

■ МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 519.233.4:380:004.67

ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНИХ ЯВИЩ І ПРОЦЕСІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРОННИХ ТАБЛИЦЬ ©

Г.В. ЯНЧУК,
проректор з науково-педагогічної і
фінансово-економічної роботи,
кандидат економічних наук, доцент,

В.І. ЯНЧУК,
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри фінансів, банківської
справи та страхування,
Вінницький національний
аграрний університет
(м. Вінниця)

В статті на основі умовних даних розглянуто алгоритміку розрахунку багатофакторної моделі дослідження з використанням електронних таблиць Excel та мультиплатформенного продукту некомерційного характеру PlaneMaker 2016 складі SoftMaker FreeOffice 2016 для Windows або Linux.

Паралельно показано розрахунки та їх динаміку в формулах, оскільки розуміння алгоритміки методу дає можливість з допомогою електронних таблиць проаналізувати дослідження за практично будь-якою схемою та з різноманітною кількістю варіантів.

Прийняття на озброєння дисперсійного методу при дослідженні соціально-економічних явищ дозволить розв'язувати досить важливі завдання, виходячи з сучасних вимог до рівня економічного аналізу. У сфері соціально-економічних досліджень цей досить ефективний статистико-математичний засіб повинен зайняти одне з ключових місць комплексного факторного аналізу, перш за все тому, що використання дисперсійного методу може мати самостійне значення.

Ключові слова: Електронні таблиці, економіка, економічні явища, події, процеси, дисперсійний метод аналізу, Excel, PlanMaker 2016, SoftMaker FreeOffice.

Рис. 4. Табл. 5. Літ. 27.

Постановка проблеми. Не є секретом, що в економічну науку майже всі статистичні методи перейшли із прикладних наук природничого спрямування. В першу чергу це пов'язано із методикою апробування самих методів, адже, щоб відпрацювати алгоритміку будь-якого методу необхідно його "прогнати" через значну кількість матеріалу, який має мати досить значну кількість контролюємих факторів та чинників, що впливають на зміну результату. А це можливо лише на відносно короткотермінових дослідженнях (1-3 роки). Крім того в прикладних дослідженнях природничого спрямування можна дослідження безмежно повторювати,

дублювати, вносити правки і знову повторювати. При аналізі соціально-економічних явищ, подій, процесів навіть життя однієї людини буде замало для таких експериментів, тому в економічній науці застосовують методи перевірені і в часі і в просторі, які показали свою ефективність і результативність.

В епоху бурхливого, і досить часто не прогнозованого, розвитку економіки використання методів математичної статистики в аграрно-економічних дослідженнях стає нагальною вимогою та необхідністю. Слід визнати, що останнім часом широкого застосування у багатофакторному аналізі набув кореляційно-регресійний метод. І в то й же час майже зовсім не використовується досить ефективний засіб статистико-математичної обробки даних дослідження – дисперсійний аналіз. Як і інші ймовірно-статистичні методи, він набагато розширює можливості стратегів економічної сфери в аналізі аграрно-економічних явищ та процесів та значно підвищує рівень наукових досліджень.

Розроблений та вперше введений в практику сільськогосподарських та біологічних досліджень дисперсійний аналіз (ANOVA) англійським вченим Р.А. Фішером, який відкрив закон розподілу відношень середніх квадратів (дисперсій) і в подальшому суттєво доповнений працями Іейтса. У нашій країні перший опис основ дисперсійного аналізу здійснено у 1933 р. М.Ф. Деревицьким у додаткових розділах до підручника В. Іогансена "Елементи точного вчення про змінюваність та спадковість" [8].

Дисперсійний аналіз (ANOVA) досить широко застосовується в прикладних науках біологічного спрямування - рослинництві, тваринництві, селекції, насінництві, землеробстві і т.д., проте досить мало використовується при аналізі соціально-економічних явищ, в першу чергу через відсутність спеціальних пакетів програм та специфіку самого методу. В стандартному наборі електронних таблиць Excel є елементи дисперсійного аналізу, але це один з методів в якому недостатньо ввести дані і отримати результат, це метод пластичного багатофакторного характеру, який потрібно "розуміти" і контролювати алгоритміку його виконання на кожному етапі, а не розуміючи самого методу зробити вірні висновки із отриманих результатів досить проблематично, а інколи і не можливо об'єктивно описати дослід.

