

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Bowler, B. & Parminter, S. (2022) Mixed-level teaching: Tiered tasks and bias tasks. *Methodology in language teaching: An anthology of current practice*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, Chapter 6, 59-68. DOI: 10.1017/SBO9780511667190.010
- [2] Scrivener, J. (2005) *Learning teaching: A guidebook for English language teachers*. Oxford: Macmillan Education. 434 p. [Онлайн]. Доступно: <https://jonturnerhct.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/08/learning-teaching-by-james-scrivener.pdf>
- [3] Ketsyk-Zinchenko, U. & Pomirkovana, T. (2022) Differentiation of English teaching in different-level groups of non-language faculties of higher education institutions. *Current issues of the humanities*, 56(2), 135-141. [Онлайн]. Доступно: http://www.aphn-journal.in.ua/archive/56_2022/part_2/21.pdf
- [4] Дичківська І. Інноваційні педагогічні технології: навчальний посібник. К.: Академвидав, 2004. 218 с. [Онлайн]. Доступно: <https://eltutor.at.ua/Podskazki/Dychkivska.pd>
- [5] Романов І. Диференційоване навчання на заняттях з іноземної мови: роль, зміст та перспективи. *Молодий вчений: педагогічні науки*. Одеса, 2018. № 1 (53). С. 378-381.
- [6] Лучкевич В. Впровадження диференційованого підходу до вивчення іноземної мови: теоретико-методичний аспект. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. Одеса. 2022. Вип. 1(115). С. 252-260.
- [7] Gladka, O. (2023) Implementation of a differentiated approach to foreign language teaching for students of non-philological specialties. *Actual issues of the humanities*, 60(1), 247-251. [Онлайн]. Доступно: http://www.aphn-journal.in.ua/archive/60_2023/part_1/36.pdf
- [8] Tomlinson, C. A. (2001) *How to Differentiate Instruction in Mixed-Ability Differentiated Instructions. Classrooms* (2nd ed.). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development, 124 p.
- [9] Осаульчик О. Використання карт розуму як основи презентації в процесі навчання іноземних мов у вищій школі. *Інноваційна педагогіка*. 2018. № 8. С. 96-100.
- [10] Anderson, K. M. (2007) Differentiating Instruction to Include All Students. *Preventing School Failure*. Vol.51(3), 49-54. [Онлайн]. Доступно: https://cmapspublic3.ihmc.us/rid=1H1QYBQMZ-LVS4GQ-5CW/Anderson_DI.pdf

УДК 519.21:519.22:303.732.4(045)

DOI: 10.31652/2412-1142-2025-75-106-114

Радзіховська Лариса Миколаївна

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри інформаційних систем та технологій,
Вінницький торговельно-економічний інститут ДТЕУ,
м. Вінниця, Україна
ORCID ID: 0000-0003-0185-8036
larirad@ukr.net

Гусак Людмила Петрівна

кандидат педагогічних наук, доцент,
завідувач кафедри інформаційних систем та технологій,
Вінницький торговельно-економічний інститут ДТЕУ,
м. Вінниця, Україна
ORCID ID: 0000-0002-0022-9644
gusak-lyudmila@ukr.net

ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТЕЙ ТА МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

Анотація. В статті розглянуто особливості застосування ймовірнісного та статистичного методів як складових формалізованого методу системного аналізу. Відмічено, що нині все частіше на практиці якісні та кількісні методи використовуються комплексно. Математичний апарат є ключовим у більшості сучасних методів системного аналізу. А математичні методи системного аналізу є базовими у підготовці системних аналітиків з розв'язання практичних задач.

Наведено приклади розв'язання економічних задач за допомогою інструментів теорії ймовірностей та математичної статистики з використанням табличного процесора MS Excel. Зроблено висновок про те, що застосування інструментів теорії ймовірностей та математичної статистики (обчислення числових характеристик випадкових величин, статистичних характеристик вибірових сукупностей, функцій розподілу ймовірностей, законів розподілу економічних величин) дозволяють зробити обґрунтований вибір одного з кількох альтернативних варіантів розв'язання економічної проблеми, обчислити ймовірності потрібних подій, здійснити прогнозування.

