

Г. Т. Михальчинець,
старший викладач кафедри економіки та фінансів, Мукачівський державний університет
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1109-5896>

DOI: 10.32702/2306-6814.2022.19-20.78

ОСОБЛИВОСТІ РЕСУРСНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДПРИЄМСТВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ ТА ЇХ ПЛАНУВАННЯ

Н. Mykhalchynets,
Senior Lecturer of the Department of Economics and Finance, Mukachevo State University

PECULIARITIES OF THE RESOURCE PROVISION OF MOTOR TRANSPORT ENTERPRISES AND THEIR PLANNING

Наразі ресурсне забезпечення та планування діяльності автотранспортного підприємства є питанням з широкою науковою проблематикою. Це зумовлене тим фактом, що стандартні прийоми та способи, які використовуються для обґрунтування планових показників та створення інших матеріальних умов діяльності не інформативні. Відповідно, стаття висвітлює особливості ресурсного забезпечення підприємств автотранспортного підприємства та їх планування на основі умов транспортної задачі. У межах дослідження звернено увагу на той факт, що створення матеріальних та інших умов для перевезень пасажирів і вантажів забезпечується у межах взаємозв'язку між ресурсним забезпеченням, середньостроковим та короткостроковим плануванням діяльності підприємств автомобільного транспорту. Це зумовлено тим, що середньострокове планування орієнтоване на формування умов для здійснення перевезень за укладеними договорами у межах наявних ресурсів, а короткострокове планування орієнтоване на виконання об'ємно-календарних планів таких перевезень. Окреслені положення, представлені матеріали довели, що планові та ресурсні складові діяльності підприємств автомобільного транспорту взаємопов'язані. Оптимальний розподіл ресурсів для реалізації рішень на короткостроковому й середньостроковому рівнях потребує детального опису всіх процесів, користуючись з прийомів і способів формування та перетворення умов транспортної задачі. Перспективи подальших розвідок у даному напрямі полягають у розробці заходів з оптимізації системи ресурсного забезпечення автотранспортного підприємства на основі вирішення транспортного завдання за розподільчим методом.

At present, the resource provision and planning of the motor transport enterprise activity is a matter with a wide scientific problem. This is because standard methods and methods used for substantiation of planned indicators and creation other material conditions of activity are not informative. The above article covers the peculiarities of resource provision of motor transport enterprise and their planning based on conditions of transport problems. Within the framework of the research, attention is oriented to the fact that the creation of material and other conditions for passenger and cargo transportation is provided within the framework of the relationship between resource provision, medium-term and

short-term activities planning of the motor transport enterprise. This is because medium-term planning is oriented on the formation of conditions for transportation under the concluded contracts within the limits of available resources, and short-term planning is oriented on the implementation of volume-calendar plans of transportation. The research materials presented by the authors have proved that the planned and resource components of the activities of the motor transport enterprises are interrelated. The optimal allocation of resources for the implementation of solutions at short and medium-term levels requires a detailed description of all processes using methods and methods of forming and transforming conditions of transport problems. The planned and resource components of the activities of the motor transport enterprises are interrelated. The authors pay attention that the transport task determines the most optimal transportation plan of cargoes and passengers from points of departure to destinations in a single mathematical model, which is based on incoming conditions, taking into account the whole array of orders. At the same time, the following task: forms the pre-defined procedure of transportation in which all orders will be fully fulfilled, and the total expenses for transportation of all cargoes are minimal or profit maximum; defines uniform and non-uniform orders; determines the cost and cycles of transportation on a single and an inhomogeneous order. The prospects of further developments in this direction lie in the development of measures for optimization of the system of resource provision of the motor transport enterprise based on the solution of the transport task by a distribution method.

Ключові слова: об'ємно-календарні плани перевезень, графік перевезень, ресурсне забезпечення, одиниці вантажу, вартість перевезень.

