

УДК 519.7:007.52; 519.711.3

DOI <https://doi.org/10.32782/IT/2025-1-4>

Ірина ВЕЧІРСЬКА

кандидат технічних наук, доцент кафедри інформатики, старший науковий співробітник, Харківський національний університет радіоелектроніки, просп. Науки, 14, Харків, Україна, 61166

ORCID: 0000-0001-7964-2361

Scopus Author ID: 56440024900

Олексій ІЩЕНКО

магістр кафедри інформатики, Харківський національний університет радіоелектроніки, просп. Науки, 14, Харків, Україна, 61166

ORCID: 0009-0003-5683-5939

Олена ЯКОВЛЕВА

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформатики, Харківський національний університет радіоелектроніки, просп. Науки, 14, Харків, Україна, 61166

ORCID: 0000-0002-6129-6146

Scopus Author ID: 55919417800

Бібліографічний опис статті: Вечірська, І., Іщенко, О., Яковлева, О. (2025). Предикатний аналіз даних для побудови системи вибору оптимального місця відпочинку у вигляді логічної мережі. *Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*, 26–32, doi: <https://doi.org/10.32782/IT/2025-1-4>

ПРЕДИКАТНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ДЛЯ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО МІСЦЯ ВІДПОЧИНКУ У ВИГЛЯДІ ЛОГІЧНОЇ МЕРЕЖІ

Актуальність. Стрімкий розвиток інформаційних технологій суттєво збільшує обсяги даних, що необхідно опрацьовувати. Тому важливою є розробка та застосування нових математичних методів аналізу даних довільної природи. Саме цьому для системного аналізу даних обрано мову скінченних предикатів, що дозволяє проводити декомпозицію багатомісцевих відношень.

Мета. З одного боку предикатний аналіз дає змогу формалізувати як цифрову, так і природномовну інформацію. З іншого відповідна декомпозиція багатовимірного відношення у вигляді композиції бінарних відношень дозволить прискорити процес обробки інформації при пошуці оптимального розв'язку за рахунок паралельної обробки бінарних відношень, що відповідають вузлам логічної мережі. Метою роботи є дослідження та декомпозиція предметної області для побудови математичної моделі у вигляді логічної мережі.

Методологія. Методика побудови логічної мережі шляхом розбиття складних багатомісцевих предикатів на комбінацію простіших бінарних предикатів дозволяє побудувати інформаційну систему, що насправді розв'язує задачі не тільки аналізу, але й синтезу та порівняння. Це забезпечується застосуванням лінійних логічних перетворень на кожному кроці роботи мережі.

Наукова новизна. Детальний системний аналіз конкретної предметної області дає змогу побудувати математичну модель конкретної задачі вибору. Таким чином, складну систему вибору місця відпочинку було представлено у вигляді логічної моделі, що складається з композиції дев'яти бінарних предикатів. У статті вони подані у вигляді дводольних графів і відповідних формул. Побудована математична модель містить предикат, що залежить від десяти змінних, і є основою для ефективного аналізу та порівняння варіантів.

Висновки. Практичне значення роботи полягає у аналізі предметної області шляхом декомпозиції даних при побудові математичної моделі для логічної мережі, що дозволяє спростити відношення «багато до багатьох» до «один до одного», і сприяє швидкій обробці інформації. У підсумку, побудована логічна мережа допомагає ефективно знаходити оптимальний вид відпочинку для клієнта на основі заданих параметрів, а також вирішувати задачі аналізу, синтезу та порівняння.

Ключові слова: предметна область, декомпозиція, алгебра скінченних предикатів, математична модель, логічна мережа, бінарне відношення, дводольний граф.

Iryna VECHIRSKA

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Informatics, Senior Researcher, Kharkiv National University of Radio Electronics, 14, Nauky Ave., Kharkiv, Ukraine, 61166, iryna.vechirska@nure.ua

ORCID: 0000-0001-7964-2361

Scopus Author ID: 56440024900

Oleksii ISHCHENKO

Postgraduate Student at the Department of Informatics, Kharkiv National University of Radio Electronics, 14, Nauky Ave., Kharkiv, Ukraine, 61166

ORCID: 0009-0003-5683-5939

Olena YAKOVLEVA

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Informatics, Kharkiv National University of Radio Electronics, 14, Nauky Ave., Kharkiv, Ukraine, 61166