Також наголошено на тому, що формалізовані методи системного аналізу потребують обробки великих масивів даних, отже, обчислення доцільно проводити з використанням сучасних інформаційних технологій.

Важливим аспектом застосування теорії ймовірностей та математичної статистики в процесі викладання системного аналізу у закладах вищої освіти є питання графічного відображення статистичних розподілів у вигляді полігонів та гістограм частот, відносних частот, числових характеристик за допомогою графічних редакторів різних програмних засобів.

Акцентовано увагу на тому, що сучасними вченими вивчаються питання використання математичних методів у системному аналізі, проте подальшого вирішення потребують питання їх поглиблення, систематизації та застосування інформаційних технологій при використанні математичного апарату у процесі викладання системного аналізу.

Ключові слова: випадкова величина; теорія ймовірностей; математична статистика; математико-статистичні методи; математичний апарат; системний аналіз; формалізовані методи; числові характеристики.

1. ВСТУП

Постановка проблеми. Нині системний аналіз використовують майже всі структурні підрозділи сучасного підприємства. Саме за умов системного комплексного аналізу можна обґрунтувати свої зобов'язання, скласти особистий виробничий план та вжити заходів щодо підвищення продуктивності праці, економії матеріалів, сировини, палива тощо, підвищити якість продукції [1].

Зауважимо, що нині немає єдиного універсального методу системного аналізу, як і немає чітких меж щодо того чи іншого методу. Загальноприйнятим є поділ методів системного аналізу на два основних види:

- неформальні (або якісні) – морфологічні, експертні, дерева цілей;
- формалізовані (кількісні) – статистичний, ймовірнісний, математичного програмування, класичної математики та ін.

Однак, нині все частіше на практиці ці методи використовуються комплексно. Так, не зважаючи на те, що метод експертних оцінок базується на використанні досвіду, інтуїції, знань людини, існують строгі математико-статистичні критерії (зокрема, Пірсона, Стьюдента), формули (обчислення коефіцієнта кореляції Спірмена, конкордації), шкали (наприклад, шкала градації коефіцієнтів рангової кореляції), базуючись на які можна робити висновки про узгодженість думок експертів, значущість отриманих результатів. Найбільш сучасний і популярний нині метод аналізу ієрархій (метод Сааті) теж включає у себе дві складові: перша – побудова матриць попарних порівнянь альтернатив, критеріїв, які переважно отримуються на практиці за допомогою експертних оцінювань. Проте, всі наступні етапи вказаного методу базуються на строгих математичних підрахунках: знаходяться власні значення, власні вектори матриці (оскільки Сааті довів, що для отримання пріоритетів досліджуваних елементів по відношенню до елементів з верхнього рівня ієрархії, потрібно знайти власний вектор матриці, який відповідає λ_{max} – її максимальному власному значенню). Тут рахуються середні геометричні значення, виконуються операції над матрицями.

Математичні методи системного аналізу є базовими у підготовці системних аналітиків з розв'язання практичних задач міждисциплінарного характеру з наявністю конфліктуючих цілей, неоднорідностей різної природи та багатофакторних ризиків [4].

Отже, математичний апарат є ключовим у більшості сучасних методів системного аналізу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Застосуванням ймовірнісного методу при дослідженні та прогнозуванні діяльності підприємства присвячено праці І. Макарчук, І. Федулової [2], Ю. Паламарчук, І. Шевченко [3], О. Старенької [4]. Економіко-статистичні методи дослідження сучасних підприємств вивчають О. Іващук, В. Руська [5], Т. Погорелова [6] та ін. Особливості застосування системного аналізу при прийнятті управлінських рішень розглядали О. Томчук, С. Кафлевська [7]. Питання викладання системного аналізу у закладах вищої освіти висвітлено у працях Сидоренко Т. [8], Т. Мазурунок, О. Яновського [9] та ін.

Сучасними вченими вивчаються питання використання математичних методів у системному аналізі, проте подальшого вирішення потребують питання їх поглиблення, систематизації та застосування інформаційних технологій при використанні математичного апарату у процесі викладання вказаного освітнього компоненту.

Метою статті є аналіз особливостей застосування математичних методів, зокрема, ймовірнісного та статистичного під час викладання системного аналізу у закладах вищої освіти.

2. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою вивчення системного аналізу є формування теоретичних знань і практичних навичок, необхідних для використання системного підходу, його принципів і методів у дослідженні та проектуванні складних організаційно-технічних систем, формування навичок використання інструментарію підтримки прийняття рішень, обчислювальних засобів для вирішення практичних системних задач [10].

На думку Н. Гончаренко, за використання комплексного підходу особливу увагу слід приділити саме системі показників та методів, за допомогою яких проводитиметься системний аналіз та вирішуватиметься та чи інша поставлена проблема [1].

Зосередимось на особливостях застосування методів теорії ймовірностей та математичної статистики в процесі викладання системного аналізу (зауважимо, що освітній компонент «Системний аналіз» є обов'язковим у більшості освітніх програм галузі знань F «Інформаційні технології»).

Будь-які події завжди відбуваються з певними ймовірностями, незалежно від того, прораховуємо ми їх наперед, враховуємо, чи ні. Відмітимо, що, зазвичай, ймовірності знаходяться на практиці двома методами: математико-статистичним – на основі статистичних даних за попередні періоди та експертним – у випадках, коли така статистика відсутня або відкривається абсолютно нове підприємство, аналогів якому немає на ринку, або економічна ситуація змінюється настільки швидко, що використовувати дані за попередні роки є недоцільним.

У процесі прийняття управлінських рішень часто доводиться аналізувати і прогнозувати показники, які є випадковими величинами, а отже, пов'язані з ризиком і невизначеністю. Важливою частиною аналізу є визначення того, яким чином можна подолати цю невизначеність. Саме для цього і може бути використаний ймовірнісний підхід до оцінки ризику. Він дає змогу з мінімальними зусиллями зрозуміти ймовірність отримання бажаного результату, який пов'язаний з ціллю розвитку підприємства, або який результат можна отримати з бажаною ймовірністю і визначити для себе їх прийнятність [11].

Щодо ймовірнісного методу, зазвичай основними його інструментами є математичне очікування, дисперсія, стандартне відхилення. Він використовується тоді, коли відомий ряд розподілу відповідної випадкової величини (прибутку, доходу, втрат і т. ін.). Цей метод найбільш доцільно застосовувати тоді, коли потрібно здійснити вибір одного варіанта з кількох альтернатив (проектів). Тут в основу покладено правило оптимального коливання результату, а саме, на основі вказаного правила вибирають ту альтернативу, для якої величини, що характеризують економічний ризик (середнє квадратичне відхилення та коефіцієнт варіації) є найменшими [12].

Зазвичай однозначний висновок неможливо зробити лише за значенням математичного сподівання, оскільки на практиці важливо знати не просто очікуване середнє значення

рентабельності, втрат, доходу, а й розкид отриманих значень навколо нього. Відмітимо, за математичним очікуванням лінійних відхилень значень випадкової величини від середнього ($\Delta X = X - M(X)$) неможливо зробити висновок про розсіювання можливих результатів. Тому введено таку характеристику, як дисперсія – середнє зважене з квадратів відхилень дійсних значень від середніх очікуваних. Користуючись нерівністю Чебишева, можливо встановити зв'язок між лінійним та квадратичним відхиленнями: малому значенню дисперсії відповідає і невелике лінійне відхилення. Чим більший розкид (дисперсія), тим ризикованішим є рішення. Проте, дисперсія є не досить вдалою характеристикою коливання, оскільки вона вимірюється в квадратах одиниць математичного сподівання. Тому і розглядається середнє квадратичне відхилення σ як арифметичний квадратний корінь з дисперсії. Ця характеристика вимірюється у тих же одиницях, що й середнє очікуване значення.

Однак, існують випадки, коли величини виражені у різних одиницях вимірювання, або за вище описаними характеристиками зробити висновки неможливо. Тоді обчислюються коефіцієнти варіації, які є безрозмірними величинами і показують кількість одиниць стандартного відхилення, що припадають на одиницю математичного очікування. Вимірявши коефіцієнт варіації у відсотках, акцентуємо увагу на тому, що перевагу доцільно надавати проекту, для якого значення коефіцієнта варіації менше 10%. Якщо ж коефіцієнт варіації більше 25%, такі рішення взагалі не варто приймати до розгляду.

