

ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ БАГАТОЕТАПНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАДАЧ

Прокудін Г.С., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Дмитриченко А.М., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Цимбал Н.М., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Дудник О.С., Національний транспортний університет, Київ, Україна
Омаров Д.М., Національний транспортний університет, Київ, Україна

APPLYING MODRTN INFORMATION TECHNOLOGIES
IN SOLVING MULTISTAGE TRANSPORTATION PROBLEM

Prokudin G.S., professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Dmitrychenko A.N., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Tsybal N.M., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Dudnik O.S., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Omarov D.M., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ПРИ РЕШЕНИИ МНОГОЭТАПНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ЗАДАЧ

Прокудин Г.С., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Дмитриченко А.Н., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Цымбал Н.Н., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Дудник О.С., Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Омаров Д.М., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ. В процесі вантажних перевезень часто виникає ситуація, коли обсяги поставок вантажу, що перевозиться, перевищує можливості складських приміщень його замовника. В цьому випадку ми виникає необхідність використання проміжних пунктів для тимчасового зберігання надлишків вантажу і як слідство багатоетапною транспортною задачею. У статті приводиться опис підходу, який вирішує задачу поетапного транспортування вантажів в її мережевому уявленні у середовищі Excel. При цьому розглядаються випадки, коли сумарні складські приміщення замовника і проміжних пунктів рівні, більше або менше обсягів вантажу, що перевозиться.

Постановка проблеми і аналіз останніх публікацій. Припустимо ми маємо m постачальників однорідного вантажу A_1, A_2, \dots, A_m , які мають його, відповідно, в об'ємах a_1, a_2, \dots, a_m і n його одержувачів B_1, B_2, \dots, B_n , які мають заявки на нього в об'ємах, відповідно, b_1, b_2, \dots, b_n . Причому загальні об'єми поставок цього вантажу перевищують загальні об'єми заявок на нього, а саме:

$$\sum_{i=1}^m a_i > \sum_{j=1}^n b_j. \quad (1)$$

Припустимо також, що є l проміжних пунктів C_1, C_2, \dots, C_l для тимчасового зберігання надлишків вантажу $\Delta = \sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j$, які можуть вміщати його в об'ємах, відповідно, c_1, c_2, \dots, c_l , при

цьому можуть виникнути три різних варіанта співвідношень $\sum_{i=1}^m a_i, \sum_{j=1}^n b_j$ і $\sum_{k=1}^l c_k$ при обов'язковому виконанні умови (1):

$$\text{1-й варіант –} \quad \sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j + \sum_{k=1}^l c_k, \quad (2)$$

$$\text{2-й варіант –} \quad \sum_{i=1}^m a_i < \sum_{j=1}^n b_j + \sum_{k=1}^l c_k, \quad (3)$$

$$\text{3-й варіант –} \quad \sum_{i=1}^m a_i > \sum_{j=1}^n b_j + \sum_{k=1}^l c_k. \quad (4)$$

Аналіз існуючих методів рішення багатоетапних транспортних задач.

Розглянемо вище вказані варіанти на конкретному прикладі перевезення вантажу (рис. 1), у якого:

- кількість постачальників вантажу $m = 2$; $a_1 = 50$ одиниць вантажу (о.в.), $a_2 = 50$ о.в.;
- кількість одержувачів вантажу $n = 4$; $b_1 = 25$ о.в., $b_2 = 10$ о.в.; $b_3 = 20$ о.в., $b_4 = 35$ о.в.;
- кількість проміжних пунктів зберігання вантажу $l = 3$; $c_1 = 2$ о.в., $c_2 = 5$ о.в., $c_3 = 3$ о.в.;
- вартість перевезення одиниці вантажу між відповідними транспортними вузлами вказана на дугах, які їх з'єднують.

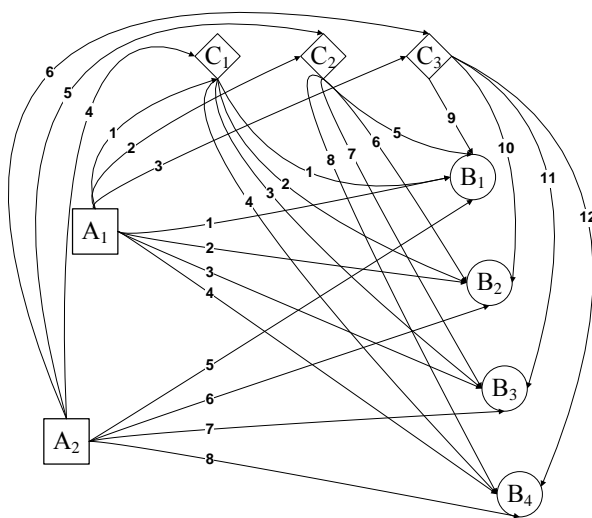


Рисунок 1 – Вихідна схема перевезення вантажу

На рис. 2 представлена *Excel*-таблиця розв'язання першого варіанту перевезення вантажу (2), а на рис.3 – оптимальна схема його перевезення (об'єми перевезень вантажу між відповідними вузлами вказана на дугах, які їх з'єднують). Як видно з *Excel*-таблиці (див. рис. 2) перший варіант перевезення вантажу може бути виконаний за два етапи (перевезення вантажу 1-ого етапу зображені на рис. 3 у вигляді одинарних ліній, 2-го етапу – пунктирними).