ORCID: 0000-0001-7964-2361

Scopus Author ID: 56440024900

To cite this article: Vechirska, I., Ishchenko, O., Yakovleva, O. (2025). Predykatnyi analiz danykh dlia pobudovy systemy vyboru optymalnoho mistsia vidpochynku u vyhliadi lohichnoi merezhi [Predicate Data Analysis for Building a Logical Network-Based System for Optimal Vacation Spot Selection]. *Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*, 26–32, doi: <https://doi.org/10.32782/IT/2025-1-4>

PREDICATE DATA ANALYSIS FOR BUILDING A LOGICAL NETWORK-BASED SYSTEM FOR OPTIMAL VACATION SPOT SELECTION

Relevance. The rapid development of information technologies significantly increases the volume of data that needs to be processed. Therefore, the development and application of new mathematical methods for analyzing data of various types are of great importance. To address this issue, the language of finite predicates was chosen for systematic data analysis, as it allows for the decomposition of multi-place relations.

Objective. From a theoretical perspective, predicate analysis facilitates the formalization of information represented in both digital and natural language formats. Alternatively, an appropriate decomposition of a multidimensional relation into a composition of binary relations can enhance information processing efficiency when determining an optimal solution by enabling parallel processing of binary relations corresponding to the nodes of a logical network. The objective of this study is to investigate and decompose the problem domain to construct a mathematical model in the form of a logical network.

Methodology. The approach to constructing a logical network by decomposing complex multi-place predicates into a combination of simpler binary predicates enables the development of an information system that not only performs analysis but also synthesis and comparison tasks. This is achieved by applying linear logical transformations at each step of the network's operation.

Scientific novelty. A detailed systematic analysis of a specific subject area allows for the construction of a mathematical model of a particular selection problem. Thus, the complex system for selecting a vacation spot was represented as a logical model consisting of a composition of nine binary predicates. In the article, they are presented in the form of bipartite graphs and corresponding formulas. The developed mathematical model includes a predicate dependent on ten variables and serves as the basis for effective analysis and comparison of options.

Conclusions. The practical significance of this work lies in the subject area analysis through data decomposition during the construction of a mathematical model for a logical network. This approach simplifies many-to-many relationships into one-to-one relationships, thereby facilitating faster information processing. Ultimately, the constructed logical network effectively assists in finding the optimal vacation type for a client based on specified parameters, as well as solving analysis, synthesis, and comparison tasks.

Key words: subject area, decomposition, finite predicate algebra, mathematical model, logical network, binary relation, bipartite graph.

Актуальність проблеми. Великий потік інформаційних систем в найрізноманітніших галузях призводить до актуалізації пошуку різних способів упорядкування і формалізації даних. Причому методи формалізації мають

працювати з об'єктами довільної природи. Для того, щоб побудувати інформаційну систему, необхідно провести детальний аналіз її предметної області і виявити усі взаємозв'язки, всі можливі взаємодії у цій системі. (Вдовиченко,

2021). Існують різні моделі подання знань, вхідна інформація в систему може потрапляти у різному вигляді (Мельник, 2022), зокрема, часто це слова. З огляду на це було обрано мову алгебри скінченних предикатів як мову опису об'єктів довільної природи. За рахунок введення до базису алгебри предикату упізнавання предметів як логічної функції зі значеннями «істинно», «хибно» забезпечується така універсальність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Логічні моделі застосовують для формалізації та оцінювання різних аспектів наукової та економічної діяльності, а також сфери управління. (Менькова, 2020; Сидоренко, 2024). А також розроблено структурно-логічні моделі, що дозволяють знижувати ризики в стратегічному управлінні та ефективніше адаптуватися до змінного середовища (Урбанський, 2024). Попри значну кількість досліджень у сфері створення інформаційних систем, деякі аспекти залишаються недостатньо вивченими та потребують подальшого аналізу для підвищення ефективності прийняття оптимальних, в тому числі управлінських, рішень. Серед таких потреба у детальнішому дослідженні того, як різні фактори впливають на довгострокове планування в умовах цифрової трансформації та динамічних змін, тобто виявлення і дослідження усіх взаємозв'язків системи та водночас відсутність комплексного підходу, що дозволяв би ефективно проводити їх синтез в існуючі системи стратегічного управління, враховуючи особливості конкретних організацій (Урбанський, 2024). Використання предикатного аналізу для побудови логічних моделей останнім часом набуло актуальності. За допомогою логічних мереж було досліджено різні галузі: діагностика та управління надзвичайними ситуаціями надзвичайних ситуацій (Вечірська, 2015), моделювання систем адаптивного тестування знань (Ляшик, 2023), вибір танцювальної студії (Vechirska, 2024) та інші.

