

УДК 676.811.34

ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ ГРАФІВ У ПОЛІГРАФІЧНІЙ ТЕХНОЛОГІЇ

Я. Ю. Жмихов, І. В. Шаблій, І. В. Огірко

Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна

Теорія графів — це один із розділів математики, який досліджує графи. Теорію графів започаткував Леонард Ойлер у 1736 році, коли він розв'язав та опублікував задачу про кенігсберзькі мости. Також він вивів загальний критерій існування ойлерового циклу у графі. Великий поступ у цій галузі відбувся у середині ХХ століття, і від цього часу теорія графів є найпопулярнішою математичною моделлю у дуже складних сферах науки. Зображення з набором різних точок на площині і ліній, з'єднаних між собою, стало еталоном для відображення різних об'єктів, явищ і процесів, які відбуваються.

У території графів дерево — це зв'язаний граф без будь-яких циклів.

Орієнтоване (або, як це його називають, «спрямоване») дерево — це орієнтований граф, який не має жодних циклів, тому тільки одна його вершина має нульовий напівстепінь входу (його називають «коренем дерева»), а решта — напівстепінь входу, який дорівнює 1, і з яких не виходить жодне ребро (називають «кінцевими вершинами» чи «листям»).

Такий нестримний ріст пов'язують із поширенням електронних обчислювальних машин, а саме поняття «обслуговування» в математиці плавно перейшло в інші сфери людської діяльності, взявши з собою найкращі методи, і один із них — це графи.

У статті досліджуються та пропонуються шляхи вирішення, які в свою чергу покращать ефективність поліграфічного бізнесу загалом за допомогою кількох класифікованих чинників. Також наочно відтворено граф збільшеного технологічного процесу виготовлення друкованого видання та оргграф окремого технологічного процесу у друкарні.

Ключові слова: теорія графів, поліграфічні технології, Графоаналізатор, дерево, цикл, граф, орієнтоване дерево, спрямоване дерево, ребра, вершини, електронні обчислювальні машини.

Постановка проблеми. Сьогодні в умовах жорсткої конкуренції необхідно докладати набагато більше зусиль, ніж раніше, щоб виготовляти поліграфічну продукцію, яка змогла б завойовувати ринок і активно нарощувати темпи обсягів виробництва. Актуальні чинники для покращення ефективності поліграфічного бізнесу умовно можна розділити на декілька груп.

Перша пов'язана з асортиментом продукції. Наприклад, у видавництві книг — тематика, авторитет і професійність автора, якість художнього оформлення та параметри поліграфічного виконання.

Друга група — це експлуатаційні характеристики основних поліграфічних матеріалів, із яких виготовляються друковані видання. До них належить папір для основного тексту, ілюстрацій та форзаців, друкарські фарби, палітурні матеріали, клеї та нитки.

Третя група охоплює складові конструкції друкованих видань: геометричні параметри сторінок, обсяги зошитів книжкових блоків та їхня кількість, особливості скріплення, обрізки, вставлення блоків у палітурки.

Четверта група стосується організації технології виготовлення видань і технічних можливостей та оснащення друкарень, кваліфікації фахівців. Важливими в сучасних умовах є застосування автоматизованих систем керування виробництвом: технічних і інформаційних, засобів самотестування, роботизації транспортних функцій. Вищезазначені параметри визначають терміни виготовлення накладу видань.

П'ята економічна група поєднує затрати коштів на придбання основних та допоміжних матеріалів, технологічного і ремонтного обладнання, технологічного оснащення, вартість електроенергії, що споживає технологічне і ремонтне обладнання, та на освітлення і кондиціонування повітря, палива для обігріву приміщень, кошти на оплату праці персоналу друкарні, затрати на транспортування всередині друкарні і назовні.

Навіть така досить велика класифікація чинників, що визначають ефективність роботи поліграфічного підприємства, вказує на складність його оптимізації. Відомі праці, що присвячені застосуванню математичних методів для вдосконалення технологій друкованих видань, стосуються переважно їхньої конструкції. На нашу думку, цей досвід можна поширити і на інші вищезазначені групи.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Більшість сучасних досліджень присвячені теорії графів та її застосуванню [1], деяким алгоритмам на графах [5], оптимізації процесу верстання сторінок книжкових видань із використанням графів [6], принципам моделювання технічних систем у поліграфії [7], моделюванню процесу скріплення книг за допомогою термоклею методами теорії графів [8].

