

DOI: 10.36910/6775-2524-0560-2020-40-13

УДК: 004.31:378:303.732.4(045)

Радзіховська Лариса Миколаївна, канд. пед наук, доцент<http://orcid.org/0000-0003-0185-8036>**Гусак Людмила Петрівна**, канд. пед наук, доцент<http://orcid.org/0000-0002-0022-9644>

Вінницький торговельно-економічний інститут Київського національного торговельно-економічного університету, м. Вінниця, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ ТАБЛИЧНОГО ПРОЦЕСОРА MS EXCEL ПРИ ВИКЛАДАННІ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

Радзіховська Л.М., Гусак Л.П. Застосування табличного процесора MS EXCEL при викладанні системного аналізу.

Стаття присвячена застосуванню сучасних інформаційних технологій під час викладання дисципліни «Системний аналіз». Розкриті зміст та важливість дисципліни для розв'язання задач аналізу, проектування та управління в усіх системах. Розглянуті методологічні підходи щодо викладання дисципліни із використанням табличного процесора MS Excel. Обґрунтовано, що впровадження цієї програми дає змогу зосередити увагу на конкретних проблемах, які є основними в даній дисципліні без відволікання на аналітичні та довготривалі обчислення. Запропоновані способи організації обчислень засобами MS Excel під час вивчення окремих тем системного аналізу. Проведено аналіз наукової літератури щодо застосування табличного процесора MS EXCEL при побудові та дослідженні математичних моделей економічних процесів. Доведено доцільність використання обчислювального середовища Microsoft Excel для розв'язування задач з системного аналізу.

Ключові слова: системний аналіз, інформаційні технології, кластерний аналіз, однофакторна економетрична модель, MS EXCEL.

Радзиховская Л.Н., Гусак Л.П. Применение табличного процессора MS EXCEL при преподавании системного анализа. Статья посвящена применению современных информационных технологий при преподавании дисциплины «Системный анализ». Раскрыты содержание и важность дисциплины для решения задач анализа, проектирования и управления во всех системах. Рассмотрены методологические подходы к преподаванию дисциплины с использованием табличного процессора MS Excel. Обосновано, что внедрение этой программы позволяет сосредоточить внимание на конкретных проблемах, которые являются основными в данной дисциплине без отвлечения на аналитические и долговременные вычисления. Предложенные способы организации вычислений средствами MS Excel при изучении отдельных тем системного анализа. Проведен анализ научной литературы по применению табличного процессора MS EXCEL при построении и исследовании математических моделей экономических процессов. Доказана целесообразность использования вычислительной среды Microsoft Excel для решения задач по системному анализу.

Ключевые слова: системный анализ, информационные технологии, кластерный анализ, однофакторная эконометрическая модель, MS EXCEL.

Radzikhovska L.M., Husak L.P. Applying of the tabular MS EXCEL processor in the system analysis teaching. The article reveals the applying of modern information technologies at lectures in "The System Analysis". The content and significance of the discipline for solving analysis problems, designing and management in all systems are explained. The methods of teaching the discipline with the applying of the tabular MS EXCEL processor are discussed. The article grounds that the implementing of the offered program enables focusing on specific main issues of the discipline and helps to avoid analytical and long-term calculations. The methods of computation process with the help of MS Excel facilities when studying certain issues of the system analysis are proposed. The scientific literature on the problem of applying of the tabular MS EXCEL processor for designing and studying of the mathematical models of economic processes is analyzed. The expediency of use of Microsoft Excel computing environment for solving analysis problems is proven.

Key words: system analysis, information technologies, cluster analysis, one-factor econometric model, MS EXCEL.

Постановка наукової проблеми. Дисципліна «Системний аналіз» об'єднує широке коло питань: від теоретичних аспектів функціонування і керування складними системами до практичних методів аналізу систем і прийняття рішень в конкретних умовах. Для вирішення будь-якої проблеми треба підходити системно, тобто, розглядаючи систему, враховувати її цілі та функції, структуру, зовнішні та внутрішні зв'язки.

Системний аналіз формує у майбутніх фахівців сучасне системне мислення та спеціальні знання, які можуть бути використані на практиці для прогнозування та уточнення економічної теорії з точки зору системного аналізу і підходу – аналізу економічних систем, їх функціонування в реальних умовах, застосування сучасних методів статистичної обробки інформації для дослідження конкретних економічних ситуацій.