Визначення мети дослідження. Вибір оптимального роз'язку для будь-якої інформаційної системи залежить від різних факторів. Деякі виділені критерії взаємопов'язані між собою, тоді як інші є незалежними. Тому першим кроком у процесі вибору є створення парадигматичної таблиці, що містить максимально широкий перелік характеристик, які впливають на прийняття рішення. Наступним етапом є виявлення внутрішніх зв'язків між критеріями, що веде до формування підгрупи взаємопов'язаних параметрів та визначення зв'язків між ними. Так виконується декомпозиція багатомісцевого вихідного предикату, що залежить від особливостей конкретної предметної області.

Метою роботи є підвищення швидкості обробки інформації логічною мережею за рахунок проведення декомпозиції багатомісцевого відношення у вигляді композиції відповідних бінарних. Побудова логічної мережі базується на принципах алгебри скінченних предикатів (Козирев, 2024), де предикат визначає взаємозв'язок між багатомісцевими відношеннями та логічними змінними (0 або 1). Важливим етапом є аналіз предметної області, який передбачає виділення основних змінних та їх характеристик, визначення взаємозв'язків між багатомісцевими відношеннями (Shubin, 2021). Однією з найскладніших частин цього процесу є класифікація характеристик на групи, які мають спільний зміст, оскільки вони відображають споріднені взаємозв'язки між параметрами вибору. Тому важливо дослідити логічні мережі різної тематики для подальшого виявлення закономірностей та вдосконалення підходу до побудови логічних мереж.

Постановка задачі. На сьогодні в світі працюють тисячі туристичних агенств. Послугами агенств користуються люди різного віку, стану здоров'я, матеріального стану, з різними вподобаннями щодо відпочинку і т.д. Виділимо фактори, що впливають на вибір клієнта і такі, що формують вибір відповідного курорту. Перший виділений фактор – це пора року, коли відповідний курорт може функціонувати.

Далі курорти розподіляють за місцезнаходженням (країна) та направленістю (пляжний, активний і т.д.). Основні критерії, від яких найчастіше залежить вибір готелю, – це кількість зірок і ціна. Кількість зірок – показник якості сервісу готелю, ціна – те, що хоче готель за свій сервіс, яка в залежності від кількості зірок буде змінюватись. Після вибору готелю необхідно обрати умови трансферу.

Дослідження залежності місцезнаходження курорту та направленості. Для дослідження залежності місцезнаходження курорту та направленості введемо необхідні змінні: x_1 – місцезнаходження, що буде характеризуватись країною, в якій знаходиться курорт, x_2 – направленість курорту – пляжний, активний, екскурсійний, оздоровчий. В даній роботі досліджено ті курорти, що знаходяться в наступних 3 країнах: Турція, Україна, Індонезія.

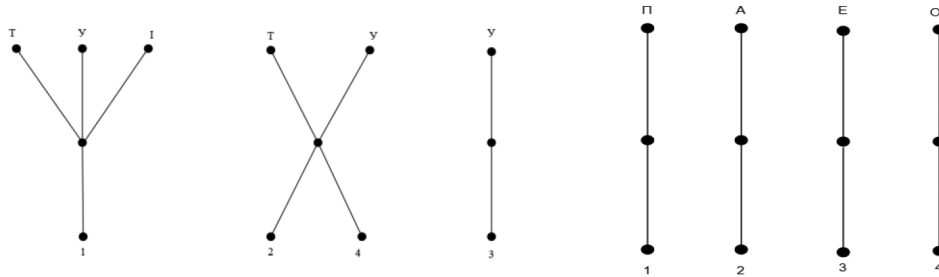
Таким чином, отримаємо наступний набір змінних: x_1^T – Турція, x_1^U – Україна, x_1^I – Індонезія, x_2^P – пляжний, x_2^A – активний, x_2^E – екскурсійний, x_2^O – оздоровчий.