Мета дослідження — визначити актуальні чинники для покращення ефективності поліграфічного бізнесу та запропонувати рішення у вигляді графів.

Об'єкт дослідження — застосування графів для технологічного процесу виготовлення друкованого видання.

Предмет дослідження — оптимізація технологічних процесів за допомогою орграфів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Під час проєктування технологічних процесів можна застосувати програму «Графоаналізатор», яка дає змогу значно їх автоматизувати. Як приклад нижче наведено граф виготовлення друкованої продукції в умовах поліграфічного підприємства. На графі добре видно, які операції можна виконувати послідовно одна за одною і які паралельно. Якщо вершини графу мають декілька вхідних зв'язків, то операції є незалежними. Тому їх можна виконувати паралельно. Паралельні операції можуть починатися у різний час (рис. 1).



Рис. 1. Граф збільшеного технологічного процесу виготовлення друкованого видання

Для планування оптимальних технологічних процесів за термінами виконання доцільно застосовувати такий вид графів, як навантажені оргграфи. Зв'язки в оргграфах мають напрямок і навантаження, що дає змогу конкретизувати час виконання окремих технологічних операцій у графах. А це, у свою чергу, забезпечує простоту планування графіків початку і завершення технологічних операцій (рис. 2).

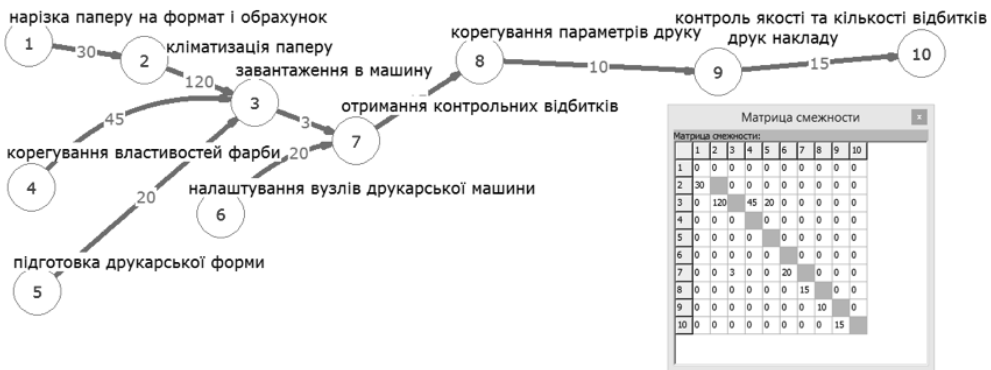


Рис. 2. Оргграф окремого технологічного процесу у друкарні

На рис. 2 наведено оргграф технологічного процесу класичного друку. Цифри на зв'язках у нашому випадку відтворюють час виконання операцій у модельній друкарні. Першою операцією виготовлення замовлення є нарізка паперу, яка триває 30 хвилин, а другою є його акліматизація. Через 75 хвилин після старту акліматизації необхідно ініціювати корегування властивостей фарби, а ще через 25 хвилин — підготовку друкарської форми. Подальші технологічні операції у часі легко визначити за цією методикою.