Важливість цієї дисципліни полягає, в першу чергу в її універсальності, тобто можливості застосування для розв'язання задач аналізу, проектування та управління не тільки в технічних, але і в суспільних, біологічних, фінансових системах і т. ін. Звідси і необхідно виводити основні принципи викладання даної дисципліни у вищих навчальних закладах [10].

Одним із таких принципів є застосування при її викладанні сучасних інформаційних технологій. Однією з самих популярних програм, що працюють в операційному середовищі Windows, і дають змогу фахівцям економічних спеціальностей виконати більшість професійних завдань, є табличний процесор MS

EXCEL, оскільки він об'єднує можливості графічного і текстового редактора, а також має потужну математичну підтримку.

Аналіз досліджень. Окремі автори (М. Виноградов, І. Гулівата, І. Карімов, О. Колісник, М. Медведєв, Н. Праворська, А. Савченко та ін.) розглядали питання застосування MS EXCEL при викладанні певних економічних дисциплін [2], [4], [6]. Загальною науковою основою вивчення дисципліни «Системний аналіз» є наукові праці О. Богданова, Л. Берталанфі, Н. Вінера, Р. Акофа, Ч. Черчмена, Д. Форрестера, П. Чекленда, П. Сенге, М. Джексона, В.М. Глушкова та інших провідних вчених в галузі системних наук. Д. Шостачук, А. Шостачук вивчали питання прикладної направленості дисципліни «Системний аналіз» [10].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Однак, залишаються поза увагою питання, пов'язані з методичними аспектами викладання вказаної дисципліни.

Мета статті. Метою цієї роботи є доведення доцільності та ефективності застосування табличного процесора MS EXCEL при викладанні окремих тем системного аналізу у закладах вищої освіти.

Виклад основного матеріалу. Системний аналіз базується на прикладних математичних дисциплінах, сучасних інформаційних технологіях і спеціальних дисциплінах, орієнтованих на вивченні сучасної теорії управління, теорії прийняття рішень і методів математичного та комп'ютерного моделювання широкого спектру техніко-економічних процесів [8].

Так, під час вивчення дисциплін у ЗВО використовуються різні інформаційні технології: Autodesk 3ds Max, ANSYS, GRAN 1Geogebra, MathCAD, Maxima та багато інших. Їх використання відкриває широкі можливості щодо регулювання обсягу та подання інформації, тривалості її вивчення; визначення видів самостійної роботи, контролю якості засвоєння знань студентами тощо. Проблема доцільності використання та вибір будь-якої з перехованих технологій вирішує викладач [3].

Проте, однією з самих могутніх і продуктивних програм нині є MS EXCEL. MS EXCEL можна використовувати як для розв'язування простих задач обліку, так і для складання різних бланків, ділової графіки, навіть повного балансу фірми, планування виробництва, розрахунку податків і заробітної плати, обліку кадрів, управління майном та ін. Електронні таблиці Ms Excel дозволяють проводити розрахунки за формулами, представляти дані у вигляді діаграм, структурувати дані, робити вибірку з великих таблиць, створювати консолідовані таблиці та ін. Можливості Excel дуже потужні: обробка тексту, управління базами даних – процесор настільки багатофункціональний, що в багатьох випадках перевершує спеціалізовані програми-редактори або програми баз даних. Програма Excel забезпечує як легкість при поводженні з даними, так і їх збереження [3].

При викладанні системного аналізу М. Виноградов, О. Колісник, А. Савченко пропонують застосовувати табличний процесор MS EXCEL при побудові та дослідженні математичних моделей економічних процесів. Ми підтримуємо цю думку і також застосовуємо MS EXCEL при здійсненні математичного моделювання економічних систем. Зокрема, при розв'язуванні прикладних задач на застосування моделі міжгалузевого балансу В. Леонтєва. В цьому випадку за допомогою MS EXCEL досить легко знаходяться обернені матриці, виконуються інші операції з матрицями великих розмірностей.

Однак, вважаємо доцільним також застосовувати MS EXCEL також при вивченні кореляційно-регресійного аналізу, кластерного аналізу, кількісних та якісних методів системного аналізу.

