

СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ БАГАТОКРИТЕРІЙНИХ ЗАДАЧ ПІД ЧАС ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ

Анотація. Наведено опис системи підтримки прийняття рішень для розв'язання багатокритерійних задач під час дослідження складних систем, коли потрібно проаналізувати скінченну множину альтернатив, характеристики яких задано в табличній формі. В її основу покладено аналіз етапності проведення зазначених досліджень, за результатами якого визначено вимоги до типів задач, що мають бути розв'язані з її використанням, та переліку методів, які в ній доцільно реалізувати. Розглянута система підтримки прийняття рішень призначена для розв'язання задач в умовах визначеності, а також стохастичної та нестохастичної невизначеності. Відповідно до основних етапів дослідження складної системи в ній реалізовано низку багатокритерійних методів, які дають змогу оцінювати взаємозв'язки між факторами, пов'язаними з її функціонуванням, визначати важливість показників, що її характеризують, здійснювати побудову пріоритетного ряду розглядуваних альтернатив або формувати ядро альтернатив, перспективних для подальшого аналізу.

Ключові слова: альтернатива, багатокритерійне прийняття рішення, метод формування ядра, метод ранжування.

ВСТУП

На сьогодні основним підходом до дослідження будь-яких систем є системний підхід. Його особливістю є те, що, з одного боку, досліджувану систему розглядають як сукупність взаємопов'язаних елементів, а з іншого — як складову системи більш високого рівня.

Слід зазначити, що основні переваги системного підходу проявляються під час дослідження складних систем, що характеризуються достатньо великою кількістю розглядуваних показників, складністю (неможливістю) надання аналітичного (формульного) опису взаємозв'язків між цими показниками, несумірністю за одиницями вимірювання тих показників, які характеризують різні властивості системи, конфліктністю критеріїв, які потрібно задовольнити під час створення системи з характеристиками, що забезпечують її прийнятність для використання на практиці.

Застосування системного підходу означає виконання аналізу значної кількості факторів з урахуванням їхнього впливу на функціонування розглядуваної системи. Іншими словами, багатокритерійність аналізу є його невід'ємною рисою та передбачає використання відповідного методичного апарату, реалізованого у вигляді програмного забезпечення для обчислювальної техніки, зокрема систем підтримки прийняття рішення. Тому, на наш погляд, розвиток систем підтримки прийняття рішення, які можна застосувати для багатокритерійної оптимізації складних систем, є актуальним науковим завданням.

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ

Як відомо, системи підтримки прийняття рішень (СППР) — це інтерактивні комп'ютерні системи, призначені для допомоги дослідникам у розв'язанні неструктурованих або слабко структурованих проблем [1]. Багатокритерійні СППР є різновидом СППР, що призначені для розв'язання проблем, характерних для багатокритерійної оптимізації, коли потрібно проаналізувати скінчен-

ну множину альтернатив, характеристики яких задано в табличній формі. Зазвичай вони складаються з трьох основних частин: модуля управління, модуля інтерфейсу та модуля розрахунків. Модуль управління забезпечує порядок циркулювання та оброблення інформації відповідно до умов, визначених користувачем. Модуль інтерфейсу забезпечує взаємодію користувача з СППР, а саме введення–виведення вихідних даних, визначення умов розрахунків, подання отриманих результатів у зручній формі тощо. Модуль розрахунків призначений для виконання операцій та обчислень, безпосередньо пов'язаних з багатокритерійною оптимізацією, зокрема для проведення розрахунків за деяким методом (методами).

Умовно всі СППР можна поділити на дві групи: універсальні та проблемно орієнтовані. Універсальні СППР містять тільки складові, необхідні для здійснення багатокритерійної оптимізації, тобто для них вихідними даними є лише перелік альтернатив та характеристики розглядуваних показників. Проблемно орієнтовані СППР містять додаткове програмне забезпечення, специфічне для визначеної галузі досліджень, зокрема моделі типових систем, за якими можна отримати їхні характеристики під час формування множини альтернатив, наприклад у галузі землекористування [2], планування бізнесу [3], управління фінансами [4] тощо.