Отже, чим більше розсіювання (дисперсія, стандартне відхилення, коефіцієнт варіації), тим не менш прийнятним є вибір, тим вищою є величина економічного ризику. Причому, враховуючи сучасні трактування економічного ризику, в цьому випадку він розглядається як коливання результату [13].

Так, під час порівняння управлінських рішень А і В, доцільно обрати рішення А, якщо:

- $M_A > M_B$; $\sigma_A = \sigma_B$; $V_A < V_B$;
- $M_A > M_B$ і $\sigma_A < \sigma_B$; $V_A < V_B$;
- $M_A = M_B$ і $\sigma_A < \sigma_B$; $V_A < V_B$.

Рішення В обирається, якщо

- $M_A < M_B$ і $\sigma_A = \sigma_B$; $V_A > V_B$;
- $M_A < M_B$ і $\sigma_A > \sigma_B$; $V_A > V_B$;
- $M_A = M_B$ і $\sigma_A > \sigma_B$; $V_A > V_B$.

Якщо ж $M_A < M_B$ і $\sigma_A < \sigma_B$ або $M_A > M_B$ та $\sigma_A < \sigma_B$, однозначного варіанту рішення немає, потрібні додаткові дослідження за допомогою інших методів. Тут обирається чи відхиляється проект в залежності від ставлення людей, що приймають рішення, до ризику.

Враховуючи те, що формалізовані методи системного аналізу потребують обробки великих масивів даних, обчислення доцільно проводити з використанням ІТ-технологій [12].

Так, на рис. 1 показана організація обчислень при вирішенні питання вибору найбільш привабливої акції серед трьох, враховуючи норми прибутку. Причому вибір здійснено за коефіцієнтом варіації. Обчислення здійснено за допомогою засобів табличного процесора MS EXCEL (рис.1). Для обчислення математичного очікування застосовано функцію SUMPRODUCT, яка дозволяє знаходити суму добутків значень випадкової величини та відповідних імовірностей. Для обчислення середньоквадратичного відхилення використовують функцію SQRT, яка дає значення квадратного кореня з заданого числа.

-SUMPRODUCT(B2:D2;B3:D3)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	A								
2	x_i	59	29	19		$M(X_A)=$	34,3	$\sigma(X_A)=$	14,8
3	p_i	0,25	0,53	0,22		$V(X_A)=$	43%		
4	B								
5	x_i	49	39	29		$M(X_A)=$	39,5	$\sigma(X_A)=$	7,4
6	p_i	0,3	0,45	0,25		$V(X_A)=$	19%		
7	C								
8	x_i	39	29	19		$M(X_A)=$	29,4	$\sigma(X_A)=$	7,06
9	p_i	0,27	0,5	0,23		$V(X_A)=$	24%		
10									

Рис. 1. Обчислення коефіцієнта варіації засобами MS EXCEL

Однак, нині набуває популярності і менш громіздкий метод – спрощений ймовірнісний, який є менш точним, проте більш економним, він ґрунтується на наступних твердженнях: розсіювання результатів оцінюється ймовірною величиною найбільшого та найменшого прибутків, доходів і т. ін. причому, чим більшою є різниця між вказаними двома величинами, тим більший і розкид. Тому доцільно в процесі викладання ознайомити здобувачів вищої освіти і з такою версією ймовірнісного методу. В основу цього методу покладена наступна формула:

$$\sigma^2 = p_{max}(E_{max} - M)^2 + p_{min}(E_{min} - M)^2,$$

Де p_{max} та p_{min} , E_{max} та E_{min} – ймовірності та величини максимального та мінімального прибутків. Під час розгляду обох методів доцільно обговорити умови доцільності використання кожного, їх відповідні переваги та недоліки.

Так, на рис. 2 показано розв’язання завдання вибору альтернативного рішення щодо вкладення інвестицій на основі ймовірнісного методу системного аналізу з використанням табличного процесора MS Excel ймовірнісним та спрощеним ймовірнісним методом.

