

## РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ

### REALIZATION OF THE METHOD OF ANALYSIS OF HIERARCHY IN DECISION SUPPORT SYSTEMS

УДК 330.43:338.439.02

**Геселева Н.В.**к.т.н., доцент кафедри економічної  
кібернетики та маркетингу  
Київський національний університет  
технологій та дизайну**Сиволап Ю.В.**студентка  
Київський національний університет  
технологій та дизайну

*У статті розглянуто особливості програмного забезпечення систем підтримки прийняття рішень під час рішення багатокритеріальних задач. Вирішено задачу вибору постачальника сировини для ТОВ «Європромпотторг» за допомогою аналітичного інструментального засобу Prime Decision.*

**Ключові слова:** система підтримки прийняття рішень, аналіз ієрархій, пріоритети, альтернативи, чинники, синтез, багатокритеріальні задачі, ранжування, парні порівняння, дерево рішень.

*В статье рассмотрены особенности программного обеспечения систем поддержки принятия решений при решении многокритериальных задач. Решена задача выбора поставщика сырья для ООО «Европромпотторг» с помощью аналитического инструментального средства Prime Decision.*

*Ключевые слова:* система поддержки принятия решений, анализ иерархий, приоритеты, альтернативы, факторы, синтез, многокритериальные задачи, ранжирование, парные сравнения, дерево решений.

*The article considers the features of the software of decision support systems in solving multicriteria problems. The task of selecting a supplier of raw materials for LLC Europropottorg with the help of the analytical tool Prime Decision was solved.*

**Key words:** decision support system, hierarchy analysis, priorities, alternatives, factors, synthesis, multicriteria tasks, ranking, paired comparisons, decision tree.

**Постановка проблеми.** Важливим резервом підвищення ефективності виробництва послуг і продукції підприємств є підвищення якості рішень, які приймаються керівниками всіх рівнів. Прийняття рішень – це процес, який відбувається впродовж певного часового періоду й здійснюється в кілька етапів. Рішення – це результат вибору з кількох альтернатив, що фіксується письмово чи усно й містить програму дій для досягнення поставленої цілі.

Процеси прийняття рішень у різних сферах діяльності багато в чому аналогічні, саме тому необхідний універсальний метод підтримки прийняття рішень, відповідний природному ходу людського мислення.

Часто економічні, медичні, політичні, соціальні, управлінські проблеми мають кілька варіантів рішень. Найчастіше, вибираючи одне рішення з множини можливих, особа, яка приймає рішення, керується тільки інтуїтивними уявленнями. Внаслідок цього прийняття рішення має невизначений характер, що позначається на якості прийнятих рішень.

Ділові рішення, які приймаються керівниками підприємств, регіонів, усієї країни, впливають на долі багатьох людей і цілих народів, тому високі вимоги суспільства до якості прийняття таких рішень стають усе більш складним завданням у нашому сучасному світі. Рішення проблем ускладнюється не тільки їх взаємозв'язком і зростанням кількості факторів, що впливають, але й наявністю великої кількості можливих варіантів їх прийняття. Звідси і помилки, які роблять керівники різних рівнів, приймаючи рішення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Нині у сфері математичного моделювання багатокритеріальних завдань накопичено досить великий досвід, що відображено в роботах вітчизняних уче-

них В.Б. Бритко [1], Г.Л. Бродецького [2], О.Ф. Волошина [3], І.Б. Гевко [4], В.Р. Кігель [7], В.М. Колпакова [8], В.Ф. Ситника [10], Г.А. [11] та зарубіжних: Т.Л. Сааті [9], Р.Е. Йенсена [6], П.Р. Дрейка [5] та багатьох інших. Разом із тим залишається актуальною проблема вибору такого підходу до зменшення невизначеності цілей, який поєднував би в собі математичну простоту, об'єктивність у ході формулювання критеріїв оптимальності та можливість отримати єдиний розв'язок.

**Постановка завдання.** Метою роботи є дослідження особливостей програмної реалізації систем підтримки прийняття рішень для аналізу стратегії закупівель ТОВ «Європромпотторг», що мінімізує невизначеності та ризики.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Т.Л. Сааті – винахідник, архітектор і первинний теоретик методу аналізу ієрархій (МАІ), що встановлює рамки прийняття рішень для великомасштабних, багатокритеріальних задач.

