

3. Грекова Н.П. Активизация самостоятельной учебной работы студентов в процессе внеаудиторных занятий [Электронный ресурс]: Дис. канд. пед. наук: 13.00.01. М.: РГБ, – 2006. – 174 с.

4. Донченко М.В. Професійно-педагогічна підготовка майбутніх вчителів у позааудиторній роботі у вищих навчальних закладах

України (Друга половина XX ст.): Автореф. дис. канд. пед наук: 13.00.04. Х., – 2004. – 22 с.

5. Сарафанова Т.В. Педагогические условия формирования готовности студентов к творческой деятельности во время внеаудиторной работе деятельности [Электронный ресурс]: Дис. канд. пед. наук: 13.00.01. М.: РГБ, – 2003. – 189 с.

Ігор Фартушок, кандидат технічних наук,

доцент кафедри машинознавства та охорони праці
Дрогобицького державного педагогічного університету
імені Івана Франка

МАТЕМАТИЧНІ ОСНОВИ БІЗНЕС-АНАЛІЗУ У MICROSOFT EXCEL

Розглянуто типову задачу аналізу та прогнозування ефективності діяльності виробничого підприємства, побудовано математичну модель його функціонування у вигляді системи лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР) і запропоновано методику розв'язування такої СЛАР за допомогою табличного процесора Microsoft Excel з програмного пакету Microsoft Office®.

Актуальність проблеми. Microsoft Excel – програма не лише для бухгалтерських розрахунків. За допомогою цього найпоширенішого, потужного і найдоступнішого для користувача інструменту можна розв'язувати багато математичних [1, 3, 4], інженерних та економічних задач. У Microsoft Excel розв'язування подібних

задач ефективності виробничої діяльності підприємства.

Постановка задачі. Нехай деяке підприємство випускає чотири види продукції, використовуючи для цього шість видів сировини. Норми витрат кожного виду сировини на виробництво одиниці кожного виду продукції (кг/од.) та щоденні

Таблиця 1

Параметри виробничого процесу

Вид сировини	Норми витрат сировини на одиницю продукції кожного виду, кг/од.				Щоденні витрати сировини, кг
	I	II	III	IV	
1	22	17	19	12	23 600
2	18	21	17	18	25 700
3	28	33	33	28	42 700
4	16	23	27	26	33 400
5	16	23	23	28	32 700
6	24	25	27	24	35 100

задач значно спрощується завдяки вбудованим математичним функціям МОБР(), МОПРЕД(), МУМНОЖ(), ТРАНСП() тощо [2]. Це дозволяє викладачеві візуалізувати процес розв'язування задач і зробити його максимально наглядним для студентів.

Проілюструємо це на прикладі типової задачі економічного аналізу, планування та прогнозуван-

ня витрати сировини (кг) наведено у таблиці 1. Потрібно визначити щоденний об'єм випуску кожного виду продукції.

Позначимо шукані об'єми випуску чотирьох видів продукції змінними x_1 , x_2 , x_3 та x_4 . Тоді, знаючи щоденні витрати кожного виду сировини, запишемо балансові співвідношення, які утворять систему шести рівнянь з чотирма невідомими,

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \mathbf{K} + a_{1n}x_n = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \mathbf{K} + a_{2n}x_n = b_2 \\ \mathbf{KKKKKKKKKKKKKKKK} \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \mathbf{K} + a_{mn}x_n = b_m \end{cases} \quad (1)$$

записуємо у вигляді матричного рівняння

$$A \cdot X = B, \quad (2)$$

де

або у матричному вигляді

$$A \cdot X = B,$$

де

$$A = \begin{pmatrix} 22 & 17 & 19 & 12 \\ 18 & 21 & 17 & 18 \\ 28 & 33 & 33 & 28 \\ 16 & 23 & 27 & 26 \\ 16 & 23 & 23 & 28 \\ 24 & 25 & 27 & 24 \end{pmatrix}$$

– матриця норм витрат сировини на виготовлення одиниці продукції кожного виду (елемент a_{ij} визначає норму витрати i -ї сировини на виготовлення одиниці j -ї продукції);

$$B = \begin{pmatrix} 23600 \\ 25700 \\ 42700 \\ 33400 \\ 32700 \\ 35100 \end{pmatrix} \text{ – вектор щоденних витрат сир-$$

ВИНИ;

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{pmatrix} - \text{вектор шуканих об'ємів випуску}$$

продукції.