На основі цих даних побудуємо парадигматичну таблицю і формулюємо зв'язки між змінними:

Таблиця 1

Дослідження залежності між місцезнаходженням і направленням курорту

$x_1 \backslash x_2$	Пляжний	Активний	Екскурсійний	Оздоровчий
Турція	$x_1^T x_2^T = q_1$	$x_1^T x_2^A = q_4$	—	$x_1^T x_2^O = q_7$
Україна	$x_1^Y x_2^T = q_2$	$x_1^Y x_2^A = q_5$	$x_1^Y x_2^E = q_6$	$x_1^Y x_2^O = q_8$
Індонезія	$x_1^I x_2^T = q_3$	—	—	—

**Рис. 1. Дводольний граф K і x_1 та граф K і x_2**

Далі виконуємо операцію почленної диз'юнкції якнайбільшої кількості споріднених зв'язків: $(x_1^T \vee x_1^Y \vee x_1^I)x_2^T = q_1 \vee q_2 \vee q_3 = K_1$; $(x_1^T \vee x_1^Y)x_2^A = q_4 \vee q_5 = K_2$; $x_1^Y x_2^E = q_6 = K_3$; $(x_1^T \vee x_1^Y)x_2^O = q_7 \vee q_8 = K_4$.

Після чого проведемо бінаризацію, при якій змінна K встановлює взаємозв'язок x_1 і x_2 , та зобразимо зв'язки у вигляді дводольних графів:

$$P_1(x_1, K) = (x_1^T \vee x_1^Y \vee x_1^I)K_1 \vee (x_1^T \vee x_1^Y)(K_2 \vee K_4) \vee x_1^Y K_3;$$

$$P_2(x_2, K) = x_2^T K_1 \vee x_2^A K_2 \vee x_2^E K_3 \vee x_2^O K_4.$$

Дослідження залежності кількості зірок готелю від ціни. Як згадувалось раніше, при виборі курорту також обирається і готель. В основному, зазвичай клієнт, при виборі готелю, відштовхується від кількості зірок у готеля і ціни. Кількість зірок характеризує рівень престижу готеля. Оскільки у різних готелів може бути істотна різниця в ціні за однакової кількості зірок, тому будемо розглядати 3 цінові категорії проти 5 зірок. Цінові категорії нумерують від 1 до 3, де 1 – найнижча ціна, відповідно 3 – найвища. Під ціною розглядаємо ціну проживання в номері за 1 день в період сезону, при якому курорт актуальний. Виділимо 3 цінові категорії: 1 – 0–1500 грн/добу, 2 – 1500–9000 грн/добу, 3 – 9001+ грн/добу. Таким чином, набір змінних має наступний вигляд: $y_1^1, y_1^2, y_1^3, y_1^4, y_1^5$ – кількість зірок готеля, y_2^1, y_2^2, y_2^3 – цінові категорії номерів.

Побудуємо парадигматичну таблицю і сформуємо зв'язки між змінними.

$$y_1^1 y_2^1 = c_1; \quad y_1^2 y_2^2 = c_2; \quad y_1^3 y_2^2 = c_3; \quad y_1^4 y_2^3 = c_4; \quad y_1^5 y_2^3 = c_5.$$

Далі сформуємо споріднені зв'язки: $y_1^1 y_2^1 = c_1 = O_1$; $(y_1^2 \vee y_1^3)y_2^2 = c_2 \vee c_3 = O_2$; $(y_1^4 \vee y_1^5)y_2^3 = c_4 \vee c_5 = O_3$.

Таблиця 2

Дослідження залежності кількості зірок і ціни

Кількість зірок готеля, y_1	Цінова категорія готеля, y_2
1	1
2	2
3	2
4	3
5	3

$$= c_4 \vee c_5 = O_3.$$

Далі проведемо бінаризацію, при яких змінна O буде зв'язувати y_1 і y_2 :

$$P_3(y_1, O) = y_1^1 O_1 \vee (y_1^2 \vee y_1^3) O_2 \vee (y_1^4 \vee y_1^5) O_3;$$

$$P_4(y_2, O) = y_2^1 O_1 \vee y_2^2 O_2 \vee y_2^3 O_3.$$

Дослідження способу поїздки від ціни. Обираючи курорт, важливо звернути увагу на спосіб поїздки на курорт: вид транспорту, кількість пересадок. В залежності від параметрів, наведених раніше, залежатиме ціна проїзду. Звичайно, що літак швидше доставить на курорт, ніж автобус, але ціна квитка на літак дорожча, ніж на автобус, при цьому можна економити кошти, обравши маршрут з великою кількістю пересадок. Таким чином, отримаємо наступний набір змінних: u_1^0 – без пересадок, u_1^1 – 1 пересадка, u_1^2 – 2 пересадки, u_1^3 – 3 пересадки, u_2^C – літак, u_2^A – автобус, u_3^1 – 1 цінова категорія (0–500 грн за квиток), u_3^2 – 2 цінова категорія (501–4000 грн за квиток), u_3^3 – 3 цінова категорія (4001+ грн за квиток).

