

УДК 656.2: 519.8

В. К. Мироненко, д.т.н., професор
(професор кафедри «Управління комерційною діяльністю залізниць»
Державного університету інфраструктури та технологій)

Г. С. Васілова, к.т.н.

(доцент кафедри «Управління комерційною діяльністю залізниць» Державного університету інфраструктури та технологій)

О. А. Горецький, к.і.н., доцент

(доцент кафедри «Управління процесами перевезень» Державного університету інфраструктури та технологій)

СИСТЕМА ОЦІНКИ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПРИ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ

Запропоновано техніко-економічні методи розрахунку і оцінки показників якості транспортного обслуговування. Вони дозволяють встановити умови отримання бажаних експлуатаційних, технологічних та комерційних характеристик перевезень вантажів у різних видах сполучень при раціональному використанні рухомого складу на основі оцінки вимог користувачів до транспортного обслуговування залізницями України.

Ключові слова: *якість транспортних послуг, обслуговування залізничним транспортом, види сполучення, обіг вагона, доставка вантажів залізничним транспортом, лінійне програмування.*

Вступ. Управління вантажними перевезеннями на залізничному транспорті України, що функціонує в умовах інтенсивної обробки вантажопотоків, потребує нових сучасних форм організації комплексного транспортного обслуговування на основі логістичних підходів.

Привабливість залізничного транспорту України як перевізника в міжнародних перевезеннях має декілька аспектів – технологічний і економічний, які, при успішному їх сполученні, визначають перевізника як надійного, а отже привабливого для користувачів транспорту – як українських так і іноземних. Технологічний аспект включає такі складові, як здатність залізниць України забезпечити необхідні об'єми перевезень за кількістю та тривалістю відповідним рухомим складом [2].

Метою даної статті є аналіз та розробка ефективних методів з оцінки показників якості роботи залізничного транспорту в умовах взаємодії з користувачами транспортних послуг за рахунок реалізації методів економіко-математичного моделювання.

© Мироненко В. К., Васілова Г. С., Горецький О. А., 2018

ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ І БЕЗПЕКА ТРАНСПОРТУ

Основна частина. Основними вимогами користувачів до транспортного обслуговування, що надають залізниці України, є:

- прибуття вагонів вчасно;
- прибуття вагонів в потрібній кількості, обумовленій договором і планом перевезення;
- справний стан вагонів (порожніх), схоронність вантажу (у навантажених вагонах);
- доступність інфраструктури для вагонів (за умов міжнародних перевезень);
- надійний (керований) час транзиту вагонів.

Вимоги користувачів до змісту їх транспортного обслуговування залізницями України зведені до табл. 1, 2.

Таблиця 1. Зміст вимог користувачів до змісту їх транспортного обслуговування залізницями України (УЗ)

Користувачі транспортних послуг УЗ, їх розташування		Одержувачі вантажів	
		в Україні	за межами України
Відправники вантажів	в Україні	Прибуття вагонів вчасно (навантажених), вантажів в схоронності	Прибуття вагонів вчасно (навантажених), вантажів в схоронності, вчасна передача вагонів від УЗ
	за межами України	Прибуття вагонів вчасно (порожніх), в потрібній кількості, справних	Прибуття вагонів вчасно (порожніх), в потрібній кількості, справних (на експорт)
	в Україні	Прибуття вагонів вчасно (навантажених), вантажів в схоронності, вчасна передача вагонів від УЗ	Прибуття вагонів вчасно (навантажених), вантажів в схоронності, вчасна передача вагонів від УЗ
	за межами України	Вчасний доступ вагонів до інфраструктури УЗ (вчасна передача вагонів на УЗ)	Вчасний доступ вагонів до інфраструктури УЗ (вчасна передача вагонів на УЗ)

До табл. 2 не включена схоронність вантажів, тому що вона є безумовною вимогою користувачів (має бути 100%, стовідсотковою, або ж несхоронність відшкодовується в претензійному порядку). Такий підхід виправданий також і тим, що випадки несхоронності не носять масового характеру, трапляються набагато рідше, ніж, наприклад, несвоєчасне подавання вагонів під навантаження, подавання вагонів непридатних в технічному чи комерційному сенсі.

ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ І БЕЗПЕКА ТРАНСПОРТУ

Таблиця 2. Основні вимоги користувачів до транспортного обслуговування, що надають залізниці України, їх позначення та пояснення

Зміст основних вимог	Позначення вимоги та його пояснення (англ. = укр.)
1. Прибуття вагонів вчасно (порожніх – до ВВ під навантаження, навантажених – до ОВ під вивантаження)	{ TA } (timely arrival = вчасне прибуття)
2. Прибуття вагонів в потрібній кількості, обумовленій договором і планом перевезення	{ WN } (wagons number = кількість та номери вагонів)
3. Справний стан вагонів (порожніх), схоронність вантажу (у навантажених вагонах)	{ WF } (wagons, freight fit = вагони, вантажопридатні)
4. Доступність інфраструктури для вагонів (за певних умов)	{ IA } (infrastructure accessible/affordable = інфраструктура доступна за технічними / комерційними умовами)
5. Надійний (керований) час транзиту вагонів інфраструктурою залізниць України	{ TC } (time controlled = час керований)

Експертна оцінка вимог до транспортного обслуговування (табл. 3) істотно залежить від того, хто її дає (відправник чи одержувач вантажу), де розташований відправник або одержувач вантажу (в Україні чи за її межами), а також від умов INCOTERMS, за якими здійснюється контракт та його транспортне обслуговування. У табл. 3 у клітинках зверху, справа від діагоналей наведені приблизні оцінки одержувачів, а знизу, зліва від діагоналей – оцінки відправників. Оцінка дається за 5-бальною шкалою, наприклад: «0» = не має значення / УЗ не може вплинути, «1» = не має великого значення / УЗ майже не впливає, «2» = має деяке значення / УЗ може вплинути, «3» = має істотне значення/певною мірою залежить від УЗ, «4» = має велике значення / залежить від УЗ, «5» = має дуже велике значення / залежить тільки від УЗ. (Можна застосовувати і 10-бальну шкалу, помноживши наведені примірні оцінки на 2. Бали можуть виставлятися дрібними, наприклад «3,6».).

Теоретично вагони будь-якої належності можуть працювати у будь-якому виді сполучення. При цьому попит на перевезення в різних видах сполучень різний (різні обсяги і відстані перевезень), і різні показники використання вагонів, передусім оборот і порожній пробіг вагона.

Нові організаційно-технологічні підходи в доставці вантажів залізничним транспортом ґрунтуються на розробці раціональних графіків доставки вантажів [3, 4], які враховують особливості кожного перевезення, а також технологічні можливості перевізника.

ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ І БЕЗПЕКА ТРАНСПОРТУ

Таблиця 3. Форма оцінки вимог користувачів до транспортного обслуговування, що надають залізниці України (оцінки приблизні)