Таким чином, задача звелася до розв'язування системи лінійних алгебраїчних рівнянь, у якій кількість рівнянь $m = 6$ більша від кількості невідомих $n = 4$.

Для розв'язання такої системи викорис-
таємо матричний метод [1, 4], перевагою
якого є простота програмної реалізації
навіть для великих m та n . Ось його алго-
ритм:

1. Одержану систему m лінійних алгебраїчних рівнянь з n невідомими

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \mathbf{K} & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \mathbf{K} & a_{2n} \\ \mathbf{K} & \mathbf{K} & \mathbf{K} & \mathbf{K} \\ a_{m1} & a_{m2} & \mathbf{K} & a_{mn} \end{pmatrix} \text{ — матрица ко-}$$

ефіцієнтів біля невідомих;

$$B = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \mathbf{K} \\ b_m \end{pmatrix} \text{ – вектор вільних членів;}$$

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \mathbf{K} \\ x_n \end{pmatrix} - \text{вектор невідомих.}$$

2. Обидві частини матричного рівняння (2) домножуємо зліва на транспоновану матрицю A^T :

$$A^T \cdot A \cdot X = A^T \cdot B. \quad (3)$$

3. Якщо для матриці $A^T \cdot A$ існує обернена матриця $(A^T \cdot A)^{-1}$, тобто $\det(A^T \cdot A) \neq 0$, то обидві частини одержаної рівності (3) домножуємо зліва на матрицю $(A^T \cdot A)^{-1}$:

$$(A^T \cdot A)^{-1} \cdot A^T \cdot A \cdot X = (A^T \cdot A)^{-1} \cdot A^T \cdot B.$$

4. Оскільки $(A^T A)^{-1} \cdot (A^T A) = E$, де E – одинична матриця, то ми одержали формулу для знаходження шуканого розв’язку X :

$$X = (A^T \cdot A)^{-1} \cdot A^T \cdot B. \quad (4)$$

Розв'язання задачі. У *Microsoft Excel* ця задача розв'язується у такій послідовності (мал. 1).

Підготовчий етап.

- Вхідні табличні дані розміщуємо у діапазоні комірок B4:F9.

- З отриманої таблиці формуємо масиви A і B та заносимо їх у окремі діапазони комірок:

- матрицю A розміщуємо у діапазоні комірок B11:E16, для цього:

- у комірку B11 вводимо формулу =B4;

- за допомогою маркера заповнення поширюємо цю формулу на весь діапазон комірок B11:E16.

- вектор B розміщуємо у діапазоні комірок G11:G16, для цього:

