

**ПРОСТОРОВО-ЧАСОВА КОМБІНАТОРИКА ЗБЕРЕЖЕННЯ
РЕСУРСНИХ ПОТОКІВ І ЗНИЖЕННЯ РИЗИКІВ
В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

Анотація. Прогнозування розвитку виробничих систем в умовах дії факторів зовнішнього середовища утруднене через наявність великої кількості вхідної інформації, яка постійно змінюється, і яку до того ж важко структурувати. Управління слабоструктурованими системами за умов динамічних змін зовнішнього середовища не має розвиненої методологічної бази. Прийняття управлінських рішень проводиться на основі стохастичних рекомендацій без урахування ризиків і можливих помилок. Це вносить велику невизначеність і неадекватність прийняття рішень, пов'язаних з багатокритеріальністю оцінок, безліччю розмірностей факторів, різноспрямованістю показників. Вихідна інформація щодо виявлення проблем нестабільного розвитку ринку міститься у співвідношенні внутрішніх та зовнішніх дестабілізуючих факторів. Оскільки на практиці оцінка альтернативи не повною мірою характеризує якість управління у складній системі, часто користуються декількома оцінками чи їх комбінаториками. При вирішенні завдань оптимального управління в якості множини можливих альтернатив використовують комбінаторику допустимих управлінь. В статті запропоновано просторово-часову комбінаторику зниження ризиків функціонування систем в умовах невизначеності, а також модернізацію алгоритму Форда Фалкерсона на різних ітераціях прийняття рішень. Мережа можливих переміщень розглядається як пов'язаний оргграф з пропускну здатністю та потоком для ребер з витоків в стік. Впровадження методики переходу з однієї гілки орієнтованої мережі на іншу в момент припинення її реалізації внаслідок виникнення непередбачуваного впливу факторів зовнішнього середовища забезпечує розподіл ризиків між компонентами. Показано, що раптове виникнення обмежень змушує перейти на іншу гілку мережі, для чого в мережі передбачені додаткові вертикальні ребра зі своїми ймовірностями прояву та відомими пропускну здатностями. Розроблено методологічне забезпечення збереження ресурсних потоків в умовах глобальних ризиків, що пов'язане із синхронізацією його використання залежно від споживчих переваг та вимушених заходів посилення чи обмеження на виробничу діяльність. Використання комбінаторики запропонованих варіантів взаємодій у просторі станів, їх реалізації у різні моменти ітерацій, їх застосування із синхронізацією пропускну спроможності потоків дозволяє знизити ризики, що виникають при функціонуванні систем.

Ключові слова: ризики, трансформація, комбінаторика, розподіл ризиків, невизначеність зовнішнього середовища, слабоструктуровані системи, управління системами, управління ризиками, багатокритеріальність.

Постановка проблеми. В умовах глобальних ризиків прогнозувати розвиток ситуації навіть у короткостроковому інтервалі стає неможливим. Незважаючи на низку превентивних заходів та обмежувальних мір розвиток відбувається в умовах невизначеності та непередбачуваності впливів факторів зовнішнього середовища. Управління слабоструктурованими системами за умов динамічних змін зовнішнього середовища не має розвиненої методологічної бази. Прийняття управлінських рішень проводиться на основі стохастичних рекомендацій за результатами наявного досвіду з екстраполяцією на майбутні тенденції без урахування ризиків і можливих помилок. Це вносить велику невизначеність і неадекватність прийняття рішень, пов'язаних з багатокритеріальністю оцінок, безліччю розмірностей факторів, різноспрямованістю показників.

Мета дослідження. Розробка просторово-часової комбінаторики зниження ризиків функціонування систем в умовах невизначеності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Невизначеність впливу зовнішнього середовища висуває особливі вимоги до ризик-аналізу, який має з теоретичних суджень трансформуватися в практичну діяльність з управління ризиками. Найчастіше використовується такий метод управління ризиками, як страхування споживачів від можливих несприятливих подій та страхування виробників, як засіб захисту від економічних, політичних, природно-екологічних та кризових ситуацій [1,2], які присутні у сучасному світі.

Для скорочення рівня ризику та результатів можливих збитків, пов'язаних з невизначеністю, не слід повністю покладатися на організаційні зусилля державних регуляторів. Необхідне ретельне вивчення можливих носіїв ризику з урахуванням їх індивідуальних особливостей, а також учасників ринку із розробкою своїх оригінальних методів управління ризиками [3].