На 1-ому етапі першого варіанту перевезення вантажу повністю задовольняються наступні його одержувачі ($A_1 \rightarrow B_3 = 15$ о.в., $A_1 \rightarrow B_4 = 35$ о.в., $A_2 \rightarrow B_1 = 25$ о.в., $A_2 \rightarrow B_2 = 10$ о.в., $A_2 \rightarrow B_3 = 5$ о.в.) і надлишки вантажу Δ перевозяться на проміжні пункти для тимчасового їх зберігання ($A_2 \rightarrow C_1 = 2$ о.в., $A_2 \rightarrow C_2 = 5$ о.в., $A_2 \rightarrow C_3 = 3$ о.в.). Потім, через певний час, на 2-ому етапі ці надлишки транспортуються до відповідних їх одержувачів ($C_1 \rightarrow B_1 = 2$ о.в., $C_2 \rightarrow B_1 = 5$ о.в., $C_3 \rightarrow B_1 = 3$ о.в.).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1		B1	B2	B3	B4	Запаси			B1	B2	B3	B4	Запаси
2	A1	1	2	3	4	50	50	C1	1	2	3	4	2
3	A2	5	6	7	8	50	50	C2	5	6	7	8	5
4	Заявки	25	10	20	35			C3	9	10	11	12	3
5								Заявки	25	10	20	35	
6													
7		B1	B2	B3	B4	Запаси			B1	B2	B3	B4	Запаси
8	A1	0	0	15	35	50		C1	2	0	0	0	2
9	A2	25	10	5	0	40		C2	5	0	0	0	5
10	Заявки	25	10	20	35			C3	3	0	0	0	3
11	405	125	60	80	140			Заявки	10	0	0	0	
12								54	54	0	0	0	
13										2-й етап			
14		C1	C2	C3	Запаси		510						
15	A1	1	2	3	0								
16	A2	4	5	6	10								
17	Заявки	2	5	3									
18													
19		C1	C2	C3	Запаси								
20	A1	0	0	0	0								
21	A2	2	5	3	10								
22	Заявки	2	5	3									
23	51	8	25	18									
24		1-й етап											

Рисунок 2 – Excel-таблиця розв'язання 1-го варіанту перевезення вантажу

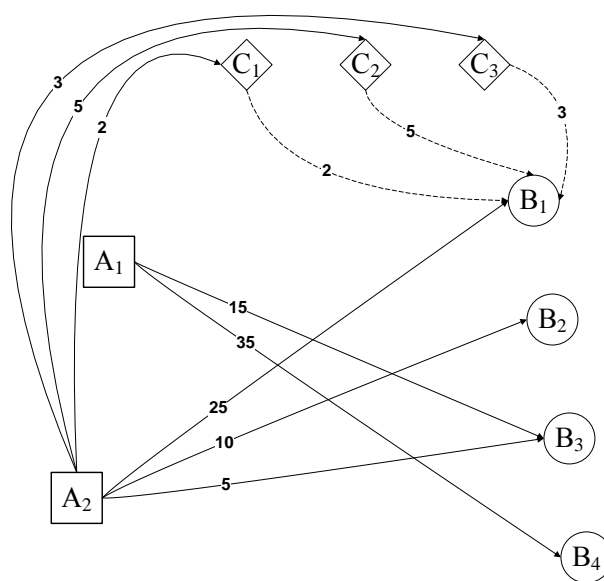


Рисунок 3 – Оптимальна схема розв'язання 1-го варіанту перевезення вантажу

Розглянемо розв'язання першого варіанту перевезення вантажу з іншими вихідними даними, а саме:

- кількість постачальників вантажу $m = 2$; $a_1 = 50$ одиниць вантажу (о.в.), $a_2 = 50$ о.в.;
- кількість одержувачів вантажу $n = 4$; $b_1 = 2$ о.в., $b_2 = 3$ о.в.; $b_3 = 4$ о.в., $b_4 = 1$ о.в.;
- кількість проміжних пунктів зберігання вантажу $l = 3$; $c_1 = 25$ о.в., $c_2 = 35$ о.в., $c_3 = 30$ о.в.;
- вартість перевезення одиниці вантажу між відповідними транспортними вузлами вказана на дугах, які їх з'єднують.

На рис. 4 представлена Excel-таблиця розв'язання першого варіанту перевезення вантажу (2) з наведеними вище вихідними даними, а на рис. 5 – оптимальна схема цього перевезення (об'єми перевезень вантажу між відповідними вузлами вказана на дугах, які їх з'єднують). Як видно з Excel-таблиці (див. рис. 4) цей варіант перевезення вантажу може бути виконаний за два етапи (перевезення вантажу 1-ого етапу зображені на рис. 5 у вигляді одинарних ліній, 2-го етапу – пунктирними).

На 1-ому етапі першого варіанту перевезення вантажу повністю задовольняються наступні його одержувачі ($A_1 \rightarrow B_1 = 2$ о.в., $A_1 \rightarrow B_2 = 3$ о.в., $A_1 \rightarrow B_3 = 4$ о.в., $A_1 \rightarrow B_4 = 1$ о.в.) і надлишки вантажу Δ перевозяться на проміжні пункти для тимчасового їх зберігання ($A_1 \rightarrow C_2 = 10$ о.в., $A_1 \rightarrow C_3 = 30$ о.в., $A_2 \rightarrow C_1 = 25$ о.в., $A_2 \rightarrow C_2 = 25$ о.в.). Потім, через певний час, на 2-ому етапі ці надлишки транспортуються до відповідних їх одержувачів ($C_1 \rightarrow B_1 = 2$ о.в., $C_1 \rightarrow B_2 = 3$ о.в., $C_1 \rightarrow B_3 = 4$ о.в., $C_1 \rightarrow B_4 = 1$ о.в.).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1		V1	V2	V3	V4	Запаси				V1	V2	V3	V4	Запаси				
2	A1	1	2	3	4	50	50	C1	1	2	3	4	25					
3	A2	5	6	7	8	50	50	C2	5	6	7	8	35					
4	Заявки	2	3	4	1			C3	9	10	11	12	30					
5								Заявки	2	3	4	1						
6																		
7		V1	V2	V3	V4	Запаси			V1	V2	V3	V4	Запаси					
8	A1	2	3	4	1	10		C1	2	3	4	1	10					
9	A2	0	0	0	0	0		C2	0	0	0	0	0					
10	Заявки	2	3	4	1			C3	0	0	0	0	0					
11	24	2	6	12	4			Заявки	2	3	4	1						
12								24	2	6	12	4						
13																		
14		C1	C2	C3	Запаси		383											
15	A1	1	2	3	40													
16	A2	4	5	6	50													
17	Заявки	25	35	30														
18									Повна вартість =									
19									575									
20		C1	C2	C3	Запаси													
21	A1	0	10	30	40													
22	A2	25	25	0	50													
23	Заявки	25	35	30														
24	335	100	145	90														