Нині існує понад 40 СППР [1], призначених для здійснення багатокритерійної оптимізації. Докладний аналіз найбільш поширених СППР з цього переліку наведено в [2, 5]. До того ж у [2] зазначено, що з різних причин (відсутність підтримки розробниками, дуже специфічна спрямованість тощо) найбільшого поширення набула досить невелика кількість СППР, зокрема, Criterium DecisionPlus, Expert Choice та Decision Lab. Зазвичай у таких системах використовується вельми вузький перелік багатокритерійних методів. Наприклад, програмне забезпечення (ПЗ) Criterium DecisionPlus ґрунтується на багатокритерійній теорії корисності та методі аналізу ієрархій (MAI), інструмент Expert Choice та СППР з [4] — на MAI, ПЗ Decision Lab — на методах PROMETHEE I і PROMETHEE II, СППР з [3] реалізує методи групи ELECTRE, а прототип СППР з [5] реалізує методи MAI, MOORA, TOPSIS, SAW та ELECTRE. Іншими словами, спільною проблемою сучасних СППР є те, що вони орієнтовані на реалізацію деякої множини методів, а не на забезпечення користувача можливістю реалізації ним деякої завершеної методології багатокритерійної оптимізації.

Наслідком такого підходу є те, що використання СППР, яка ґрунтується, наприклад, лише на методах групи ELECTRE, забезпечує порівняння альтернатив за критеріями, притаманними ELECTRE. Однак ніхто не може гарантувати, що такі самі результати будуть отримані в разі використання СППР, що ґрунтується на методах групи PROMETHEE. Наприклад, у [6] розглянуто вибір раціональної технології перероблення небезпечних відходів на основі ранжування восьми альтернатив за методом ELECTRE та зроблено висновок, що одна з альтернатив у межах використаного методу не може бути порівняна з іншими, тому не входить до отриманого пріоритетного ряду. Однак розрахунки для цього самого завдання за методом TODIM, що ґрунтується на теорії перспектив, свідчать про те, що за деяких умов ця альтернатива виходить на третє місце у пріоритетному ряді, тобто є достатньо конкурентоспроможною. Цей приклад наочно свідчить про те, що обмеження, накладені інструментальними засобами на процедуру порівняння альтернатив, можуть мати наслідком певні неусвідомлювані ризики. Тому для забезпечення обґрунтованості результатів багатокритерійної оптимізації складних систем доцільно розробити СППР, орієнтовану не на певну групу методів оптимізації, а на реалізацію деякої методології проведення досліджень, тобто спрямовану на надання досліднику інструментарію, склад якого відповідає особливостям етапів проведення досліджень.

ЗАГАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ

У загальному вигляді ідею системного підходу можна проілюструвати схемою, наведеною на рис. 1, з якої видно, що під час дослідження складної системи має бути врахована досить велика кількість факторів.

Загалом, під час проведення досліджень залежно від особливостей даних, якими характеризується розглядувана система, необхідно розв'язувати задачі декількох типів.

Відповідно до [7] ці дані (залежно від способу їхнього подання) можна поділити на три групи: детерміновані, ймовірнісні та невизначені.

Термін «детермінованість вихідних даних» передбачає, що вони є повністю визначеними. Тому задачі, в яких використовуються такі дані, називають задачами прийняття рішень в умовах визначеності.

Термін «ймовірнісні вихідні дані» передбачає, що їхня невизначеність пов'язана з деякими процесами випадкової природи, які є передумовою виникнення різних ризиків. Тому задачі, в яких використовуються такі дані, називають задачами прийняття рішень в умовах ризиків.

Термін «невизначені вихідні дані» передбачає, що їхня невизначеність не пов'язана з процесами випадкової природи, тобто не може бути описана апаратом теорії ймовірностей та математичної статистики. Невизначеність цих даних може походити з різних джерел [8], а задачі оброблення таких даних називають задачами прийняття рішень в умовах невизначеності.