Key words: volume-calendar plans of transportation, transportation schedule, resource provision, units of cargo, cost of transportation.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Наразі ресурсне забезпечення та планування діяльності автотранспортного підприємства є питанням з широкою науковою проблематикою. Це зумовлене тим фактом, що стандартні прийоми та способи, які використовуються для обґрунтування планових показників та створення інших матеріальних умов діяльності не інформативні. Крім того значним є масив параметрів, які слід враховувати для розробки та обґрунтування планових документів таких підприємств та визначення елементів ресурсного простору. Серед таких параметрів: 1) однорідність вантажів; 2) обсяги замовних перевезень, а також наявність можливостей до їх розширення; 3) вартість перевезення одиниці вантажу до отримувача або вартість перевезення пасажирів. Крім того, зміст планування та створення матеріальних умов для перевезень додатково ускладнюється тим фактом, що автотранспортному підприємству необхідний виключно той план перевезень, за якого всі замовлення клієнтів будуть повністю виконані. Наприклад, для вантажних перевезень — це вивезення вантажів зі складів замовника в оговореному обсязі, для пасажирських перевезень — це виконання всіх погоджених запитів пасажирів. При цьому шуканим є план перевезень, за якого запити всіх клієнтів та отримувачів повністю задоволені, а сумарні витрати ресурсів мінімальні. Відповідно до вищенаведеного, раціональним є планування та ресурсне забезпечення діяльності на основі транспортної задачі, яка дозволяє комплексно задовольнити наведені вище потреби автотранспортного підприємства.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Серед науковців, які розглядали основні проблеми ресурсного забезпечення та планування діяльності автотранспортного підприємства, нами виділені: І.А. Дмитрієв, Я.С. Левченко [1], Кашканов А.А., Кашканова Г.Г., Стенжицька І.Є. [5] та ряд інших. За результатами аналізу наведених праць, більшість науковців вказують на те, що ресурсне забезпечення та планування діяльності автотранспортного підприємства має реалізуватися на основі транспортної задачі. Разом з тим, проблемним є те, що ці процеси, на думку науковців, знаходяться в площині лінійного програмування, відтак мають реалізуватися неадаптивними симплексними способами. Разом з тим, це не виправдано, адже матриця системи ресурсних та параметричних обмежень автотранспортного підприємства є настільки своєрідною, що для її вирішення потрібні адаптивні прийоми, що дозволяють врахувати початкове формулювання, а потім покращуючи його, отримати оптимальне рішення.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ (ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ)

Відповідно до вищенаведеного, метою статті є висвітлення особливостей ресурсного забезпечення підприємств автотранспортного підприємства та їх планування на основі умов транспортної задачі.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ З ПОВНИМ ОБґРУНТУВАННЯМ ОТРИМАНИХ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

До автотранспортних підприємств відносять тих суб'єктів економічної діяльності, які не тільки реалізують

різні типи перевезень автомобільним транспортом, але і забезпечують зберігання, професійне технічне обслуговування й відновлення рухомого складу. Класично, ресурсне забезпечення автотранспортного підприємства (серед яких автобази, автоколони, автокомбінати, автопарки) інтерпретується, як створення базових матеріальних та інших умов для перевезень пасажирів і вантажів, зберігання, технічного обслуговування й ремонту рухомого складу [2]. Фактично такі умови формують наявність:

1) матеріальних ресурсів для виконання масиву замовлень, зокрема:

— належного рухомого складу (що деталізується залежно від специфіки організації виробничої діяльності автотранспортного підприємства);

— предметів праці (які необхідні для організації виробничої діяльності);

2) фінансових ресурсів, що необхідні для виконання масиву замовлень.

Якщо матеріальні ресурси можуть бути орендованими, то фінансові ресурси ні, відтак їх достатність — найбільш значуща умова для перевезень.

Слід зазначити, що ресурсне забезпечення належить лише до базових умов, яких недостатньо для одержання максимального прибутку при мінімальних витратах ресурсів на перевезення пасажирів і вантажів. Натомість, загальні умови для цього формує забезпечення взаємозв'язку між ресурсним забезпеченням та плануванням діяльності автотранспортного підприємства. Це зумовлено тим, що середньострокове планування зорієнтоване на формування умов для здійснення перевезень за укладеними договорами у межах наявних ресурсів (рішення на цьому рівні — формування масиву замовлень за договорами відповідно до ст. 909 ЦК України, формування субдоговорів й об'ємно-календарне планування перевезень [1]), короткострокове планування орієнтоване на виконання об'ємно-календарних планів перевезень (рішення на цьому рівні — визначення вартості та графіків перевезень [1]). Враховуючи, що планові та ресурсні складові взаємопов'язані, оптимальний розподіл ресурсів для реалізації рішень на короткостроковому й середньостроковому рівнях потребує детального опису всіх процесів користуючись з прийомів і способів формування та перетворення умов транспортної задачі.

Транспортна задача найбільш ефективна в обґрунтуванні планових показників, оскільки визначає на перспективу оптимальний (з точки зору витрат та прибутку) план перевезень вантажів та пасажирів із пунктів відправлення до пунктів призначення. Перевагою є те, що у порівнянні з загальноприйнятими прийомами та способами (серед яких балансовий; нормативний чи аналітичний, що використовують для цього широке коло роз'єднаних завдань, планування діяльності), умови транспортної задачі дозволяють поєднати широке коло завдань у єдиній математичній моделі, яка на основі вхідних умов, враховують весь обсяг замовних робіт (масив замовлень) автотранспортного підприємства [4]. При цьому така задача:

— формує заздалегідь визначений порядок (або послідовність) перевезень, у якому всі замовлення будуть повністю виконані, а сумарні витрати на перевезення всіх вантажів мінімальні (або забезпечують максимальний прибуток);

— визначає однорідні та неоднорідні замовлення (однорідними вважаються такі перевезення замовних вантажів або пасажирів, що орієнтовані на один вид автомобільного транспорту);

— визначає вартість перевезень на однорідні та неоднорідні замовлення (під якою розуміється сума до сплати за кожне виконане замовлення, виходячи з наявних тарифів, відстані, витрат палива тощо);

— визначає всі можливі цикли перевезень та їх вартісні параметри.