Рисунок 4 – Excel-таблиця розв'язання 1-го варіанту перевезення вантажу з іншими вихідними даними

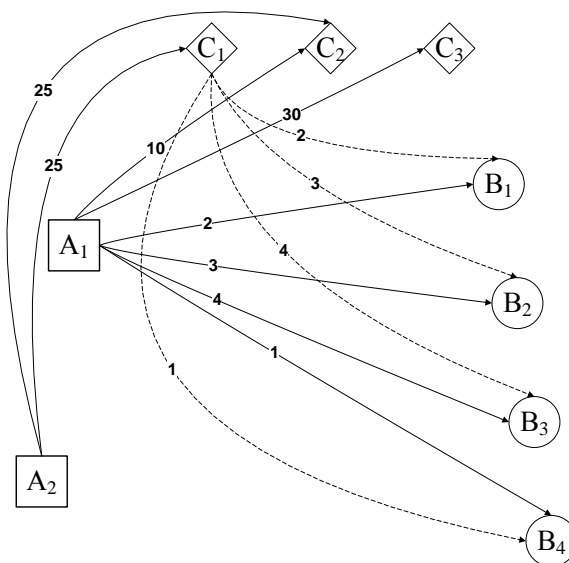


Рисунок 5 – Оптимальна схема розв'язання 1-го варіанту перевезення вантажу з іншими вихідними даними

На рис. 6 представлена Excel-таблиця розв'язання другого варіанту перевезення вантажу (3), а на рис. 7 – оптимальна схема його перевезення (об'єми перевезень вантажу між відповідними вузлами вказана на дугах, які їх з'єднують). Як видно з Excel-таблиці (див. рис. 6) другий варіант перевезення вантажу може бути виконаний за два етапи (перевезення вантажу 1-ого етапу зображені на рис. 7 у вигляді одинарних ліній, 2-го етапу – пунктирними).

- кількість постачальників вантажу $m = 2$; $a_1 = 5$ одиниць вантажу (о.в.), $a_2 = 5$ о.в.;
- кількість одержувачів вантажу $n = 4$; $b_1 = 2$ о.в., $b_2 = 1$ о.в.; $b_3 = 1$ о.в., $b_4 = 1$ о.в.;
- кількість проміжних пунктів зберігання вантажу $l = 3$; $c_1 = 5$ о.в., $c_2 = 5$ о.в., $c_3 = 5$ о.в.;

– вартість перевезення одиниці вантажу між відповідними транспортними вузлами вказана на дугах, які їх з'єднують.

На 1-ому етапі другого варіанту перевезення вантажу повністю задовольняються наступні його одержувачі ($A_1 \rightarrow B_1 = 2$ о.в., $A_1 \rightarrow B_2 = 1$ о.в., $A_1 \rightarrow B_3 = 1$ о.в., $A_1 \rightarrow B_4 = 1$ о.в.) і надлишки вантажу перевозяться на проміжні пункти для тимчасового їх зберігання ($A_2 \rightarrow C_1 = 5$ о.в.). Потім, через певний час, на 2-ому етапі ці надлишки транспортуються до відповідних їх одержувачів ($C_1 \rightarrow B_1 = 2$ о.в., $C_1 \rightarrow B_2 = 1$ о.в., $C_1 \rightarrow B_3 = 1$ о.в., $C_1 \rightarrow B_4 = 1$ о.в.).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1		B1	B2	B3	B4	Запаси			B1	B2	B3	B4	Запаси
2	A1	1	2	3	4	5	5	C1	1	2	3	4	5
3	A2	5	6	7	8	5	5	C2	5	6	7	8	0
4	Заявки	2	1	1	1			C3	9	10	11	12	0
5								Заявки	2	1	1	1	
6													
7		B1	B2	B3	B4	Запаси			B1	B2	B3	B4	Запаси
8	A1	2	1	1	1	5		C1	2	1	1	1	5
9	A2	0	0	0	0	0		C2	0	0	0	0	0
10	Заявки	2	1	1	1			C3	0	0	0	0	0
11	11	2	2	3	4			Заявки	2	1	1	1	
12								11	2	2	3	4	
13													
14		C1	C2	C3	Запаси		42				2-й етап		
15	A1	1	2	3	0								
16	A2	4	5	6	5								
17	Заявки	5	5	5									
18													
19		C1	C2	C3	Запаси								
20	A1	0	0	0	0								
21	A2	5	0	0	5								
22	Заявки	5	0	0									
23	20	20	0	0									
24		1-й етап											

Рисунок 6 – Excel-таблиця розв'язання 2-го варіанту перевезення вантажу

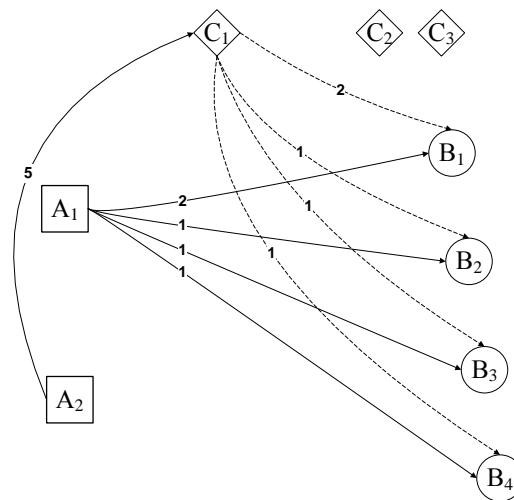


Рисунок 7 – Оптимальна схема розв'язання 2-го варіанту перевезення вантажу

Розглянемо розв'язання другого варіанту перевезення вантажу з іншими вихідними даними, а саме:

