

## **ПОБУДОВА СИСТЕМИ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПІДХОДІВ ДО КОРИГУВАННЯ ПРОЦЕСУ ДИФУЗІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ**

© Ванькович Л. Я., 2017

Розроблено систему альтернативних підходів до коригування процесу дифузії результатів інноваційної діяльності машинобудівних підприємств. Визначено її складові: чітку декомпозицію дозування інформації про об'єкт дифузії, що просувається серед членів цільової аудиторії – потенційних споживачів; наявність засобів для підтримування зворотного зв'язку із зацікавленими у придбанні товару споживачами; вироблення раціонального за тривалістю плану із охоплення рекламою найбільшої кількості споживачів об'єктів дифузії. Запропоновано схематичне представлення графу процесу реалізації стратегії просування об'єкта дифузії.

**Ключові слова:** дифузія інновацій, дифузія результатів інноваційної діяльності підприємств, коригування процесу, графи, ланцюг Маркова, алгоритм Дейкстри.

L. Vankovych  
Lviv Polytechnic National University

## **BUILDING A SYSTEM OF ALTERNATIVE APPROACHES TO ADJUSTING THE DIFFUSION OF ENTERPRISE INNOVATIONAL ACTIVITY RESULTS**

© Vankovych L., 2017

In the article is found and proved the cheapest and the shortest way to promote the objects of diffusion with the possibility of adjusting the diffusion of enterprise innovational activity results.

The system of alternative approaches to adjusting the diffusion of machine-building enterprise innovational activity results was made. Defined its constituents: clear decomposition of dosage information about the diffusion facility, which promote among members of the target audience of potential customers; availability of tools for keeping feedback from interested in buying enterprise innovational activity results; develop a rational plan for the duration of advertising reach the greatest number of consumers object of diffusion. The first component requires a clear sequence or algorithm of dosage information for implementation the campaign. The second component is not difficult, as can be realized through the use of online support. In addition, this component is needed to review the analysis of potential consumers (users) to the object of diffusion. The third component implies the existence plan of dissemination of information. The solution of the mentioned above three possible problems when using graph theory, which enables: to plan the process of dosage information; plan the process of dissemination of information among the primary carriers determine the stages of advancement objects diffusion, which will review feedback from customers (users) in the proposed innovation.

It was suggested using Markov chains. It's explained the specifics of Markov chains in the context of providing the best conditions for the construction of the system of alternative approaches to adjusting the diffusion of machine-building enterprise innovational activity results. The graph of implementation of the strategy to promote the object of diffusion is presented schematically. It was determined conformity stages of the implementation of the strategy to promote the diffusion of dynamic objects viewership potential consumers (users) of information on this subject. The author has substantiated the expediency of using Dijkstra's algorithm for finding the parameters of the duration and cost of the process of promoting the objects of diffusion. Dijkstra's algorithm is less labor intensive than, for example, alternative algorithms Floyd-he Vorshela, Bellman-Ford.

Thus, through the application of Dijkstra's algorithm is able to determine the shortest path between a given starting point and the other vertices of the graph. In practice, each of the unknown vertices can be certain stage of the strategy to promote the diffusion objects. This stage is characterized by some value of the duration and cost of diffusion. Therefore, finding the cheapest or the shortest path can be realized by constructing a detailed graph of all operations within the selected strategy to promote the diffusion and application objects. Exactly the same is with using Dijkstra's algorithm for finding the shortest path between the initial stage of this strategy and other stages.

**Key words:** diffusion of innovation, diffusion of innovative activity results, adjustment process, graphs, Markov chains, Dijkstra's algorithm.

**Постановка проблеми.** Система альтернативних підходів до коригування процесу дифузії результатів інноваційної діяльності машинобудівних підприємств повинна мати три складові: чітку декомпозицію дозування інформації про об'єкт дифузії, що просувається серед членів цільової аудиторії – потенційних споживачів (користувачів); наявність засобів для підтримання зворотного зв'язку із зацікавленими у придбанні товару споживачами; вироблення раціонального за тривалістю плану із охоплення рекламою найбільшої кількості споживачів (користувачів) об'єктів дифузії.