Так, при виконанні практичної роботи з теми «Однофакторна економетрична модель» студенти використовують метод найменших квадратів, реалізуючи його на практиці за допомогою програми MS EXCEL. При цьому потрібно розраховувати досить багато значень проміжних величин (X^2 ; XY та ін.) та основних показників. А саме, середні значення X_c та Y_c , оцінки параметрів b_0 та b_1 , значення середнього квадратичного відхилення σ_c , значення довірчого інтервалу прогнозу D_y , значення коефіцієнта детермінації, розрахункове значення критерію Фішера, коефіцієнт еластичності. Зручність, компактність та доцільність використання в цьому випадку можливостей MS EXCEL показано на листі розрахунку однофакторного експерименту (рис. 1) [1].

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Y	X	$Y \cdot X$	X^2	Y_p	$(Y - Y_p)^2$	$(Y - Y_c)^2$	$(X - X_c)^2$	D_y	Y_{min}	Y_{max}	$(X - X_c)(Y - Y_c)$	K_{el}
2	4,33	2,00	8,66	4	5,881	2,406	175,182	9	1,229	4,652	7,111	39,707	1,324
3	9,497	2,50	23,74	6,25	7,829	2,783	65,103	6,25	1,086	6,743	8,914	20,172	1,244
4	9,123	3,00	27,37	9	9,776	0,426	71,278	4	0,952	8,824	10,728	16,885	1,195
5	13,012	3,50	45,54	12,25	11,723	1,660	20,735	2,25	0,834	10,890	12,557	6,830	1,163
6	13,124	4,00	52,50	16	13,671	0,299	19,728	1	0,738	12,933	14,408	4,442	1,140
7	16,051	4,50	72,23	20,25	15,618	0,187	2,294	0,25	0,673	14,945	16,292	0,757	1,122
8	18,431	5,00	92,16	25	17,566	0,749	0,749	0	0,650	16,915	18,216	0	1,109
9	18,521	5,50	101,87	30,25	19,513	0,984	0,913	0,25	0,673	18,840	20,186	0,478	1,098
10	20,177	6,00	121,06	36	21,460	1,647	6,819	1	0,738	20,723	22,198	2,611	1,089
11	24,145	6,50	156,94	42,25	23,408	0,543	43,288	2,25	0,834	22,574	24,242	9,869	1,082
12	25,252	7,00	176,76	49	25,355	0,011	59,081	4	0,952	24,403	26,307	15,373	1,075
13	26,741	7,50	200,56	56,25	27,303	0,315	84,188	6,25	1,086	26,217	28,388	22,938	1,070
14	29,949	8,00	239,59	64	29,250	0,489	153,348	9	1,229	28,021	30,479	37,150	1,065
15		8,50			31,197			12,25	1,380	29,817	32,577		1,061
16	228,353	65,00	1318,98	370,5	228,353	12,501	702,705	45,5				177,213	
17	$n = 13$		$X_c = 5$		$R = 0,99$								
18	$b_1 = 3,89$		$Y_c = 17,57$		$F = 607,32$				$t_{(0,05; 11)} = 2,2$			$\overline{K_{el}} = 1,137$	
19	$b_0 = -1,91$		$\sigma_\varepsilon = 1,07$		$r_{yx} = 0,99$								

Рис. 1. Лист розрахунку однофакторного експерименту

При здійсненні прогнозу, а саме, побудові прогнозу на основі парної лінійної регресії параметри моделі зручно знаходити, використовуючи функцію ЛИНЕЙН. При цьому доцільно будувати кореляційне поле, добавляти лінію тренда за допомогою Мастера діаграм. В прогнозуванні важливим є встановлення тісноти або сили зв'язку між змінними. Це робиться за допомогою обчислення коефіцієнтів кореляції. Щоб порахувати кореляцію засобами MS EXCEL, можна скористатись функцією КОРРЕЛ. Це значно зекономить час, дасть можливість зосередитись більше на економічному змісті процесів і явищ, що вивчаються.

Для наочного уявлення одержаних розрахунків студенти за допомогою табличного процесора MS EXCEL будують графіки: фактичних даних (Y) та (X), лінії регресії для базисних даних та прогнозу (Y_p), довірчу зону для базисних даних і прогнозу (Y_{min} , Y_{max}), коефіцієнта еластичності (K_{el}) (Рис. 2).