МАІ успішно застосовується в багатьох галузях. Так, наприклад, є досвід застосування його під час розподілення енергії в промисловості, висуванні кандидатів на вибори, проектуванні цін на нафту, проектуванні літаків як інструмента для вимірювання якості (бажана якість порівнюється з фактичною) та під час стратегічного планування майбутнього корпорацій, оскільки воно вимагає від спеціалістів урахування та узгодженості багатьох критеріїв.

Метод аналізу ієрархій (МАІ) дає змогу застосувати об'єктивні математичні методи для обробки суб'єктивних переваг індивідуумів або їх груп у завданнях ухвалення рішень. Методологія МАІ полягає у побудові ієрархії з подальшим формуванням суджень на основі парних порівнянь елементів за загальними для них критеріями або властивостями.

У результаті отримують шкали відношень, з яких потім синтезується узагальнена за всією структурою шкала для вибору кращої альтернативи. У найбільш елементарному виді ієрархія будується з вершини (мета), через проміжні рівні (критерії, від яких залежать наступні рівні) до самого нижнього рівня (який зазвичай є переліком альтернатив).

Традиційно МАІ використовується для завдань ранжування або вибору кращих альтернатив шляхом обчислення пріоритетів альтернатив і критеріїв Завершальною стадією МАІ є синтез узагальнених (глобальних) пріоритетів альтернатив, що характеризують їх внесок у головну мету, розташовану на вершині ієрархії. Синтез включає операції множення і складання, які можна застосовувати не лише до пріоритетів, але й до реальних вимірів властивостей альтернатив, якщо вони належать одній шкалі.

На основі даного методу розроблені і з успіхом застосовуються досить серйозні системи підтримки прийняття рішень: Expert Choice, «Мислитель» та Prime Decision.

Під час розроблення довгострокової стратегії закупівель сировини для компанії ТОВ «Європромпторг», що працює на ринку виробництва теплоізоляційних матеріалів, досліджено різні варіанти, що пропонують постачальники сировини, за допомогою програмного засобу прийняття оптимальних рішень Prime Decision, який заснований на методі аналізу ієрархій.

Вибір даного програмного забезпечення пояснюється тим, що ця програма є безкоштовною та легка в користуванні за рахунок зручного і зрозумілого користувачу інтерфейсу. Prime Decision орієнтована на застосування діаграм впливу і має такі переваги: полегшує визначення й опис мети (цілей); полегшує ідентифікацію всього рангу альтернативних рішень; оцінює ключові співвідношення (компроміси) між цілями й альтернативами та дає змогу отримати оптимальне рішення.

Основна діяльність ТОВ «Європромпторг» – виробництво та реалізація якісних матеріалів для утеплення будинку на основі пінополістирольних плит (пінопласту). Головними факторами, які забезпечили підприємству можливість наростити в 2016 р. обсяги збуту та доходів від реалізації стали:

- збільшення збуту продукції для державних програм з енергоефективності;
- збільшення збуту в роздріб унаслідок суттєвого подорожчання комунальної плати за теплоенергію;
- збільшення збуту на експортних ринках за рахунок більш активної роботи із замовниками.

На ринку постачальників сировини для виготовлення пінополістирольних плит існує велика кількість компаній, але можна виділити 10 провідних компаній:

1. ТОВ «Lion Recycling Ukraine»;
2. ТОВ «Дана-Дніпро»;
3. ТОВ «Плазма»;
4. ТОВ «Перший український магазин хімічної сировини»;
5. ТОВ «Укрторзбук»;
6. ТОВ «Дніпротехінвест»;
7. ТОВ «PBM Group»;
8. ПП «Тана»;
9. ТОВ «БІЗНЕСБУД-ПЛЮС»;
10. ПП «Соліс».

За допомогою програми Prime Decision можна оптимізувати вибір постачальника сировини з множини альтернативних варіантів: структурувати проблему; побудувати набір альтернатив; виділити чинники, що їх характеризують; задати значимість цих чинників; оцінити альтернативи за кожним із факторів; знайти неточності та протиріччя в судженнях особи, що приймає рішення; проранжувати альтернативи; провести аналіз рішення і обґрунтувати отримані результати.

Перший етап. Побудова дерева рішень (дерева значень) для конкретної проблемної ситуації в додатковому робочому вікні Value Tree (рис. 1).