Відповідно до [9] нестохастичну невизначеність поділяють на дві групи: невизначеність, зумовлену недостатньою вивченістю системи, тобто обмеженістю знань про неї, та невизначеність, зумовлену властивостями системи. Останню не можна усунути шляхом проведення додаткових досліджень. Для врахування невизначеності, зумовленої недостатньою вивченістю системи, зазвичай використовують апарат нечіткої логіки. При цьому рівень знань експертів про досліджувану систему може бути формалізований з використанням функцій приналежності того чи іншого вигляду та їхніх параметрів. У міру зростання рівня знань про систему функції приналежності та їхні параметри можуть уточнюватись. Для врахування невизначеності, зумовленої властивостями системи, яку не можна усунути шляхом проведення додаткових досліджень, застосовують апарат теорії сірих систем. При цьому система, наявна інформація про яку є вичерпною та достовірною, є білою. Система, інформація про яку повністю відсутня, є чорною. Усі інші системи вважаються сірими. Отже, СППР для розв'язання багатокритерійних задач повинна забезпечувати можливість оброблення даних усіх зазначених типів.



Рис. 1. Схематичне зображення ідеї системного підходу

Зазвичай метою дослідження складної системи є визначення такого її раціонального варіанта з переліку альтернативних, який забезпечить необхідні (прийнятні, доцільні) за деякими критеріями результати її функціонування. Аналіз основних етапів дослідження таких систем (рис. 2) свідчить про те, що специфічними для кожної системи є фактично етапи 2, 3 та 5, пов'язані з розробленням моделі її функціонування.

Інші етапи є доволі універсальними, тобто виконуються для різних систем. Відповідно СППР, яка дасть змогу проводити дослідження на цих етапах, також буде універсальною.

Для досліджень першого етапу, залежно від обсягів та характеру наявної інформації, зазвичай використовують факторний аналіз [10], якщо є чисельні дані про функціонування системи, або метод DEMATEL [11], якщо такі дані відсутні і для виявлення взаємозв'язків між факторами потрібно залучати експертів. Для досліджень четвертого етапу, пов'язаного з визначенням коефіцієнтів важливості показників, зазвичай використовують такі методи: MAI [12], ентропійний [13], критичної відстані [14] та CRITIC [15]. На шостому етапі, коли здійснюється визначення ризиків, пов'язаних із функціонуванням системи, зазвичай застосовують методи теорії ризиків, засновані на критеріях Басса, Лапласа, Вальда, Ходжа–Лемана, Севіджа, Гурвіца [16]. Визначення раціонального варіанта системи, яке виконується на сьомому етапі, можна здійснювати із застосуванням кількох підходів.

У разі потреби в залученні експертів для порівняння альтернатив можна скористатися методом MAI, а за наявності кількісних та порядкових характеристик альтернатив — методом EVAMIX. У разі наявності кількісних характеристик альтернатив визначення раціонального варіанта системи можна здійснювати з використанням множини оптимізаційних методів, наприклад за підходами, наведеними в [17], а оцінювання обґрунтованості отриманих результатів на восьмому етапі можна виконати, наприклад з використанням методики, наведеної у [18]. У [18] також показано, що обґрунтованість результатів суттєво залежить від повноти порівняння альтернатив за різними критеріями, яка визначається кількістю та характеристиками методів, застосованих на сьомому етапі.

Типову схему розрахунків за певним багатокритерійним методом наведено на рис. 3. При цьому залежно від застосованого методу можна отримати пріоритетний ряд розглядуваних альтернатив або деяке ядро, яке містить одну (найкращу) альтернативу або декілька непорівнянних. До того ж зі схеми, наведеної на рис. 3, видно, що розроблювана СППР повинна забезпечувати перевірку кри-

