



- [8]. Lenchevs'kyu YE.A. Pytannya shchodo efektyvnosti formuvannya u elektromerezhi atomnykh stantsiy (AES) operatyvnoho rezervu manevrenykh heneruyuchykh potuzhnostey enerhosystemy. Enerhetyka i elektryfikatsiya. 2018. Vyp. 3(18). S. 4 – 9.
- [9]. ORHRÉS. Tekhnicheskye ukazanyya po ustroystvu avtomatycheskoy raz-hruzky énerhosystem po chastote. Hosénerhoizdat. 1953.
- [10]. Barzam A.B. Sistemna avtomatika. «Yenergiya». M.- L. 1964. 360 s.
- [11]. Sidorov A.F. Ob opredelenii koefitsiyenta zhestkosti energosistem po chastote // Novini yenergetiki. -2004.-№3. – S. 40-45.
- [12]. Stogniy B.S., Sopol' M.F. Pilipenko YU.V. O probleme yedinogo vremeni v elektroenergetike. Energetika i Elektryfikatsiya . 2003. № 4. S. 35 – 39.
- [13]. Kostyuk O.M. Elementy teorii ustoychivosti energosistem. K.:«Naukova dumka».1983. 290 s.
- [14]. Elektrychni kotly EKOL. URL: <http://www.tkolbmo.ru/electric-boilers.html> (data zvernennya: 10.04.2020).

Отримана в редакції 14.07.2021. Прийнята до друку 24.08.2021. Received 14 July 2021. Approved Approved 24 August 2021. Available in Internet 31 September 2021.

УДК 004.9+165.4

## ПІДХІД ДО ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ В УМОВАХ РИЗИКУ ТА НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Мулеса О.Ю.<sup>1</sup>, Білак Ю.Ю.<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет»

ORCID: <sup>1</sup>0000-0002-6117-5846, <sup>2</sup> 0000-0001-5989-1643

E-mail: <sup>1</sup>Oksana.Mulesa@uzhnu.edu.ua, <sup>2</sup>Yuriy.bilak@uzhnu.edu.ua

Copyright © 2021 by author and the journal “Automation of technological and business – processes”.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



DOI:

**Анотація.** Дослідження присвячене розробці структури системи підтримки прийняття управлінських рішень в умовах ризику і невизначеності. Розглядаються багатоступінні процеси прийняття управлінських рішень. Проаналізовано послідовність етапів, які виникають в таких процесах: від формування множини альтернатив до вибору оптимальної, з точки зору особи, що приймає рішення, альтернативи. Наведені вербальні і математичні постановки задач прийняття рішень в умовах ризику і невизначеності. Проаналізовано особливості всіх етапів прийняття рішень та наведено перелік задач, які виникають на кожному з етапів. Відмічено, що для підвищення ефективності процесів прийняття управлінських рішень, доцільним є забезпечення можливості розв'язання задач, які виникають при цьому, методами інтелектуального аналізу даних, статистичними методами аналізу даних, методами теорії прийняття рішень тощо.

Розроблено структурно-функціональну схему системи підтримки прийняття рішень в умовах ризику і невизначеності. Показано, що логічно функціональний блок системи підтримки прийняття рішень доцільно розділити на дві частини: блок аналізу вхідних даних та висновків експертів і блок вибору оптимальних альтернатив. Важливою складовою системи підтримки прийняття рішень є база даних та знань у якій накопичуються як вхідні дані, так і результати застосування включених у систему моделей і методів.

Дотримання запропонованої схеми при проектуванні програмних продуктів для задач прийняття рішень у різних предметних областях, дозволить зробити ці програмні продукти цілісними та універсальними. Використання таких програмних продуктів забезпечить незалежність особи, що приймає рішення на всіх етапах прийняття управлінських рішень в умовах ризику і невизначеності.

**Abstract.** The research is devoted to the development of the structure of the management decision support system in conditions of risk and uncertainty. Multistage management decision-making processes are considered. The sequence of stages



that arise in the following processes is analyzed: from the formation of many alternatives to the choice of the optimal, from the point of view of the decision maker, alternatives. Verbal and mathematical formulations of decision-making problems in conditions of risk and uncertainty are given. The peculiarities of all stages of decision-making are analyzed and the list of tasks that arise at each stage is given. It is noted that to increase the efficiency of management decision-making processes, it is advisable to provide the ability to solve problems that arise, methods of data mining, statistical methods of data analysis, methods of decision theory, and so on.