Перша складова потребує наявності чіткої послідовності або алгоритму із дозування інформації протягом реалізації рекламної кампанії. Друга складова не пов'язана з особливими труднощами, оскільки може бути реалізована на основі використання онлайн-підтримки. Крім того, ця складова необхідна для аналізування відгуків потенційних споживачів (користувачів) на об'єкт дифузії. Третя передбачає наявність плану із поширення інформації.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вагомі теоретичні аспекти інновацій відображено в працях значної кількості вітчизняних та закордонних учених, зокрема І. Ансоффа, Ю. Бажала, Г. Бірмана, Т. Васильєвої, Т. Гегерстранд, С. Ілляшенка, Б. Твісса, Р. Фостера, В. Харчук, Я. Хонка, Н. Чухрай, В. Шапіро, Л. Шаршукової, Й. Шумпетера, Ю. Яковця та ін. А дослідженням поняття дифузії інновації займалися такі зарубіжні вчені, як Р. Баєрс, С. Богданенко, Дж. Колеман, Е. Роджерс [4], В. Руттан, Р. Перес і Е. Мюлер [7], Дж. Поуп та деякі ін., а також вітчизняні, зокрема Н. В. Краснокутська, Н. І. Чухрай [5], Н. О. Матвійчук-Соскіна, Г. М. Шамота, Я. Б. Олійник, П. Г. Перерва, І. О. Пилипенко, А. Ю. Скопін, О. Г. Шевлюга, О. М. Олефіренко [2] та деякі ін. Щодо ж коригування процесу дифузії інновацій, то його розглянуто лише у декількох роботах Е. Роджерса [8], П. Г. Перерви [6]. Тому ця проблема недостатньо розкрита і потребує подальшого дослідження.

**Цілі статті.** Пошук найдешевшого або найкоротшого шляху просування об'єктів дифузії з можливістю коригування логістичного процесу і процесу дифузії результатів інноваційної діяльності підприємств.

**Виклад основного матеріалу.** Вирішення означених вище трьох проблем можливе за умови використання теорії графів, яка дає змогу: спланувати процес дозування інформації; спланувати процес поширення інформації серед первинних носіїв; визначити етапи процесу просування об'єктів дифузії, на яких відбуватиметься аналізування відгуків споживачів (користувачів) на пропоновані інновації.

Як відомо, граф – це сукупність об'єктів та зв'язків між ними. За допомогою графів можна аналізувати довжину зв'язків між графами, визначати її максимальне або мінімальне значення тощо. Одним із прикладів графів є ланцюги Маркова [3, с. 17] (рис. 1).