Висновки. Отже, використання теорії графів у поліграфічних технологіях дає змогу оптимізувати окремі технологічні процеси у друкарні та поліпшити їх.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Берж К. Теория графов и ее применения. Москва : Издательство иностранной литературы, 1962. 320 с.
2. Оре О. Теория графов. 2-е изд. Москва : Наука, 1980. С. 336.
3. Теорія графів. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F_%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D0%B2.
4. Дерево (теорія графів). URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%BE_\(%D1%82%D0%B5%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F_%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D0%B2\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%BE_(%D1%82%D0%B5%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F_%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D0%B2)).
5. Розділ 3. Основи теорії графів. Деякі алгоритми на графах / Донбаський державний педагогічний університет. URL: <https://studfile.net/preview/4617695/>.
6. Андрій І. В., Піх І. В., Сеньківський В. М. Оптимізація процесу верстання сторінок книжкових видань з використанням графів. Наукові записки [Української академії друкарства]. 2003. Вип. 6. С. 79–84.
7. Гавенко С. Ф., Гунько С. М. Принцип моделювання технічних систем у поліграфії. Львів : Манускрипт, 1996. 134 с.
8. Шаблій І. В., Ривак П. М., Бубела Р. В. Моделювання процесу скріплення книг за допомогою термклею методами теорії графів. Квалілогія книги. 2017. № 32. С. 28–31.

REFERENCES

1. Berzh, K. (1962). *Teoriya grafov i ee primeneniya*. Moskva : Yzdatelstvo ynostannoi lyteratury (in Russian).
2. Ore, O. (1980). *Teoryia hrafov*. 2-e yzd. Moskva : Nauka (in Russian).
3. *Teoriia hrafov*. Retrieved from https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F_%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D0%B2 (in Ukrainian).
4. *Derevo (teoriia hrafov)*. Retrieved from [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%BE_\(%D1%82%D0%B5%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F_%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D0%B2\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%BE_(%D1%82%D0%B5%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F_%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D0%B2)) (in Ukrainian).
5. *Rozdil 3. Osnovy teorii hrafov. Deiaki alhorytmy na hrafax / Donbaskyi derzhavnyi pedahohichniyi universytet*. Retrieved from <https://studfile.net/preview/4617695/> (in Ukrainian).
6. Andriiv, I. V., Pikh, I. V., & Senkivskiy, V. M. (2003). *Optimizatsiia protsesu verstannia storinok knyzhkovykh vydan z vykorystanniam hrafov: Naukovi zapysky [Ukrainskoi akademii drukarstva]*, 6, 79–84 (in Ukrainian).
7. Havenko, S. F., & Hunko, S. M. (1996). *Pryntsyp modeliuvannia tekhnichnykh system u polihranii*. Lviv : Manuskrript (in Ukrainian).
8. Shablii, I. V., Ryvak, P. M., & Bubela, R. V. (2017). *Modeliuvannia protsesu skriplennia knyha za dopomohoiu termokleiu metodamy teorii hrafov: Kvalilohiia knyhy*, 32, 28–31 (in Ukrainian).

USE OF GRAPH THEORY IN PRINTING TECHNOLOGIES

Y. Y. Zhmyhov, I. V. Shabliy, I. V. Ohirko

*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine
zhmikhov1993@gmail.com*

Graph theory is one of the branches of mathematics that studies graphs. Graph theory was begun by Leonard Oiler in 1736, when he solved and published the problem of the Konigsberg bridges. He also deduced a general criterion for the existence of an oiler cycle in a graph. Great growth in this area took place in the middle of the twentieth century, and since then graph theory has been the most popular mathematical model in very complex fields of science. An image with a set of different points on the plane and lines interconnected has become a standard for displaying various objects, phenomena and processes that occur.

In the territory of graphs, a tree is a connected graph without any cycles.

An oriented (or as it is also called “directed”) tree is a directed graph that does not have any cycles, therefore only one of its vertices has zero input step degrees (it is called the “root of the tree”), and the rest have an input step degree equal to 1 and from which an edge does not come out (called “end vertices or leaves”).

Such an unstoppable growth is associated with the spread of electronic computers, and the concept of “service” in mathematics smoothly moved to other areas of human activity, taking with it the best methods, and one of them is graphs.

This scientific article explores and proposes solutions that, in turn, will improve the efficiency of the printing business as a whole with the help of several classified factors. In addition, the graph of the enlarged technological process of manufacturing a printed publication and a digraph of a separate technological process in a printing house are clearly shown.

Keywords: *graph theory, printing technologies, graph analyzer, tree, cycle, graph, oriented tree, directional tree, edges, vertices, electronic computers.*

Стаття надійшла до редакції 17.02.2020.

Received 17.02.2020.