Компанія визначає ймовірності наступу економічного росту так: сильного – 0,3; середнього – 0,5; слабого – 0,2. Грошові надходження у проекти А, В, С, за якими прогнозується можливий економічний ріст, передбачаються згідно з даними таблиці. Прийняти рішення щодо вкладення інвестицій. Вибрати потрібний варіант і розв’язати задачу, використовуючи:					Рівень економічного росту			очікувані гроші надходження, млн. грн							
					Ймовірність	А			В			С			
а) ймовірнісний метод;					сильний	0,3	5	2,3	3						
					середній	0,5	2	2,1	2,6						
					слабкий	0,2	0,8	1,2	0,5						
б) спрощений ймовірнісний метод.					а) Математичне очікування		2,66	1,98	2,3						
					Дисперсія		2,5534	0,1596	0,84						
					Стандартне відхилення		1,597623	0,3995	0,916513						
					Коефіцієнт варіації		60,06%	20,18%	39,85%						
4.					б) Математичне очікування		2,66	1,98	2,3						
					Дисперсія		2,3946	0,1524	0,795						
					Стандартне відхилення		1,52794	0,390384	0,891628						
					Коефіцієнт варіації		57,44%	19,72%	38,77%						

Рис. 2. Приклад розв’язання завдання ймовірнісним методом (два способи)

Зауважимо, що в основу відомого графічного методу – методу побудови дерева рішень теж покладено обчислення числових характеристик випадкових величин, зокрема математичного сподівання. Як відомо, ієрархічна структура, що використовується в цьому методі, дозволяє подати інформацію у зручному для розрахунків вигляді, проте, основні обчислення пов’язані із розрахунками саме ймовірнісної характеристики.

Так, на рис. 3 показано розв’язання задачі за допомогою дерева рішень, де потрібно вибрати оптимальний варіант рішення без додаткового дослідження стану ринку та з додатковим дослідженням, а також зробити висновок про доцільність такого дослідження. В задачі розраховується сім математичних очікувань випадкової величини.

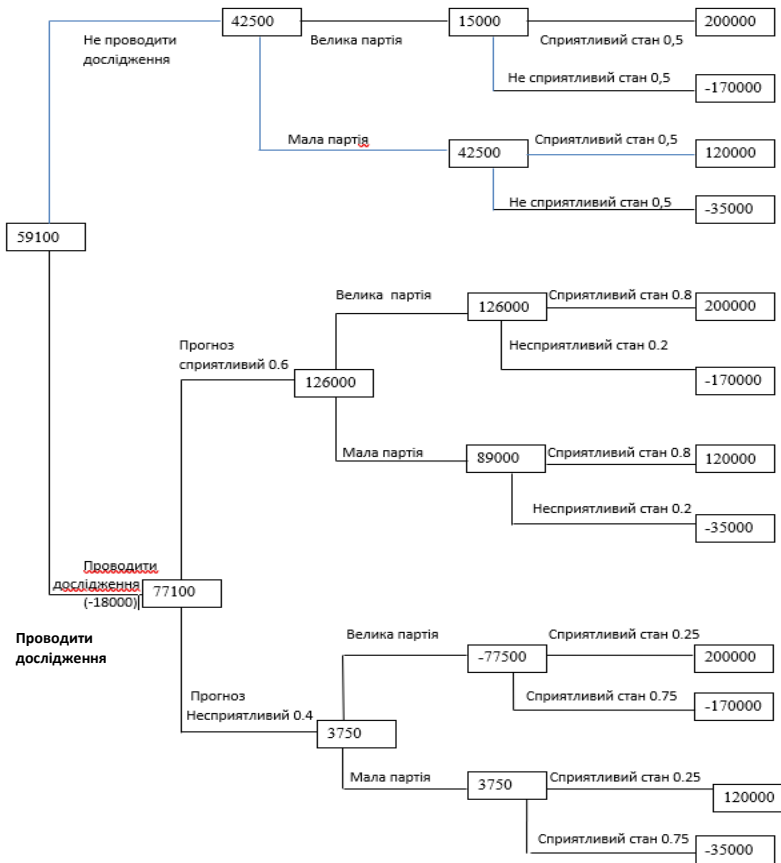


Рис. 3. Дерево рішень з додатковим дослідженням стану ринку

Окрім ймовірнісного методу, не менш важливим серед формалізованих методів системного аналізу є статистичний метод.