При цьому, варто зазначити, що масив замовлень автотранспортного підприємства формують різні промислові, сільськогосподарські підприємства, заводи, фабрики, склади, магазини тощо.

Відповідно до особливостей такої моделі, вона будує прийоми середньострокового планування діяльності автотранспортного підприємства на основі єдиної математичної моделі (С), вхідний зміст якої формується виходячи з [4, с. 300—360]:

1. вектору вартостей:

$$C = \begin{pmatrix} c_{11} & \dots & c_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ c_{k1} & \dots & c_{kn} \end{pmatrix} \quad (1),$$

де $C = \{c_{ij}\}$ — матриця вартостей (сформована як $a_i \times b_i$), що формується виходячи з масиву замовлень прийнятих до виконання (пунктів доставляння) $A = (a_1, a_2, \dots, a_k)$, обсягів перевезень вантажу або пасажирів $B = (b_1, b_2, \dots, b_n)$.

2. вектору невідомих:

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ x_{k1} & \dots & x_{kn} \end{pmatrix} \quad (2),$$

де $X = \{x_{ij}\}$ — матриця змінних (невідомих) транспортного завдання, що сформована виходячи з масиву $x_{ij}, i=(1,2,\dots, k), j= 1,2,\dots,n$ (або обсягів перевезень автотранспортного підприємства від пункту завантаження i -го клієнта до кожного j -го пункту призначення/здавання).

3. вектор витрат:

$$CX = \begin{pmatrix} c_{11}x_{11} & \dots & c_{1n}x_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ c_{k1}x_{k1} & \dots & c_{kn}x_{kn} \end{pmatrix} \quad (3),$$

де $c_{ij}x_{ij}$ — добуток, що визначає витрати на перевезення вантажу від пункту завантаження i -го клієнта до j -го пункту призначення (або здавання його особі, яка має право на одержання вантажу).

При цьому, за змістом векторів, формується основа для здійснення перевезень за укладеними договорами у межах наявних ресурсів автотранспортного підприємства, якою є прийнятність (або оптимальність) сумарних планових витрат на виконання всього масиву замовлень, що можна позначати як планові параметри CX , або величину $\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij}$. За умовою середньострокового планування основним є завдання мінімізації сумарних планових витрат або максимізації загального прибутку. Отже, цільова функція завдання, на яку орієнтуватимуться середньострокові плани, матиме вигляд:

$$F(X) = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij} \quad (4);$$

Перевагою окресленого підходу до ресурсного забезпечення та середньострокового планування авто-

Таблиця 1. Процедури введення системи обмежень сумарних планових витрат та інших параметрів середньострокового плану автотранспортного підприємства (за завданням з правильним балансом)

Процедура обмежень	Концептуальний зміст рівняння	Математичний зміст рівняння	Умовні позначення	Специфіка введення обмежень
Обмеження за першою групою з k рівнянь	Визначає той факт, що вантажі всіх k замовників вивозяться повністю	$\sum_{j=1}^n x_{ji} = a_j$	a_j - масив замовлень прийнятих до виконання або пункти з яких вантажі вивозяться повністю; $x_{ij} \dots$, $i=(1,2, \dots, k)$, $j=1,2, \dots, n$ - обсягів перевезень від пункту завантаження i -го клієнта до кожного j -го пункту призначення/здавання.	Математичну модель завдання можна обмежити як: $F(x) = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min$, $\sum_{j=1}^n x_{ji} = a_j; i = 1,2, \dots, k$; $\sum_{i=1}^k x_{ji} = b_j; j = 1,2, \dots, n$; $x_{ij} \geq 0, i=1,2, \dots, k; j=1,2, \dots, n$
Обмеження за другою групою з n рівнянь	Визначає вимогу повністю задовольнити запити всіх одержувачів вантажів	$\sum_{i=1}^k x_{ji} = b_j$	b_j - обсягів перевезень пасажирів або вантажу, запити яких задовольняються повністю; $x_{ij} \dots$, $i=(1,2, \dots, k)$, $j=1,2, \dots, n$ - обсяги перевезень від пункту завантаження i -го клієнта до кожного j -го пункту призначення/здавання.	