1	A	B	C	D	E	F	G
2	Вид сировини	Таблиця параметрів виробничого процесу					
3		Норми витрат сировини на одиницю продукції кожного виду, кг /од.					
4	1	17	19	12	TV	21600	
5	2	21	17	18		25700	
6	3	33	33	28		45700	
7	4	23	27	26		31400	
8	5	16	23	28		32700	
9	6	24	25	24		35100	
10		=C4	=D4	=E4			=F4
11		=C5	=D5	=E5			=F5
12		=C6	=D6	=E6			=F6
13		=C7	=D7	=E7			=F7
14		=C8	=D8	=E8			=F8
15		=C9	=D9	=E9			=F9
16							
17		=TRANСП(B11:E16)	=TRANСП(B11:E16)	=TRANСП(B11:E16)		=TRANСП(B11:E16)	=TRANСП(B11:E16)
18	A^T	=TRANСП(B11:E16)	=TRANСП(B11:E16)	=TRANСП(B11:E16)		=TRANСП(B11:E16)	=TRANСП(B11:E16)
19		=TRANСП(B11:E16)	=TRANСП(B11:E16)	=TRANСП(B11:E16)		=TRANСП(B11:E16)	=TRANСП(B11:E16)
20		=TRANСП(B11:E16)	=TRANСП(B11:E16)	=TRANСП(B11:E16)		=TRANСП(B11:E16)	=TRANСП(B11:E16)
21		=TRANСП(B11:E16)	=TRANСП(B11:E16)	=TRANСП(B11:E16)		=TRANСП(B11:E16)	=TRANСП(B11:E16)
22		=МУМНОЖ(B18:G21;B11:E16)	=МУМНОЖ(B18:G21;B11:E16)	=МУМНОЖ(B18:G21;B11:E16)			
23		=МУМНОЖ(B18:G21;B11:E16)	=МУМНОЖ(B18:G21;B11:E16)	=МУМНОЖ(B18:G21;B11:E16)			
24	$A^T \cdot A$	=МУМНОЖ(B18:G21;B11:E16)	=МУМНОЖ(B18:G21;B11:E16)	=МУМНОЖ(B18:G21;B11:E16)			
25		=МУМНОЖ(B18:G21;B11:E16)	=МУМНОЖ(B18:G21;B11:E16)	=МУМНОЖ(B18:G21;B11:E16)			
26		=МУМНОЖ(B18:G21;B11:E16)	=МУМНОЖ(B18:G21;B11:E16)	=МУМНОЖ(B18:G21;B11:E16)			
27	$\det(A^T \cdot A)$	=МОПРЕД(B23:E26)					
28		=МОБР(B23:E26)	=МОБР(B23:E26)	=МОБР(B23:E26)			
29		=МОБР(B23:E26)	=МОБР(B23:E26)	=МОБР(B23:E26)			
30	$(A^T \cdot A)^{-1}$	=МОБР(B23:E26)	=МОБР(B23:E26)	=МОБР(B23:E26)			
31		=МОБР(B23:E26)	=МОБР(B23:E26)	=МОБР(B23:E26)			
32		=МОБР(B23:E26)	=МОБР(B23:E26)	=МОБР(B23:E26)			
33		=МОБР(B23:E26)	=МОБР(B23:E26)	=МОБР(B23:E26)			
34		=МУМНОЖ(B18:G21;G11:G16)					
35	$A^T \cdot B$	=МУМНОЖ(B18:G21;G11:G16)					
36		=МУМНОЖ(B18:G21;G11:G16)					
37		=МУМНОЖ(B18:G21;G11:G16)					
38		=МУМНОЖ(B18:G21;G11:G16)					
39		Ціловий план випуску продукції: $X = (A^T \cdot A)^{-1} \cdot A^T \cdot B$					
40							
41	X	=МУМНОЖ(B30:E33;B35:B38)	=МУМНОЖ(B30:E33;B35:B38)	=МУМНОЖ(B30:E33;B35:B38)			
42		=МУМНОЖ(B30:E33;B35:B38)	=МУМНОЖ(B30:E33;B35:B38)	=МУМНОЖ(B30:E33;B35:B38)			
43		=МУМНОЖ(B30:E33;B35:B38)	=МУМНОЖ(B30:E33;B35:B38)	=МУМНОЖ(B30:E33;B35:B38)			
44		=МУМНОЖ(B30:E33;B35:B38)	=МУМНОЖ(B30:E33;B35:B38)	=МУМНОЖ(B30:E33;B35:B38)			
45							
46							

Мал. 1. Вміст комірок аркуша Excel з робочими формулами

- у комірку G11 вводим формулу =F4;
- за допомогою маркера заповнення поширюємо цю формулу на весь діапазон комірок G11:G16.