Вихідна інформація щодо виявлення проблем нестабільного розвитку ринку міститься у співвідношенні внутрішніх та зовнішніх дестабілізуючих факторів [4]. Інформація як складова частина ведення бізнесу відіграє визначальну роль у зниженні ризиків, що забезпечують комерціалізацію пропозицій. Маркетинг інформаційних продуктів та послуг проявляється у можливості дослідження ринкового середовища за допомогою потоків інформації та джерел її отримання у контексті нових технологічних можливостей [5,6].

Моделі прогнозування та оцінок ризиків, що базуються на експертизі та екстраполяції тенденцій, дають хороші результати тільки для тих випадків, коли незалежні змінні відомі заздалегідь. Умови функціонування, що змінюють-

ся, змушують перейти до принципово нових моделей управління та прогнозування [7], заснованих на введенні ітерацій ступінчастого використання та реалізації можливостей з вимушеним переходом на інші способи взаємодії пропозиції та споживання.

Викладення основного матеріалу дослідження. Прийняття рішень у складній системі полягає в тому, що з наявної множини допустимих управлінь необхідно виділити кілька варіантів, які є найкращими. Правило, яким встановлюється перевага в множині рішень, є принципом оптимальності. Позначивши множину варіантів рішення через Ω та її відображення через φ , кожній альтернативі можна поставити у відповідність деяке число $\varphi(x)$, яке називається оцінкою альтернативи x .

Оскільки на практиці оцінка альтернативи не повною мірою характеризує якість управління у складній системі, часто користуються декількома оцінками чи їх комбінаториками. При вирішенні завдань оптимального управління в якості множини допустимих альтернатив використовують комбінаторику допустимих управлінь. Комбінаторика, згідно з загальноприйнятим трактуванням, є вибором і розташуванням елементів з множини відповідно до заданих правил, при цьому кожне з правил визначає деяку вибірку з елементів вихідної множини, яке називається комбінаторною конфігурацією. Комбінаторні методи застосовуються до багатьох завдань теорії графів.

Комбінаторна оптимізація – це дослідження оптимізації дискретних та комбінаторних об'єктів, вона починалася як частина комбінаторики та теорії графів, а пізніше перейшла у самостійний розділ прикладної математики та інформатики, пов'язаний із дослідженням операцій та теорією алгоритмів. Сьогодні комбінаторики використовується для вирішення транспортних завдань [8,9], складання планів виробництва та реалізації продукції.

При постановці завдань оптимізації потрібно перш за все визначити мету управління та встановити, якими змінними можна оперувати як керуючими параметрами. Далі необхідно знайти оптимальний спосіб дій, що забезпечує її досягнення та завдання множини допустимих впливів, що відображаються на безлічі керованих змінних. При побудові математичних моделей стикаються з необхідністю обліку складних взаємозв'язків, які впливають на досягнення поставлених цілей.

Важлива відмінність побудови математичних моделей складних систем полягає в тому, що моделювання йде не зверху від глобальної функції та виділення основних частин, а знизу, з побудови моделей окремих процесів і нижніх

ієрархічних рівнів. На основі розумного ускладнення моделюються все більші модулі та система в цілому. При побудові структурної схеми системи виявляється наявність послідовного або паралельного характеру з'єднання частин системи, виділяються системоутворюючі фактори, основні процеси, умови їх існування та стрибкоподібний характер змін. При вирішенні завдань зниження ризиків за умов невизначеності оточуючого середовища доводиться розглядати не саму систему, а її формальний опис, тобто модель. Математична модель – це опис перебігу процесів мовою алгоритмічних процесів з формулами і логічними переходами. Логічні переходи можуть відбуватися над вербально описуваними елементами. Можлива реалізація трьох основних видів моделей: описові, натурні та знакові.

При побудові математичної моделі, що лежить в основі просторово-часової комбінаторики, можна використовувати всі три типи моделей. Графове зображення зв'язків, що відноситься до знакових моделей, використовується при побудові руху ресурсних потоків в системі, підданої впливу зовнішнього середовища, натурне - при визначенні ймовірності заміни часових відліків послідовністю станів, вербальне - при визначенні ієрархії інтервалів дискретизації на різних рівнях та ітераціях управління. Таке комплексне використання всіх трьох типів моделей дозволяє вивчити комбінаторику або варіативність кодування одним знаковим описом множини конкретних варіантів поведінки системи.