Джерело: сформовано на основі [2; 3].

транспортного підприємства є можливість введення у відповідні плани системи обмежень сумарних планових витрат та інших параметрів за 2-ма групами рівнянь (а саме k рівнянь та n -рівнянь).

Якщо сумарні замовлення постачальників дорівнюють сумарній кількості пунктів отримання ($\sum_{i=1}^k a_i = \sum_{j=1}^n b_j$), таке обмеження здійснюється за завданням з правильним балансом (виходячи з процедур, що наведені в табл. 1).

При цьому сформована модель середньострокового плану та його ресурсного забезпечення буде закритою.

Якщо рівність $\sum_{i=1}^k a_i = \sum_{j=1}^n b_j$ не виконується, таке обмеження здійснюється за завданням з неправильним балансом (виходячи з процедур, що наведені в табл. 2). При цьому сформована модель середньострокового плану та його ресурсного забезпечення буде

Таблиця 2. Процедури введення системи обмежень сумарних планових витрат та інших параметрів середньострокового плану автотранспортного підприємства (за завданням з неправильним балансом)

Процедура обмежень	Концептуальний зміст рівняння	Математичний зміст рівняння	Умовні позначення	Специфіка введення обмежень
Обмеження за першою групою з k рівнянь	Визначає той факт, що вантажі всіх k замовників вивозяться повністю	Див. табл. 1	Див. табл. 1	Математичну модель завдання можна обмежити як: $F(x) = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min$; $\sum_{i=1}^k a_i \neq \sum_{j=1}^n b_j$, $\sum_{j=1}^n x_{ji} = a_j$ та $\sum_{i=1}^k x_{ji} = b_j$
Обмеження за другою групою з n рівнянь	Визначає вимогу повністю задовольнити запити клієнта	Див. табл. 1	Див. табл. 1	задовольняють умові $x_{ji} \geq 0$

Джерело: сформовано на основі [2; 3; 4].

Таблиця 3. Дані для середньострокового планування "МУКАЧІВСЬКЕ АТП 12106" за завданням з правильним балансом на 2022 р.

Рухомий склад	Вартість доставлення одиниці вантажу з кожного пункту відправлення до відповідних пунктів призначення (за матрицею тарифів)					Запас	Перевірка необхідної та достатньої умови розв'язання задачі планування
	B1	B2	B3	B4			
Тентова вантажівка -4 од.	A1	10	7	8	8	1200	$\sum a = 1200 + 5800 + 5000 = 12000$ $\sum b = 3000 + 2000 + 4000 + 3000 = 12000$
Ізотермічний фургон – 4 од.	A2	5	6	3	5	5800	
Рефрижератор – 1 од.	A3	5	1	5	3	5000	
Потреби		3000	2000	4000	3000		

Джерело: сформовано за даними "МУКАЧІВСЬКЕ АТП 12106".

відкритою (оскільки можливе їх розширення за рахунок додаткових замовлень).

За змістом процедур (виділених в таблицях 1—2) може бути сформована матрична математична модель транспортної задачі із системою рівнянь-обмежень, що визначає умови для здійснення перевезень автотранспортного підприємства за укладеними договорами у межах наявних ресурсів:

$$A = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1k} & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2k} & \dots & x_{1n} & x_{2n} & \dots & x_{nk} \\ 1 & 1 & \dots & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & 1 & \dots & 1 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 \end{pmatrix} \quad (4)$$

де x_{ij} — елемент зверху над кожним стовпцем матриці або змінна задачі, коефіцієнтами при якій є елементи відповідного стовпця в рівняннях системи обмежень.

Відповідно, математичне формулювання транспортного завдання прагне ідентифікувати змінні $X = (x_{ij})$ плану, що задовольняють системі обмежень. Таким чином зміст моделі середньострокового планування автотранспортного підприємства формується виходячи з того, що: кожен стовпець матриці A відповідає x_{ij} , і є вектором-умовою планового завдання (яке позначається через A_{ij}); кожен вектор матриці має $k+n$ координат, і лише дві з них, відмінні від нуля, $=1$.

Слід констатувати, що для вирішення завдань середньострокового планування перша одиниця вектора A_{ij} має розміщуватися на i -му місці, а друга — на $(k+j)$ -му місці. Зміст розташування показників у середньостро-

кових планах за такою моделлю буде мати досить специфічний вигляд, придатний для об'ємно-календарного планування перевезень [4]:

$$A_{ji} = \begin{pmatrix} 0 \\ \dots \\ 1 \\ \dots \\ 0 \\ \dots \\ 0 \\ \dots \\ 1 \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix} \quad A_0 = \begin{pmatrix} a_1 \\ \dots \\ a_i \\ \dots \\ a_k \\ b_1 \\ \dots \\ b_j \\ \dots \\ b_n \end{pmatrix} \quad (5)$$

де i — індекс координати від пункту завантаження i -го клієнта до j -го пункту призначення.