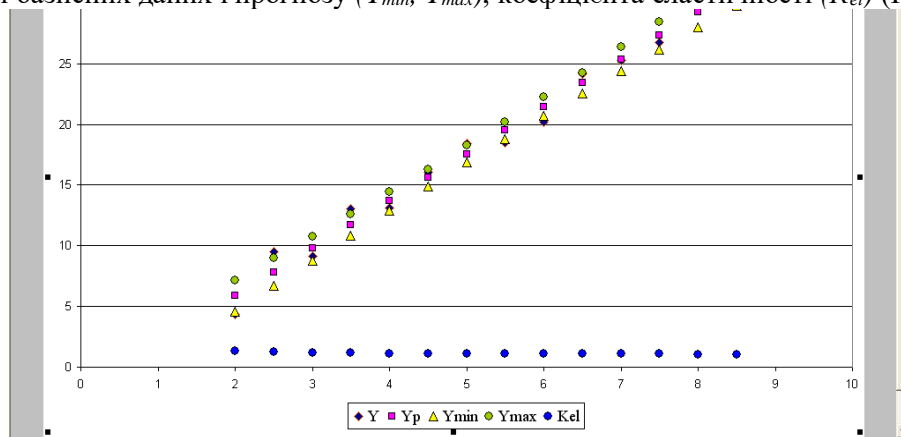


Рис. 2. Діаграма однофакторної моделі

Приклад розрахунку багатфакторної лінійної регресійної моделі показано на рис. 3. У даному випадку необхідно знайти значення оцінок параметрів для економетричної моделі: $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \varepsilon_i$, де Y – обсяг продукції, X_1 – обсяг основних матеріалів, X_2 – обсяг трудових ресурсів [1].

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		1	5	7			17		2	10	76	89
2		1	5	8			18		$X^T X =$	76	618	692,5
3		1	6	8			18			89	692,5	801,5
4		1	6	8,5			19					
5		$X =$	1	7	9,5		20		3	13,082	0,596	-1,968
6			1	8	9		20		$(X^T X)^{-1} =$	0,596	0,078	-0,134
7			1	9	10		21			-1,968	-0,134	0,3351
8			1	9	10		22					
9			1	10	9		22					
10			1	11	10		23					
11												
12		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13		$X^T =$	5	5	6	6	7	8	9	10	11	
14			7	8	8	8,5	9,5	9	10	9	10	
15												
16			4	200			5			9,58648		
17			$X^T Y =$	1557					$(X^T X)^{-1} X^T Y =$	0,68146		
18				1796,5						0,58814		

Рис. 3. Приклад розрахунку багатofакторної лінійної регресійної моделі

MS EXCEL дозволяє швидко виконати роботу, для якої не потрібно затрачати багато паперу і часу. Дана програма зуміє обчислити суми по рядках і стовпцях таблиць, порахувати середнє арифметичнє, банківський відсоток або дисперсію, тут взагалі можна використовувати безліч стандартних функцій: фінансових, математичних, логічних, статистичних.

Для успішного вивчення тем системного аналізу від учасників навчального процесу вимагається володіння певними математичними поняттями та прийомами (виконання операцій над матрицями, обчислення числових характеристик випадкових величин; побудова графіків функції, діаграм). Відсутність у студентів таких знань можуть перетворити вивчення цих тем у вивчення окремих розділів вищої математики. У такому разі, викладач має віднайти спосіб, який надасть змогу зрозуміти сутність нових понять і їх властивостей без відволікання на аналітичні та довготривалі обчислення. MS EXCEL цілком забезпечує такі вимоги.

Так, при застосуванні статистичних методів в системному аналізі доцільно використовувати вікно Мастер функцій. В рядку Категорія вибирається функція Статистические і за допомогою вбудованих статистичних функцій КВАДРОТКЛ та ДИСП розраховують значення середнього квадратичного відхилення та дисперсії потрібних економічних величин. При вивченні теми «Метод експертних оцінок» використовують різні статистичні критерії. Тут також допоможе MS EXCEL. Зокрема, критичне значення *t*-статистики Стьюдента може бути отримане за рахунок використання функції СТЬЮДРАСПОРБ пакету MS EXCEL, а табличне значення F-критерію знаходиться за допомогою статистичної функції ФРАСПОБР. При здійсненні статистичних перевірок гіпотез, дослідження основних законів розподілу випадкових величин, зокрема, найбільш вживаного - нормального закону розподілу доцільно використовувати вбудовану функцію НОРМРАСПР (X, Среднее, Стандартное_откл, Интегральная). Також при статистичній обробці результатів для візуалізації використовують надбудову Мастер діаграм.