The structural and functional scheme of the decision support system in conditions of risk and uncertainty is developed. It is shown that it is logical to divide the functional block of the decision support system into two parts: the block of analysis of input data and expert opinions and the block of selection of optimal alternatives. An important component of the decision support system is a database and knowledge in which both the input data and the results of the application of the models and methods included in the system are accumulated.

Adherence to the proposed scheme in the design of software products for decision-making tasks in various subject areas, will make these software products holistic and universal. The use of such software products will ensure the independence of the decision-maker at all stages of management decisions in conditions of risk and uncertainty.

**Ключові слова:** система підтримки прийняття рішень, умови ризику і невизначеності, задачі гри з природою

**Keywords:** decision support system, conditions of risk and uncertainty, the task of playing with nature

### **Вступ.**

Системи підтримки прийняття рішень (СППР) покликані автоматизувати процеси, які виникають на кожному з етапів прийняття управлінських рішень. Сам процес прийняття рішень є складним поєднанням різних кроків, які розпочинаються етапом вироблення варіантів можливих рішень, оцінюванням їх ефективності та завершуються вибором кращого за деяким критерієм варіанту. Процес проектування СППР передбачає розробку її структури та наповнення складових елементів такими моделями, методами і алгоритмами, використання результатів роботи яких дозволить підвищити ефективність відповідних процесів прийняття управлінських рішень.

### **Аналіз літературних даних і постановка проблеми.**

Теорії прийняття рішень присвячена велика кількість сучасних наукових досліджень. Дослідженню проблем ситуаційної теорії прийняття управлінських рішень присвячена [1]. В роботі визначені поняття умов ризику та невизначеності. Наведено систему контролю за ризиками. Охарактеризовано особливості різних процесів прийняття рішень. В [2] виконано аналіз основних елементів теорії ігор та розглянуто економічні задачі прийняття рішень, обґрунтовано процес вибору оптимальної стратегії. [3] присвячена моделям і методам аналізу задач в умовах невизначеності. У роботі систематизовано методи вибору оптимальних альтернатив відповідно до особливостей задач та переваг особи, що приймає рішення (ОПР). Методи прийняття рішень в умовах ризику проаналізовані в [4]. В [5] розроблено моделі і методи прийняття двоетапних управлінських рішень в умовах ризику і невизначеності.

Аналізу СППР як інструменту для підвищення ефективності прийнятих рішень в організаціях присвячена [6]. В роботі наведено основні компоненти, які має включати СППР, проаналізовано процес прийняття рішень з використанням СППР. Процес проектування СППР за принципом «зверху-вниз» продемонстровано в [7]. Аналітичний блок системи утворюють евристичні методи вибору кращих альтернатив. Викладенню переваг, потенційних недоліків та перешкод використання клінічної СППР присвячена [8]. В ній виконано огляд характеристик, які роблять таку систему успішною.

Виконаний аналіз наукових досліджень показав, що розроблені в них СППР включають в себе блоки накопичення даних та методи вибору оптимальних альтернатив. Такі системи, як правило, не передбачають реалізацію етапів, які передують власне вибору кращої альтернативи та прийняттю рішень. Таким чином важливим є дослідження проблеми розробки такої СППР, яка б дозволяла реалізовувати весь процес прийняття рішень в цілому.

### **Мета і завдання дослідження.**

Метою дослідження є розробка структури СППР для супроводу процесу прийняття управлінських рішень в умовах ризику і невизначеності.

Для досягнення поставленої мети були розв'язані такі завдання:

1. Виконати аналіз етапів, які реалізуються в процесах прийняття управлінських рішень.
2. Систематизувати задачі, які виникають на кожному з етапів.
3. Розробити структуру такої СППР, використання якої дозволило б автоматизувати всі етапи прийняття управлінських рішень.

### **Методи і матеріали досліджень.**

При виконанні дослідження були застосовані загальнонаукові та математичні методи. Зокрема, методологію системного підходу, системний аналіз, методи теорії інформаційних систем та апарат теорії прийняття рішень.

### **Результати досліджень.**

Математична модель задачі прийняття рішень в умовах невизначеності може бути побудованою у формі особливий «гри з природою», в якій шукають оптимальну стратегію гравця, а оптимальну стратегію природи не розглядають [9, 10]. Вихідні дані такої задачі можна записати як кортеж



$$\langle X, S, u(x, s) \rangle, \quad (1)$$

де  $X$  – множина альтернатив,  $S$  – множина станів природи;  $u(x, s)$  – функція корисності, яка виражає очікувану корисність альтернативи  $x$  при умові настання стану природи  $s$ .

