1] составляют высшие учебные заведения всех форм собственности, другие юридические лица, предоставляющие образо-

вательные услуги в сфере высшего образования, а также органы, совершающие управление в сфере высшего образования.

Функционирование СВО регулируется Конституцией Украины, законами «О высшем образовании», «Об образовании», «О научной и научно-технической