Прийняття на озброєння економістів дисперсійного методу дозволяє розв'язувати досить важливі завдання, виходячи з сучасних вимог до рівня економічного аналізу. У сфері соціально-економічних досліджень цей досить ефективний статистико-математичний засіб повинен зайняти одне з ключових місць комплексного факторного аналізу, перш за все тому, що використання дисперсійного методу може мати самостійне значення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемам впровадження в практику аграрно-економічних та соціально-економічних досліджень дисперсійного аналізу приділяли багато вчених-практиків та теоретиків, як вітчизняних так і зарубіжних. Будучи палким прихильником математичних методів обробки інформації В. Вольф в 50-60-х роках минулого століття велику увагу приділяв дисперсійному методу аналізу при проведенні польових досліджень [3]. В своїй практиці він ґрунтовно вивчив можливості дисперсійного методу аналізу і описав у своїх працях. У 70-х роках ХХ століття учень В. Вольфа, Б. Доспехов популяризував дисперсійний метод в підручниках для вищих навчальних закладів та методичних рекомендаціях для проведення обробки результатів досліджень [4]. Використання

дисперсійного методу аналізу в практиці математичної статистики ґрунтовно описав А. Опря в серії праць із математичної статистики, який наголошує, що незважаючи на те, що в економічних дослідженнях метод не набув широкого використання, яке має в прикладних біологічних науках, можливості його використання в сфері економіки досить широкі, оскільки основне його призначення - статистично виявити вплив різноманітних факторів на варіацію ознаки, що вивчається, особливо в тих випадках, коли зміна ознаки зумовлена одночасною дією факторів, частка впливу яких різноманітна [8]. Детально описує теоретичну основу і можливості практичного використання в прикладних дослідженнях А. Мармоза [7]. Із зарубіжних авторів варто відмітити Дж. Снедекора (1980) [9]. В цілому використанню і популяризації дисперсійного методу аналізу в своїх працях приділяли і приділяють увагу багато як вітчизняних так і зарубіжних вчених, оскільки він має досить багато переваг і є досить перспективним, через можливість одночасної обробки великого масиву даних багатофакторних моделей.

Формулювання цілей статті. Метою дослідження є спроба популяризації дисперсійного методу аналізу багатофакторних соціально-економічних моделей за допомогою використання електронних таблиць Excel, мультиплатформенного продукту некомерційного характеру PlaneMaker 2016 складі SoftMaker FreeOffice 2016 для Windows або Linux та зробити його відносно доступним для широкого кола користувачів. Крім того розуміння алгоритміки методу дає можливість з допомогою електронних таблиць проаналізувати дослід за практично будь-якою схемою та з різноманітною кількістю варіантів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дисперсійний аналіз широко використовується для планування дослідів та статистичного аналізу отриманих даних. Статистично обґрунтований план дослідів визначає і метод математичного аналізу результатів, тому сучасний дослід неможливо вірно спланувати, не знаючи основ дисперсійного аналізу.

В двох словах, суть дисперсійного методу полягає у використанні властивості суми квадратів центральних відхилень, коли кілька повністю незалежних факторів діють одночасно і створюють загальну змінюваність ознаки, на основі чого виявляється відмінність між варіантами дослідів, встановлюється чи відкидається різниця між ними та аналізується структура часток факторів впливу на досліджувану ознаку.

При дисперсійному аналізі одночасно обробляють дані декількох вибірок (варіантів), що складають єдиний статистичний комплекс, оформлений в вигляді спеціальної робочої таблиці. Структура статистичного комплексу та його послідовний аналіз визначається схемою і методикою експерименту.

Головне призначення дисперсійного аналізу – статистично виявити вплив різних факторів на мінливість ознаки, що вивчається. Особливий інтерес являє використання цього методу в аналізі економічних процесів та явищ, коли мінливість результативної ознаки викликана одночасною дією кількох факторів, сила впливу яких різна. Зокрема з таким положенням ми зустрічаємося при аналізі результативних синтетичних показників економічної ефективності виробництва. Найкращий ефект тут дає одночасний дисперсійний аналіз всіх відібраних факторів – багатофакторний аналіз.

Можна, звичайно, зробити і попарне порівняння факторів, при якому всі інші фактори ігноруються, але такий підхід до розв'язання питання не дає можливості виявити існуючу в дійсності множинність ефектів взаємодії.

Суть дисперсійного аналізу полягає в розкладанні загальної суми квадратів відхилень і загального числа ступенів свободи на частини – компоненти, що відповідають структурі досліду і оцінці достовірності дії та взаємодії вивчаємих факторів за F – критерієм.

В основі цього методу лежать такі властивості:

☞ замість індивідуальних помилок групових середніх, тобто середніх кожного варіанту, обчислюють одну усереднену помилку загальної вибірки, яку використовують для оцінки різниці між варіантами.

☞ середню помилку досліду знаходять шляхом розкладу загальної дисперсії (варіювання) всіх даних досліду на складові частини, що характеризують варіювання вивчаємих в досліді факторів і варіювання випадкове, джерелом якого являється не контролюєма дослідником багатогранність впливу зовнішніх умов на мінливість вивчаємих ознак і властивостей.

Оскільки метою даної статті не вивчення суті дисперсійного аналізу, перейдемо безпосередньо до його практичного застосування та розрахунку за допомогою електронних таблиць.