У випадку, якщо існують способи оцінити розподіл імовірностей настання станів природи виникає задача прийняття рішень в умовах ризику, яку можна задати у такому вигляді:

$$\langle X, S, u(x, s), p(s) \rangle, \quad (2)$$

де  $p(s)$  – імовірність настання стану  $s$ .

Особливістю цієї задачі є те, що елементи множини  $S$  утворюють повну групу подій, тобто для них виконуються умови:

$$s_i \cap s_j = \emptyset, \forall s_i, s_j \in S : i \neq j, \sum_{s \in S} p(s) = 1.$$

Необхідно прийняти рішення щодо вибору найкращої з точки зору ОПР альтернативи.

Як видно з (1)-(2), процес прийняття управлінських рішень в умовах ризику та невизначеності можна представити як послідовність таких етапів (рис.1):



**Рис. 1 – Етапи прийняття управлінських рішень**

Реалізація першого етапу вироблення варіантів можливих рішень залежить від особливостей самої задачі прийняття рішень та відбувається за участю компетентних експертів, аналітиків і ОПР [9]. Задачі, які при цьому можуть мати місце є наступними:

- задачі класифікації об'єктів, яка полягає у віднесенні об'єкта до одного із заданих класів;
- задачі розбиття або нечіткого розбиття об'єктів на групи (кластери) відповідно до їх близькості за заданою метрикою;
- задачі прогнозування на основі часових рядів;
- задачі структурної і параметричної ідентифікації невідомих залежностей;
- задачі статистичного аналізу даних;
- задачі обробки результатів опитувань експертів тощо.

Завданням експертів на цьому етапі є аналіз результатів розв'язання зазначених задач та надання пропозицій щодо формування та наповнення множини альтернатив.

На етапі визначення варіантів майбутніх станів природи та обчислення ймовірностей їх настання ключовими є задачі ідентифікації та прогнозування. Додатковим джерелом інформації на цьому етапі можуть також бути висновки компетентних експертів.

Оцінювання очікуваної корисності альтернатив пов'язане з виконанням імітаційного моделювання та аналізом його результатів.

У виборі оптимальної альтернативи безпосередню участь приймає ОПР. В процесі аналізу результатів, отриманих на попередніх, виникають задачі теорії ігор та задачі прийняття рішень в умовах ризику і невизначеності. Для їх розв'язання застосовують критерії прийняття рішень. Вибір критерію лежить на самій особі, що приймає рішення та залежить від таких її суб'єктивних особливостей, як схильність до ризику, рівень оптимізму-песимізму тощо [5, 9, 10].

Серед відомих критеріїв прийняття рішень варто відмітити мінімаксий критерій, модальний критерій, критерій мінімізації дисперсії оцінок, критерій Гурвіца тощо [9]. В деяких випадках доцільним також є розв'язання двоетапних задач прийняття рішень за допомогою критеріїв, розроблених в [5].

Таким чином, процес прийняття управлінських рішень є складним та багатоетапним. Задачі, які при цьому необхідно розв'язувати, належать до різних розділів математичної статистики, інтелектуального аналізу даних, теорії прийняття рішень тощо.

Для автоматизації процесу прийняття рішень актуальною є розробка такої СППР, яка включити в себе всі необхідні моделі і методи, а також буде гнучкою до внесення в неї структурних змін. Вдала інтеграція та поєднання методів і алгоритмів для розв'язання зазначених задач дозволить зробити створений програмний продукт автономним, а ОПР незалежною на всіх етапах прийняття управлінських рішень в умовах ризику і невизначеності.

Пропонується створювати СППР відповідно до розробленої структурно-функціональної схеми (рис. 2):