Обчислення транспонованої матриці A^T .

- Виділяємо відведений під матрицю A^T діапазон комірок B18:G21;
- активізуємо *Майстер функцій* f_x ;
- у списку *Категорія* вибираємо категорію *Посилання і масиви*;
- у списку *Функція* вибираємо функцію *ТРАНСП()*;
- натискаємо кнопку ОК;
- у діалоговому вікні *Аргументи функції* вказуємо відведений під вихідну матрицю A діапазон комірок B11:E16;
- натискаємо комбінацію клавіш <Ctrl+Shift+Enter>. У результаті діапазон комірок B18:G21 заповниться елементами транспонованої матриці A^T .

Обчислення добутку матриць $A^T \cdot A$.

- Виділяємо відведений під матрицю $A^T \cdot A$ діапазон комірок B23:E26;
- активізуємо *Майстер функцій* f_x ;
- у списку *Категорія* вибираємо категорію *Математичні*;
- у списку *Функція* вибираємо функцію *МУМНОЖ()*;
- натискаємо кнопку ОК;
- у діалоговому вікні *Аргументи функції* вказуємо діапазони комірок матриць, які перемножуються:
 - для транспонованої матриці A^T – діапазон комірок B18:G21;
 - для початкової матриці A – діапазон комірок B11:E16;
- натискаємо комбінацію клавіш <Ctrl+Shift+Enter>. У результаті діапазон комірок B23:E26 заповниться елементами матриці $A^T \cdot A$.

Перевірка існування оберненої матриці $(A^T \cdot A)^{-1}$.

- Виділяємо відведену під визначник матриці $A^T \cdot A$ комірку B28;
- активізуємо *Майстер функцій* f_x ;
- у списку *Категорія* вибираємо категорію *Математичні*;
- у списку *Функція* вибираємо функцію *МОПРЕД()*;
- натискаємо кнопку ОК;
- у діалоговому вікні *Аргументи функції* вказуємо відведений під матрицю $A^T \cdot A$ діапазон комірок B23:E26;
- натискаємо кнопку ОК. У результаті комірка B28 міститиме значення визначника матриці $A^T \cdot A$. Якщо воно не дорівнює нулю, то для матриці $A^T \cdot A$ існує обернена $(A^T \cdot A)^{-1}$.

Обчислення оберненої матриці $(A^T \cdot A)^{-1}$.

- Виділяємо відведений під матрицю $(A^T \cdot A)^{-1}$ діапазон комірок B30:E33;
- активізуємо *Майстер функцій* f_x ;
- у списку *Категорія* вибираємо категорію *Математичні*;
- у списку *Функція* вибираємо функцію *МОБР()*;
- натискаємо кнопку ОК;
- у діалоговому вікні *Аргументи функції* вказуємо відведений під матрицю $A^T \cdot A$ діапазон комірок B23:E26;
- натискаємо комбінацію клавіш <Ctrl+Shift+Enter>. У результаті діапазон комірок B30:E33 заповниться елементами оберненої матриці $(A^T \cdot A)^{-1}$.

Обчислення вектора $A^T \cdot B$.

- Виділяємо відведений під вектор $A^T \cdot B$ діапазон комірок B35:B38;
- активізуємо *Майстер функцій* f_x ;
- у списку *Категорія* вибираємо категорію *Математичні*;
- у списку *Функція* вибираємо функцію *МУМНОЖ()*;
- натискаємо кнопку ОК;
- у діалоговому вікні *Аргументи функції* вказуємо діапазони комірок масивів, які перемножуються:
 - для матриці A^T – діапазон комірок B18:G21;
 - для вектора B – діапазон комірок G11:G16;
- натискаємо комбінацію клавіш <Ctrl+Shift+Enter>. У результаті діапазон комірок B35:B38 заповниться елементами вектора $A^T \cdot B$.