За приклад візьмемо дослідження за схемою $2 \times 2 \times 5$, тобто, трьох факторний дослід: фактор А - в двох варіантах, фактор В - в двох варіантах і фактор С - в п'яти варіантах (рис. 1).

	A	B	C	D	E	F	G	H
3	A	B	C	Значення показника по повтореннях				Σv
4				1	2	3	4	
5	1	1	1	22,8	24,1	20,4	17,9	85,2
6			2	19,9	24,2	22,3	23,0	89,4
7			3	25,2	24,5	21,8	23,3	94,8
8			4	25,6	26,9	24,2	23,7	100,4
9			5	27,1	28,4	24,7	26,2	106,4
10		2	1	23,5	24,8	22,1	21,6	92
11			2	24,6	25,9	22,2	23,7	96,4
12			3	25,9	26,2	25,5	24,0	101,6
13			4	27,3	28,6	24,9	26,4	107,2
14			5	29,4	30,7	28,0	27,5	115,6
15	2	1	1	18,0	20,3	19,6	17,1	75
16			2	18,9	21,2	17,5	20,0	77,6
17			3	22,2	23,5	19,8	21,3	86,8
18			4	22,6	24,9	21,2	19,7	88,4
19			5	24,1	25,4	21,7	23,2	94,4
20		2	1	21,5	22,8	20,1	19,6	84
21			2	22,5	23,8	20,1	21,6	88
22			3	23,6	24,9	25,2	27,7	101,4
23			4	25,4	26,7	24,0	23,5	99,6
24			5	27,2	28,5	24,6	26,3	106,6
25			Σp	477,3	506,3	449,9	457,3	1890,8

Рис. 1. Вихідні дані для дисперсійного аналізу*

Джерело: Вихідні дані - умовні, алгоритм розрахунку в електронних таблицях зроблено авторами

Передусім дисперсійний метод аналізу повинен допомогти дати відповідь на запитання: чи є враховувані в досліді фактори суттєвими чи вони обумовлені дією випадкових коливань вивчаємої ознаки, що не залежить від дослідника.

Якщо буде доведено наявність реальних відмінностей в межах вивчаємого кола факторів, виникає питання, які ознаки є найвагомими для прийняття рішення на користь того чи іншого варіанту.

Для початку розрахуємо суми квадратів відхилень та число ступенів свободи, для чого спочатку проведемо попередні розрахунки, на підставі яких проведемо подальші розрахунки: загальну, для варіантів, повторень і залишку (помилки) (рис. 2, 3).

	A	B	C	D	E	F	G
27	2. Вираховуємо суми квадратів відхилень:						
28	N=	$ A_x B_x C_xn=$	$2*4*5*4=$	80		N	80
29	C=	$(\sum x)^2:N=$		44689		I_A	2
30	C_y (загальна)=	$\sum x^2-C=$		685		I_B	2
31	C_p (повторень)=	$\sum p^2: A_x B_x C-C=$		95		I_C	5
32	C_v (варіантів)=	$\sum v^2:n-C=$		522,662		n	4
33	C_z (залишок (помилки))=	$C_y-(C_p+C_v)=$		67			

Рис. 2. Допоміжні розрахунки для обробки дисперсійного комплексу за факторами А, В, С.

Для візуалізації алгоритміки розрахунків і розуміння порядку їх здійснення відобразимо у вигляді формул із відповідними адресами ячеек електронних таблиць.

	A	B	C	D	E	F	G
27	N=	$ A_x B_x C_xn=$	$2*4*5*4=$	=G29*G30*G31*G32		N	=СЧЁТ(D5:G24)
28	C=	$(\sum x)^2:N=$		=СТЕПЕНЬ(H25;2)/D28		I_A	=СЧЁТ(A5:A24)
29	$C_y=$	$\sum x^2-C=$		=O26-D29		I_B	=СЧЁТ(B5:B14)
30	$C_p=$	$\sum p^2: A_x B_x C-C=$		=(H26)/(G29*G30*G31)-D29		I_C	=СЧЁТ(C5:C9)
31	$C_v=$	$\sum v^2:n-C=$		=O25/G32-D29		n	=СЧЁТ(D4:G4)
32	$C_z=$	$C_y-(C_p+C_v)=$		=D30-(D31+D32)			

Рис. 3. Допоміжні розрахунки для обробки дисперсійного комплексу за факторами А, В, С (відображення формул та функцій розрахунку на листку електронної таблиці)

Детальне висвітлення алгоритміки розрахунків ми будемо паралельно подавати з варіантами у вигляді розгорнутих формул, що значно полегшить застосування даного методу аналізу з допомогою електронних таблиць різних офісних пакетів [табл. 2]. Для переведення в активний стан, дані таблиці у варіантах із розгорнутими формулами достатньо скопіювати і вставити в електронну таблицю, якщо необхідно змінити форматування окремих ячеек таблиць із формату "текст" на "числовий". Копіюючи необхідно "вставляти" у відповідні місця електронної таблиці та порядку, адреси виділено і вказано в таблицях та рисунках.