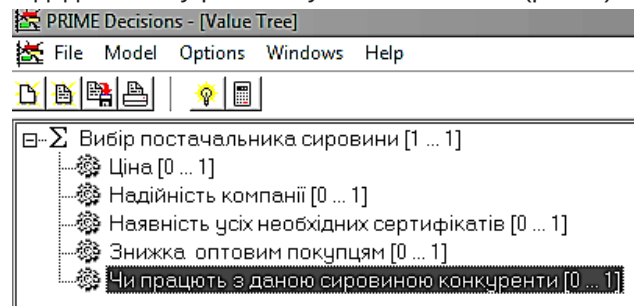


Рис. 1. Побудова дерева рішень

Другий етап. Введення альтернатив для головної цілі та для атрибутів в додатковому вікні Alternatives (рис. 2).

Name	Вибір постачальника сировини	Ціна	Надійність	Наявність усіх необхідних сертифікатів	Знижка оптовим покупцям	Чи працюють з даною сировиною конкуренти
ТОВ "Lion Recycling UK	ТОВ "Lion Recycling Ukraine"	1200 грн	2	+	0%	Так
ТОВ "Дана-Дніпро"	ТОВ "Дана-Дніпро"	900 грн	4	-	15%	Так
ТОВ "Плазма"	ТОВ "Плазма"	1120 грн	5	-	3%	Ні
ТОВ "Перший українськ	ТОВ "Перший український магази	15000 грн	3	+	10%	Так
ТОВ "Укрторзбук"	ТОВ "Укрторзбук"	1600 грн	1	+	5%	Ні

Рис. 2. Введення альтернатив

Третій етап. Ранжування окремих значень кожного із атрибутів та атрибутів між собою:

Score Assessment – для ранжування окремих значень кожного з атрибутів;

Weight Assessment – для ранжування атрибутів між собою;

Holistic Comparison – для цілісного порівняння (у разі використання багаторівневого дерева для підтримки прийняття рішень).

СППР PRIME Decisions дає змогу отримати такі підсумкові графіки та таблиці:

– Value Intervals – інтервали значень (рис. 4);

– Weights – ваги (або вагомість) окремих атрибутів (рис. 5);

– Dominance – попарне порівняння альтернатив для головної цілі (домінування однієї з альтернатив у парі) (рис. 6);

– Decision Rules – правила рішень (рис. 7).

За результатами обробки даних визначено вагові коефіцієнти (пріоритети) альтернатив для кожного з критеріїв оцінки постачальників, які становлять для:

– ТОВ «Lion Recycling Ukraine» – пріоритетний показник 0,225 (22,5%);

– ТОВ «Дана-Дніпро» – пріоритетний показник 0,425 (42,5%);

– ТОВ «Плазма» – пріоритетний показник 0,775 (77,5%);

– ТОВ «Перший український магазин хімічної сировини» – пріоритетний показник 0,450 (45%);

– ТОВ «Укрторзбут» – пріоритетний показник 0,575 (57,5%);

Ураховуючи всю сукупність підсумкових графіків, можна прийняти рішення, що за даних умов