Обчислення вектора невідомих X як добутку матриці $(A^T \cdot A)^{-1}$ на вектор $A^T \cdot B$: $X = (A^T \cdot A)^{-1} \cdot A^T \cdot B$.

- Виділяємо відведений під вектор X діапазон комірок B41:B44;
- активізуємо *Майстер функцій* f_x ;
- у списку *Категорія* вибираємо категорію *Математичні*;
- у списку *Функція* вибираємо функцію *МУМНОЖ()*;
- натискаємо кнопку ОК;
- у діалоговому вікні *Аргументи функції* вказуємо діапазони комірок масивів, які перемножуються:
 - для матриці $(A^T \cdot A)^{-1}$ – діапазон комірок B30:E33;
 - для вектора $A^T \cdot B$ – діапазон комірок B35:B38;
- натискаємо комбінацію клавіш <Ctrl+Shift+Enter>. У результаті діапазон комірок B41:B44 заповниться елементами шуканого вектора X .

Перевірка отриманих результатів.

Добуток матриці A та знайденого вектора X повинен дорівнювати вектору B :

МАТЕМАТИЧНІ ОСНОВИ БІЗНЕС-АНАЛІЗУ У MICROSOFT EXCEL

	A	B	C	D	E	F	G
1	Таблиця параметрів виробничого процесу						
2	Вид сировини	Норми витрат сировини на одиницю продукції кожного виду, кг/од.				Щоденний розхід сировини, кг	
3		I	II	III	IV		
4	1	22	17	19	12	23 600	
5	2	18	21	17	18	25 700	
6	3	28	33	33	28	42 700	
7	4	16	23	27	26	33 400	
8	5	16	23	23	28	32 700	
9	6	24	25	27	24	35 100	
10							
11	A =	22	17	19	12	B =	23 600
12		18	21	17	18		25 700
13		28	33	33	28		42 700
14		16	23	27	26		33 400
15		16	23	23	28		32 700
16		24	25	27	24		35 100
17							
18	$A^T =$	22	18	28	16	16	24
19		17	21	33	23	23	25
20		19	17	33	27	23	27
21		12	18	28	26	28	24
22							
23	$A^T \cdot A =$	2 680	3 012	3 096	2 812		
24		3 012	3 502	3 594	3 348		
25		3 096	3 594	3 726	3 452		
26		2 812	3 348	3 452	3 288		
27							
28	$\det(A^T \cdot A) =$	301 406 720					
29							
30	$(A^T \cdot A)^{-1} =$	0,035098567	-0,041263154	-0,017531447	0,030404631		
31		-0,041263154	0,080156726	-0,00394534	-0,042187779		
32		-0,017531447	-0,00394534	0,037632286	-0,020498548		
33		0,030404631	-0,042187779	-0,020498548	0,038779759		
34							
35	$A^T \cdot B =$	4 077 400					
36		4 747 800					
37		4 896 000					
38		4 567 800					
39	Щоденний план випуску продукції:			Перевірка:			
40	$X = (A^T \cdot A)^{-1} \cdot A^T \cdot B$			$A \cdot X = B$			
41	X =	250		23 600			
42		300		25 700			
43		400		42 700			
44		450		33 400			
45				32 700			
46				35 100			

Мал. 2. Аркуш Excel з результатами розв'язку задачі

- $A \cdot X = B$.
- Виділяємо відведений під результати перевірки діапазон комірок D41:D46;
 - активізуємо Майстер функцій f_x ;
 - у списку Категорія вибираємо категорію Математичні;
 - у списку Функція вибираємо функцію МУМНОЖ();

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТУ З РОЗВИТКУ ПСИХОЛОГІЧНОЇ КУЛЬТУРИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ТРУДОВОГО НАВЧАННЯ

- натискаємо кнопку ОК;
- у діалоговому вікні *Аргументи функції* вказуємо діапазони комірок масивів, які перемножуються:

- для матриці *A* – діапазон комірок B11:E16;
- для вектора *X* – діапазон комірок B41:B44;
- натискаємо комбінацію клавіш <Ctrl+Shift+Enter>. У результаті діапазон комірок D41:D46 заповниться елементами вектора *A·X*.