Таким чином, в об'ємно-календарній формі транспортна задача матиме вигляд:

$$F(x) = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min, \quad \text{якщо } \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n A_{jix} x_{ij} = A_0 \quad (6);$$

Наприклад, автотранспортне підприємство "МУКАЧІВСЬКЕ АТП 12106" у середньостроковому плані має розподілити ресурси на наступний масив замовлень, що можуть бути записані у вигляді змінних x_{ji} : x_{11} — кількість вантажу, що має бути перевезена з 1-го складу-замовника в 1-й магазин; x_{12} — кількість вантажу з 1-го складу-замовника у 2-й магазин; x_{13} — кількість вантажу, з 1-го складу-замовника в 3-й магазин;

Таблиця 4. Форма короткострокового планування автотранспортного підприємства

Масив замовлень прийнятих до виконання (пунктів доставлення)	Обсяг перевезень вантажу або пасажирів				Обсяг перевезень від пункту завантаження i -го клієнта до j -го пункту призначення/здавання	Масив замовлень прийнятих до виконання (пунктів доставлення)				Процедура формування циклів**
	b_1	b_2	\dots	b_n		a_1	a_2	\dots	a_n	
a_1	c_{11}	c_{12}	\dots	c_{1n}	b_1	x_{11}	x_{12}	\dots	x_{1n}	
a_2	c_{21}	\dots	\dots	c_{2n}	b_2	x_{21}	\dots	x_{2n}		
\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots		
a_k	c_{k1}	\dots	\dots	c_{kn}	b_k	x_{k1}	\dots	x_{kn}		

* C_{ji} — сума вартості перевезень одиниць вантажу або пасажирів в непарних клітинах циклу позначається знаком "+", сума вартості перевезень одиниць вантажу або пасажирів в парних клітинах циклу позначається "-".

**Суть процедури формування циклів полягає в тому, що з усієї таблиці цін вибирають найменшу, і в клітину, яка їй відповідає, записують менше з чисел a_i , або b_j . Потім, з розгляду виключають або рядок, що відповідає замовнику, обсяг замовлення якого повністю виконаний, або стовпець, відповідний потребам отримувача, які повністю задоволені, або і рядок і стовпець (якщо виконане замовлення постачальника та задоволені потреби споживача). З частини таблиці цін, що залишилася, знову вибирають найменшу вартість, і процес розподілу запасів продовжують, поки всі замовлення не будуть виконані, а потреби отримувачів задоволені.

Джерело: сформовано авторами на основі [2; 3].

Таблиця 5. Опорний план транспортного завдання "МУКАЧІВСЬКОГО АТП 12106" на жовтень місяць

c32 = 1 ¹					c23 = 3 ²					c34 = 3 ³					Шуканий елемент c24 = 5, обмеження виконані, x24=0.					
10	x	8	8	1200	10	x	x	8	1200	10	x	x	8	1200	A1	B1	B2	B3	B4	Замовлення
5	x	3	5	5800	5	x	3	5	5800 - 4000 = 1800	5	x	3	5	1800	A1	10 [1200]	7	8	8	1200
5	1	5	3	5000 - 2000 = 3000	5	1	x	3	3000	x	1	x	3	3000 - 3000 = 0	A2	5 [1800]	6	3 [4000]	5 [0]	5800
3000	2000 - 2000 = 0	4000	3000		3000	0		3000		3000	0	0	3000 - 3000 = 0		A3	5	1 [2000]	5	3 [3000]	5000
c21 = 5 ⁴					c11 = 10 ⁵					пошук серед не викреслених с.					П О Т Р Е Б И					
10	x	x	8	1200	10	x	x	8	1200 - 1200 = 0	10	7	8	8	1200		3000	2000	4000	3000	
5	x	3	5	1800 - 1800 = 0	5	x	3	5	0	5	6	3	5	5800		перший опорний план Піраховуємо кількість зайнятих клітин таблиці, їх 6, а має бути m + n - 1 = 6. Опорний план є невиродженим. Значення цільової функції для опорного плану дорівнює: F(x) = 10 * 1200 + 5 * 1800 + 3 * 4000 + 1 * 2000 + 3 * 3000 = 44000				
x	1	x	3	0	x	1	x	3	0	5	1	5	3	5000						
3000 - 1800 = 1200	0	0	0		1200 - 1200 = 0	0	0	0		3000	2000	4000	3000							