На даному етапі ми розклали загальну суму квадратів для варіантів (C_v) на компоненти: суми квадратів для головних ефектів А, В, С і їх взаємодії АВ, АС, ВС та АВС. Для цього складаються проміжні розрахункові таблиці в які записуються суми значень показників по варіантах. Дані проміжні таблиці ми не виносимо в текст через обмеженість обсягу.

Суми квадратів для основних факторів і їх взаємодії розраховуємо в наступному порядку:

1. визначаємо суми квадратів для факторів А, В і взаємодії АВ, що дає можливість встановити загальне варіювання S_{A+B+AB} , варіювання факторів А, В та взаємодію АВ;

2. визначаємо суми квадратів для фактору С та взаємодію АС, виключаючи вплив фактору В, що дозволяє визначити варіювання S_{A+C+AC} і С, оскільки варіювання фактора А уже визначено вище;

3. визначаємо суму квадратів для взаємодії ВС і АВС, виключаючи дію фактора А. В результаті знаходимо суми для всіх варіантів комбінацій факторів В і С, що можливість визначити варіювання S_{B+C+BC} та варіювання факторів В і С.

Отримані результати заносимо в таблицю 1 (в таблиці 2 наведемо алгоритм розрахунку) і оцінюємо значимість дії та взаємодії вивчаємих факторів, оцінки істотності відмінностей між середніми та формулювання висновків з перевірки нульової гіпотези найчастіше використовується F-критерій, закон розподілу якого довів Р. Фішер. Даний критерій є відношенням дисперсій: факторної та помилки (невраховуваної), зумовленої дією випадкових причин, тобто, якщо в досліді присутні декілька факторів, що діють на результат одночасно, то необхідно дисперсії кожного фактору порівняти із дисперсією помилки.

Таблиця 1

Результати дисперсійного аналізу даних
трьохфакторного дослідження 2x2x5

	А	В	С	Д	Е	Ф	Г
83	Дисперсія		Сума квадратів	Число степенів свободи	Середній квадрат	F_{ϕ}	F_{05}
84	Загальна, S_V		685	79	-	-	-
85	Повторень, S_P		95	3	-	-	-
86	Фактор А, S_A		95	1	95,0	81,20	4,01
87	Фактор В, S_B		110	1	110,5	94,35	4,01
88	Фактор С, S_C		302	4	75,5	64,51	2,53
89	Взаємодія АВ, S_{AB}		5	1	5,4	4,62	4,01
90	Взаємодія АС, S_{AC}		7	4	1,7	1,48	2,53
91	Взаємодія ВС, S_{BC}		2	4	0,4	0,34	2,53
92	Взаємодія АВС, S_{ABC}		1	4	0,3	0,25	2,53
93	Залишок (помилки)		67	57	1,2	-	-

Якщо значення факторної дисперсії значно більше залишкової (помилки), то фактор істотно впливав на результативну ознаку. Крім того перевіряємо дієву розбіжність між самими факторами, так зіставляючи обчислені (фактичні) і теоретичні (взяті із зведених таблиць значення F (критерію Фішера) для 0,05 і 0,01 відсоткового рівня значимості). Якщо $F_{\text{фактичне}} > F_{\text{теоретичного}}$ то вірогідність вважається доведеною.

Таблиця 2

**Результати дисперсійного аналізу даних
трьохфакторного досліджу 2x2x5 (алгоритм розрахунку)**

	A	B	C	D	E	F	G
	Дисперсія		Сума квадратів	Число степенів свободи	Середній квадрат	F_ф	F₀₅
83	Загальна, C _v		=D30	=G28-1	-	-	-
84	Повторень, C _p		=D31	=G32-1	-	-	-
85	Фактор А, С _A		=D54	=G29-1	=C85/D85	=E85/E92	=FРАСПОБР (0,05;D85;D92)
86	Фактор В, С _B		=D55	=G30-1	=C86/D86	=E86/E92	=FРАСПОБР (0,05;D86;D92)
87	Фактор С, С _C		=D67	=G31-1	=C87/D87	=E87/E92	=FРАСПОБР (0,05;D87;D92)
88	Взаємодія АВ, С _{AB}		=D56	=((G29-1)* (G30-1))	=C88/D88	=E88/E92	=FРАСПОБР (0,05;D88;D92)
89	Взаємодія АС, С _{AC}		=D68	=((G29-1)* (G31-1))	=C89/D89	=E89/E92	=FРАСПОБР (0,05;D89;D92)
90	Взаємодія ВС, С _{BC}		=D79	=((G30-1)* (G31-1))	=C90/D90	=E90/E92	=FРАСПОБР (0,05;D90;D92)
91	Взаємодія АВС, С _{ABC}		=D80	=((G29-1)* (G30-1)* (G31-1))	=C91/D91	=E91/E92	=FРАСПОБР (0,05;D91;D92)
92	Залишок (помилки)		=C83-C84- C85-C86- C87-C88- C89-C90- C91	=D83-D84- D85-D86- D87-D88- D89-D90-D91	=C92/D92	-	-

Зіставляючи розраховані (фактичні) і табличні (теоретичні) значення F критеріїв можна зробити висновок, що дисперсії факторів А, В і С та взаємодії АВ достовірні при F_{0,5} (5% рівні значимості), а інші виявилися не вірогідними.