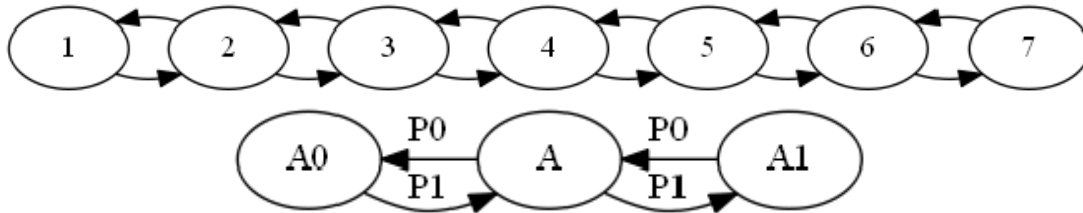


Рис. 1. Приклад ланцюга Маркова

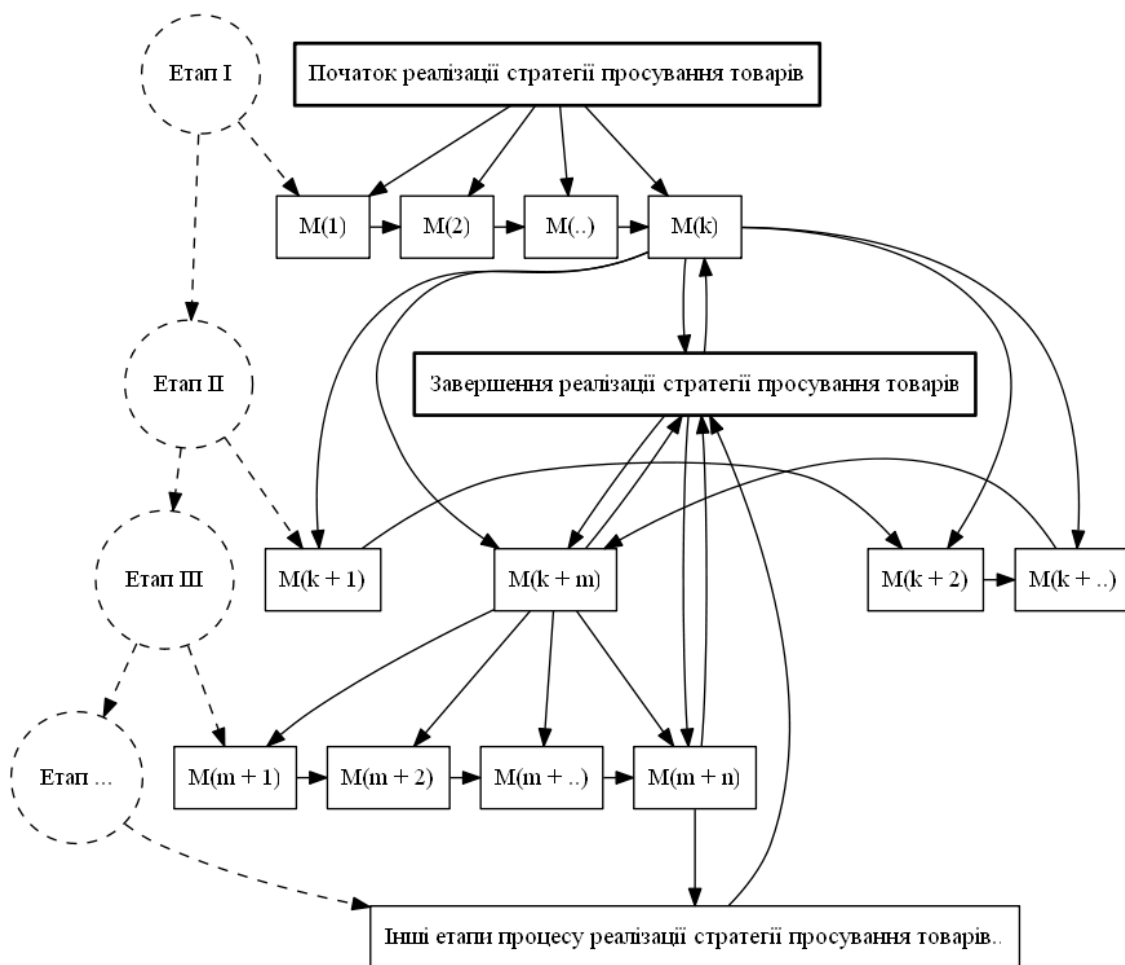


Рис. 2. Приклад схематичного представлення графу процесу реалізації стратегії просування об'єкта дифузії

Примітки:  $M(i)$  –  $i$ -й метод рекламування об'єкта дифузії;  $t, k$  – кількість моделей дифузії використаних на, відповідно, першому і другому етапах (на практиці кількість етапів може бути більшою).

Умовні позначення:

- – обов'язковий перехід між елементами графу;
- -> – необов'язковий перехід між елементами графу.

Для детальнішого ознайомлення зі специфікою ланцюгів Маркова в контексті забезпечення найкращих умов для побудови системи альтернативних підходів до коригування логістичного процесу та процесу дифузії результатів інноваційної діяльності машинобудівних підприємств необхідно проаналізувати ймовірні позиції умовної точки "А", яка пересувається по графу. Як бачимо з рис. 1, точка А може перебувати у сімох позиціях (ці позиції розглянемо як сукупність умов, сприятливих для альтернативних моделей дифузії: 1) експансивна дифузія; 2) релокаційна дифузія; 3) ієрархічна дифузія; 4) двофазна дифузія; 5) фокусована дифузія; 6) вибухова дифузія; 7) дифузія на основі реалізації гравітаційної моделі), послідовно пересуваючись з однієї позиції в іншу, причому ймовірність пересування в різні сторони може відрізнятись [6]. На рис. 1 ці ймовірності позначено А1 і А0 для відповідно пересування вправо і вліво. Якщо точка у крайній правій позиції, то ймовірність пересування вправо прирівнюється до нуля, і навпаки – у крайній лівій позиції А0 дорівнює нулю.

На рис. 2. зображено схематично граф процесу реалізації стратегії просування об'єкта дифузії. Як бачимо з рис. 2, послідовність етапів можна подати у формі ланцюгів Маркова, оскільки за умови неуспішного проведення одного із етапів підприємство, яке реалізує стратегію просування товарів, може реалізувати деякі етапи повторно або повертатись до попередніх етапів.

Схематично асоційований орієнтований граф процесу реалізації стратегії просування товарів наведено на рис. 3. Перевагою застосування ланцюгів Маркова є те, що підприємства, які спеціалізуються на просуванні товарів, володіють значним обсягом ретроспективної інформації, яка може використовуватись для аналізування різноманітних моделей дифузії з погляду їх економічної ефективності.