- кількість постачальників вантажу $m = 2$; $a_1 = 5$ о.в., $a_2 = 5$ о.в.;
- кількість одержувачів вантажу $n = 4$; $b_1 = 2$ о.в., $b_2 = 5$ о.в.; $b_3 = 3$ о.в., $b_4 = 5$ о.в.;
- кількість проміжних пунктів зберігання вантажу $l = 3$; $c_1 = 1$ о.в., $c_2 = 3$ о.в., $c_3 = 1$ о.в.;
- вартість перевезення одиниці вантажу між відповідними транспортними вузлами вказана на дугах, які їх з'єднують.

На рис. 8 представлена Excel-таблиця розв'язання другого варіанту перевезення вантажу (3) з наведеними вище вихідними даними, а на рис. 9 – оптимальна схема його перевезення (об'єми

перевезень вантажу між відповідними вузлами вказана на дугах, які їх з'єднують). Як видно з Excel-таблиці (див. рис. 8) другий варіант перевезення вантажу може бути виконаний за один етап (перевезення вантажу 1-ого етапу зображені на рис. 9 у вигляді одинарних ліній).

На 1-ому етапі другого варіанту перевезення вантажу повністю задовольняються усі його одержувачі ($A_1 \rightarrow B_2 = 3$ о.в., $A_1 \rightarrow B_3 = 2$ о.в., $A_2 \rightarrow B_1 = 2$ о.в., $A_2 \rightarrow B_2 = 2$ о.в., $A_2 \rightarrow B_3 = 1$ о.в.) і надлишку вантажу немає.

	A	B	C	D	E	F
1		B1	B2	B3	B4	Запаси
2	A1	1	2	3	4	5
3	A2	5	6	7	8	5
4	Заявки	2	5	3	5	
5						
6						
7		B1	B2	B3	B4	Запаси
8	A1	0	3	2	0	5
9	A2	2	2	1	0	5
10	Заявки	2	5	3	0	
11	41	10	18	13	0	
12						
13		1-й етап				

Рисунок 8 – Excel-таблиця розв'язання 2-го варіанту перевезення вантажу з іншими вихідними даними

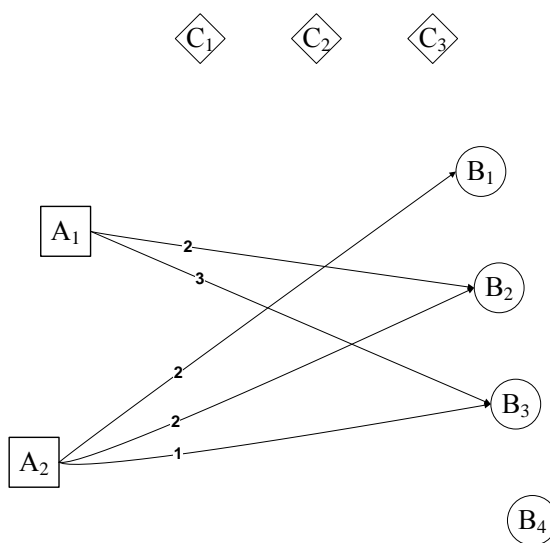


Рисунок 9 – Оптимальна схема розв'язання 2-го варіанту перевезення вантажу з іншими вихідними даними

На рис. 10 представлена Excel-таблиця розв'язання третього варіанту перевезення вантажу (4), а на рис. 11 – оптимальна схема його перевезення (об'єми перевезень вантажу між відповідними вузлами вказана на дугах, які їх з'єднують). Як видно з Excel-таблиці (див. рис. 10) третій варіант перевезення вантажу може бути виконаний за три етапи (перевезення вантажу 1-ого етапу зображені на рис. 11 у вигляді одинарних ліній, 2-го етапу – пунктирними, 3-ого етапу – штрих-пунктирними).

- кількість постачальників вантажу $m = 2$; $a_1 = 10$ одиниць вантажу (о.в.), $a_2 = 15$ о.в.;
- кількість одержувачів вантажу $n = 4$; $b_1 = 10$ о.в., $b_2 = 5$ о.в.; $b_3 = 2$ о.в., $b_4 = 3$ о.в.;
- кількість проміжних пунктів зберігання вантажу $l = 3$; $c_1 = 2$ о.в., $c_2 = 1$ о.в., $c_3 = 1$ о.в.;

– вартість перевезення одиниці вантажу між відповідними транспортними вузлами вказана на дугах, які їх з'єднують.