Побудуємо парадигматичну таблицю та сформуємо зв'язки між змінними.

Таблиця 3

Дослідження залежності між транспортом, кількістю пересадок і ціною

Пересадки	Ціна	
	Автобус	Літак
0	$u_1^0 u_2^A u_3^2 = b_1$	$u_1^0 u_2^C u_3^3 = b_5$
1	$u_1^1 u_2^A u_3^2 = b_2$	$u_1^1 u_2^C u_3^3 = b_6$
2	$u_1^2 u_2^A u_3^1 = b_3$	$u_1^2 u_2^C u_3^2 = b_7$
3	$u_1^3 u_2^A u_3^1 = b_4$	$u_1^3 u_2^C u_3^1 = b_8$

Далі виконаємо операцію почленної диз'юнкції та отримаємо споріднені зв'язки:

$$(u_1^0 \vee u_1^1) u_2^A u_3^2 = b_1 \vee b_2 = T_1;$$

$$(u_1^1 \vee u_1^3) u_2^A u_3^1 = b_3 \vee b_4 = T_2;$$

$$(u_1^0 \vee u_1^1) u_2^C u_3^3 = b_5 \vee b_6 = T_3; \quad u_1^2 u_2^C u_3^2 = b_7 = T_4;$$

$$u_1^3 u_2^C u_3^1 = b_8 = T_5.$$

Після цього проведемо бінаризацію, при якому змінна T зв'язуватиме u_1 , u_2 та u_3 :

$$P_5(u_1, T) = (u_1^0 \vee u_1^1) T_1 \vee (u_1^2 \vee u_1^3) T_2 \vee (u_1^0 \vee u_1^1) T_3 \vee u_1^2 T_4 \vee u_1^3 T_5 =$$

$$P_6(u_2, T) = u_2^A T_1 \vee u_2^A T_2 \vee u_2^C T_3 \vee u_2^C T_4 \vee u_2^C T_5 =$$

$$= u_2^A (T_1 \vee T_2) \vee u_2^C (T_3 \vee T_4 \vee T_5)$$

$$P_7(u_3, T) = u_3^2 T_1 \vee u_3^1 T_2 \vee u_3^3 T_3 \vee u_3^2 T_4 \vee u_3^1 T_5 =$$

$$= u_3^1 (T_2 \vee T_5) \vee u_3^2 (T_1 \vee T_4) \vee u_3^3 T_3$$

Побудова математичної моделі для залежності готеля від курорта та поїздки від курорта.

Проводимо бінаризацію:

$$P_8(K, O) = x_1^T x_2^T (y_1^2 y_2^2 \vee y_1^3 y_2^2 \vee y_1^4 y_2^2 \vee y_1^5 y_2^2) \vee$$

$$\vee x_1^T x_2^A (y_1^2 y_2^2 \vee y_1^3 y_2^2 \vee y_1^4 y_2^2 \vee y_1^5 y_2^2) \vee$$

$$\vee x_1^T x_2^O (y_1^2 y_2^2 \vee y_1^3 y_2^2 \vee y_1^4 y_2^2 \vee y_1^5 y_2^2) \vee$$

$$\vee x_1^Y x_2^T (y_1^1 y_2^1 \vee y_1^2 y_2^1 \vee y_1^3 y_2^1 \vee y_1^4 y_2^1 \vee y_1^5 y_2^1) \vee$$

$$\vee x_1^Y x_2^A (y_1^1 y_2^1 \vee y_1^2 y_2^1 \vee y_1^3 y_2^1 \vee y_1^4 y_2^1 \vee y_1^5 y_2^1) \vee$$

$$\vee x_1^Y x_2^E (y_1^1 y_2^1 \vee y_1^2 y_2^1 \vee y_1^3 y_2^1 \vee y_1^4 y_2^1 \vee y_1^5 y_2^1) \vee$$

$$\vee x_1^Y x_2^O (y_1^1 y_2^1 \vee y_1^2 y_2^1 \vee y_1^3 y_2^1 \vee y_1^4 y_2^1 \vee y_1^5 y_2^1) \vee$$

$$\vee x_1^I x_2^T (y_1^1 y_2^1 \vee y_1^2 y_2^1 \vee y_1^3 y_2^1 \vee y_1^4 y_2^1 \vee y_1^5 y_2^1) =$$

$$= (x_1^T x_2^T \vee x_1^T x_2^A \vee x_1^T x_2^O) (y_1^2 y_2^2 \vee y_1^3 y_2^2 \vee y_1^4 y_2^2 \vee y_1^5 y_2^2) \vee$$

$$\vee (x_1^Y x_2^T \vee x_1^Y x_2^A \vee x_1^Y x_2^E \vee x_1^Y x_2^O \vee x_1^I x_2^T) \wedge$$

$$\wedge (y_1^1 y_2^1 \vee y_1^2 y_2^1 \vee y_1^3 y_2^1 \vee y_1^4 y_2^1 \vee y_1^5 y_2^1).$$