Наведемо приклади. Приклад 1. На фінансовому ринку представлені акції трьох видів. Норма прибутку акцій залежить від ринкової кон'юнктури (%). Проаналізувати ситуацію і вибрати тип акції найбільш привабливої для інвестора з точки зору міри її ризику. За величину ризику прийняти коефіцієнт варіації.

Види проектів	Оцінка можливого результату					
	Песимістична		Стримана		Оптимістична	
	Прибуток X_{1i}	Ймовірність P_{1i}	Прибуток X_{2i}	Ймовірність P_{2i}	Прибуток X_{3i}	Ймовірність P_{3i}
A	59	0,25	29	0,53	19	0,22
B	49	0,3	39	0,45	29	0,25
C	39	0,27	19	0,5	19	0,23

Запропонуємо спосіб організації обчислень даного прикладу засобами MS Excel (Рис. 4). Для обчислення математичного очікування можна застосувати функцію СУММПРОИЗВ (масив 1; масив 2;...), яка надасть можливість знайти суму добутків значень випадкової величини та відповідних імовірностей. Для обчислення дисперсії використовують функцію КОРЕНЬ (число), яка повертає значення квадратного кореня від заданого числа [3].

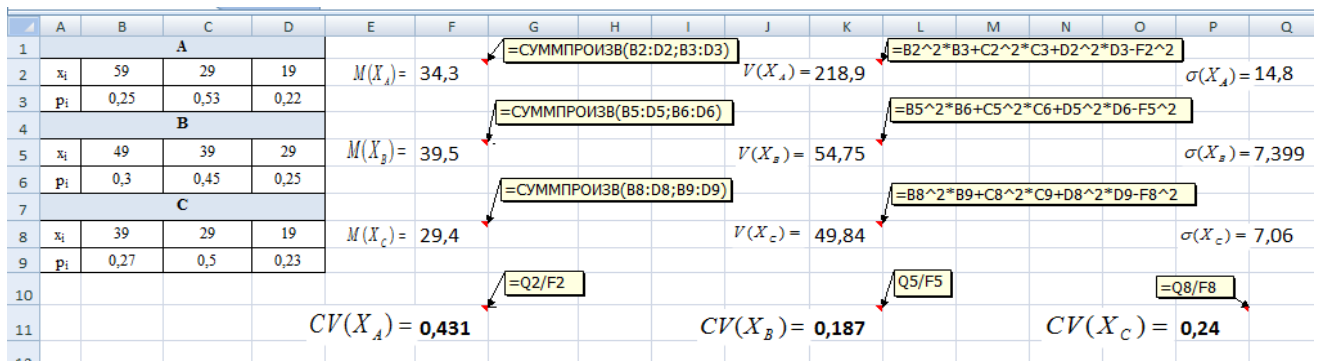


Рис. 4. Організація обчислень до прикладу 1

Приклад 2. Імовірність погашення банківського кредиту кожним клієнтом становить 0,7. Вважаючи випадковою величиною число клієнтів, які своєчасно і в повному обсязі повернуть кредити банкові серед вибраних 10 осіб, визначити: а) числові характеристики цієї випадкової величини; б) ймовірність того, що повернуть кредити у повному обсязі 5, менше 8, 7-9 осіб (за допомогою ряду та інтегральної функції розподілу); в) побудувати багатокутник розподілу випадкової величини; г) дослідити як міняється багатокутник розподілу якщо зменшити ймовірність до 0,6 та кількість осіб до 12.

Для розв'язування задачі засобами MS Excel у діапазон комірок A6:A16 введемо значення випадкової величини. Обчислимо відповідні їм ймовірності. Слід зазначити, що це можна зробити двома способами: за формулою $P(X = m) = C_n^m p^m q^{n-m}$, $m = 0, 1, 2, \dots, n$, $p + q = 1$, або за допомогою функції БИНОМРАСП (число_успехов; число_испытаний; вероятность_успеха; интегральная). Результати обчислень відображені у стовпчиках B і D робочого листа (Рис. 5.). У стовпцях G та I того ж робочого листа розраховано значення інтегральної функції розподілу випадкової величини різними способами з приміткою на формулу, яка використовується. У діапазоні комірок I19:I21 розраховані шукані ймовірності. Слід зазначити, що їх можна обчислити використовуючи також і інтегральну функцію розподілу.