Як бачимо, на рис. 3 опущено складові кожного з процесів, оскільки для представлення орієнтованого графу, який відображає реалізацію стратегії просування об'єктів дифузії, достатньо наведення послідовності етапів. Варто зазначити, що аналіз відгуків споживачів (користувачів) необхідний, оскільки передбачає врахування останніх даних із відгуків споживачів на рекламне повідомлення з метою максимізації ефективності стратегії просування товарів. Під час аналізування дифузії інформації про товари, що просуваються, треба врахувати, що рекламне повідомлення може поширюватись подібно до вірусу, оскільки викликає зацікавлення потенційних споживачів (користувачів) об'єкта дифузії або взагалі може не викликати жодної реакції серед цільових аудиторій. Кількість переглядів інформаційного повідомлення можна подати у формі експоненціальної залежності, оскільки ця залежність визначає характер зростання зацікавленості потенційних клієнтів в інновації як об'єкти дифузії. Якщо степінь більший від одиниці, то темпи зростання кількості переглядів інформаційного повідомлення збільшуються (повідомлення має вірусний ефект), якщо менший від одиниці – то зменшуються (повідомлення не викликало зацікавлення з боку цільової аудиторії). Ключовими параметрами, які характеризують ефективність реалізації стратегії просування на ринку інновацій, є тривалість і вартість цього процесу. Якщо розглядати дифузії інформації про товар, що просувається, то під показником результативності реклами можна розуміти кількість переглядів рекламного повідомлення.

Отже, отримуємо функціональну залежність:

$$v(t, w) = a_0 t^{a_1} w^{a_2}, \quad (1)$$

де  $v$  – кількість переглядів рекламного повідомлення;  $t$ ,  $w$  – тривалість і вартість процесу реалізації стратегії просування товарів відповідно;  $a_0$ ,  $a_1$ ,  $a_2$  – степеневі коефіцієнти, які можна отримати за допомогою методу найменших квадратів, перетворивши рівність (1) на логарифмічну залежність.

Як бачимо з рис. 4, за умови виконання системи нерівностей (1) кількість переглядів може зростати експоненціально, що дає можливість робити висновки про успішність рекламної кампанії. Якщо коефіцієнти  $a_1$ ,  $a_2$  менші від одиниці, то рекламне повідомлення не здобуло запланованих відгуків серед споживачів (користувачів) об'єктів дифузії. Аналіз відгуків споживачів (користувачів) може полягати у дослідженні характеру зміни функції (1) на основі аналізування ретроспективної інформації, яку одержують на кожному етапі реалізації стратегії просування об'єктів дифузії.