Статистичне дослідження незалежно від його мети та масштабів завжди завершується розрахунком та аналізом різних за видами та формою вираження статистичних показників. За допомогою статистичних показників створюється, передається та зберігається інформація про розміри, пропорції, зміни в часі та інші закономірності досліджуваних явищ [14].

Будь-які моделі, прогнози зазвичай будуються на основі статистики за даними за попередні періоди діяльності підприємства. Розглянемо типову прикладну задачу: підприємству потрібно укласти договір на поставку своєї продукції з однією із трьох фірм. За статистичними даними про терміни оплати товару потрібно вибрати найбільш оптимальну фірму. На рис. 4 показано розв'язання цієї задачі статистичним методом з використанням табличного процесора MS Excel. У такому разі обчислення доцільно виконувати, використовуючи статистичні вбудовані функції вказаного процесора.

1	Фірма	Термін оплати (дні)	Кількість випадків	Середній термін оплати (дні)	Колівання, коефіцієнт варіації(%)
2	Фірма 1	15	32	14,23	24
3		7	14		
4		12	24		
5		13	30		
6		17	25		
7		20	17		
8	Фірма 2	5	12		
9		8	14		
10		11	20		
11		13	27		
12		16	32		
13		17	25		
14		19	17		
15		21	10	13,14	38
16	Фірма 3	4	8		
17		5	8		
18		6	12		
19		9	13		
20		19	17		
21		20	9		
22		11	21		
23		17	23		

Рис. 4. Приклад розв'язання задачі статистичним методом з використанням табличного процесора MS Excel

Окрім традиційних характеристик математико-статистичного методу (середнє вибіркоче, вибіркоче дисперсія, вибіркоче стандартне відхилення та коефіцієнт варіації), які є аналогами відповідних характеристик ймовірнісного методу, важливим є також графічне відображення динаміки статистичних даних, знаходження ймовірностей потрапляння значень економічних показників в певний проміжок, знаходження закону розподілу, дії якого піддається та чи інша економічна випадкова величина.

Досить часто підприємцям важливо знати ймовірність потрапляння прибутку, виручки в певний проміжок.

Наприклад, за заданим статистичним розподілом прибутку підприємства галузі харчової промисловості потрібно знайти ймовірність отримання прибутку від 13 до 15 у. о.

Прибуток (тис. у.о.)	9	12	13	14	15	16	17	18	19
Кількість підприємств	2	4	2	2	5	1	1	1	2

Для знаходження шуканої ймовірності потрібно побудувати функцію розподілу ймовірностей:

$$F(x) = \begin{cases} 0, & \text{при } x \leq 9, \\ 0,1, & \text{при } 9 < x \leq 12, \\ 0,3, & \text{при } 12 < x \leq 13, \\ 0,4, & \text{при } 13 < x \leq 14, \\ 0,5, & \text{при } 14 < x \leq 15, \\ 0,75, & \text{при } 15 < x \leq 16, \\ 0,85, & \text{при } 17 < x \leq 18, \\ 0,9, & \text{при } 18 < x \leq 19, \\ 1, & \text{при } x > 19. \end{cases}$$

Тоді $P(13 \leq X \leq 15) = F(15) - F(13) = 0,5 - 0,3 = 0,2$.

Важливим аспектом застосування теорії ймовірностей та математичної статистики при викладанні системного аналізу у закладах вищої освіти є питання графічного відображення статистичних розподілів у вигляді полігонів та гістограм частот, відносних частот, числових характеристик за допомогою графічних редакторів різних програмних засобів.

3. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Таким чином, застосування інструментів теорії ймовірностей та математичної статистики (обчислення числових характеристик випадкових величин, статистичних характеристик вибіркових сукупностей, функцій розподілу ймовірностей, законів розподілу економічних величин) в системному аналізі дозволяють зробити обґрунтований вибір одного з кількох альтернативних варіантів розв'язання економічної проблеми, обчислити ймовірності потрібних подій. Окрім того, математико-статистичні методи системного аналізу дозволяють не просто проводити аналіз економічних подій, а здійснювати їх прогнозування на майбутнє. Оскільки математичний апарат є ключовим у більшості сучасних методів системного аналізу, вивчення здобувачами вищої освіти практичного застосування вказаних методів є необхідною складовою їх підготовки.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо у автоматизації процесу застосування теорії ймовірностей та математичної статистики при викладанні системного аналізу за допомогою сучасних інформаційних технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Гончаренко Н. Г. (2017). Роль комплексного системного аналізу в управлінні підприємством. Економіка і суспільство. №12. С. 683-686.
- [2] Макарчук І., Федуллова І. (2021). Ймовірнісний підхід до вимірювання цінового ризику підприємства. Вісник КНТЕУ. № 4. С.19-35.
- [3] Паламарчук Ю., Шевченко І. (2020). Аналіз кількісних та якісних методів оцінки фінансових ризиків на підприємстві. Наукове забезпечення технологічного прогресу XXI сторіччя. Т. 1. С.15-20.