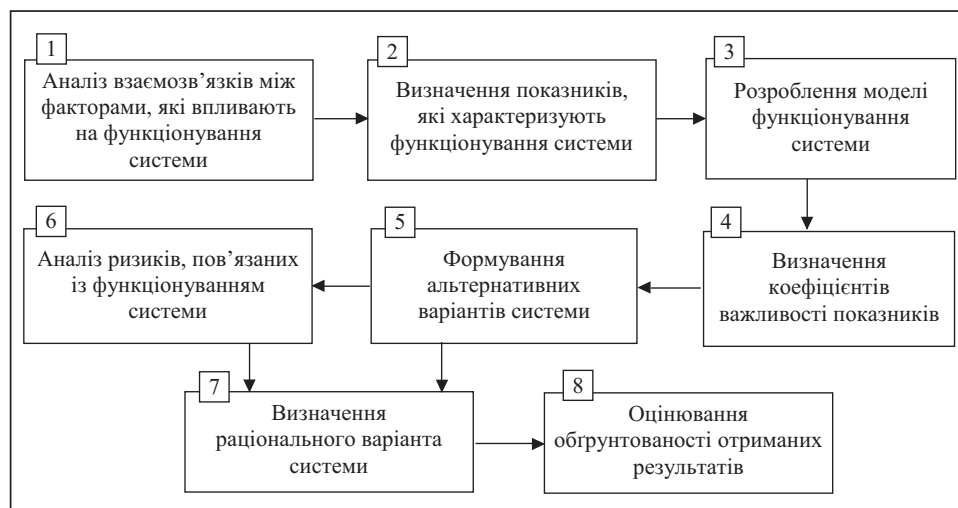


Рис. 2. Основні етапи проведення досліджень з багатокритерійної оптимізації складних систем

терійних обмежень, що накладаються на значення показників, формування парето-ефективної множини альтернатив, а також здійснення розрахунків за багатокритерійними методами.

Під час вибору низки методів, що мають забезпечити повноту порівняння альтернатив, на нашу думку, доцільно орієнтуватися на методи, які нині найбільш широко використовуються під час дослідження складних систем, а саме ELECTRE II, SAW, WASPAS, Харрінгтона, PROMETHEE II, TOPSIS, TODIM, VIKOR, MOORA, COPRAS, OCRA, GRA. При цьому повнота порівняння забезпечується не лише за рахунок кількості методів, а й завдяки різноманіттю концептуальних підходів, покладених в їхню основу. Зокрема метод Харрінгтона ґрунтується на оцінюванні функції бажаності, TODIM — на теорії перспектив, а GRA — на теорії сірих систем.

Наведені вище міркування і є, власне, системою вимог до розроблюваної СППР з огляду на типи розв'язуваних задач та перелік використовуваних методів.

ФУНКЦІОНАЛЬНА СТРУКТУРА РОЗРОБЛЮВАНОЇ СППР

СППР, яка відповідає зазначеним вимогам, була розроблена в середовищі Delphi з урахуванням викладених нижче міркувань.

Аналіз описаних методів багатокритерійного порівняння альтернатив показав, що більшість із них має типову структуру. При цьому нормалізація вихідних значень показників є фактично незалежним етапом розрахунків, який можна реалізувати незалежно від етапів, безпосередньо пов'язаних з процедурою порівняння. Тому в СППР було втілено кілька способів нормалізації (табл. 1), а також передбачено можливість інтерактивного формування (у разі потреби) залежностей для нормалізації у вигляді графіка залежності «натуральне значення показника — його бажаність для ОПР».

Отже, поєднуючи різні способи нормалізації з критеріями порівняння альтернатив, можна забезпечити додаткові можливості щодо повноти їх порівняння. Аналіз нечітких та сірих аналогів розглянутих вище методів багатокритерійного порівняння альтернатив показав, що найчастіше їхня модифікація полягає в заміні операцій з чіткими числами на їхні відповідні аналоги для нечітких або сірих чисел. Реалізація такого підходу забезпечує можливість використання цих методів і для розв'язання задач прийняття рішення в умовах невизначеності.

За результатами реалізації цих положень було розроблено СППР з функціональною структурою, наведеною на рис. 4.

Послідовність дій у разі її використання може бути, наприклад, такою. Насамперед здійснюється підготовка вихідних даних відповідно до обраного методу багатокритерійного порівняння та типу розв'язуваної задачі. Ці дані можна вводити в інтерактивний спосіб, з файлу спеціальної структури або з тестових прикладів, обраних з літературних джерел та реалізованих програмно.