Для оцінки істотності факторів А, В, С визначаємо помилку різниці S_d та НІР₀₅ (табл. 3, 4).

Однак при оцінці економічних явищ, варто звернути увагу на суттєве зауваження А.Т. Опрі з цього приводу, який наголошує, що не завжди слід поспішати із висновками, навіть коли F_{фактичне} значно менше F_{теоретичного}, оскільки причиною може бути недостатній обсяг вибірки для відносного рівня достовірності, а не суттєвий вплив досліджуваного фактору [9].

Враховуючи специфіку дослідження економічних явищ, слід мати на увазі, що їх формування в значно більшій мірі піддаються дії випадкових і часто неконтрольованих факторів та значна неоднорідність показників по причині суцього суб'єктивних і об'єктивних особливостей досліджуваних об'єктів, в результаті значення показників можуть досить вагомо відрізнитися, а це тісно пов'язано із величиною їх помилки, на підставі якої і розраховуються значення коефіцієнтів F.

Очевидно цей момент і є першочерговим при широкому застосуванні дисперсійного методу аналізу.

Таблиця 3

Розрахунок помилки різниці Sd та HP_{05}

	A	B	C	D
95	для фактора А		0,2	
96	Фактор А $HP_{05}=t_{05} \times Sd=$			0,5
97	для фактора В		0,2	
98	Фактор В $HP_{05}=t_{05} \times Sd=$			0,5
99	для фактора С		0,4	
100	Фактор С $HP_{05}=t_{05} \times Sd=$			0,8
101	для фактора АВ		0,3	
102	Фактор АВ $HP_{05}=t_{05} \times Sd=$			0,7
103	для фактора АС		0,5	
104	Фактор АС $HP_{05}=t_{05} \times Sd=$			1,1
105	для фактора ВС		0,5	
106	Фактор ВС $HP_{05}=t_{05} \times Sd=$			1,1
107	для фактора АВС		0,8	
108	Фактор АВС $HP_{05}=t_{05} \times Sd=$			1,5

Ті ж розрахунки для візуального сприйняття подаємо в адресному форматі (табл. 4):

Таблиця 4

Розрахунок помилки різниці Sd та HP_{05} (алгоритм розрахунку)

	A	B	C	D
95	для фактора А		=КОРЕНЬ(2*E92/(G29*G30*G31))	
96	Фактор А			=СТЫЮДРАСПОБР(0,05;D92)*E95
97	для фактора В		=КОРЕНЬ(2*E92/(G29*G31*G32))	
98	Фактор В $HP_{05}=t_{05} \times Sd=$			=СТЫЮДРАСПОБР(0,05;D92)*C97
99	для фактора С		=КОРЕНЬ(2*E92/(G29*G30*G32))	
100	Фактор С $HP_{05}=t_{05} \times Sd=$			=СТЫЮДРАСПОБР(0,05;D92)*C99
101	для фактора АВ		=КОРЕНЬ(2*E92/(G31*G32))	
102	Фактор АВ $HP_{05}=t_{05} \times Sd=$			=СТЫЮДРАСПОБР(0,05;D92)*C101
103	для фактора АС		=КОРЕНЬ(2*E92/(G30*G32))	
104	Фактор АС $HP_{05}=t_{05} \times Sd=$			=СТЫЮДРАСПОБР(0,05;D92)*C103
105	для фактора ВС		=КОРЕНЬ(2*E92/(G29*G32))	
106	Фактор ВС $HP_{05}=t_{05} \times Sd=$			=СТЫЮДРАСПОБР(0,05;D92)*C105
107	для фактора АВС		=КОРЕНЬ(2*E92/G32)	
108	Фактор АВС $HP_{05}=t_{05} \times Sd=$			=СТЫЮДРАСПОБР(0,05;D92)*C107

Наступним кроком є встановлення частки впливу кожного із факторів на загальний результат - факторний аналіз (табл. 5, рис. 4).

В економічному аналізі, фактор, як аналітична змінна категорія, являє собою окрему грань складної комплексної моделі і за можливості його контрольованості розглядається самостійно, а отже і ступінь його дії на результативну ознаку.