¹ Шуканий елемент c32 = 1. Для c32 = 1 обсяг замовленого постачання (V) — 5000, потреби 2000. Оскільки мінімальним є 2000, то віднімаємо його (x32 = min (5000,2000) = 2000);

² Шуканий елемент c23 = 3. Для c23 V — 5800, потреби 4000. Оскільки мінімальним є 4000, то віднімаємо його (x23 = min (5800,4000) = 4000)

³ Шуканий елемент c34 = 3. Для c34 V — 3000, потреби 3000. Оскільки мінімальним є 3000, то віднімаємо його. (x34 = min (3000,3000) = 3000)

⁴ Шуканий елемент дорівнює c21 = 5. Для елемента V — 1800, потреби 3000. Оскільки мінімальним є 1800, то віднімаємо його (x21 = min (1800,3000) = 1800)

⁵ Шуканий елемент дорівнює c11 = 10. Для елемента V — 1200, потреби 1200. Оскільки мінімальним є 1200, то віднімаємо його (x11 = min (1200,1200) = 1200).

Джерело: сформовано авторами на основі табл. 4.

x₁₄ — кількість вантажу з 1-го складу в 4-й магазин;
 x₂₁ — кількість вантажу з 2-го складу в 1-й магазин;
 x₂₂ — кількість вантажу з 2-го складу у 2-й магазин;
 x₂₃ — кількість вантажу з 2-го складу в 3-й магазин;
 x₂₄ — кількість вантажу з 2-го складу в 4-й магазин;
 x₃₁ — кількість вантажу з 3-го складу в 1-й магазин;
 x₃₂ — кількість вантажу з 3-го складу у 2-й магазин;
 x₃₃ — кількість вантажу з 3-го складу в 3-й магазин;
 x₃₄ — кількість вантажу з 3-го складу в 4-й магазин. При цьому релевантні наступні обмеження:

1) по вантажах: x₁₁ + x₁₂ + x₁₃ + x₁₄ ≤ 1200 (для замовника 1); x₂₁ + x₂₂ + x₂₃ + x₂₄ ≤ 5800 (для замовника 2); x₃₁ + x₃₂ + x₃₃ + x₃₄ ≤ 5000 (для замовника 3);

2) по отримувачах: x₁₁ + x₂₁ + x₃₁ = 3000 (для 1-го магазину); x₁₂ + x₂₂ + x₃₂ = 2000 (для 2-го магазину);

x₁₃ + x₂₃ + x₃₃ = 4000 (для 3-го магазину); x₁₄ + x₂₄ + x₃₄ = 3000 (для 4-го магазину).

За такими умовами цільова функція для визначення параметрів середньострокових планів та їх ресурсного забезпечення матиме вигляд:

$$10x_{11} + 7x_{12} + 8x_{13} + 8x_{14} + 5x_{21} + 6x_{22} + 3x_{23} + 5x_{24} + 5x_{31} + 1x_{32} + 5x_{33} + 3x_{34} \rightarrow \min(7).$$

Відповідно до вищенаведеного, середньострокове планування автотранспортного підприємства матиме вигляд наведений у таблиці 3. При цьому очевидно, що умови балансу дотримуються, замовлення на перевезення вантажів дорівнює потребам отримувача. Отже, модель транспортного завдання "МУКАЧІВСЬКЕ АТП 12106" замкнена, її розширення неможливе.

Враховуючи об'ємно-календарну форму транспортної задачі та зміст алгоритму формулювання вхідних

Таблиця 6. Покращений опорний план транспортного завдання "МУКАЧІВСЬКОГО АТП 12106" на жовтень місяць

	Відбір перспективної клітини (1; 4), ставимо в ній знак «+», а в інших вершинах знаки «-», «+», «-».					Цикл поставчань	Новий опорний план ¹					Висновок	
	1	2	3	4	Замовлення			B1	B2	B3	B4		Запас
1	10 [1200] [-]	7	8	8 [+]	1200	1,4 → 1,1 → 2,1 →	A1	10 [1200]	7	8	8 [0]	1200	Опорний план є оптимальним. Мінімальні витрати становитимуть: $F(x) = 10 \cdot 1200 + 5 \cdot 1800 + 3 \cdot 4000 + 1 \cdot 2000 + 3 \cdot 3000 = 44000$
2	5 [1800] [+]	6	3 [4000]	5 [0] [-]	5800	2,4	A2	5 [1800]	6	3 [4000]	5	5800	
3	5	1 [2000]	5	3 [3000]	5000		A3	5	1 [2000]	5	3 [3000]	5000	
Потреби	3000	2000	4000	3000			«..»	3000	2000	4000	3000		

Джерело: сформовано авторами на основі табл. 4.