На 1-ому етапі третього варіанту перевезення вантажу задовольняються наступні його одержувачі ($A_1 \rightarrow B_2 = 5$ о.в., $A_1 \rightarrow B_3 = 2$ о.в., $A_1 \rightarrow B_4 = 3$ о.в., $A_2 \rightarrow B_1 = 10$ о.в.) і надлишки вантажу $\sum_{k=1}^l c_k$ перевозяться на проміжні пункти для тимчасового їх зберігання ($A_2 \rightarrow C_1 = 2$ о.в., $A_2 \rightarrow C_2 = 1$ о.в., $A_2 \rightarrow C_3 = 1$ о.в.).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1		V1	V2	V3	V4	Запаси			V1	V2	V3	V4	Запаси							
2	A1	1	2	3	4	10	10	C1	1	2	3	4	2		A1	1	2	3	4	0
3	A2	5	6	7	8	15	15	C2	5	6	7	8	1		A2	5	6	7	8	1
4	Заявки	10	5	2	3			C3	9	10	11	12	1		Заявки	10	5	2	3	
5								Заявки	10	5	2	3								
6																V1	V2	V3	V4	Запаси
7		V1	V2	V3	V4	Запаси			V1	V2	V3	V4	Запаси		A1	0	0	0	0	0
8	A1	0	5	2	3	10		C1	2	0	0	0	2		A2	1	0	0	0	1
9	A2	10	0	0	0	10		C2	1	0	0	0	1		Заявки	1	0	0	0	
10	Заявки	10	5	2	3			C3	1	0	0	0	1		5	5	0	0	0	
11	78	50	10	6	12			Заявки	4	0	0	0								
12									16	16	0	0								
13									16	16	0	0								
14		C1	C2	C3	Запаси		118		2-й етап					3-й етап						
15	A1	1	2	3	0															
16	A2	4	5	6	5															
17	Заявки	2	1	1																
18																				
19		C1	C2	C3	Запаси															
20	A1	0	0	0	0															
21	A2	2	1	1	4															
22	Заявки	2	1	1																
23	19	8	5	6																
24		1-й етап																		

Рисунок 10 – Ексел-таблиця розв'язання 3-го варіанту перевезення вантажу

Потім, через певний час, на 2-ому етапі ці надлишки транспортуються до відповідних їх одержувачів ($C_1 \rightarrow B_1 = 2$ о.в., $C_2 \rightarrow B_1 = 1$ о.в., $C_3 \rightarrow B_1 = 1$ о.в.). Наприкінці, на 3-ому етапі остатки

вантажу $\sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j - \sum_{k=1}^l c_k$ також транспортуються до відповідних їх одержувачів ($A_2 \rightarrow B_1 = 1$ о.в.).

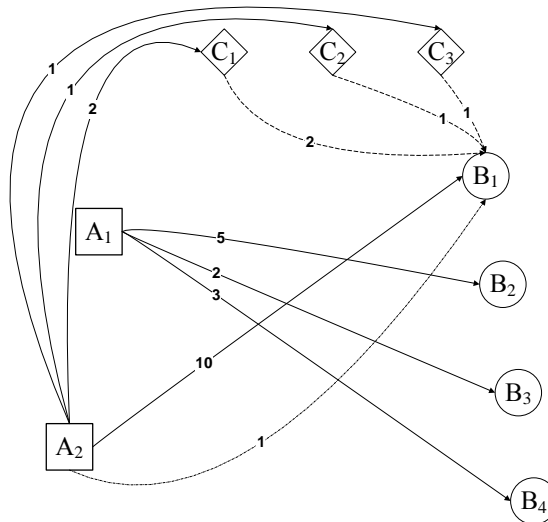


Рисунок 11 – Оптимальна схема розв'язання 3-го варіанту перевезення вантажу

Розглянемо розв'язання третього варіанту перевезення вантажу з іншими вихідними даними, а саме:

- кількість постачальників вантажу $m = 2$; $a_1 = 10$ одиниць вантажу (о.в.), $a_2 = 15$ о.в.;
- кількість одержувачів вантажу $n = 4$; $b_1 = 1$ о.в., $b_2 = 1$ о.в.; $b_3 = 1$ о.в., $b_4 = 1$ о.в.;
- кількість проміжних пунктів зберігання вантажу $l = 3$; $c_1 = 10$ о.в., $c_2 = 5$ о.в., $c_3 = 5$ о.в.;

– вартість перевезення одиниці вантажу між відповідними транспортними вузлами вказана на дугах, які їх з'єднують.

На рис. 12 представлена Excel-таблиця розв'язання третього варіанту перевезення вантажу (4), з наведеними вище вихідними даними, а на рис. 13 – оптимальна схема його перевезення (об'єми перевезень вантажу між відповідними вузлами вказана на дугах, які їх з'єднують). Як видно з Excel-таблиці (див. рис. 12) третій варіант перевезення вантажу може бути виконаний за три етапи (перевезення вантажу 1-ого етапу зображені на рис. 13 у вигляді одинарних ліній, 2-го етапу – пунктирними, 3-ого етапу – штрих-пунктирними).

На 1-ому етапі третього варіанту перевезення вантажу задовольняються наступні його одержувачі ($A_1 \rightarrow B_1 = 1$ о.в., $A_1 \rightarrow B_2 = 1$ о.в., $A_1 \rightarrow B_3 = 1$ о.в., $A_1 \rightarrow B_4 = 1$ о.в.) і надлишки вантажу $\sum_{k=1}^l c_k$ перевозяться на проміжні пункти для тимчасового їх зберігання ($A_1 \rightarrow C_3 = 5$ о.в., $A_2 \rightarrow C_1 = 10$ о.в., $A_2 \rightarrow C_2 = 5$ о.в.).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1		V1	V2	V3	V4	Запаси														
2	A1	1	2	3	4	10	10	C1	1	2	3	4	10		A1	1	2	3	4	1
3	A2	5	6	7	8	15	15	C2	5	6	7	8	5		A2	5	6	7	8	0
4	Заявки	1	1	1	1			Заявки	1	1	1	1	5		Заявки	1	1	1	1	
5																				
6																				
7		V1	V2	V3	V4	Запаси									A1	1	0	0	0	1
8	A1	1	1	1	1	4		C1	1	1	1	1	4		A2	0	0	0	0	0
9	A2	0	0	0	0	0		C2	0	0	0	0	0		Заявки	1	0	0	0	0
10	Заявки	1	1	1	1			Заявки	1	1	1	1	0		1	1	0	0	0	
11	10	1	2	3	4			10	1	2	3	4								
12																				
13																				
14		C1	C2	C3	Запаси		101													
15	A1	1	2	3	6															
16	A2	4	5	6	15															
17	Заявки	10	5	5																
18																				
19		C1	C2	C3	Запаси															
20	A1	0	0	5	5															
21	A2	10	5	0	15															
22	Заявки	10	5	5																
23	80	40	25	15																
24																				

Рисунок 12 – Excel-таблиця розв'язання 3-го варіанту перевезення вантажу з іншими вихідними даними

Потім, через певний час, на 2-ому етапі ці надлишки транспортуються до відповідних їх одержувачів ($C_1 \rightarrow B_1 = 1$ о.в., $C_1 \rightarrow B_2 = 1$ о.в., $C_1 \rightarrow B_3 = 1$ о.в., $C_1 \rightarrow B_4 = 1$ о.в.). Наприкінці, на 3-

ому етапі остатки вантажу $\sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j - \sum_{k=1}^l c_k$ також транспортуються до відповідних їх одержувачів ($A_1 \rightarrow B_1 = 1$ о.в.).