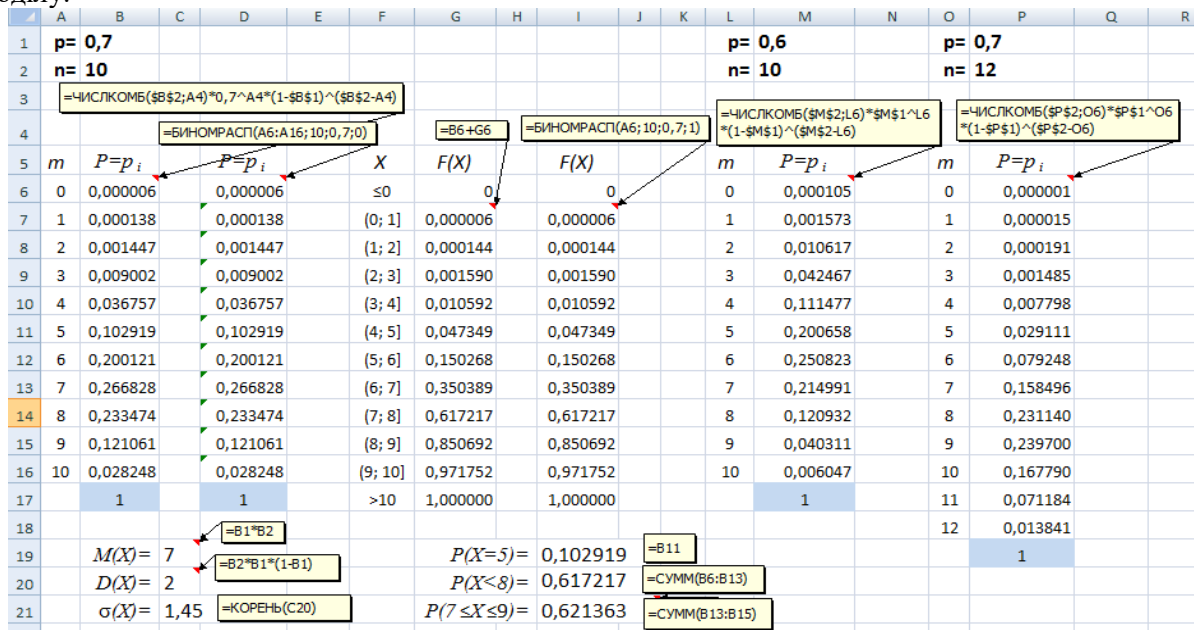


Рис. 5. Організація обчислень до прикладу 2

Для побудови багатокутника розподілу випадкової величини по осі абсцис відкладають її значення, а по осі ординат – відповідні їм ймовірності (Рис. 6) та використовують надбудову MS Excel Мастер діаграмм, виконавши команду Вставка/Діаграма, та вибрати тип діаграми – Точечная. Графічна інтерпретація (Рис. 6) дозволяє здійснити аналіз побудованих багатокутників розподілу випадкової величини [3].