Для реалізації комбінаторики, спрямованої на зниження ризиків управління, необхідно математичну модель наповнити інформацією про значення фізичних величин, коефіцієнтів, параметрів, конкретних видів функцій і операторів. Модель без наповнення інформацією, що відповідає поодинокій реальній ситуації, буде загальною. При побудові моделей комбінаторики процесів управління в слабоструктурованих задачах доводиться зіштовхуватися із високим рівнем абстракції, тому що в її основі покладені імовірнісні уявлення про характер досліджуваних процесів. Відомості, отримані при цьому, можуть бути застосовні до всіх конкретних систем параметрів, що містяться в них. Ці рівні абстракції можуть утворювати цілі ієрархічні структури, у яких перехід до конкретної ітерації управління відбуватиметься шляхом перетворення загальної моделі на конкретну, що досягається її наповненням інформацією та є основою комбінаторики.

Комбінаторика безпосередньо пов'язана з імітаційним моделюванням, коли неможливе застосування математичного вирішення завдань в умовах невизначеності.

Основною специфікою моделювання складних систем є узгодження ітерацій управління, що становлять взаємопов'язані моделі графової структури, у яких виходи одних моделей стають входами інших. Такі складні динамічні системи формуються в результаті нелінійних взаємодій безлічі нестационарних процесів, що розвиваються у просторі та часі. Розробка методів і моделей підтримки прийняття рішень в умовах територіально розподілених процесів є досить складним і нетривіальним завданням. Усі взаємодії відбуваються у межах деякої територіально розподіленої системи. В принципі таку модель можна побудувати на безперервному базисі, але її неможливо використовувати для аналізу просторових областей в реальному часі тому параметри стану представляються у вигляді чотиривимірного евклідового просторово-часового континууму.

Внутрішні міжкомпонентні зв'язки системи описуються за допомогою кінцевого графа, вершинами якого є компоненти моделі. Якщо всі ребра графа задані впорядкованими парами, такий граф буде орієнтованим.

Системи управління мають ієрархічну структуру. Найбільш поширеною ієрархічною структурою є трирівнева система управління. Верхній рівень вирішує завдання організаційно-економічного характеру, середній здійснює контроль, приймає оперативні рішення відповідно до інформації, що надходить, нижній забезпечує безпосереднє управління.

Організація рішення передбачає:

- декомпозицію альтернатив на властивості, зручні для порівняння;
- ранжування цих властивостей за важливістю;
- вибір критеріїв та операцій переваги;
- затвердження експертних процедур для оцінки властивостей;
- прийняття остаточного рішення.

До організації прийняття рішень залучаються:

- особа, яка приймає рішення – вона повністю відповідає за вирішення завдання;
- консультанти, які обговорюють проміжні та остаточні результати;
- експерти, які проводять оцінку, порівняння та ранжування представлених окремих сторін альтернатив;
- спеціалісти з використання технічних засобів.

У ситуації невизначеності доводиться приймати рішення, близькі до простих, відбувається груба декомпозиція альтернатив, ранжування властивостей за ступенем важливості з використанням інтуїції та досвіду. Застосування математичних методів ускладнене, оскільки відсутність чіткої постановки завдання та точної вихідної інформації веде до недостовірності результатів.

Обмін думками в експертів може бути вільним та регламентованим. При вільному спілкуванні ряд експертів може домінувати над іншими, регламентоване спілкування вимагає складнішої організації, коли спочатку думки висловлюються без обговорення, а через деякий час дискутуються.

Аналіз та управління в умовах невизначеності потребує вирішення значної кількості оптимізаційних, багатокритеріальних завдань, задач мережевого планування, транспортних завдань, завдань розміщення.

Виявлення всього спектра ризиків є попередньою фазою забезпечення безпеки. Якщо є уявлення про небезпеки, можна уникнути ризиків та протистояти їм. Частина ризиків може бути передана страховим організаціям, включаючи страхування майна, медичне страхування. Необхідність класифікації ризиків пояснюється бажанням передбачити та передбачити несприятливий результат.

Управління ризиками за умов невизначеності означає необхідність вибору варіанта рішення, коли альтернатива прийняття рішень має безліч результатів, ймовірності яких невідомі.

Одним з перспективних напрямів аналізу та управління розвитком за умов невизначеності і неоднозначності зовнішнього середовища є теорія графів з використанням алгоритму Форда-Фалкерсона [10-12].

Управління при дії зовнішнього середовища, що постійно змінюється, з настанням змін вирішується з використанням алгоритму Форда-Фалкерсона. Мережа можливих переміщень розглядається як пов'язаний оргграф $G(V,E)$ з пропускну здатністю $c(u,v)$ та потоком $f(u,v) = 0$ для ребер з u в v . Необхідно знайти максимальний потік ресурсів із джерела s у стік t .