Таблиця 4

Дослідження залежності готеля від курорта

Зірки	Турція			
	П	А	Е	О
1	—	—	—	—
2	$x_1^T x_2^T y_1^2 y_2^2$	$x_1^T x_2^A y_1^2 y_2^2$	—	$x_1^T x_2^O y_1^2 y_2^2$
3	$x_1^T x_2^T y_1^3 y_2^2$	$x_1^T x_2^A y_1^3 y_2^2$	—	$x_1^T x_2^O y_1^3 y_2^2$
4	$x_1^T x_2^T y_1^4 y_2^2$	$x_1^T x_2^A y_1^4 y_2^2$	—	$x_1^T x_2^O y_1^4 y_2^2$
5	$x_1^T x_2^T y_1^5 y_2^2$	$x_1^T x_2^A y_1^5 y_2^2$	—	$x_1^T x_2^O y_1^5 y_2^2$
Зірки	Україна			
	П	А	Е	О
1	$x_1^Y x_2^T y_1^1 y_2^1$	$x_1^Y x_2^A y_1^1 y_2^1$	$x_1^Y x_2^E y_1^1 y_2^1$	$x_1^Y x_2^O y_1^1 y_2^1$
2	$x_1^Y x_2^T y_1^2 y_2^1$	$x_1^Y x_2^A y_1^2 y_2^1$	$x_1^Y x_2^E y_1^2 y_2^1$	$x_1^Y x_2^O y_1^2 y_2^1$
3	$x_1^Y x_2^T y_1^3 y_2^1$	$x_1^Y x_2^A y_1^3 y_2^1$	$x_1^Y x_2^E y_1^3 y_2^1$	$x_1^Y x_2^O y_1^3 y_2^1$
4	$x_1^Y x_2^T y_1^4 y_2^1$	$x_1^Y x_2^A y_1^4 y_2^1$	$x_1^Y x_2^E y_1^4 y_2^1$	$x_1^Y x_2^O y_1^4 y_2^1$
5	$x_1^Y x_2^T y_1^5 y_2^1$	$x_1^Y x_2^A y_1^5 y_2^1$	$x_1^Y x_2^E y_1^5 y_2^1$	$x_1^Y x_2^O y_1^5 y_2^1$
Зірки	Індонезія			
	П	А	Е	О
1	$x_1^I x_2^T y_1^1 y_2^1$	—	—	—
2	$x_1^I x_2^T y_1^2 y_2^1$	—	—	—
3	$x_1^I x_2^T y_1^3 y_2^1$	—	—	—
4	$x_1^I x_2^T y_1^4 y_2^1$	—	—	—
5	$x_1^I x_2^T y_1^5 y_2^1$	—	—	—

Проведемо бінаризацію:

$$P_9(K, T) = x_1^T u_1^0 u_2^C u_3^3 \vee x_1^T u_1^1 u_2^C u_3^3 \vee x_1^Y u_1^0 u_2^A u_3^2 \vee$$

$$\vee x_1^Y u_1^1 u_2^A u_3^2 \vee x_1^Y u_1^2 u_2^A u_3^1 \vee x_1^Y u_1^3 u_2^A u_3^1 \vee x_1^Y u_1^0 u_2^C u_3^3 \vee$$

$$\vee x_1^Y u_1^1 u_2^C u_3^3 \vee x_1^I u_1^1 u_2^C u_3^3 \vee x_1^I u_1^2 u_2^C u_3^2 \vee x_1^I u_1^1 u_2^C u_3^2 =$$

$$= (x_1^T \vee x_1^Y) (u_1^0 u_2^C u_3^3 \vee u_1^1 u_2^C u_3^3) \vee$$

$$\vee x_1^Y (u_1^0 u_2^A u_3^2 \vee u_1^1 u_2^A u_3^2 \vee u_1^2 u_2^A u_3^1 \vee u_1^3 u_2^A u_3^1) \vee$$

$$\vee x_1^I (u_1^1 u_2^C u_3^3 \vee u_1^2 u_2^C u_3^2 \vee u_1^1 u_2^C u_3^2).$$