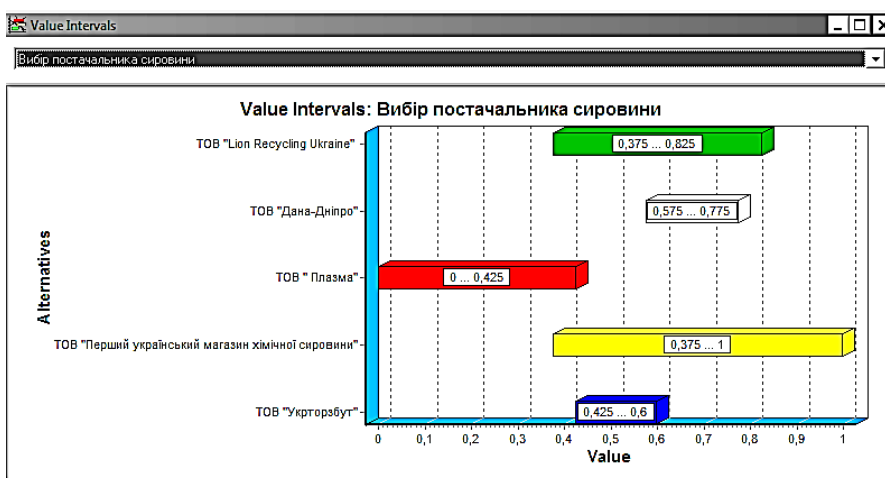


Рис. 3. Підсумковий графік інтервалів значень Value Intervals

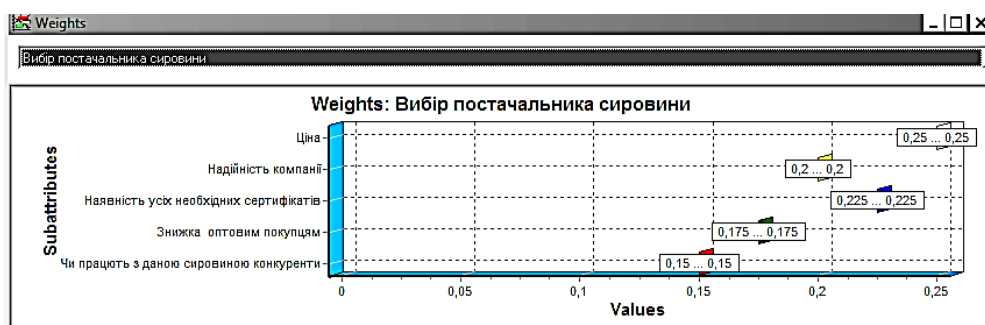


Рис. 4. Ваги окремих атрибутів

	TOB "Lion Resyc"	TOB "Дана-Дніп"	TOB "Плазма"	TOB "Перший ук"	TOB "Укрторзбц"
TOB "Lion Resyc"	🎯				
TOB "Дана-Дніп"		🎯	🟢		
TOB "Плазма"		🔴	🎯	🔴	🔴
TOB "Перший ук"			🟢	🎯	
TOB "Укрторзбц"			🟢		🎯

Рис. 5. Підсумкова таблиця попарного порівняння альтернатив Dominance

Decision Rules					
	Maximax	Maximin	Central Values	Minimax Regret	Possible Loss
ТОВ "Lion Recycling Ukraine"				✓	0,225
ТОВ "Дана-Дніпр"		✓			0,425
ТОВ "Плазма"					0,775
ТОВ "Перший укр"	✓		✓		0,450
ТОВ "Укрторзбут"					0,575

Рис. 6. Підсумковий графік вагомості атрибутів Weight

співпраця з ТОВ «Lion Recycling Ukraine» найбільше відповідає сподіванням керівництва компанії, адже значення атрибутів лише на 22,5% відрізняються від ідеального варіанту.

**Висновки з проведеного дослідження.** Виконані дослідження показують, що сучасні умови господарювання вимагають від вітчизняних підприємств швидко приймати рішення, адже в мінливому ринковому середовищі обов'язковою умовою виживання підприємств є виробництво конкурентоспроможної продукції. Саме для забезпечення цієї умови необхідно, щоб ділові рішення, які приймаються керівниками підприємств, були оптимальними. Високі вимоги до якості прийняття рішень багатокритеріальних задач в умовах невизначеності і конфліктності потребують використання відповідного програмного забезпечення.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень в позаштатних ситуаціях із використанням інформації про стан природного середовища / В.Б. Бритко. – М.: Едіторіал УРСС, 2001. – 304 с.
2. Бродецький Г.Л. Управління запасами / Г.Л. Бродецький. – М.: Эксмо, 2008. – 193 с.
3. Волошин О.Ф. Моделі та методи прийняття рішень: [навч. посіб.] / О.Ф. Волошин. – К.: Київський університет, 2006. – С. 120-121.
4. Гевко І.Б. Методи прийняття управлінських рішень: [підручник] / І.Б. Гевко. – К.: Кондор, 2009. – 187 с.
5. Дрейк П.Р. Використання методу аналізу ієрархій в інженерній освіті / П.Р. Дрейк // Міжнародний журнал інженерної освіти. – 2001. – № 3. – С. 191-196.
6. Йенсен Р.Е. Метод альтернативи масштабування для пріоритетів в ієрархічних структурах / Р.Е. Йенсен // Математична психологія. – 2002. – № 4. – С. 317-332.
7. Кігель В.Р. Методи і моделі підтримки прийняття рішень у ринковій економіці / В.Р. Кігель. – К.: ЦУЛ, 2013. – 202 с.
8. Колпаков В.М. Теорія і практика прийняття управлінських рішень / В.М. Колпаков. – Київ: МАУП, 2011. – 253 с.

9. Сааті Т.Л. Прийняття рішень. Метод аналізу ієрархій / Т.Л. Сааті. – М.: Радио и связь, 1993. – 316 с.

10. Ситник В.Ф. Системи підтримки прийняття рішень / В.Ф. Ситник. – К.: КНЕУ, 2004. – 614 с.