На кожному кроці алгоритму для всіх потоків діють ідентичні умови

- $f(u,v) \leq c(u,v)$, тобто потік з u в v не перевищує пропускну здатність;
- $f(u,v) = f(v,u)$;
- $\sum f(u,v) = 0 \iff f_{\text{вихід}}(u) = f_{\text{вхід}}(u)$ для всіх вузлів u окрім s и t . Тобто потік не змінюється при проходженні через вузол;
- потік у мережі дорівнює сумі потоків всіх дуг, інцидентних стоку графа.

Відповідно до алгоритму Форда-Фалкерсона мережа сприймається як пов'язаний оргграф, орієнтований в одному напрямку. Алгоритм дозволяє вдосконалити задачу лінійного програмування. Він використовує властивості збереження потоку та є псевдополіноміальним.

Ініціалізація мережі відбувається наступним чином. У кожному ланцюгу мережі визначається найменше значення для ребер. Для ідентифікації дуг у мережі наступні ініціалізації дуг поділяються на це число. Насичення мережі відбувається за напрямками дуг. Алгоритм починає роботу з нульового потоку і кожної ітерації збільшує його величину. Потім величина потоку ітеративно збільшується за допомогою пошуку шляху, вздовж якого можна надіслати якомога більший потік.

Алгоритм починає роботу з нульового потоку і кожної ітерації збільшує потік мережі, поки дуга мережі стане насиченою. Потік в мережі, для якої не можна побудувати ланцюг, що збільшується, є максимальним. При побудові мережі від джерела до стоку використовується розстановка міток. Це необхідно для того, щоб визначити величину потоку, яка можна змінити його значення.

Для знаходження ланцюга, вздовж якого можна направити потік, що поступово збільшується, використовується розстановка міток. Кожній дузі приписується вага, що записується через дріб на ребрі вихідної мережі (рис. 1).

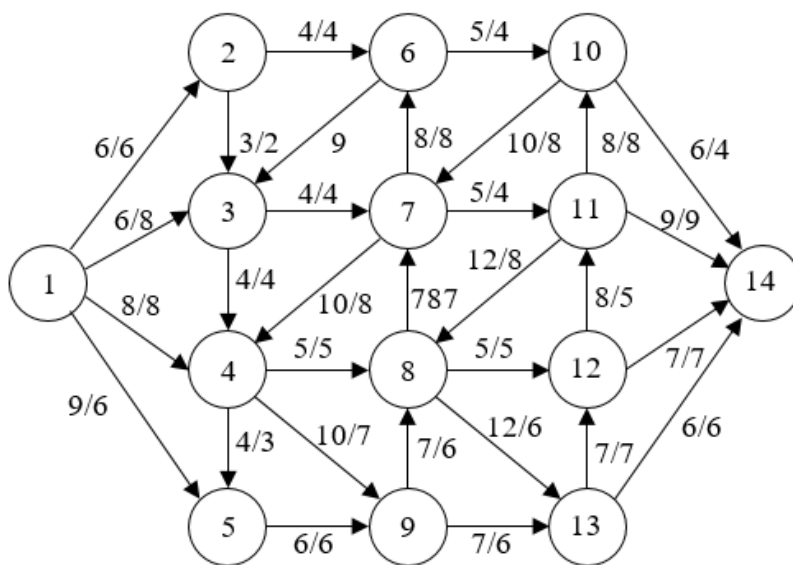


Рисунок 1 – Алгоритм Форда-Фалкерсона

Конкретизація застосування алгоритму Форда-Фалкерсона на різних ітераціях прийняття рішень пов'язана з комбінаторикою. Методологічне забезпе-

ISSN 1562-9945 (Print)
ISSN 2707-7977 (Online)

чення збереження ресурсних потоків в умовах глобальних ризиків пов'язане із синхронізацією його використання залежно від споживчих переваг та вимушених заходів посилення чи обмеження на виробничу діяльність.

Аналіз статистичної звітності дозволяє провести ініціалізацію та визначити ваги дуг оргграфа мережі (рис. 2).