даних, процедури короткострокового планування автотранспортного підприємства спрямовані на формування циклів поставання, які аналізуються і записуються в спеціальній формі (що наведена табл. 4). Ця форма визначає вартості та окреслює найкращі графіки перевезень за методом розподілення.

Відтак, для формулювання вхідних даних, у короткостроковому плануванні автотранспортного підприємства застосовується наступний алгоритм ідентифікації вартості виконання замовлення [3; 4]:

1. формується початкове опорне рішення X_1 та цільова функція $F(X_1)$ (за методом мінімальної вартості перевезень);

2. вибудовується єдиний цикл перевезень від рішення X_1 (він містить клітину з найменшим значенням та частину клітин, зайнятих опорним рішенням);

3. будуються варіації циклів перевезень на основі перерозподілу вантажів або пасажирів за циклом. При цьому формуються варіативні опорні рішення X_2 із конкретизацією зміненої цільової функції (сформованої переходом до нового опорного рішення). При перерозподілі вантажів або пасажирів за циклом на одиницю (що відповідає клітині l, m), відбувається прирощення/зниження цільової функції $\Delta l, m$, що визначається за алгоритмом:

$$\Delta l, m = \sum_{n_{+}} C_{ji} - \sum_{n_{-}} C_{ji} \quad (8),$$

де $\sum_{n_{+}} C_{ji}$ — сума вартості перевезень одиниць вантажу або пасажирів в непарних клітинах циклу (позначених знаком "+"); $\sum_{n_{-}} C_{ji}$ — сума вартості перевезень одиниць вантажу або пасажирів в 4-х парних клітинах циклу (позначених "-").

4. найкращі (за цільовою функцією) цикли включаються у графік перевезень.

Слід зазначити, що при формуванні циклів перевезень вантажів і пасажирів автотранспортного підприємства у клітинах, які позначені знаком "+" величини вантажу додаються (що призводить до збільшення цільової функції $F(X)$), а клітинах, позначених знаком "-", величини вантажу зменшуються (що призводить до зменшення цільової функції).

Так, для "МУКАЧІВСЬКОГО АТП 12106" застосовано найменшу вартість, за якою збудовано перший опорний план транспортного завдання (що має вигляд

наведений в табл. 5). Очевидно, що перший опорний план є допустимим, оскільки всі вантажі замовників будуть вивезені, потреба отримувачів вантажів задоволена. При цьому властиві плану короткострокові цикли відповідають системі обмежень транспортного завдання.

Сформований опорний план не оптимальним, оцінки вільних клітин для нього позначені як: $u_i + v_j > c_{ij}$, (1; 2): $0 + 8 > 7$; $\Delta 12 = 0 + 8 - 7 = 1 > 0$; (1; 4): $0 + 10 > 8$; $\Delta 14 = 0 + 10 - 8 = 2 > 0$; $\max(1, 2) = 2$. Відтак, окреслений план не може бути включений у графік поставчань, та має бути покращений за методом розподілення (табл. 6).

Наведений опорний план перевезень є оптимальним, а всі оцінки вільних клітин задовольняють умові $u_i + v_j \leq c_{ij}$. Відтак цикли перевезень можуть бути включені у графік поставчань МУКАЧІВСЬКОГО АТП 12106". За отриманими даними очевидно, що саме такий зміст та інтерпретація циклів перевезень вантажів і пасажирів у межах транспортної задачі дозволяє обґрунтовано коригувати значення $F(X)$ виходячи з обраної варіації графіку перевезень. Це можливо, якщо різниця сум вільної клітини $(l, m) < 0$.

ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

У дослідженні звернено увагу на той факт, що створення умов для перевезень пасажирів і вантажів забезпечується у межах взаємозв'язку між ресурсним забезпеченням та плануванням діяльності автотранспортного підприємства. Це зумовлено тим, що середньострокове планування орієнтоване на формування умов для здійснення перевезень за укладеними договорами у межах наявних ресурсів, короткострокове планування орієнтоване на виконання об'ємно-календарних планів перевезень. Окреслені положення та представлені матеріали дослідження дозволили дійти наступних висновків:

1. Планові та ресурсні складові діяльності автотранспортного підприємства взаємопов'язані між собою. Оптимальний розподіл ресурсів для реалізації рішень на короткостроковому й середньостроковому рівнях потребує детального опису всіх процесів, користуючись

з прийомів і способів формування та перетворення умов транспортної задачі.

2. Транспортна задача визначає (на перспективу) оптимальний план перевезень вантажів та пасажирів із пунктів відправлення до пунктів призначення у єдиній математичній моделі, яка на основі вхідних умов враховує весь масив замовлень. При цьому така задача: формує заздалегідь визначений порядок перевезень (у якому всі замовлення повністю виконані, а сумарні витрати мінімальні); визначає однорідні та неоднорідні замовлення; визначає вартість та цикли перевезень на однорідні та неоднорідні замовлення.