- [4] Старенька О. (2019). Оцінка ризиків як компонент системи внутрішнього контролю підприємства. Науковий вісник ОНЕУ. № 9-10 (272-273). С. 127-145.
- [5] Руська Р. В., Іващук О.Т. (2014). Методи економіко-статистичних досліджень: навч. посіб. Тернопіль: Тайп. 190 с.
- [6] Погорелова Т. (2015). Моніторинг як статистичний метод дослідження фінансових результатів підприємств. Вісник соціально-економічних досліджень. Випуск 3 (58). С. 179-186.
- [7] Томчук О.Ф., Кафлевська С.Г. (2012). Системний аналіз як метод ухвалення і обґрунтування рішень. Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: економічні науки. №3 (69). Том 2. С. 217-222.
- [8] Сидоренко Т.М. (2024). Актуальність системного аналізу перспектив розвитку інформаційної діяльності у системі неперервної освіти. Актуальні питання у сучасній науці. №1(19). 2024. С. 735-745.
- [9] Мазурок Т. Л., Яновський А. О. (2022). Системний аналіз: навч. посіб. Одеса: ПНПУ ім. К.Д. Ушинського, 250 с.
- [10] Анотація навчальної дисципліни «Системний аналіз». [Електронний ресурс]. URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/5796/annotaciyasystemnyuanaliz.pdf>. (Дата звернення: 03.02.2025).
- [11] Математичні методи системного аналізу. [Електронний ресурс]. URL: http://mmsa.kpi.ua/sites/default/files/kpi_iasa_mmsa_phd_124_matematuzni_metodu_sustemnogo_analizu.pdf. Дата звернення 24.11.2024).
- [12] Гусак Л.П., Радзіховська Л.М. (2020). Використання табличного процесора MS EXCEL при викладанні системного аналізу. Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. 2020. № 40. С. 84-89.
- [13] Радзіховська Л.М., Іващук О.В. (2015). Сутність поняття «економічний ризик»: ретроспектива та сучасність. Економічний часопис-XXI. №7-8(1). С. 4-7.
- [14] Статистичні методи досліджень. [Електронний ресурс]. URL: <http://journalib.univ.kiev.ua/navch/StatMetodyDoslid.pdf> (Дата звернення 20.11.2024).

USE OF PROBABILITY THEORY AND MATHEMATICAL STATISTICS IN TEACHING SYSTEMS ANALYSIS

Radzihovska Larisa Mykolayivna

Candidate of Science in Pedagogy, Associate Professor
Associate Professor of the Department of information systems and technologies
Vinnytsia Institute of Trade and Economics
State University of Trade and Economics
Vinnytsia, Ukraine
ORCID ID: 0000-0003-0185-8036
larirad@ukr.net

Husak Lyudmila Petrovna

Candidate of Science in Pedagogy, Associate Professor
Head of the Department of information systems and technologies
Vinnytsia Institute of Trade and Economics
State University of Trade and Economics
Vinnytsia, Ukraine
ORCID ID: 0000-0002-0022-9644
gusak-lyudmila@ukr.net

Abstract. The article examines the peculiarities of the application of probabilistic and statistical methods as components of the formalized method of system analysis. It is noted that now more and more often in practice, qualitative and quantitative methods are used in a complex manner. Mathematical apparatus is key in most modern methods of system analysis. And mathematical methods of system analysis are basic in training system analysts to solve practical problems.