Висновки. Оскільки добуток матриці *A* та вектора *X* дорівнює вектору *B*, то задачу розв'язано правильно (мал. 2). Тобто, для даних норм витрат сировини щоденний план підприємства з випуску продукції повинен становити:

- продукції *I* – 250 одиниць;
- продукції *II* – 300 одиниць;

- продукції *III* – 400 одиниць;
- продукції *IV* – 450 одиниць.

1. Гельман В.Я. *Решение математических задач средствами Excel. Практикум.* – СПб.: Питер, 2003. – 240 с.

2. Долженков В., Колесников Ю. *Microsoft® Excel 2000. Полное руководство.* – СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 1999. – 1088 с.

3. Гавриленко В.В., Парохненко Л.М. *Excel и системы линейных алгебраических уравнений // Компьютеры + программы*, 2001. – № 7–8. – С. 50 – 51.

4. Гавриленко В.В., Парохненко Л.М. *Решение систем линейных алгебраических уравнений в Excel // CD “Компьютеры + программы”*, 2005. – № 9.

Олександр Видра, кандидат психологічних наук, доцент

кафедри педагогіки, психології та методики трудового і професійного навчання

Чернігівського державного педагогічного університету

імені Т.Г. Шевченка

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТУ З РОЗВИТКУ ПСИХОЛОГІЧНОЇ КУЛЬТУРИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ТРУДОВОГО НАВЧАННЯ

Розвиток психологічної культури є важливим для формування професійної культури майбутнього вчителя в умовах навчання у вищому навчальному педагогічному закладі. У даній статті йдеться про організацію, зміст, методи, а також представлені кількісні та якісні результати експериментального розвитку психологічної культури студентів – майбутніх вчителів трудового навчання.

Постановка проблеми. Результати теоретичного і практичного (констатувального) дослідження розвитку психологічної культури майбутнього вчителя праці дали змогу визначити та уточнити підхід до вивчення цієї проблеми, підібрати діагностичний інструментарій, розробити концептуальну модель, встановити фактори та елементарний, базовий і високий рівні її розвитку в студентів, які навчаються за відповідним фахом [2, 10 – 15]. Експериментально було виявлено, що значна частина майбутніх вчителів трудового навчання у своєму розвитку досягають базової психологічної культури протягом навчання у вищому педагогічному навчальному закладі з другого до четвертого курсу [3, 67], проте високий рівень розвитку психологічної культури опановує незначна частина студентів, що поставило питання про необхідність більш цілеспрямованого та ефектив-

ного формування і розвитку їх психологічної культури в умовах професійної підготовки.

Результати аналізу досліджень і публікацій з даної проблеми свідчать про існування цілого ряду досліджень по розвитку психологічної культури особистості. Вона постає у центрі уваги таких відомих вітчизняних науковців, як В.О. Сухомлинський, О.О. Бодальов, сучасних психологів Росії (О.Г. Асмолов, Л.С. Колмогорова, О.І. Мотков, Т.Н. Юренко та ін.), Білорусі (Я.Л. Коломінський), а також України (Г.О. Балл, І.Д. Бех, Н.А. Побірченко, П.С. Перепелиця, В.І. Панченко, Е.О. Помиткін, В.В. Рибалка, З.Л. Становських, О.М. Ігнатів, М.В. Бастун, Н.І. Волошко та ін.). Зокрема наукові праці В.І. Войтко [4], Н.В. Чепелевої [8], О.Я. Березіної [1] присвячені проблемі психологічної культури саме особистості вчителя. Але досі зали-