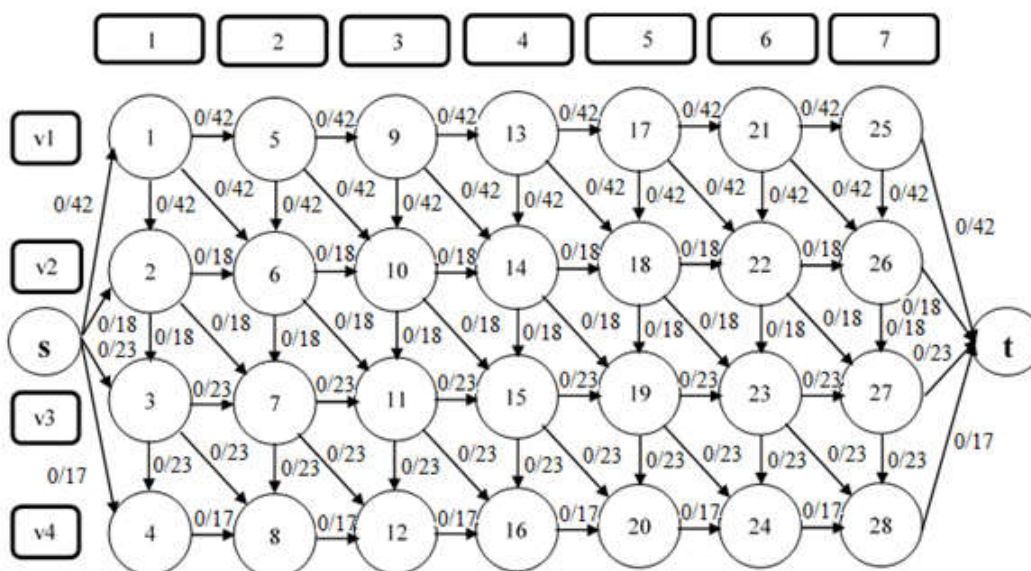


Рисунок 2 – Ініціалізація та визначення ваги дуг оргграфа мережі
де v_i – ваги дуг, 1, 2, ..., 7 – етапи розвитку

Приклади можливих реалізацій запропонованої комбінаторики в різний час припинення виробничої діяльності наведені на рис. 3-5.

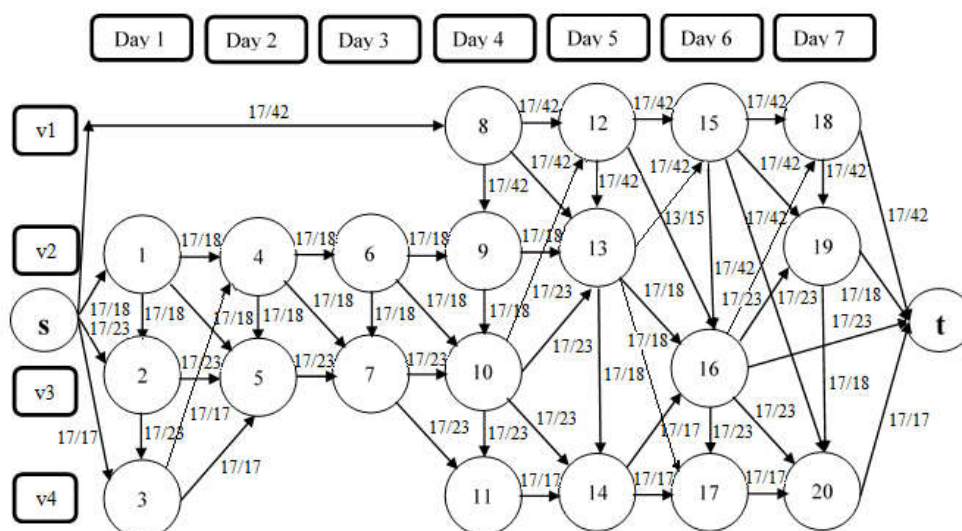


Рисунок 3 – Реалізація комбінаторики знаходження максимального ресурсного потоку модифікованої мережі (приклад 1)

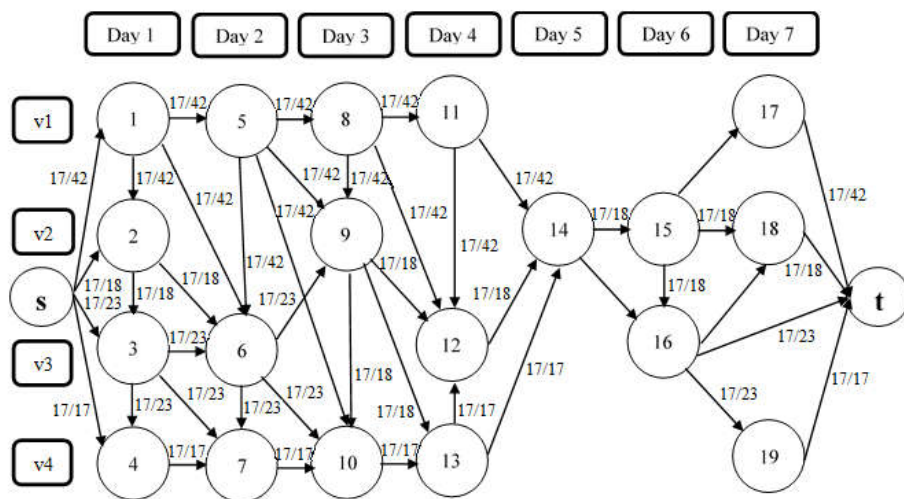


Рисунок 4 – Реалізація комбінаторики знаходження максимального ресурсного потоку модифікованої мережі (приклад 2)