Загалом вихідні дані містять ознаку типу вихідних даних (чіткі, нечіткі, сірі), значення показників, за якими здійснюватиметься порівняння, ознаки оптимізації (на максимум або мінімум) та ознаку типу методів, які будуть застосовуватися. Остання ознака надає можливість привести нечіткі або сірі дані до чітких та використовувати для розрахунків чіткі методи, тобто ті, що призначені для розв'язання задач в умовах визначеності. Вперше підготовлені вихідні дані

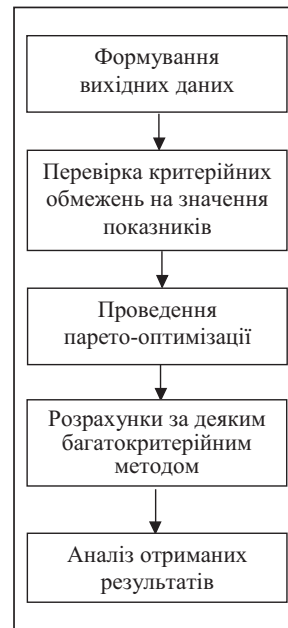


Рис. 3. Типова схема розрахунків за певним багатокритерійним методом

Таблиця 1. Типові залежності, за якими здійснюється нормалізація вихідних значень показників

Залежності для показників, які потребують максимізації	Залежності для показників, які потребують мінімізації	Примітка
$e_{ij} = E_{ij} / \sum_i E_{ij}$	$r_{ij} = 1 / E_{ij}, e_{ij} = r_{ij} / \sum_i r_{ij}$	Після нормалізації усі показники потребуватимуть максимізації
$e_{ij} = \frac{E_{ij} - \min_{i=1, \dots, n} (E_{ij})}{\max_{i=1, \dots, n} (E_{ij}) - \min_{i=1, \dots, n} (E_{ij})}$	$e_{ij} = \frac{\max_{i=1, \dots, n} (E_{ij}) - E_{ij}}{\max_{i=1, \dots, n} (E_{ij}) - \min_{i=1, \dots, n} (E_{ij})}$	
$e_{ij} = E_{ij} / \max_{i=1, \dots, n} (E_{ij})$	$e_{ij} = \min_{i=1, \dots, n} (E_{ij}) / E_{ij}$	
$e_{ij} = \frac{E_{ij}}{\sum_{i=1}^n E_{ij}}$	$p_{ij}^1 = \frac{E_{ij}}{\sum_{i=1}^n E_{ij}}, p_{ij}^2 = \frac{\min_{i=1, \dots, n} p_{ij}^1}{p_{ij}^1}, e_{ij} = p_{ij}^2 / \sum_{i=1}^n p_{ij}^2$	
$e_{ij} = \frac{E_{ij} - E_{jcp}}{S_j}, E_{jcp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_{ij}, S_j = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (E_{ij} - E_{jcp})^2 \right]^{1/2}$		—
$e_{ij} = E_{ij} / \sqrt{\sum_i E_{ij}^2}$		—
$e_{ij} = E_{ij} / \sum_i E_{ij}$		—