Таблиця 5

Розрахунок частки впливу окремих факторів на загальний результат

Частка впливу факторів		
A	13,9%	=C85/C83
B	16,1%	=C86/C83
C	44,1%	=C87/C83
AB	0,8%	=C88/C83
AC	1,0%	=C89/C83
BC	0,2%	=C90/C83
ABC	0,2%	=C91/C83
Невраховувані	13,9%	=C84/C83
Інші	9,7%	=1-(B113+B114+B115+B116+B117+B118+B119+B120)

Кінцевий результат в даному випадку оформимо у вигляді кругової діаграми, яка найкраще демонструє структуру факторів (рис. 4).

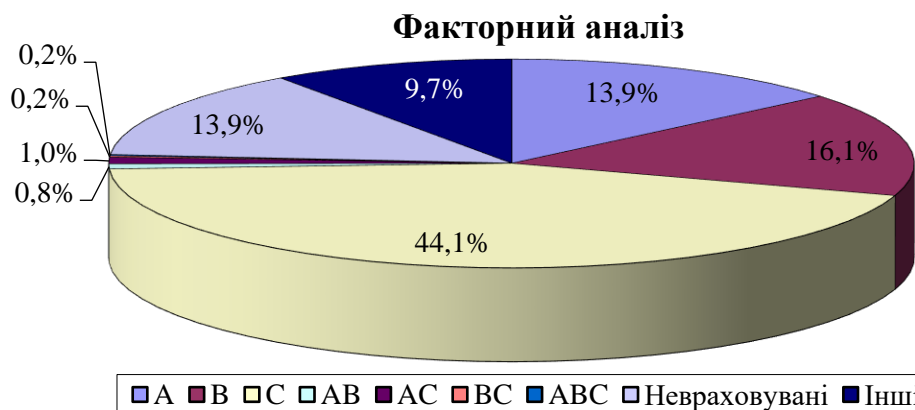


Рис. 4. Факторний аналіз результатів дисперсійного методу аналізу трьохфакторного дослідження

Отже, всі вивчаємі фактори та їх взаємодія мають свої критерії достовірності, що дає можливість судити про їх істотності та ролі в формуванні результативної ознаки.

Дисперсійний метод аналізу можна використовувати для будь-якої комбінації варіантів і факторів, важливо дотримуватися лише загальної алгоритмики розрахунків, а з використанням електронних таблиць проведення таких розрахунків робить їх легко доступними для широкого кола користувачів. Важливо правильно сформулювати бази даних, щоб показники були науково-обґрунтованими, оскільки невірні підібрані показники дадуть необ'єктивну оцінку результатів, а інколи і суперечливі висновки.

Висновки. Розглянувши приклад розрахунку трьохфакторної моделі дослідження дисперсійним методом аналізу на прикладі електронних таблиць PlaneMaker 2016 в складі мультиплатформенного некомерційного офісного пакету SoftMaker FreeOffice 2016 для Windows або Linux, видно наскільки універсальним може бути застосування даного методу аналізу, а його розрахунок відносно простим та доступним для широкого кола користувачів. Істотною перевагою цього методу є його досить висока надійність по різних вибірках, як великих так і малих, він дає змогу встановити достовірність дії та взаємодії результативної та великої кількості факторних ознак при їх одночасній дії і оцінці, що вказує на істотну перевагу кожного з факторів або їх взаємодію.