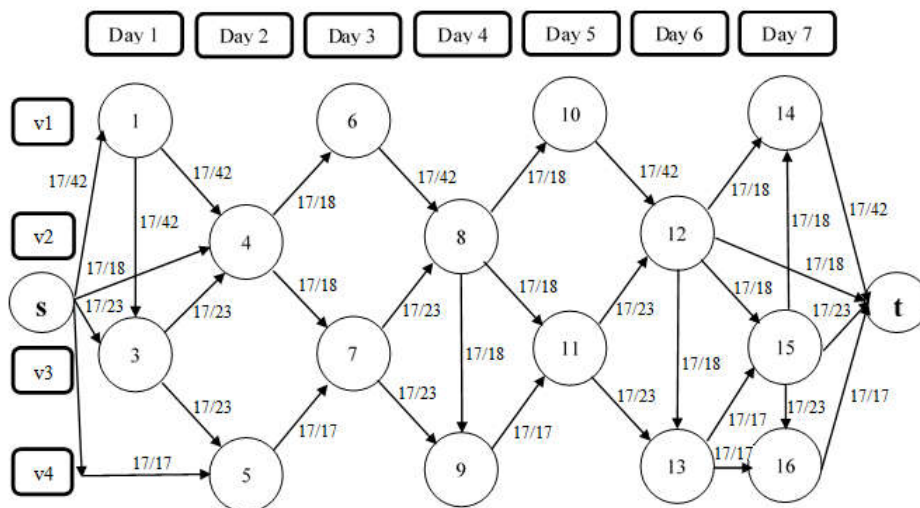


Рисунок 5 – Реалізація комбінаторики знаходження максимального ресурсного потоку модифікованої мережі (приклад 3)

В умовах глобальних ризиків не варто розраховувати лише на один напрямок розвитку. Раптове виникнення обмежень змушує перейти на іншу гілку мережі, для чого в мережі передбачені додаткові вертикальні ребра зі своїми ймовірностями прояву та пропускними здібностями. Оскільки зміна ситуації має непередбачуваний характер, перехід з однієї гілки на іншу може відбуватися спонтанно, що відображено наявністю у вихідній мережі похилих ребер, що мають свою спрямованість та власні вагові коефіцієнти.

Зупинка розвитку будь-якої гілки проводиться синхронно з моментами виникнення обмежень і також може бути зроблена на будь-якій ітерації процесу реалізації у будь-який момент часу. Тому наявна комбінаторика реалізацій. Оскільки реалізація такого модифікованого продукту відбувається у різних місцях, то така комбінаторика буде орієнтованою в часі.

Висновки. Впровадження методики переходу з однієї гілки орієнтованої мережі на іншу в момент припинення її реалізації внаслідок виникнення непередбачуваного впливу факторів зовнішнього середовища забезпечує розподіл ризиків між компонентами.

Використання комбінаторики пропонуванних варіантів взаємодій у просторі станів, їх реалізації у різні моменти ітерацій, їх застосування із синхронізацією пропускнуої спроможності потоків дозволяє знизити ризики, що виникають при функціонуванні систем.

ЛІТЕРАТУРА

1. Братюк В.П. Особливості процесу управління ризиками, прийнятими на страхування / Віра Петрівна Братюк, Катерина Юріївна Байса//Економічний аналіз: зб. наук. праць/Тернопільський національний економічний університет; редкол.: В.А. Дерій (голов. ред.) та ін. – Тернопіль: Видавничо-поліграфічний центр Тернопільського національного економічного університету “Економічна думка”, – Том 17. – №1. – С. 112-119. – ISSN 1993-0259, 2014.
2. Faure M. and Heine K. Insurance as a Remedy against Financial Crisis, The Dovenschmidt Quarterly, 2(1): pp.35-41, 2014.
<https://doi.org/10.5553/DOQU/221199812014002001004>.
3. Chatkaewnapanon Y., Kelly J.M. Community arts as an inclusive methodology for sustainable tourism development, Journal of Place Management and Development, 12 (3), pp. 365-390, 2019. <https://doi.org/10.1108/JPMD-09-2017-0094>.
4. Dinitz M., Nazari Y. Massively parallel approximate distance sketches, Leibniz International Proceedings in Informatics, LIPIcs, 153, art. no. 35., 2020. <https://doi.org/10.4230/LIPIcs.OPODIS.2019.35>.
5. Alford P., Jones R. The lone digital tourism entrepreneur: knowledge acquisition and collaborative transfer, Tourism Management, 81, art. no. 104139, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2020.104139>.
6. Wichmann J., Wibotzki M., Sandkuhl K. Toward a smart town: Digital innovation and transformation process in a public sector environment, Smart Innovation, Systems and Technologies, 189, pp. 89-99, 2021.
https://doi.org/10.1007/978-981-15-5784-2_8.