11. Проектування системи підтримки прийняття рішень в технологічній підготовці виробництва на базі квантового підходу із застосуванням методів системного моделювання / Г.А. Фролов, І.Б. Сіродж, І.Є. Россох // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2009. – № 1(35). – С. 113-122.

#### REFERENCES:

1. Brytko V.B, Helovani V.A., Bashlykov A.A. Viazlyov E.D. Intelktualni. systemy pidtrymky pryiniattia rishen v pozashtatnykh sytuatsiakh z vykorystanniam informatsii pro stan pryrodnoho seredovyscha. – M.: Editorial URSS, 2001. – 304 s.
2. Brodetskyi H.L. «Upravlinnia zapasamy» – M «Eksmo», 2008. – 193 s.
3. Voloshyn O.F. Modeli ta metody pryiniattia rishen: Navchalnyi posibnyk. – K.: Vydavnycho-polihrafichnyi tsentr «Kyivskiy unyversytet», 2006. – S. 120-121.
4. Hevko I.B. Metody pryiniattia upravlinskykh rishen: pidruchnyk – K.: Kondor, 2009. – 187 s.
5. Dreik P.R. Vykorystannia metodu analizu iierarkhii v inzheneranii osviti» // Mizhnarodnyi zhurnal inzhenernoi osvity, 2001. – # 3, S. 191-196.
6. Yensen R.E. Metod alternatyvy masshtabuvannia dlia pryorytetiv v iierarkhichnykh strukturakh // Matematychna Psykholohiia, 2002. – # 4. – S. 317-332.
7. Kihel V.R. Metody i modeli pidtrymky pryiniattia rishen u rynkovii ekonomitsi. – K.: TsUL, 2013. – 202 s.
8. Kolpakov V.M. Teoriia i praktyka pryiniattia upravlinskykh rishen. – Kyiv: MAUP, 2011. – 253 s..
9. Saati T.L. Pryiniattia rishen. Metod analizu iierarkhii. – M.: Radyo y sviaz, 1993. – 316 s.
10. Sytnyk V.F. Systemy pidtrymky pryiniattia rishen. – K.: KNEU, 2004. – 614 s.
11. Frolov H.A., Sirodzh I.B., Rossokh I.Ye. Proektuvannia systemy pidtrymky pryiniattia rishen v tekhnolohichnii pidhotovtsi vyrobnytstva na bazi kvantovoho pidkhotu iz zastosuvanniam metodiv systemnoho modeliuвання // Radioelektronni y kompiuterni systemy, 2009. – # 1(35). – S. 113-122.

**Heseleva N.V.**Candidate of Technical Sciences,  
Senior Lecturer at Department of Economic  
Cybernetics and Marketing  
Kyiv National University of Technology and Design**Sivolap J.V.**Student  
Kyiv National University of Technology and Design

## REALIZATION OF THE HIERARCHY ANALYSIS METHOD IN DECISION SUPPORT SYSTEMS

The article considers features of the software of decision support systems in solving multicriteria problems. High demands on the quality of decision-making of multi-factor and multi-criteria tasks in conditions of uncertainty and conflict require the use of appropriate software.

The task of selecting a supplier of raw materials for LLC Europropottorg with the help of the analytical tool «Prime Decision» is solved.

«Prime Decision» focuses on the use of impact diagrams and has the following advantages: facilitates the definition and description of the purpose (goals); facilitates the identification of all rank of alternative solutions; evaluates key relationships (compromises) between goals and alternatives, and allows getting the best solution.

This program is based on analytic hierarchy process (AHP). AHP is a structured technique for organizing and analysing complex decisions, based on mathematics and psychology. It was developed by Thomas L. Saaty in the 1970s and has been extensively studied and refined.

Traditionally, MAI is used for ranking tasks or the selection of the best alternatives by calculating the priorities of alternatives and criteria. The final stage of AHP is the synthesis of generalized (global) alternatives priorities that characterize their contribution to the main goal located at the top of the hierarchy. Synthesis includes multiplication and compilation operations that can be applied not only to priorities but also to real measurements of the properties of alternatives if they belong to the same scale.

AHP allows preparing customary mathematical methods for the subdivision of subjective transitions of independent groups in wolves with gratitude. The methodology of the MAI field in the motivations of the hierarchy in the most subtle formulations is judged on the basis of the principles of the individual elements for their unfounded criticism by the authorities.