Висновки. Далі побудуємо логічну мережу. Для завершення підготовки необхідно об'єднати усі бінарні предикати:

$$P(x_1, x_2, K, y_1, y_2, O, u_1, u_2, u_3, T) = P_1(x_1, K) \wedge P_2(x_2, K) \wedge$$

$$\wedge P_3(y_1, O) \wedge P_4(y_2, O) \wedge P_5(u_1, T) \wedge P_6(u_2, T) \wedge$$

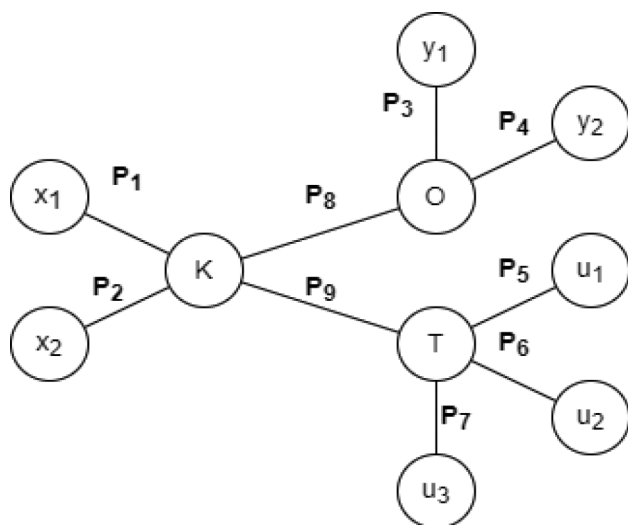
$$\wedge P_7(u_3, T) \wedge P_8(K, O) \wedge P_9(K, T).$$

Таблиця 5

Дослідження залежності поїздки від курорта

	Турція		Україна		Індонезія	
	Автобус	Літак	Автобус	Літак	Автобус	Літак
0	—	$x_1^T u_1^0 u_2^C u_3^3$	$x_1^Y u_1^0 u_2^A u_3^2$	$x_1^Y u_1^0 u_2^C u_3^3$	—	—
1	—	$x_1^T u_1^1 u_2^C u_3^3$	$x_1^Y u_1^1 u_2^A u_3^2$	$x_1^T u_1^1 u_2^C u_3^3$	—	$x_1^I u_1^1 u_2^C u_3^3$
2	—	—	$x_1^Y u_1^2 u_2^A u_3^1$	—	—	$x_1^I u_1^2 u_2^C u_3^2$
3	—	—	$x_1^Y u_1^3 u_2^A u_3^1$	—	—	$x_1^I u_1^3 u_2^C u_3^1$

Таким чином, отримаємо предикат моделі, якому відповідає відношення моделі, що зв'яже між собою предметні змінні $x_1, x_2, K, y_1, y_2, O, u_1, u_2, u_3, T$. Відношення моделі P можна зобразити у вигляді мережі, яку називають логічною.



**Рис. 7. Логічна мережа
«Принцип підбору тура клієнту»**

Усього в побудованій мережі міститься 10 полюсів і 9 гілок. Полюси мережі можна розділити на два класи – зовнішні та внутрішні. Кожний зовнішній полюс з'єднано тільки з однією гілкою, кожний внутрішній – більше, ніж з однією. До зовнішніх полюсів відносяться змінні $x_1, x_2, y_1, y_2, u_1, u_2, u_3$, до внутрішніх – K, O, T .