Examples of solving economic problems using the tools of probability theory and mathematical statistics using the MS Excel spreadsheet are given. It was concluded that the application of the tools of probability theory and mathematical statistics (calculation of numerical characteristics of random variables, statistical characteristics of sample populations, probability distribution functions, laws of distribution of economic values) allows you to make a reasonable choice of one of several alternative options for solving an economic problem, calculate the probabilities of the desired events, and make forecasts. It is also emphasized that the formalized methods of system analysis require the processing of large data sets, therefore, it is advisable to carry out calculations using modern IT technologies.

An important aspect of the application of probability theory and mathematical statistics in the teaching of system analysis in institutions of higher education is the issue of graphical display of statistical distributions in the form of polygons and histograms of frequencies, relative frequencies, numerical characteristics with the help of graphic editors of various software tools.

Attention is focused on the fact that modern scientists are studying the issue of using mathematical methods in system analysis, but the issues of their deepening, systematization and application of information technologies when using mathematical apparatus in the process of teaching system analysis require further resolution.

Key words: andom variable; probability theory; mathematical statistics; mathematical and statistical methods; mathematical apparatus; system analysis; formalized methods; numerical characteristics.

References (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- [1] Honcharenko N.H.(2017). The role of complex system analysis in enterprise management. *Ekonomika i suspilstvo*. №12. S. 683-686. (in Ukrainian).
- [2] Makarchuk I., Fedulova I. (2021). Ymovirnisnyi pidkhid do vymiriuvannya tsinovoho ryzyku pidpriemstva. *Visnyk KNTEU*. № 4. S.19-35. (in Ukrainian).
- [3] Palamarchuk Yu., Shevchenko I. (2020). Analysis of quantitative and qualitative methods of assessing financial risks at the enterprise. *Naukove zabezpechennia tekhnolohichnoho prohresu XXI storichchia*. T. 1. S.15-20. (in Ukrainian).
- [4] Starenka O. (2019). Risk assessment as a component of the company's internal control system. *Naukovyi visnyk ONEU*. No 9-10 (272-273). S. 127-145. (in Ukrainian).
- [5] Ruska R. V., Ivashchuk O.T.(2014). *Methods of economic and statistical research: navch. posib*. Ternopil: Taip. 190 s. (in Ukrainian).
- [6] Pohorielova T. (2015). Monitoring as a statistical method of researching the financial results of enterprises. *Visnyk sotsialno-ekonomichnykh doslidzhen*. Vypusk 3 (58). S. ya179-186. (in Ukrainian).
- [7] Tomchuk O.F., Kaflevstka S.H. (2012). System analysis as a method of making and justifying decisions. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU. Serii: ekonomichni nauky*.№3 (69). Tom 2. S. 217-222. (in Ukrainian).
- [8] Sydorenko T.M. (2024).The relevance of the system analysis of the prospects for the development of information activities in the system of continuing education. *Aktualni pytannia u suchasni nautsi*. №1(19). 2024. S. 735-745. (in Ukrainian).
- [9] Mazurok T.L., Yanovskiy A.O. (2022). *System analysis: navch. posib*. Odesa: PNPУ im. K.D. Ushynskoho, 250 s. (in Ukrainian).
- [10] Abstract of the educational discipline «System Analysis». [Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/5796/anotaciyasystemnyyanaliz.pdf>. Data zvernennia 11.03.25. (in Ukrainian).
- [11] Mathematical methods of system analysis. [Elektronnyi resurs]. URL: http://mmsa.kpi.ua/sites/default/files/kpi_iasa_mmsa_phd_124_matematuzni_metodu_sustemnogo_analizu.pdf. (Data zvernennia 24.11.2024). (in Ukrainian).
- [12] Husak L.P., Radzikhovska L.M. Use of MS EXCEL table processor in teaching system analysis. *Kompiuterno-intehrovani tekhnolohii: osvita, nauka, vyrobnytstvo*. 2020. № 40. S. 84-89. (in Ukrainian).
- [13] Radzikhovska L.M., Ivashchuk O.V. (2015). The essence of the concept of «economic risk»: retrospect and modernity. *Ekonomichnyi chasopys-XXI*. №7-8(1).
- [14] Статистичні методи досліджень. [Elektronnyi resurs]. URL: <http://journalib.univ.kiev.ua/navch/StatMetodyDoslid.pdf> (Data zvernennia 20.11.2024). (in Ukrainian).