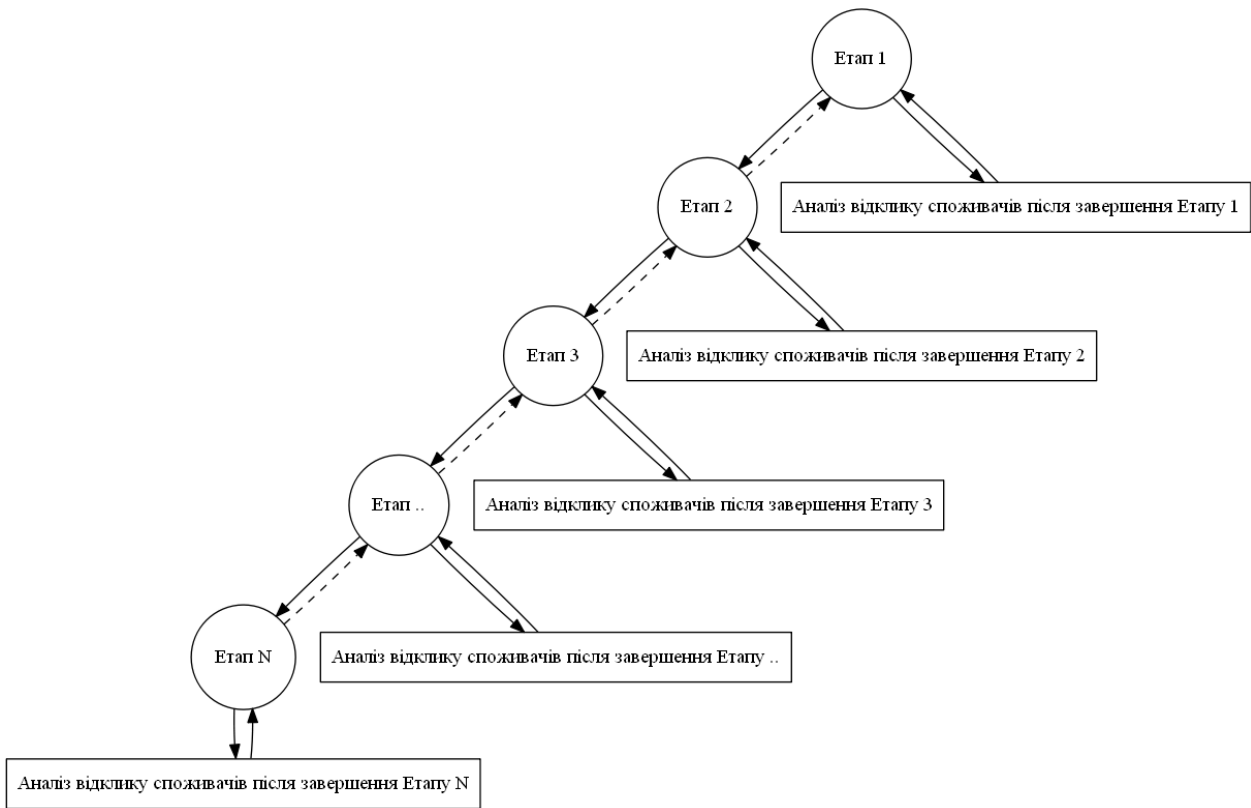


Рис. 3. Приклад орієнтованого графу процесу реалізації стратегії просування об'єктів дифузії

Умовні позначення:

- > – обов'язковий перехід між елементами графу;
- -> – необов'язковий перехід між елементами графу.

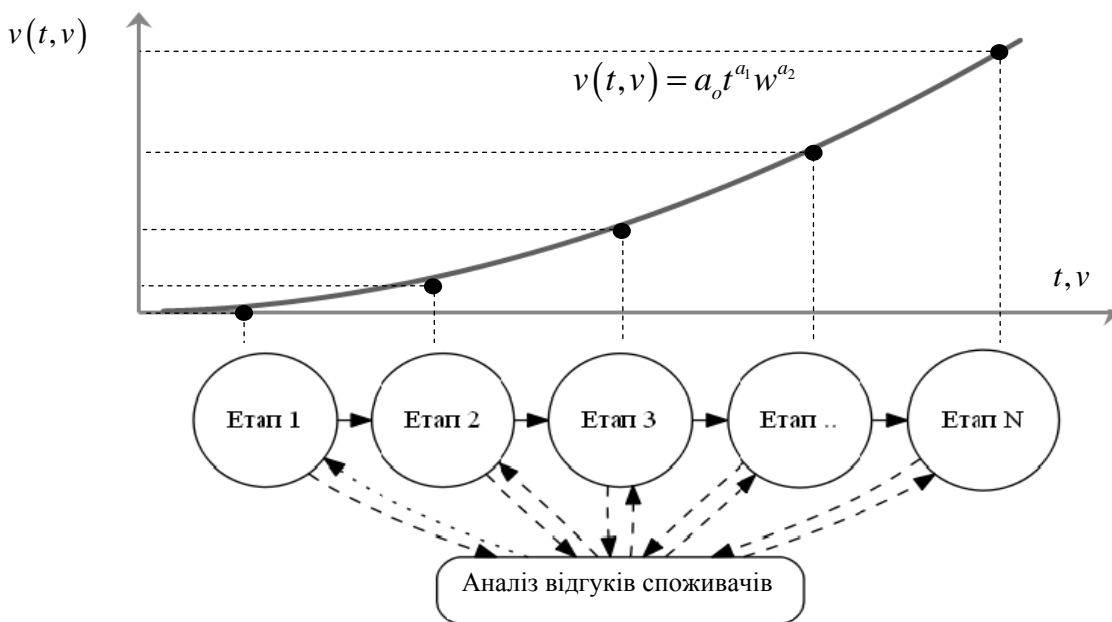


Рис. 4. Відповідність етапів процесу реалізації стратегії просування об'єктів дифузії із динамікою кількості переглядів потенційними споживачами (користувачами) інформації про цей об'єкт

Якщо детальніше розглянути функцію (1), то можна визначити, що параметри тривалості та вартості процесу реалізації стратегії просування об'єктів дифузії є одними із найважливіших для оцінювання її ефективності. Якщо під довжинами ребер графу розуміють ймовірності того, що буде досягнуто певне значення цільового показника, то доцільно визначити найдовший щодо довжини

ребер шлях. Це потребуватиме окремого дослідження із визначення розподілу ймовірностей реалізації структурних елементів процесу просування об'єктів дифузії. Враховуючи складність цього завдання, розглянемо пошук найкоротшого шляху, що дає можливість знайти найдешевший або найкоротший спосіб реалізації процесу стратегії просування об'єктів дифузії.