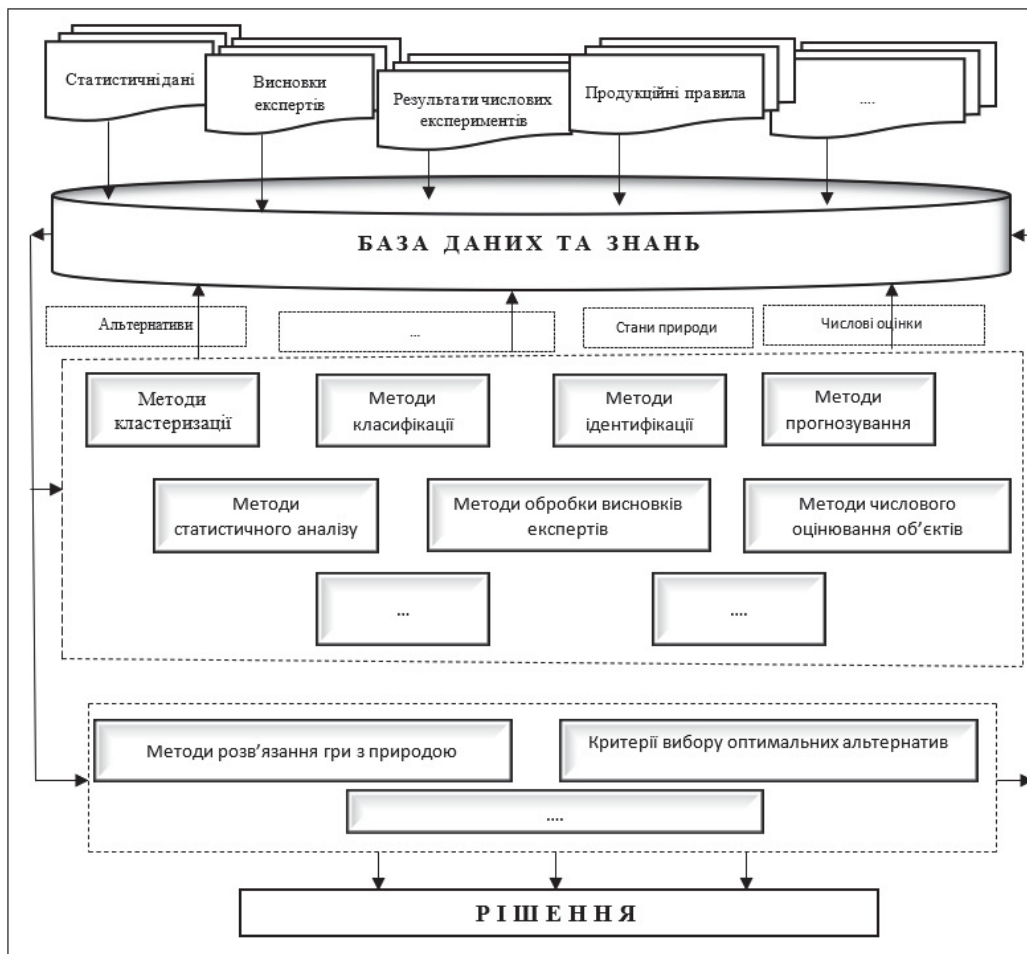


Рис. 2 – Структурно-функціональна схема СППР

**Обговорення результатів.**

Використання розробленої в дослідженні структурно-функціональної схеми СППР при проектуванні програмних продуктів для супроводу багатоетапного процесу прийняття управлінських рішень в умовах ризику і невизначеності дозволить забезпечити можливість ефективного розв'язання задач, які виникають на всіх його етапах. При наповненні структурних блоків системи релевантними моделями і методами важливим є врахування особливостей предметної області для якої створюється СППР, структури та обсягів вхідних даних.

**Висновки.**

Дослідження присвячене розробці структурно-функціональної схеми СППР для автоматизації всіх процесів, які виникають при виробленні та прийнятті управлінських рішень в умовах ризику і невизначеності. Реалізація такого комплексного підходу дозволить зробити на його основі цілісний програмний продукт. При використанні СППР такого типу у ОПР не виникає потреб до залучення додаткових програмних продуктів для аналізу даних, а це робить ОПР незалежною на кожному етапі аналізу та інтерпретації даних. Ефективність такого підходу до створення програмних продуктів доведена в багатьох наукових дослідженнях, зокрема в [6, 7].

**Список використаних джерел:**

- [1]. Славина Н. А., Лаврук О. С. Прийняття управлінських рішень в умовах ризику та невизначеності ситуацій. *Збірник наукових праць подільського державного аграрно-технічного університету*. 2014. № 22. С. 212-217.
- [2]. Гладкова Л. А., Наумова М. А. Застосування теорії ігор в економіці. *НАУКОВІ ЗАПИСКИ. Серія: ПРОБЛЕМИ МЕТОДИКИ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОЇ І ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ*. 2016. № 2(4).
- [3]. Kochenderfer M. J. Decision making under uncertainty: theory and application. MIT press, 2015. <https://doi.org/10.7551/mitpress/10187.001.0001>
- [4]. Pahlke J., Strasser S., Vieider F. M. Responsibility effects in decision making under risk. *Journal of Risk and Uncertainty*. 2015. 51(2). P. 125-146. <https://doi.org/10.1007/s11166-015-9223-6>
- [5]. Mulesa O., Snytyuk V., Myronyuk I. Optimal alternative selection models in a multi-stage decision-making process. *EUREKA: Physics and Engineering*. 2019. № 6. P. 43-50. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2019.001005>