Таким чином, проаналізувавши предметну область «Туристичне агентство» та провівши декомпозицію, було побудовано математичну модель, що характеризується кон'юнкцією предикатів і логічною мережею, для принципу підбору курорта для клієнта, що може стати основою для алгоритма, який сприятиме розвитку туристичного агентства. Для побудови математичної моделі було виділено предметні змінні та їх взаємозв'язки, внаслідок чого було побудовано логічну мережу моделі у вигляді кон'юнкції бінарних предикатів предикатів. Таким чином, використання методів алгебри скінченних предикатів дозволяє здійснювати паралельну обробку запитів, що підвищує швидкість вибору оптимального варіанту.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Вдовиченко І. Н., Хоцькіна В. Б. Інтелектуальні системи: навч. посіб. Запоріжжя : ЗНУ, 2021. 224 с.
2. New Information Technologies, Simulation and Automation / за ред. І. І. Мельника. Львів : ЛНУ, 2022. 310 с.
3. Менькова К. І., Зозульов О. В. Структурно-логічна схема бізнес-моделі підприємства як інструмент аналізу та оцінки стійкості. Економічний вісник НТУУ «КПІ». 2020. № 1(17). С. 330–339.
4. Сидоренко О. В., Гречко В. В. Логічна модель формування сукупності показників оцінки функціонування національної економіки. Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка. 2024. № 21. С. 28–34.
5. Урбанський М. В. Формування структурно-логічної моделі вдосконалення стратегічного управління. Проблеми і перспективи економіки та управління. 2024. № 3(39). С. 50–58.
6. Вечірська І. Д., Гончаров І. Е., Хамітов Т. М. Побудова логічної мережі для діагностики та управління надзвичайними ситуаціями. Біоніка інтелекту. 2015. № 2 (85). С. 41–51.
7. Ляшик В., Шубін І. Метод логічних мереж для моделювання систем адаптивного тестування знань. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. 2023. № 4 (26). С. 45–57.
8. Vechirska I., Vechirska A. Construction of a mathematical model for finding a dance studio in the form of a logical network using finite predicate algebra. Computer Systems and Information Technologies. 2024. № 4. С. 6–14.
9. Козирев А. Д., Шубін І. Ю. Метод лінійно-логічних операторів та логічних рівнянь у завданнях видобування інформації. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. 2024. № 1(27). С. 81–95. DOI: <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2024.27.081>
10. Shubin I., Kozyriev A., Liashik V., Chetverykov G. Methods of adaptive knowledge testing based on the theory of logical networks. CEUR Workshop Proceedings. 2021. P. 1184–1193.

REFERENCES:

1. Vdovychenko, I. N., & Khot'skina, V. B. (2021). Intelktualni systemy [Intellectual systems]: Textbook. Zaporizhzhia : ZNU. 224 p.
2. Melnyk, I. I. (Ed.). (2022). [New Information Technologies, Simulation and Automation]. Lviv : LNU. 310 p.
3. Menkova, K. I., & Zozuliov, O. V. (2020). Strukturno-lohichna skhema biznes-modeli pidpriemstva yak instrument analizu ta otsinky stiikosti [Structural-logical scheme of a business model as a tool for analyzing and assessing stability]. Economic Bulletin of NTUU «KPI», (1) 17, 330–339.

4. Sydorenko, O.V., & Grechko, V.V. (2024). Lohichna model formuvannia sukupnosti pokaznykiv otsinky funktsionuvannia natsionalnoi ekonomiky [Logical model for forming a set of indicators for assessing national economy performance]. *Tavriya Scientific Bulletin. Series: Economics*, 21, 28–34.
5. Urbanskyi, M.V. (2024). Formuvannia strukturno-lohichnoi modeli vdoskonalennia stratehichnoho upravlinnia [Formation of a structural-logical model for improving strategic management]. *Problems and Prospects of Economics and Management*, 3(39), 50–58.
6. Vechirska, I.D., Goncharov, I.E., & Khamitov, T.M. (2015). Pobudova lohichnoi merezhi dla diahnostyky ta upravlinnia nadzvychainymy sytuatsiiamy [Construction of a logical network for diagnosing and managing emergency situations]. *Bionics of Intelligence*, 2(85), 41–51.
7. Lyashyk, V., & Shubin, I. (2023). Metod lohichnykh merezh dla modeliuvannia system adaptivnoho testuvannia znan [Method of logical networks for modeling adaptive knowledge testing systems]. *Modern State of Scientific Research and Technologies in Industry*, 4(26), 45–57.
8. Vechirska, I., & Vechirska, A. (2024). Construction of a mathematical model for finding a dance studio in the form of a logical network using finite predicate algebra. *Computer Systems and Information Technologies*, (4), 6–14.
9. Kozyrev, A.D., & Shubin, I.Y. (2024). Metod liniino-lohichnykh operatoriv ta lohichnykh rivnian u zavdanniakh vydobuvannia informatsii [Method of linear-logical operators and logical equations in information retrieval tasks]. *Modern State of Scientific Research and Technologies in Industry*, 1(27), 81–95. <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2024.27.081>
10. Shubin, I., Kozyrev, A., Liashik, V., & Chetverykov, G. (2021). Methods of adaptive knowledge testing based on the theory of logical networks. *CEUR Workshop Proceedings*, 1184–1193.