Оскільки параметри тривалості та вартості процесу просування об'єктів дифузії є додатними величинами, а найкоротший шлях для них шукають від певної початкової точки до іншої довільної точки, яка відповідає запланованим на етапі формування цілей стратегії цілям, то доцільно використати алгоритм Дейкстри, який є менш трудомістким порівняно, наприклад, з альтернативними йому алгоритмами Флойда–Воршела, Беллмана–Форда, алгоритмом Британського музею, Боровки, двоспрямованого тощо [1].

Розглянемо алгоритм Дейкстри на прикладі графу А, зображеного на рис. 5, з матрицею ваг (довжиною ребер), поданою у матриці W.

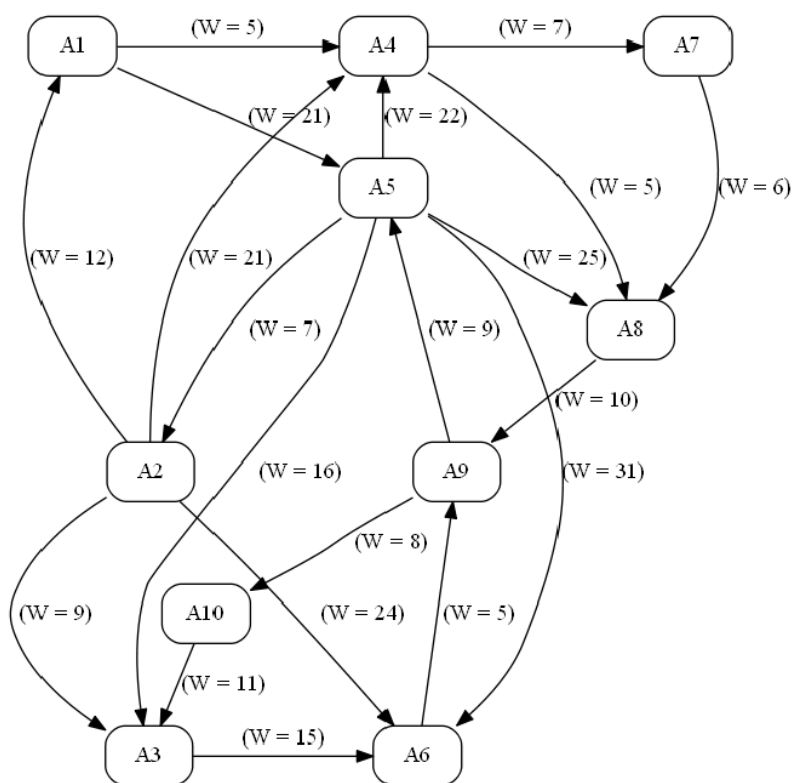


Рис. 5. Граф процесу реалізації стратегії просування об'єктів дифузії:

A1, A2, ..., A10 – позначення деяких умовних об'єктів графу (операцій, які можуть виконуватись під час просування об'єктів дифузії); W – ваги (довжини) графу, в цьому випадку використані умовні числа, на практиці можна розуміти значення тривалості й вартості виконання певних операцій за стратегії просування товарів

Дослідимо вершину A5 як початкову, метою застосування алгоритму для графу, зображеного на рис. 6, буде пошук найкоротших шляхів до всіх інших вершин графу. Якщо розглянути рядок A5 матриці ваг W, очевидним буде припущення про те, що для переходу з A5 у A2 найкоротшим буде шлях “A5 – A2”, довжина якого 5. Відстані до інших вершин, з якими зв'язана досліджувана вихідна точка A5, не обов'язково будуть найкоротшими, тому необхідна фіксація відстані “A5 – A2” і прийняття умовних міток для всіх інших умовних шляхів (рис. 6, a).

Оскільки найкоротшим є шлях до вершини A2, то на наступному етапі розглядають довжини від A5 до всіх вершин, які поєднані із A2. Відстань між A5 і A6 може зменшуватись, оскільки існує обхідний шлях “A5 – A2 – A6”, довжина котрого на 2 менша, ніж довжина прямого шляху “A5 – A6”. Якщо розглянути довжини шляхів, які отримуємо після A2, то найкоротшим є шлях з A2 у A3,

який 7. Отже, найкоротший шлях з A5 у A3 на цьому етапі реалізації алгоритму дорівнює  $7 + 5 = 12$ , тому вершина A3 отримує наступне фіксоване значення [12] (див. рис. 6, б).