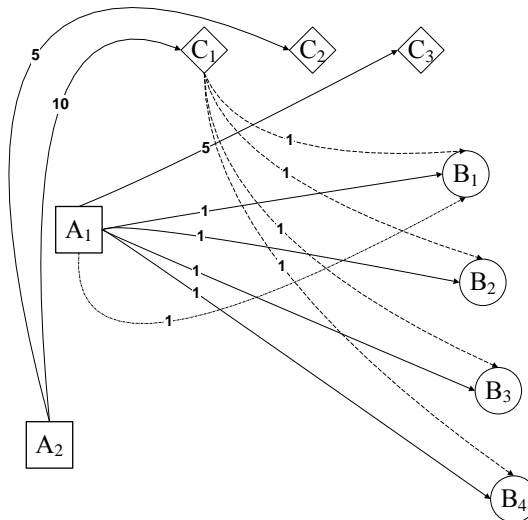


Рисунок 13 – Оптимальна схема розв'язання 3-го варіанту перевезення вантажу з іншими вихідними даними

На основі представлених прикладах було розроблено програмно інструментальний комплекс розв'язання багатоступінних транспортних задач (ПК РБТЗ).

На наступних рисунках представлені результати роботи ПК РБТЗ, а саме:

- екранна форма початкового вікна ПК РБТЗ (рис. 14);

Кількість постачальників (A)

Кількість споживачів (B)

Кількість проміжних складів (C)

Задати структуру перевезень

Експорт даних в EXCEL

Закрити програму

Рисунок 14 – Екранна форма початкового вікна ПК РБТЗ

- екранна форма по введенню вихідних даних багатоступінної транспортної задачі (БТЗ) за умовою третього варіанту перевезення вантажу (рис. 15);

Кількість постачальників (A)

Кількість споживачів (B)

Кількість проміжних складів (C)

	C1	C2	C3
A1	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>
A2			

	B1	B2	B3	B4
	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>

Задати обсяги перевезень

Експорт даних в EXCEL

Закрити програму

Рисунок 15 – Екранна форма по введенню вихідних даних БТЗ

- екранна форма по заданню матриці транспортних комунікацій (рис. 16);

Form1

Кількість постачальників (A)

Кількість споживачів (B)

Кількість проміжних складів (C)

C1 C2 C3

	C1	C2	C3
A1	1	2	3
A2	4	5	6

	B1	B2	B3	B4
C1	1	2	3	4
C2	5	6	7	8
C3	9	10	11	12

A1
A2

	B1	B2	B3	B4
A1	1	2	3	4
A2	5	6	7	8

B1
B2
B3
B4

Експорт даних в EXCEL

Закрити програму

Рисунок 16 – Екранна форма по заданню матриці транспортних комунікацій

- екранна форма по експорту даних в EXCEL та результатами розв'язання БТЗ за умовою третього варіанту перевезення вантажу (рис. 17 та рис. 18);

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1		V1	V2	V3	V4	Запаси			V1	V2	V3	V4	Запаси			V1	V2	V3	V4	Запаси
2	A1	1	2	3	4	10	0	C1	1	2	3	4	2		A1	1	2	3	4	10
3	A2	5	6	7	8	15	0	C2	5	6	7	8	1		A2	5	6	7	8	15
4	Заявки	10	5	2	3			C3	9	10	11	12	1		Заявки	10	5	2	3	
5								Заявки	10	5	2	3								
6																				
7		V1	V2	V3	V4	Запаси			V1	V2	V3	V4	Запаси			V1	V2	V3	V4	Запаси
8	A1	0	5	2	3	10	0	C1					0		A1					0
9	A2	10	0	0	0	10	0	C2					0		A2	0	0	0	0	0
10	Заявки	10	5	2	3			C3					0		0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0			Заявки	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
12								0	0	0	0	0								
13																				
14		C1	C2	C3	Запаси		0													
15	A1	1	2	3	10															
16	A2	4	5	6	15															
17	Заявки	2	1	1																
18																				
19		C1	C2	C3	Запаси															
20	A1	0	0	0	0								0							
21	A2	10	0	0	0								0							
22	Заявки	10	5	2	3								0							
23	0	0	0	0	0								0							
24																				

Рисунок 17 – Екранна форма по експорту даних в EXCEL

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1		V1	V2	V3	V4	Запаси			V1	V2	V3	V4	Запаси			V1	V2	V3	V4	Запаси
2	A1	1	2	3	4	10	10	C1	1	2	3	4	2		A1	1	2	3	4	0
3	A2	5	6	7	8	15	15	C2	5	6	7	8	1		A2	5	6	7	8	1
4	Заявки	10	5	2	3			C3	9	10	11	12	1		Заявки	10	5	2	3	
5								Заявки	10	5	2	3								
6																				
7		V1	V2	V3	V4	Запаси			V1	V2	V3	V4	Запаси			V1	V2	V3	V4	Запаси
8	A1	0	5	2	3	10	0	C1	2	0	0	0	2		A1	0	0	0	0	0
9	A2	10	0	0	0	10	0	C2	1	0	0	0	1		A2	1	0	0	0	1
10	Заявки	10	5	2	3			C3	1	0	0	0	1		Заявки	1	0	0	0	
11	78	50	10	6	12			Заявки	4	0	0	0	0		5	5	0	0	0	
12								16	16	0	0	0								
13																				
14		C1	C2	C3	Запаси		118													
15	A1	1	2	3	0															
16	A2	4	5	6	5															
17	Заявки	2	1	1																
18																				
19		C1	C2	C3	Запаси															
20	A1	0	0	0	0								0							
21	A2	2	1	1	4								0							
22	Заявки	2	1	1									0							
23	19	8	5	6									0							
24																				