- [6]. Tripathi K. P. Decision support system is a tool for making better decisions in the organization. *Indian Journal of Computer Science and Engineering (IJCSE)*. 2011. № 2(1). P. 112-117.
- [7]. Accorsi R., Manzini R., Maranesi F. A decision-support system for the design and management of warehousing systems. *Computers in Industry*. 2014. 65(1). P. 175-186. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2013.08.007>
- [8]. Castillo R. S., Kelemen, A. Considerations for a successful clinical decision support system. *CIN: Computers, Informatics, Nursing*. 2013. 31(7). P. 319-326. <https://doi.org/10.1097/NXN.0b013e3182997a9c>
- [9]. Волошин О. Ф., Машченко С. О. Моделі та методи прийняття рішень. К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010.
- [10]. Емец О. А., Устьян Н. Ю. Игры с комбинаторными ограничениями. Кибернетика и системный анализ. 2008.

#### References:

- [1] N. A. Slavina and O. S. Lavruk, "Pryiniattia upravlynskykh rishen v umovakh ryzyku ta nevyznachenosti sytuatsii," Zbirnyk naukovykh prats podilskoho derzhavnoho ahrarno-tekhnichnoho universytetu, (22), pp. 212-217, 2014.
- [2] L. A. Hladkova and M. A. Naumova, "Zastosuvannia teorii ihor v ekonomitsi," NAUKOVI ZAPYSKY. Seriya: PROBLEMY METODYKY FYZYKO-MATEMATYCHNOI I TEKHOLOHICHNOI OSVITY, 2(4), 2016.
- [3] M. J. Kochenderfer, *Decision making under uncertainty: theory and application*, MIT press, 2015. <https://doi.org/10.7551/mitpress/10187.001.0001>
- [4] J. Pahlke, S. Strasser, and F. M. Vieider, "Responsibility effects in decision making under risk," *Journal of Risk and Uncertainty*, 51(2), pp. 125-146, 2015. <https://doi.org/10.1007/s11166-015-9223-6>
- [5] O. Mulesa, V. Snytyuk, and I. Myronyuk, "Optimal alternative selection models in a multi-stage decision-making process," *EUREKA: Physics and Engineering*, (6), pp. 43-50, 2019. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2019.001005>
- [6] K. P. Tripathi, "Decision support system is a tool for making better decisions in the organization," *Indian Journal of Computer Science and Engineering (IJCSE)*, 2(1), pp. 112-117, 2011.
- [7] R. Accorsi, R. Manzini, and F. Maranesi, "A decision-support system for the design and management of warehousing systems," *Computers in Industry*, 65(1), pp. 175-186, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2013.08.007>
- [8] R. S. Castillo and A. Kelemen, "Considerations for a successful clinical decision support system," *CIN: Computers, Informatics, Nursing*, 31(7), pp. 319-326, 2013. <https://doi.org/10.1097/NXN.0b013e3182997a9c>
- [9] O. F. Voloshyn and S. O. Mashchenko, "Modeli ta metody pryiniattia rishen," K.: Vydavnycho-polihrafichnyi tsentr «Kyivskyi universytet», 2010.
- [10] O. A. Emec and N. YU. Ust'yan, "Igry s kombinatorynymi ogranicheniyami," *Kibernetika i sistemnyj analiz*, 2008.

Отримана в редакції 02.08.2021. Прийнята до друку 25.08.2021. Received 02 August 2021. Approved 25 August 2021. Available in Internet 31 September 2021.

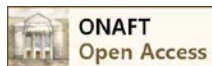
УДК 621.928.93

## АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЗАСІБ ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ ПІД ЧАС ВАНТАЖНИХ ОПЕРАЦІЙ З ЗЕРНОВИМИ КУЛЬТУРАМИ У ПОРТАХ

Сандлер А.К., Савчук О.С.

Національний університет "Одеська морська академія", м. Одеса, Україна  
E-mail: albertsand4@gmail.com

Copyright © 2021 by author and the journal "Automation of technological and business – processes".  
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).  
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



DOI:

**Анотація.** Забруднення повітря пилом промислового походження з початку сторіччя набуло характеру техногенної катастрофи. При цьому погіршення екологічного стану повітряного середовища чітко локалізується на тій же у промислових та транспортних районах, але й стало поширюватися на міста, селища й зони відпочинку. Обсяги шкідливих викидів зважених речовин становлять сотні тисяч кубічних метрів, і лише невелика їх частина проходить у безпечення в очисних спорудах підприємств. Внаслідок недосконаліості технологічного й допоміжного очисного встаткування, недосконаліості технологічних процесів перевантаження силучі вантажі, у морських та