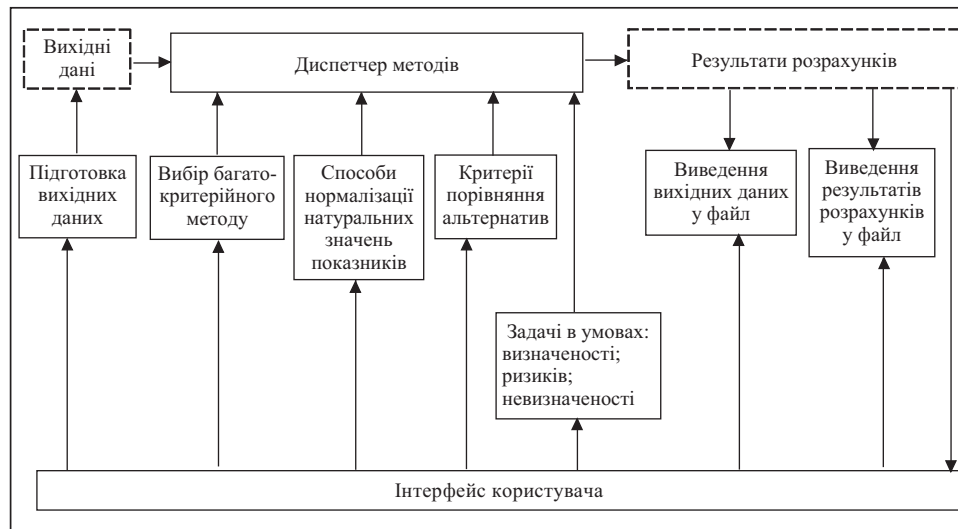


Рис. 4. Функціональна структура розробленої СППР

можна вивести у файл для забезпечення можливості їхнього використання в майбутньому для повторних розрахунків. На наступних етапах здійснюють розрахунки з використанням відповідних методів. При цьому можна обрати один з окремих методів (факторний аналіз, DEMATEL, один з методів визначення коефіцієнтів важливості показників, Парето, перевірку на критерійні обмеження) або метод багатокритерійного порівняння альтернатив. Для багатокритерійного порівняння потрібно визначити один із способів нормалізації, наведених

у табл. 1, або сформувані функцію бажаності в інтерактивний спосіб. До того ж необхідно обрати метод, відповідно до критеріїв порівняння якого буде сформовано ядро альтернатив або їхній пріоритетний ряд. Додатково передбачено можливість здійснення пакетних розрахунків, коли для обраного способу нормалізації розрахунки виконують послідовно за всіма методами без додаткових команд. Результати розрахунків виводять у текстовий файл, який можна переглянути за допомогою засобів СППР або звичайних текстових редакторів. Для зручності використання результатів розрахунків під час підготовки звітних матеріалів дані, які можуть бути подані у вигляді таблиць, у цьому файлі організовані в такий спосіб, щоб їх легко можна було перетворити на таблицю штатними засобами редактора Microsoft Office Word (Таблица → Преобразовать в таблицу → Разделитель → Другой → «:»).

ВИСНОВКИ

У статті наведено опис СППР, призначеної для розв'язання багатокритерійних оптимізаційних задач під час дослідження складних систем, орієнтованої на забезпечення дослідників відповідним інструментарієм з урахуванням особливостей окремих етапів досліджень.

Напрямок подальшого розвитку проведених досліджень є розширення переліку реалізованих методів та функціональних можливостей програмного забезпечення за рахунок забезпечення можливостей з оцінювання стійкості отриманих результатів та кластеризації альтернатив.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Vassilev V., Staykov B., Andonov F., Genova K., Vassileva M. Multicriteria decision support system MOLIP. *Cybernetics and Information Technologies*. 2002. N 1. P. 3–15.
2. Яцало Б.И., Грицюк С.В., Диденко В.И., Мирзеабасов О.А. Система многокритериального анализа решений DecernsMCDA и ее практическое применение. *Программные продукты и системы*. 2014. № 2. С. 75–85.
3. Андрейчиков А.В., Декатов Д.Е., Кременов С.И. Анализ конкурентоспособности компьютерных компаний на основе автоматизированной системы поддержки принятия решений. *Вестн. Волгогр. гос. ун-та, Сер. 3: «Экон. Экол.»*. 2010. № 1 (16). С. 5–12.
4. Songsangyos P. The decision support system for hierarchical portfolio management. *International Journal of Information and Education Technology*. 2014. Vol. 4, N 4. P. 328–331.
5. Baizylidayeva U., Vlasov O., Kuandykov A.A., Akhmetov T.B. Multi-criteria decision support systems. Comparative analysis. *Middle-East Journal of Scientific Research*. 2013. Vol. 16, N 12. P. 1725–1730.
6. Hatami-Marbini A., Tavana M., Moradi M., Kangi F. A fuzzy group Electre method for safety and health assessment in hazardous waste recycling facilities. *Safety Science*. 2013. Vol. 51, N 1. P. 414–426.
7. Блюмин С.Л., Шуйкова И.А. Модели и методы принятия решений в условиях неопределенности. Липецк: ЛЭГИ, 2001. 138 с.
8. Ус С.А. Методи прийняття рішень. Донецьк: Нац. гірничий ун-т, 2012. 212 с.
9. Sen H., Demiral M.F. Hospital location selection with grey system theory. *European Journal of Economics and Business Studies*. 2016. Vol. 2, Iss. 2. P. 66–79.
10. Плохотников К.Э., Колков С.В. Статистика: учеб. пособие. Москва: ФЛИНТА, 2012. 288 с.
11. Dursun M., Sener Z. An integrated DEMATEL-QFD model for medical supplier selection. *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial and Mechatronics Engineering*. 2014. Vol. 8, N 3. P. 586–590.
12. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. Москва: Радио и связь, 1991. 224 с.
13. Cereska A., Podvezko V., Zavadskas E. K. Operating characteristics analysis of rotor systems using MCDM methods. *Studies in Informatics and Control*. 2016. Vol. 25, N 1. P. 59–68.