Рисунок 18 – Екранна форма з результатами розв'язання БТЗ за умовою третього варіанту перевезення вантажу

Висновки. Представлений в роботі підхід до рішення поставленої багатоетапної транспортної задачі показує один з напрямів цього рішення, але разом з тим не претендує на загальність і єдиність.

Також у роботі розглянутий четвертий варіант перевезення вантажу, у якого

$$\sum_{i=1}^m a_i \gg \sum_{j=1}^n b_j + \sum_{r=1}^l c_k$$
(знак \gg означає “значно більше”), що спричиняє за собою багатократне повторення всіх трьох вищеописаних етапів перевезення вантажу (рис.4 та рис. 12).

Представлена модель організації перевезень вантажу не є мережевою та має певні допущення виходячи з обмеженості середовища його реалізації – табличного процесора Excel. У подальших наукових і експериментальних дослідженнях передбачається ці допущення зняти за рахунок використання прогресивніших програмних засобів сучасних інформаційних технологій.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Прокудін Г.С. Розв'язання мережевих транспортних задач у середовищі Excel / Г.С. Прокудін // Проблеми транспорту, вип. 4. – К.: НТУ, 2007. – С. 23–30
2. Кузьмичов А.І. Електронно-табличне математичне моделювання задач оптимального розвитку комунікаційних мереж / А.І. Кузьмичов, Г.С. Прокудін // Автошляховик України. Окремий випуск віснику Центрального наукового центру ТАУ. – К.: 2008. – № 11. – С. 48–52
3. Прокудін Г.С. Інформаційна система оптимізації вантажних перевезень в транспортних системах / Г.С. Прокудін, В.Д. Данчук, О.Г. Прокудін // Проблеми транспорту, вип. 6. – К.: НТУ, 2009. – С. 90–95

REFERENCES

1. Prokudin GS Solving transportation problems in the network environment Excel / GS Prokudin // Problems of Transport, vol. 4. - K. : NTU, 2007. - P. 23-30 (Ukr)
2. Kuzmichev AI Electron brief mathematical modeling of optimal development of communication networks / AI Kuzmichev, GS Prokudin // Avtoshlyahovyk Ukraine. A special issue of Journal of the Central Research Center TAU. - K. : 2008. - № 11. - P. 48-52 (Rus)
3. Prokudin GS Information system optimization freight transport systems in the / GS Prokudin, VD Danchuk, OH Prokudin // Problems of Transport, vol. 6. - K. : NTU, 2009. - P. 90-95 (Ukr)

РЕФЕРАТ

Прокудін Г.С. Застосування сучасних інформаційних технологій при розв'язуванні багатоетапних транспортних задач / Г.С. Прокудін, А.М. Дмитриченко, Н.М. Цимбал, О.С. Дудник, Д.А. Омаров // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

Мета роботи: є розробка алгоритмічного та програмного забезпечення розв'язання багатоетапної транспортної задачі.

В процесі вантажних перевезень часто виникає ситуація, коли обсяги поставок вантажу, що перевозиться, перевищує можливості складських приміщень його замовника. В цьому випадку ми стикаємося з необхідністю використання проміжних пунктів для тимчасового зберігання надлишків вантажу і як слідство багатоетапною транспортною задачею. У статті приводиться опис підходу, який вирішує задачу поетапного транспортування вантажів в її мережевому уявленні у середовищі Excel. При цьому розглядаються випадки, коли сумарні складські приміщення замовника і проміжних пунктів рівні, більше або менше обсягів вантажу, що перевозиться.

Представлений в роботі підхід до рішення поставленої багатоетапної транспортної задачі показує один з напрямів цього рішення, але разом з тим не претендує на загальність і єдиність. Як висновок, модель організації перевезень вантажу не є мережевою та має певні допущення виходячи з обмеженості середовища його реалізації – табличного процесора Excel. У подальших наукових і експериментальних дослідженнях передбачається ці допущення зняти за рахунок використання прогресивніших програмних засобів сучасних інформаційних технологій.

Актуальність дослідження: представлений в роботі підхід до рішення поставленої багатоетапної транспортної задачі, демонструє приклад застосування сучасних інформаційних технологій для раціональної організації вантажних перевезень в транспортних системах. Викладенні в статті фактичний матеріал, розрахункові дані, висновки відповідають дійсності та розкривають мету дослідження.

Результати статті можуть бути використані для оцінки міжнародної логістики перевезень вантажів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ТРАНСПОРТНА ЗАДАЧА, ВАНТАЖ, МІЖНАРОДНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, ПОСТАЧАЛЬНИК, ТРАНСПОРТНИЙ ВУЗОЛ, ПРОГРАМНО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНИЙ КОМПЛЕКС.

ABSTRACT

Prokudin G.S., Dmytrychenko A.M., Tsymbal N.M., Dudnik O.S., Omarov D.A. The use of modern information technology in solving problems bahatoyetapnyh tranportnyh. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

Purpose: is to develop algorithmic and software for solving multistage transportation problem.