7. Grima S., Thalassinou E. Editorial: Risk Management Models and Theories Volume II. *Front. Appl. Math. Stat.* 7:676404, 2021.
<https://doi.org/10.3389/fams.2021.676404>.
8. Vogiatzis C., Pardalos P.M. Combinatorial Optimization in Transportation and Logistics Networks. In: Pardalos P., Du DZ., Graham R. (eds) *Handbook of Combinatorial Optimization*. Springer, New York, NY, 2013.
https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7997-1_63.
9. Chauhan S.S., Sivadurgaprasad C., Kadambur R., Kotecha P. A novel strategy for the combinatorial production planning problem using integer variables and performance evaluation of recent optimization algorithms. *Swarm and Evolutionary Computation*, Volume 43, pp. 225-243, 2018.
<https://doi.org/10.1016/j.swevo.2018.04.004>.
10. Dash P., Rahman M.M., Zohora F.T. An alternate simple approach to obtain the maximum flow in a network flow problem, *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13 (Specialissue10), pp. 8270-8276, 2018.
<https://doi.org/10.3923/jeasci.2018.8270.8276>.
11. Laube U., Nebel M.E. Maximum Likelihood Analysis of the Ford–Fulkerson Method on Special Graphs, *Algorithmica*, 74 (4), pp. 1224-1266, 2016.
<https://doi.org/10.1007/s00453-015-9998-5>.
12. Qu Q.-K., Chen F.-J., Zhou X.-J. Road traffic bottleneck analysis for expressway for safety under disaster events using blockchain machine learning, *Safety Science*, 118, pp. 925-932, 2019.
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.06.030>.

REFERENCES

1. Bratyuk V.P. Osoblivosti procesu upravlinnya rizikami, priinyatimi na strahuvannya / Vira Petrivna Bratyuk, Katerina YUriivna Baisa//*Ekonomichnii analiz: zb. nauk. prac'/Ternopil's'kii nacional'nii ekonomichnii universitet; redkol. : V.A. Derii (golov. red.) ta in. – Ternopil': Vidavnicho-poligrafichnii centr Ternopil's'kogo nacional'nogo ekonomichnogo universitetu “Ekonomichna dumka”, – Tom 17. – №1. – S. 112-119. – ISSN 1993-0259, 2014.*
2. Faure M. and Heine K. Insurance as a Remedy against Financial Crisis, *The Dovenschmidt Quarterly*, 2(1): pp.35-41, 2014.
<https://doi.org/10.5553/DOQU/221199812014002001004>.
3. Chatkaewnapanon Y., Kelly J.M. Community arts as an inclusive methodology for sustainable tourism development, *Journal of Place Management and Development*, 12 (3), pp. 365-390, 2019. <https://doi.org/10.1108/JPMD-09-2017-0094>.