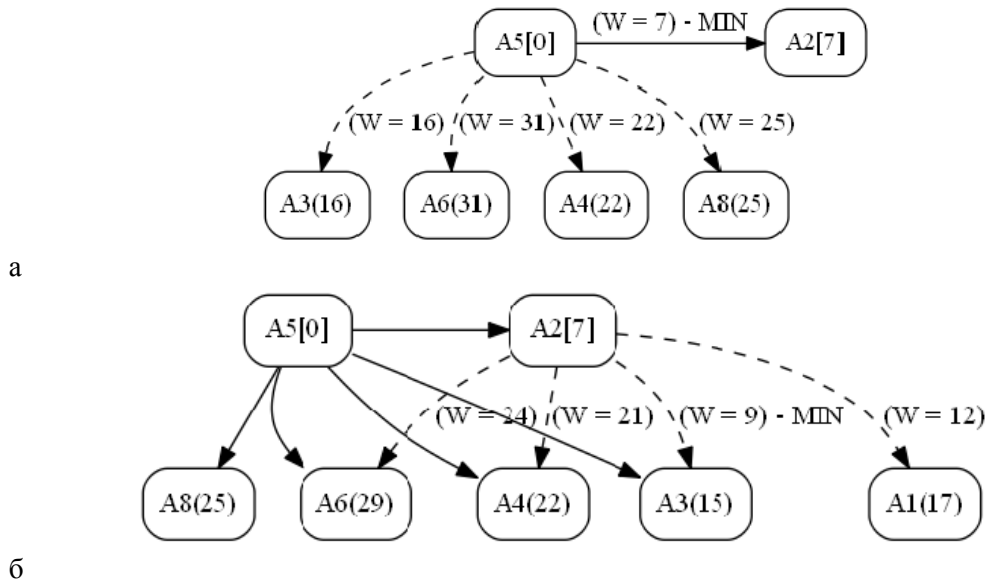


Рис. 6. Проміжні значення фіксованих і тимчасових міток для обчислення алгоритму Дейкстри:

[] – вершина зафіксована; () – вершина умовна;

— значення довжин між вершинами уже зафіксованими, які не аналізують;

- - - значення довжин між вершинами умовними, які аналізують на цьому етапі реалізації алгоритму Дейкстри.

На наступному етапі розглядають вихідні шляхи із A3, а саме ця мітка поєднана тільки із A6, що дає змогу перерахувати відстань до A6:  $12 + 13 = 25$ . Наступною мінімальною після A3 є мітка A1, відстань до якої дорівнює 10, тоді найкоротший шлях від A5 до A1 становитиме:  $5 + 10 = 15$ . Це дає змогу зафіксувати мітку A1. Для неї задача уже розв’язана. У точки A1 є два вихідні шляхи: “A1 – A4” і “A1 – A7”, тому необхідно перерахувати шлях з A5 у A4, який становитиме:  $15 + 3 = 18$ , що на 2 менше ніж на попередніх етапах і цей шлях є мінімальним, отже, наступною буде зафіксована точка A4. Для неї задача пошуку найкоротшого шляху також розв’язана (візуалізація проміжних результатів застосування алгоритму Дейкстри за допомогою графів у статті опущена).

Послідовний пошук найкоротшого шляху до всіх вершин виконується доти, доки не отримано найкоротші відстані до всіх вершин графу. На рис. 7 подано остаточні значення відстаней між A5 та іншими вершинами досліджуваного графу.

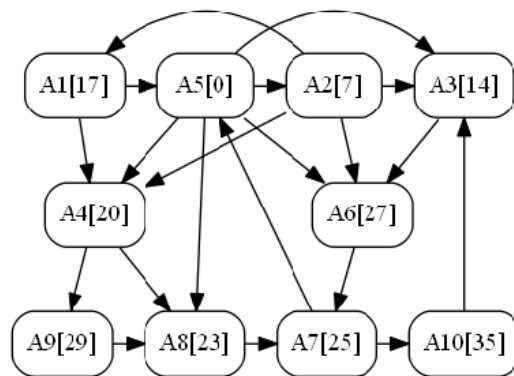


Рис. 7. Остаточні значення найкоротших відстаней між A5 та іншими вершинами

Якщо подати послідовність реалізації стратегії просування об'єктів дифузії у формі графу, ребра якого мають певну довжину (тривалість, вартість чи ймовірність переходу від одного об'єкта графу до іншого), то можна визначити найкоротший маршрут, який допоможе встановити найменше можливе значення тривалості або вартості процесу реалізації стратегії просування об'єктів дифузії.