Список використаних джерел

1. Аренс Х., Лейтер Ю. Многомерный дисперсионный анализ.
2. Афифи А., Эйзен С. Статистический анализ: Подход с использованием ЭВМ.
3. Вольф В.Г. Статистическая обработка опытных данных М., Изд-во "Колос", 1966. - 255 с.
4. Доспехов Б.А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных. М., "Колос", 1972. - 207 с.
5. Захожай В.Б., Попов І.І., Коваленко О.В. Практикум з основ статистики: Навч. посіб. - К.: МАУП, 2001. - 176 с.
6. Лагутин М. Б. Наглядная математическая статистика. В двух томах. - М.: П-центр, 2003.
7. Лапач С. Н., Чубенко А. В., Бабич П. Н. Статистика в науке и бизнесе. — Киев: Морион, 2002.
8. Мармоза А.Т. Статистика: підручник [для студентів вищ. навч. закладів] / А.Т. Мармоза. - К.: Ельга-Н, КНТ, 2009. - 896 с
9. Опря А.Т. Математична статистика. - К.: Урожай, 1994. - 208 с.
10. Снедекор Дж. У. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. Пер. с англ. В.Н. Перегудов. Сельхозиздат, М., 1961.- 497 с.
11. Шеффе Г. Дисперсионный анализ. - М., 1980.
12. Agresti, A. Categorical Data Analysis. - Hoboken: John Wiley & Sons, 2013.
13. Bonnini, S., Corain, L., Marozzi, M., Salmaso S. Nonparametric Hypothesis Testing: Rank and Permutation Methods with Applications in R. - Hoboken: John Wiley & Sons, 2014.
14. Bretz, F., Hothorn, T., Westfall, P. Multiple Comparisons Using R. - Boca Raton: Chapman and Hall/CRC, 2010.
15. Cameron, A.A., Trivedi, P.K. Regression Analysis of Count Data. - Cambridge: Cambridge University Press, 2013.
16. Dickhaus, T. Simultaneous Statistical Inference With Applications in the Life Sciences. - Heidelberg: Springer, 2014.
17. Good, P. Permutation, Parametric and Bootstrap Tests of Hypotheses: A Practical Guide to Resampling Methods for Testing Hypotheses. - New York: Springer, 2005.
18. Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J. The Elements of Statistical Learning, 2nd edition. - Springer, 2009. - 533 p.
19. Hosmer, D.W., Lemeshow S., Sturdivant, R.X. Applied Logistic Regression. - Hoboken: John Wiley & Sons, 2013.
20. Hyndman, R.J., Athanasopoulos G. Forecasting: principles and practice. - OTexts, 2015. <https://www.otexts.org/book/fpp>
21. Kanji, G.K. 100 statistical tests. - London: SAGE Publications, 2006.
22. Mukhopadhyay, N., de Silva, B. M. Sequential methods and their applications. - Boca Raton: Chapman and Hall/CRC, 2009.
23. Olsson, U. Generalized Linear Models: An Applied Approach. - Lund: Studentlitteratur, 2004.
24. Pearl J., Glymour M., Jewell N.P. Causal Inference in Statistics: A Primer. - Chichester: John Wiley & Sons, 2016.
25. Tabachnick, B.G., Fidell, L.S. Using Multivariate Statistics. - Boston: Pearson Education, 2012.
26. Wooldridge, J. Introductory Econometrics: A Modern Approach. - Mason: South-Western Cengage Learning, 2013.
27. Использование пакета анализа - Служба поддержки Office // <https://support.office.com/ru-ru/article/Использование-пакета-анализа-6c67ccf0-f4a9-487c-8dec-bdb5a2cefab6>

Список використаних джерел у транслітерації / References

1. Arens Kh., Lëyter Yu. Mnohomernyy dispersyonnyy analiz.
2. Afyfy A., Эузен S. Statysticheskiy analiz: Podkhod s yspol'zovaniyem ЭVM.
3. Vol'f V.H. Statysticheskaya obrabotka oprыtnыkh danыk M. , Yzd-vo "Kolos", 1966. - 255 s.
4. Dospekhov B.A. Planyrovanye polevoho oprыta y statysticheskaya obrabotka eho danыk M., "Kolos", 1972. - 207 s.
5. Zakhzhay V.B., Popov I.I., Kovalenko O.V. Praktikum z osnov statystiky: Navch. posib. - K.: MAUP, 2001. - 176 s.
6. Lahutyn M. B. Nahlyadnaya matematicheskaya statystyka. V dvukh tomakh. - M.: P-tsentr, 2003.
7. Lapach S. N. , Chubenko A. V., Babych P. N. Statystyka v nauke y byznese. - Kyev: Moryon, 2002.
8. Marmoza A.T. Statystyka: pidruchnyk [dlya studentiv vyshch. navch. zakladiv] / A.T. Marmoza. - K.: El'ha-N, KNT, 2009. - 896 s
9. Oprya A.T. Matematychna statystyka. - K.: Urozhay, 1994. - 208 s.
10. Snedekor Dzh. U. Statycheskiye metody v pryomenenyy k yssledovanyyam v sel'skom khozyaystve y byolohyy. Per. s anhl. V.N. Perehudov. Sel'khozyzdat, M., 1961.- 497 s.
11. Sheffe H. Dyspersyonnyy analiz. - M., 1980.
12. Agresti, A. Categorical Data Analysis. - Hoboken: John Wiley & Sons, 2013.
13. Bonnini, S., Corain, L., Marozzi, M., Salmaso S. Nonparametric Hypothesis Testing: Rank and Permutation Methods with Applications in R. - Hoboken: John Wiley & Sons, 2014.
14. Bretz, F., Hothorn, T., Westfall, P. Multiple Comparisons Using R. - Boca Raton: Chapman and Hall/CRC, 2010.
15. Cameron, A.A., Trivedi, P.K. Regression Analysis of Count Data. - Cambridge: Cambridge University Press, 2013.
16. Dickhaus, T. Simultaneous Statistical Inference With Applications in the Life Sciences. - Heidelberg: Springer, 2014.
17. Good, P. Permutation, Parametric and Bootstrap Tests of Hypotheses: A Practical Guide to Resampling Methods for Testing Hypotheses. - New York: Springer, 2005.
18. Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J. The Elements of Statistical Learning, 2nd edition. - Springer, 2009. - 533 p.
19. Hosmer, D.W., Lemeshow S., Sturdivant, R.X. Applied Logistic Regression. - Hoboken: John Wiley & Sons, 2013.
20. Hyndman, R.J., Athanasopoulos G. Forecasting: principles and practice. - OTexts, 2015. <https://www.otexts.org/book/fpp>
21. Kanji, G.K. 100 statistical tests. - London: SAGE Publications, 2006.
22. Mukhopadhyay, N., de Silva, B. M. Sequential methods and their applications. - Boca Raton: Chapman and Hall/CRC, 2009.
23. Olsson, U. Generalized Linear Models: An Applied Approach. - Lund: Studentlitteratur, 2004.
24. Pearl J., Glymour M., Jewell N.P. Causal Inference in Statistics: A Primer. - Chichester: John Wiley & Sons, 2016.
25. Tabachnick, B.G., Fidell, L.S. Using Multivariate Statistics. - Boston: Pearson Education, 2012.
26. Wooldridge, J. Introductory Econometrics: A Modern Approach. - Mason: South-Western Cengage Learning, 2013.
27. Yspol'zovanye paketa analiza - Sluzhba podderzhky Office // <https://support.office.com/ru-ru/article/Yspol'zovanye-paketa-analyza-6c67ccf0-f4a>