14. Загорка О.М., Мосов С.П., Сбитнев А.И., Стужук П.И. Элементы дослідження складних систем військового призначення. Київ: НАОУ, 2005. 100 с.
15. Vujčić M.D., Papic M.Z., Blagojevic M.D. Comparative analysis of objective techniques for criteria weighing in two MCDM methods on example of an air conditioner selection. *TEHNIKA — MENADZMENT*. 2017. Vol. 67, N 3. P. 422–429.
16. Черноруцкий И.Г. Методы принятия решений. СПб: БХВ-Петербург, 2005. 408 с.
17. Потьомкін М.М., Свіда І.Ю. Багатокритерійне прийняття рішень на основі використання множини оптимізаційних методів. *Кибернетика и системный анализ*. 2018. Т. 54, № 4. С. 91–97.
18. Потьомкін М.М. Оцінювання обґрунтованості прийняття багатокритерійних рішень. *Кибернетика и системный анализ*. 2018. Т. 54, № 6. С. 89–95.

Надійшла до редакції 26.03.2019

М.М. Потемкин, А.В. Дублян, Р.Б. Хомчак
СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ
МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ ЗАДАЧ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Аннотация. Приведено описание системы поддержки принятия решений для решения многокритериальных задач при исследовании сложных систем в случае, когда рассматривается конечное множество альтернатив, характеристики которых заданы в табличной форме. В ее основу положен анализ этапности проведения указанных исследований, по результатам которого определены требования к типам задач, которые должны решаться с ее использованием, и перечню методов, который в ней целесообразно реализовать. Рассмотренная система поддержки принятия решений предназначена для решения задач в условиях определенности, а также стохастической и нестохастической неопределенности. В соответствии с основными этапами исследования сложных систем в ней реализовано ряд многокритериальных методов, которые позволяют оценивать взаимосвязи между факторами, связанными с ее функционированием, определять важность показателей, которыми она характеризуется, осуществлять построение приоритетного ряда рассматриваемых альтернатив или формировать ядро альтернатив, перспективных для дальнейших исследований.

Ключевые слова: альтернатива, многокритериальное принятие решений, метод формирования ядра, метод ранжирования.

М.М. Potomkin, O.V. Dublian, R.B. Khomchak
DECISION-MAKING SUPPORT SYSTEM FOR SOLVING MULTICRITERIA PROBLEMS
IN THE ANALYSIS OF COMPLEX SYSTEMS

Abstract. The paper describes a decision-making support system for solving multi-criteria problems during the analysis of complex systems, in the case where a finite set of alternatives whose characteristics are given in tabular form is considered. It is based on the analysis of the phasing of such studies whose results determine the requirements for the types of problems to be solved with its use and the list of methods that are expedient to implement. The considered decision-making support system is designed to solve problems under certainty, as well as stochastic and non-stochastic uncertainty. In accordance with the main stages of the analysis of complex systems, it implements a number of multi-criteria methods that allow to assess relationships between the factors associated with its operation, determine the importance of the indicators that characterize it, generate a priority series of the considered alternatives, or form the kernel of alternatives that are promising for further research.

Keywords: alternative, multi-criteria decision making, kernel generation method, ranking method.

Потьомкін Михайло Михайлович,
 доктор техн. наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник Центрального науково-дослідного інституту Збройних Сил України, Київ, e-mail: favorite_p@ukr.net.

Дублян Олександр Володимирович,
 кандидат військ. наук, державний секретар Міністерства оборони України, Київ, e-mail: dov@mil.gov.ua.

Хомчак Руслан Борисович,
 кандидат військ. наук, головний інспектор Міністерства оборони України, Київ, e-mail: homchak@i.ua.