**Висновки та перспективи подальших розвідок.** Отже, на основі застосування алгоритму Дейкстри вдалося визначити найкоротший шлях між заданою початковою точкою та іншими вершинами графа. На практиці кожна із шуканих вершин може бути певним етапом реалізації стратегії просування об'єктів дифузії, який характеризується деякими значеннями тривалості й вартості дифузії. Тому пошук найдешевшого або найкоротшого шляху можна реалізувати побудовою детального графу всіх операцій у межах вибраної логістичної стратегії та стратегії просування об'єктів дифузії та застосування алгоритму Дейкстри для пошуку найкоротшого шляху між початковим етапом цієї стратегії та іншими етапами.

1. Алгоритм Дейкстри [Електронний ресурс] – Вікіпедія. Вільна енциклопедія. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Алгоритм\\_Дейкстри](https://uk.wikipedia.org/wiki/Алгоритм_Дейкстри). 2. Ванькович Л. Я. Сутність поняття “дифузія результатів інноваційної діяльності підприємства” / Л. Я. Ванькович // Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. Серія: “Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку”. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2016. – № 851. – С. 134–139. 3. Жлуктенко В. І. Стохастичні процеси та моделі в економіці [Електронний ресурс]: навч. посіб. / В. І. Жлуктенко, Л. Г. Тарасова, Ю. В. Ігнатова. – К.: КНЕУ, 2014. – 230 с. 4. Роджерс Е. М. Дифузія інновацій / Е. М. Роджерс; пер. з англ. Василя Старка. – К.: Вид. дім “Києво-Могилянська академія”, 2009. – 591 с. 5. Чухрай Н. І. Прогнозування дифузії інновацій у підприємницькій діяльності / Н. І. Чухрай // Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку. № 417. – Львів: Націон. ун-т “Львівська політехніка”, 2001. – С. 383–388. 6. Экономическая оценка инновационного потенциала: монография под науч. ред. д.е.н., проф. П. Г. Перервы. – Миколюць-Харьков: Мишколюцьский университет, 2013. – 166 с. 7. Peres R. Innovation diffusion and new product growth models: A critical review and research directions / R. Peres, E. Muller, V. Mahajan // *International Journal of Research in Marketing*. – 2010. – Vol. 27. – P. 91–106. 8. Rogers E. M., Kincaid D. L. *Communication Networks: Toward a New Paradigm for Research*. – New York: Free Press, 1981. – P. 386.

1. Alhorytm Deikstry [Dijkstra's algorithm]. Retrieved March 01, 2017, from [https://uk.wikipedia.org/wiki/Алгоритм\\_Дейкстри](https://uk.wikipedia.org/wiki/Алгоритм_Дейкстри). 2. Vankovych L. Y. (2016). *Sutnist poniattia “dyfuziia rezultativ innovatsiinoi diialnosti pidpriemstva” [The essence of concept “diffusion of results of innovative activity”]*. *Management and Entrepreneurship in Ukraine: the stages of formation and problems of development* 851. 3. Zhluktenko V. I., Tarasova L. H., Ihnatova Yu. V. (2014). *Stokhastychni protsesy ta modeli v ekonomitsi [Stochastic processes and models in economics]*. 4. Rogers E. M. (2009). *Dyfuziia innovatsii [Diffusion of innovation]*. Kyiv: Kyiv-Mohyla Academy. 5. Chuhray N. I. (2001). *Prohnozuvannia dyfuzii innovatsii u pidpriemnytskii diialnosti [Prediction of diffusion of innovations in business]*. *Management and Entrepreneurship in Ukraine: the stages of formation and problems of development* 417. 6. Pererva P.H. (2013). *Ekonomycheskaia otsenka innovatsyonnoho potentsyala [Economic evaluation of innovation potential]*. Miskolc-Kharkiv: Miskolc University. 7. Peres R., Muller E., Mahajan V. (2010). *Innovation diffusion and new product growth models: A critical review and research directions*. *International Journal of Research in Marketing* 27. 8. Rogers E. M., Kincaid D. L. (1981). *Communication Networks: Toward a New Paradigm for Research*. New York: Free Press.