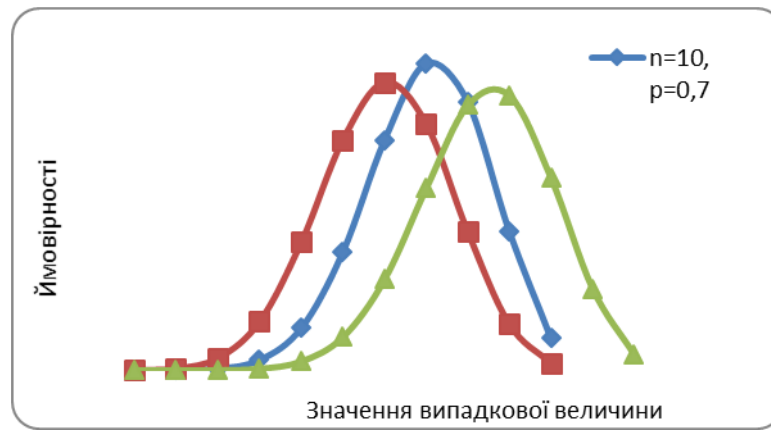


Рис. 6. Многокутник розподілу випадкової величини

Як відомо, в системному аналізі важливе значення має кластерний аналіз. Обчислювальне середовище Excel доцільно використовувати і в кластерному аналізі, зокрема, для побудови матриці відстаней між об'єктами [7], [9]. При цьому спочатку проводиться нормування таблиці значень: для цього розраховуються середні із застосуванням функції СРЗНАЧ, далі знаходять стандарт, використовуючи функцію СТАНДОТКЛОН. Потім, використовуючи функції MS EXCEL (КОРЕНЬ, СУММ та ін.), розраховують за певними формулами відстані між об'єктами. Таким чином, за допомогою табличного процесора MS EXCEL можна в кластерному аналізі виділяти з великої сукупності періоди, де значення відповідних параметрів максимально близькі й де динаміка найбільш схожа.

Висновки та перспективи подальшого дослідження. Отже, системний аналіз є фундаментальною наукою, що знайомить майбутніх фахівців з сучасними концепціями дослідження економічних систем, принципами та процедурами системного аналізу, сучасними методами обробки та аналізу статистичних даних. Методичний супровід з використанням табличного процесора MS EXCEL під час розв'язування задач з системного аналізу дає можливість звільнитися від рутинних операцій та зосередити увагу на конкретних проблемах, які є основними в даній дисципліні.

Список бібліографічних посилань

1. Бондар М.В., Рудомін Г.А. Економетрія. Методичні вказівки до виконання практичних робіт та самостійної роботи студентів з використанням ППК (2013), 107 с.
2. Виноградов М.А., Колісник Е.В., Савченко А.С. Лабораторний практикум з дисципліни «Системний аналіз» (2012), 40 с.
3. Гулівата І.О., Гусак Л.П., Радзіхівська Л.М. Вища та прикладна математика: теорія ймовірностей: навч. посібник (2018), 208 с.
4. Медведєв М.Г. Економетрія. Моделювання засобами MS EXCEL: навч. посібник (2011), 211 с.
5. Пістунів І.М., Антонюк О.П., Турчанінова І.Я. Кластерний аналіз в економіці: навч. посібник (2008), 84 с.
6. Праворська Н.І. Особливості використання Microsoft Excel при розв'язуванні задач економічних спеціальностей (2014). *Наука й економіка*. Вип. 4. С. 224-231.
7. Сдвижков О.А. Дискретная математика и математические методы экономики с применением VBA Excel (2013), 211 с.
8. Системний аналіз і управління. Освітня програма. URL: https://web.kpi.kharkov.ua/say/uk/specialties_ua/bachelor_ua/bachelor_124_ua/.
9. Форман Д. Много цифр: Анализ больших данных при помощи Excel (2016), 464 с.
10. Шостачук Д., Шостачук А. Навчальна дисципліна «Системний аналіз» та складні системи сучасного світу. URL: <https://www.pulib.sk/web/kniznica/elpub/dokument/Bernatova9/subor/Shostachuk.pdf>.

References

1. Bondar M.V., Rudomin H.A. Econometrics. Methodical guidelines for performing practical works and independent work of students using PPK (2013), 107 s.
2. Vynogradov M.A., Kolisnyk O.V., Savchenko A.S. Laboratory practice from the discipline «System analysis» (2012), 40 s.
3. Hulivata I.O., Husak L.P., Radzikhovska L.M. Higher and applied mathematics: theory of probabilities: a textbook (2018), 208 s.
4. Medvedev M.H. Econometrics. Modeling with MS EXCEL: a textbook (2011), 211 s.
5. Pistunov I.M., Antonyuk O.P., Turchaninova I.YA. Cluster analysis in economics: a textbook (2008), 84 s.
6. Pravorska N.I. Features of using Microsoft Excel in solving economic specialties tasks (2014). *Nauka y ekonomika*. Vyp. 4. S. 224-231.
7. Sdvizhkov O.A. Discrete mathematics and mathematical methods of economics with application of VBA Excel (2013), 211 s.
8. System analysis and management. Educational program. URL: https://web.kpi.kharkov.ua/say/uk/specialties_ua/bachelor_ua/bachelor_124_ua/.
9. Forman D. Many digits: Analysis of large data with Excel (2016), 464 s.
10. Shostachuk D., Shostachuk A. Educational discipline «System analysis» and complex systems of the modern world. URL: <https://www.pulib.sk/web/kniznica/elpub/dokument/Bernatova9/subor/Shostachuk.pdf>.