ANNOTATION
ANOVA ECONOMIC PHENOMENA AND PROCESSES WITH SPREADSHEETS

*YANCHUK Halyna,
Vice-Rector on Research and Educational
and Financial and Economic Work,
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,*

*YANCHUK Volodymyr,
Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor of the Department of finance, banking and insurance,
Vinnytsia National Agrarian University
(Vinnytsia)*

The article is based on data considered conventional algorithmics calculating multifactor model experiment using Excel spreadsheets and multi-product non-commercial part PlaneMaker 2016 SoftMaker FreeOffice 2016 for Windows or Linux.

Along shown their dynamics calculations and formulas as understanding algorithmics method enables using spreadsheets to analyze research on virtually any circuit and with a variety of variations.

The adoption of variance method in the study of social and economic phenomena will solve quite important tasks, based on the current requirements of economic analysis. In the area of socio-economic studies, this very effective statistical and mathematical tool should take one of the key places of the complex of factor analysis. primarily because the use of dispersion method can have independent significance.

Keywords: Spreadsheets, economy, economic phenomena, events, processes, variance analysis method, Excel, PlanMaker 2016, SoftMaker FreeOffice.

Fig. 4. Tabl. 5. Lit. 27.

АННОТАЦИЯ
ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ И
ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦ

*ЯНЧУК Галина Васильевна,
проректор по научно-педагогической и финансово-экономической работе,
кандидат экономических наук, доцент,*

*ЯНЧУК Владимир Иванович,
кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент кафедры финансов, банковского дела и страхования,
Винницкий национальный аграрный университет
(г. Винница)*

В статье на основе условных данных рассмотрено Алгоритмика расчета многофакторной модели опыта с использованием электронных таблиц Excel и мультиплатформенного продукта некоммерческого характера PlaneMaker 2016 составе SoftMaker FreeOffice 2016 для Windows или Linux.

Параллельно показано расчеты и их динамику в формулах, поскольку понимание алгоритмику метода дает возможность с помощью электронных таблиц проанализировать опыт по практически любой схеме и с различной количеством вариантов.

Принятие на вооружение дисперсионной метода при исследовании социально-экономических явлений позволит решать достаточно важные задачи, исходя из современных требований к уровню экономического анализа. В сфере социально-экономических исследований этот достаточно эффективный статистико-математический средство должно занять одно из ключевых мест комплексного факторного анализа. прежде всего потому, что использование дисперсионного метода может иметь самостоятельное значение.

Ключевые слова: Электронные таблицы, экономика, экономические явления, события, процессы, дисперсионный метод анализа, Excel, PlanMaker 2016 SoftMaker FreeOffice.

Рис. 4. Табл. 5. Лит. 27.

Інформація про авторів:

ЯНЧУК Галина Василівна - проректор з науково-педагогічної і фінансово-економічної роботи, кандидат економічних наук, доцент, Вінницький національний аграрний університет.

ЯНЧУК Володимир Іванович - кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри фінансів та кредиту, Вінницький національний аграрний університет (e-mail: yavin1966@i.ua).

JANCHUK Halyna - Vice-Rector on Scientific-Pedagogical and Financial-Economic Work, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Vinnytsia National Agrarian University.

JANCHUK Volodymyr - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Finance and Credit, Vinnytsia National Agrarian University (e-mail: yavin1966@i.ua).

ЯНЧУК Галина Васильевна - проректор по научно-педагогической и финансово-экономической работе Винницкого национального аграрного университета, кандидат экономических наук, доцент.

ЯНЧУК Владимир Иванович - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры финансов и кредита, Винницкий национальный аграрный университет (e-mail: yavin1966@i.ua).