In the process of transportation is often a situation where shipments of cargo carried, exceeds the capacity of storage facilities of its customers. In this case, we are faced with the need to use intermediate points for the temporary storage of excess cargo and as a consequence of multi-stage transportation problem. The article is a description of an approach that solves the problem of gradual transportation of cargo in its network representation among Excel. Thus the considered cases where the total customer warehouses and intermediate points levels greater than or less than the amount of cargo carried.

Introduced in the approach to the solution of the transportation problem of multistage shows one of the directions of this decision, but at the same time does not claim to universality and unity. In conclusion, the model of the transport of goods is not a network and has some assumptions based on the limited environment of its implementation - the spreadsheet Excel. In further research and pilot study is expected to remove these assumptions by using progressive software information technologies.

The relevance of the study: presented in the approach to solve the transportation problem multistage, demonstrating the use of modern information technologies for efficient freight transport in transport systems. Set out in Article facts, estimates, opinions are true purpose and revealing study.

The results of the article can be used to assess the international logistics freight.

KEYWORDS: INFORMATION TEECHOLGY, TRANSPORTATION PROBLEM, FREIGHT, INTERNATIONAL SHIPPING, SUPPLIER, TRANSPORTATION HUP, SOFTWARE-TOOL COMPLEX.

РЕФЕРАТ

Прокудин Г.С. Применение современных информационных технологий при решении многоэтапный транспортногo задач / Г.С. Прокудин, А.М. Дмитриченко, Н.Н. Цымбал, А.С. Дудник, Д.А. Омаров // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

Цель работы: является разработка алгоритмического и программного обеспечения решения многоэтапной транспортной задачи.

В процессе грузовых перевозок часто возникает ситуация, когда объемы поставок груза, превышает возможности складских помещений его заказчика. В этом случае мы сталкиваемся с необходимостью использования промежуточных пунктов для временного хранения излишков груза и как следствие многоэтапной транспортной задачей. В статье приводится описание подхода, который решает задачу поэтапного транспортировки грузов в его сетевом представлении в среде Excel. При этом рассматриваются случаи, когда суммарные складские помещения заказчика и промежуточных пунктов уровне, больше или меньше объемов груза.

Представленный в работе подход к решению поставленной многоэтапной транспортной задачи показывает одно из направлений этого решения, но вместе с тем не претендует на всеобщность и единство. Как вывод, модель организации перевозок груза не является сетевой и имеет определенные допущения исходя из ограниченности среды его реализации - табличного процессора Excel. В дальнейших научных и экспериментальных исследованиях предполагается эти допущения снять за счет использования прогрессивных программных средств современных информационных технологий.

Актуальность исследования: представлен в работе подход к решению поставленной многоэтапной транспортной задачи, демонстрирует пример применения современных информационных технологий для рациональной организации грузовых перевозок в транспортных системах. Изложении в статье фактический материал, расчетные данные, выводы соответствуют действительности и раскрывают цель исследования.

Результаты статьи могут быть использованы для оценки международной логистики перевозок грузов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ТРАНСПОРТНАЯ ЗАДАЧА, ГРУЗ, МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ, ПОСТАВЩИК, ТРАНСПОРТНЫЙ УЗЕЛ, ПРОГРАММНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС.

АВТОРИ:

Прокудин Г.С., д.т.н., профессор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, e-mail: p_g_s@ukr.net., тел. 0442808402 Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

Дмитриченко Андрій Миколайович, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, старший науковий співробітник кафедри аеропортів, e-mail: tpsalkaf@mail.ntu.edu.ua, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 344.

Цимбал Н.М., к.т.н., Національний транспортний університет, доцент кафедри транспортного права та логістики, тел. 0445707753 Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

Дудник О.С., Національний транспортний університет, асистент кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, e-mail: alex_ds@ukr.net., тел. 0442808402 Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

Омаров Д.М., Національний транспортний університет, аспірант кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, тел. 0442808402 Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

AUTHOR:

Prokudin G.S. Professor, National Transport University, head of international transportation and customs control, e-mail: : p_g_s@ukr.net., tel 0442808402 Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1.

Dmytrychenko Andrii.M., Candidate of Technical Science , National Transport University, Senior Research Associate, email: tpsalkaf@mail.ntu.edu.ua, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of 344.

Tsymbal N.M., Ph.D., National Transport University, associate professor of logistics and transport law, tel. 0445707753 Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1.

Dudnik O.S. National Transport University, the assistant of international transportation and customs control, e-mail: alex_ds@ukr.net., tel . 0442808402 Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1.

Omarov D.M., National Transport University, the postgraduate of international transportation and customs control, tel . 0442808402 Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1.

АВТОРЫ:

Прокудин Г.С., профессор, Национальный транспортный университет, заведующий кафедрой международных перевозок и таможенного контроля, e-mail: p_g_s@ukr.net., тел. 0442808402 Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

Дмитриченко Андрей Николаевич, кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, старший научный сотрудник кафедры аэропортов, e-mail: tpsalkaf@mail.ntu.edu.ua, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 344.

Цымбал Н.Н., к.т.н., Национальный транспортный университет, доцент кафедры транспортного права и логистики, тел. 0445707753 Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

Дудник О.С., Национальный транспортный университет, асистент кафедры международных перевозок и таможенного контроля, e-mail: alex_ds@ukr.net, тел. 0442808402 Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

Омаров Д.М., Национальный транспортный университет, аспирант кафедры международных перевозок и таможенного контроля, тел. 0442808402 Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Данчук В.Д., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри електроніки та обчислювальної техніки, Київ, Україна.

Оксіюк О.Г., доктор технічних наук, доцент, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, завідувач кафедри кібербезпеки та захисту інформації, Київ, Україна.

REVIEWER:

Danchuk V.D., Ph.D, Professor, National Transport University, head of department of electronics and computer science, Kyiv, Ukraine.

Oksijuk A.G., Ph.D, Associate Professor, Taras Shevchenko National University of Kyiv, head of department cyber security and information security, Kyiv, Ukraine.