4. Dinitz M., Nazari Y. Massively parallel approximate distance sketches, *Leibniz International Proceedings in Informatics, LIPIcs*, 153, art. no. 35., 2020. <https://doi.org/10.4230/LIPIcs.OPODIS.2019.35>.
5. Alford P., Jones R. The lone digital tourism entrepreneur: knowledge acquisition and collaborative transfer, *Tourism Management*, 81, art. no. 104139, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2020.104139>.
6. Wichmann J., Wibotzki M., Sandkuhl K. Toward a smart town: Digital innovation and transformation process in a public sector environment, *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 189, pp. 89-99, 2021. https://doi.org/10.1007/978-981-15-5784-2_8.
7. Grima S., Thalassinou E. Editorial: Risk Management Models and Theories Volume II. *Front. Appl. Math. Stat.* 7:676404, 2021. <https://doi.org/10.3389/fams.2021.676404>.
8. Vogiatzis C., Pardalos P.M. Combinatorial Optimization in Transportation and Logistics Networks. In: Pardalos P., Du DZ., Graham R. (eds) *Handbook of Combinatorial Optimization*. Springer, New York, NY, 2013. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7997-1_63.
9. Chauhan S.S., Sivadurgaprasad C., Kadambur R., Kotecha P. A novel strategy for the combinatorial production planning problem using integer variables and performance evaluation of recent optimization algorithms. *Swarm and Evolutionary Computation*, Volume 43, pp. 225-243, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.swevo.2018.04.004>.
10. Dash P., Rahman M.M., Zohora F.T. An alternate simple approach to obtain the maximum flow in a network flow problem, *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13 (Specialissue10), pp. 8270-8276, 2018. <https://doi.org/10.3923/jeasci.2018.8270.8276>.
11. Laube U., Nebel M.E. Maximum Likelihood Analysis of the Ford–Fulkerson Method on Special Graphs, *Algorithmica*, 74 (4), pp. 1224-1266, 2016. <https://doi.org/10.1007/s00453-015-9998-5>.
12. Qu Q.-K., Chen F.-J., Zhou X.-J. Road traffic bottleneck analysis for expressway for safety under disaster events using blockchain machine learning, *Safety Science*, 118, pp. 925-932, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.06.030>.

Received 12.01.2022.
Accepted 14.01.2022.

***Spatio temporal combinatorics of resource flows conservation and reduction of risks
in conditions of uncertainty of the external environment***

Management of non structured and weakly structured systems for the impacts of the dynamic changes is not have a developed methodological basis. Management decisions are made on the basis of stochastic recommendations based on the results of existing experience with extrapolation to future trends without taking into account risks and possible faults. It is not necessary to introduce a great lack of value and inadequacy of acceptance of solutions, related to a wide range of criteria for assessments, without a wide range of factors, and highly direct indicators. When modeling management in the conditions of uncertainties of the environment, which are constantly changing, a large variety of source data is possible.

The development of methods and models to support decision making in terms of geographically distributed processes is a very complex and non trivial task. All interactions take place within a territorially distributed system. Such model can be built on a continuous basis, but it cannot be used to analyze spatial areas in real time.

To reduce the level of risk and the results of possible losses, it is necessary to carefully study the possible carriers of risk, taking into account their individual characteristics, as well as market participants with the development of their original methods of risk management. The initial information on identifying problems of unstable market development is contained in the ratio of internal and external destabilizing factors. Information as an integral part of doing business plays a key role in reducing the risks that ensure the commercialization of proposals.

Decision making in a complex system is that from the available set of acceptable controls, it is necessary to identify several options that are the best. The rule that establishes the advantage in many solutions is the principle of optimality. When solving problems of optimal control as a set of valid alternatives use the combinatorics of acceptable management.

An important difference between the construction of mathematical models of complex systems is that the modeling is not above the global function and the allocation of the main parts, and below, with the construction of models of individual processes and lower hierarchical levels. Larger modules and the system as a whole are modeled on the basis of reasonable complexity. Combinatorics is directly related to simulation modeling, when it is impossible to apply mathematical solutions to problems in conditions of uncertainty.

A perspective area of analysis and management of development under conditions of uncertainty and ambiguity of the external environment is graph theory using the Ford Falkerson algorithm. Control under the action of constantly changing environments with the onset of change is solved using the Ford Falkerson algorithm. The network of possible movements is considered as a connected digraph.

In the conditions of global risks it is not necessary to count only on one direction of development. The sudden emergence of restrictions forces to move to another branch of the network, for which the network provides additional vertical edges with their probabilities and bandwidth. As the change of the situation is unpredictable, the transition from one branch to another can occur spontaneously, which is reflected in the presence in the source network of inclined edges that have their own direction and their own weights.

The introduction of the method of transition from one branch of the oriented network to another at the time of termination of its implementation due to the unpredictable influence of environmental factors ensures the distribution of risks between the components.

The use of combinatorics of the proposed options for interactions in the state space, their implementation at different moments of iterations, their application with the synchronization of flow throughput can reduce the risks arising from the functioning of systems.

Keywords: risks, transformation, combinatorics, risk distribution, uncertainty of the external environment, poorly structured systems, systems management, risk management, multicriteria.

Петрушенко Наталя Володимирівна – аспірант кафедри економіки, підприємництва та економічної безпеки, Херсонський національний технічний університет.

Natalia Petrushenko - postgraduate student of the Department of Economics, Entrepreneurship and Economic Security, Kherson National Technical University.