3. Для короткострокового планування автотранспортного підприємства на основі транспортної задачі застосовується наступний алгоритм ідентифікації вартості замовлення: формується початкове опорне рішення та його цільова функція (за методом мінімальної вартості перевезень); будується цикл перевезень; будуються варіації циклу перевезень (на основі перерозподілу вантажів або пасажирів із конкретизацією зміненої цільової функції). Такий зміст циклів перевезень вантажів і пасажирів дозволяє автотранспортному підприємству обґрунтовано коригувати значення $F(X)$ та обрати варіацію графіку перевезень. Найкращі за цільовою функцією цикли включаються у графік перевезень.

Перспективи подальших розвідок у даному напрямку полягають у розробці заходів з оптимізації системи ресурсного забезпечення автотранспортного підприємства на основі вирішення транспортної задачі за розподільчим методом.

Література:

1. Дмитрієв І.А., Левченко Я.С. Транспортне підприємство. Х.: ФОП Бровін О.В., 2018. 308 с.
2. Дулеба Н. В. Автотранспортне підприємство як складова транспортної комплексу України, Вісник Національного транспортного університету, 2011, Вип. № 24 (1), С. 288—291.
3. Забуга С.І., Клименко М. Н. Використання специфічного типу транспортної задачі для аналізу логістичних проблем в Україні, Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія "Економічна", 2016, Вип. (90), С. 91—96.
4. Іваницька О. В., Рощина Н. В., Сербул Р. С. Транспортна задача лінійного програмування. Агросвіт, 2015, Вип. № 14, С. 36—40.
5. Кашканов А.А., Кашканова Г.Г., Стенжицька І.Є. Оцінка якості автотранспортного обслуговування пасажирських перевезень в умовах нечітко визначених очікувань споживачів, Наукові нотатки. 2010, Вип. 28, С. 246—251.
6. Наконечний С.І., Савіна С.С. Математичне програмування: навч. посіб. К.: КНЕУ, 2003, 452 с.

References:

1. Dmitriev, I.A. and Levchenko Ya.S. (2018), *Transportne pidpryyemstvtvo* [Transport business], FOP Brovin O.V., Kharkiv, Ukraine.
2. Duleba, N. V. (2011), "The motor transport enterprise as a component of the transport complex of Ukraine", *Visnyk Natsional'noho transportnyyoho universytetu*, Vol. 24 (1), pp. 288—291.

3. Zabuga, S.I. and Klymenko, M.N. (2016). "Using a specific type of transport problem to analyze logistics problems in Ukraine", *Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho universytetu imeni V. N. Karazina seriya "Ekonomichna"*, Vol. (90), pp. 91—96.

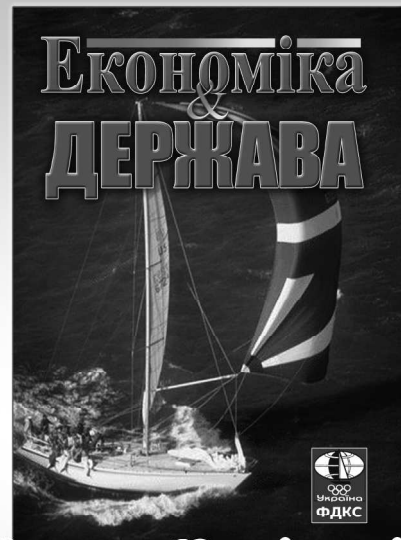
4. Ivanytska, O.V., Roshchyna, N.V. and Serbul, R. S. (2015), "Transport problem of linear programming", *Ahrosvit*, Vol. 14, pp. 36—40.

5. Kashkanov, A.A., Kashkanova, G.G. and Stenzhitska, I.E. (2010), "Assessment of the quality of motor vehicle service for passenger transportation in conditions of vaguely defined consumer expectations", *Naukovi notatky*, Vol. 28, pp. 246—251.

6. Nakonechny S.I. and Savina S.S. (2003), *Matematychnе prohramuvannya* [Mathematical programming], KNEU, Kyiv, Ukraine.

Стаття надійшла до редакції 28.09.2022 р.

Науково-практичний журнал «ЕКОНОМІКА ТА ДЕРЖАВА»



Передплатний індекс: 01751

Виходить 12 разів на рік

наукове фахове видання України
З ПИТАНЬ ЕКОНОМІКИ

(Категорія «Б»)

Наказ Міністерства освіти і науки України від 28.12.2019 №1643

Спеціальності – **051, 071, 072, 073, 075, 076, 292.**

www.economy.in.ua

e-mail: economy_2008@ukr.net

тел.: (044) 223-26-28

(044) 458-10-73