Користувачі транспортних послуг УЗ, їх розташування		Одержувачі вантажів (ОВ)																					
		в Україні		за межами України																			
Відправники вантажів (ВВ)	в Україні	Оцінки ОВ		Оцінки ОВ																			
		<table><tr><td>{ TA }</td><td>3÷4</td></tr><tr><td>{ WN }</td><td>4÷5</td></tr><tr><td>{ WF }</td><td>2÷3</td></tr><tr><td>{ IA }</td><td>0</td></tr><tr><td>{ TC }</td><td>0</td></tr></table>	{ TA }	3÷4	{ WN }	4÷5	{ WF }	2÷3	{ IA }	0	{ TC }	0	<table><tr><td>{ TA }</td><td>4÷5</td></tr><tr><td>{ WN }</td><td>5</td></tr><tr><td>{ WF }</td><td>4÷5</td></tr><tr><td>{ IA }</td><td>0</td></tr><tr><td>{ TC }</td><td>0</td></tr></table>	{ TA }	4÷5	{ WN }	5	{ WF }	4÷5	{ IA }	0	{ TC }	0
		{ TA }	3÷4																				
		{ WN }	4÷5																				
{ WF }	2÷3																						
{ IA }	0																						
{ TC }	0																						
{ TA }	4÷5																						
{ WN }	5																						
{ WF }	4÷5																						
{ IA }	0																						
{ TC }	0																						
Оцінки ВВ		Оцінки ВВ																					
<table><tr><td>{ TA }</td><td>4÷5</td></tr><tr><td>{ WN }</td><td>5</td></tr><tr><td>{ WF }</td><td>4÷5</td></tr><tr><td>{ IA }</td><td>1÷2</td></tr><tr><td>{ TC }</td><td>0÷1</td></tr></table>	{ TA }	4÷5	{ WN }	5	{ WF }	4÷5	{ IA }	1÷2	{ TC }	0÷1	<table><tr><td>{ TA }</td><td>3÷4</td></tr><tr><td>{ WN }</td><td>5</td></tr><tr><td>{ WF }</td><td>5</td></tr><tr><td>{ IA }</td><td>0÷1</td></tr><tr><td>{ TC }</td><td>1÷2</td></tr></table>	{ TA }	3÷4	{ WN }	5	{ WF }	5	{ IA }	0÷1	{ TC }	1÷2		
{ TA }	4÷5																						
{ WN }	5																						
{ WF }	4÷5																						
{ IA }	1÷2																						
{ TC }	0÷1																						
{ TA }	3÷4																						
{ WN }	5																						
{ WF }	5																						
{ IA }	0÷1																						
{ TC }	1÷2																						
Відправники вантажів (ВВ)	за межами України	Оцінки ОВ		Оцінки ОВ																			
		<table><tr><td>{ TA }</td><td>2÷3</td></tr><tr><td>{ WN }</td><td>3÷4</td></tr><tr><td>{ WF }</td><td>4÷5</td></tr><tr><td>{ IA }</td><td>0</td></tr><tr><td>{ TC }</td><td>0</td></tr></table>	{ TA }	2÷3	{ WN }	3÷4	{ WF }	4÷5	{ IA }	0	{ TC }	0	<table><tr><td>{ TA }</td><td>2÷3</td></tr><tr><td>{ WN }</td><td>4</td></tr><tr><td>{ WF }</td><td>2÷3</td></tr><tr><td>{ IA }</td><td>0</td></tr><tr><td>{ TC }</td><td>0</td></tr></table>	{ TA }	2÷3	{ WN }	4	{ WF }	2÷3	{ IA }	0	{ TC }	0
		{ TA }	2÷3																				
		{ WN }	3÷4																				
{ WF }	4÷5																						
{ IA }	0																						
{ TC }	0																						
{ TA }	2÷3																						
{ WN }	4																						
{ WF }	2÷3																						
{ IA }	0																						
{ TC }	0																						
Оцінки ВВ		Оцінки ВВ																					
<table><tr><td>{ TA }</td><td>0÷1</td></tr><tr><td>{ WN }</td><td>0÷1</td></tr><tr><td>{ WF }</td><td>0÷1</td></tr><tr><td>{ IA }</td><td>1÷2</td></tr><tr><td>{ TC }</td><td>2÷3</td></tr></table>	{ TA }	0÷1	{ WN }	0÷1	{ WF }	0÷1	{ IA }	1÷2	{ TC }	2÷3	<table><tr><td>{ TA }</td><td>0</td></tr><tr><td>{ WN }</td><td>0</td></tr><tr><td>{ WF }</td><td>0</td></tr><tr><td>{ IA }</td><td>2÷3</td></tr><tr><td>{ TC }</td><td>3÷4</td></tr></table>	{ TA }	0	{ WN }	0	{ WF }	0	{ IA }	2÷3	{ TC }	3÷4		
{ TA }	0÷1																						
{ WN }	0÷1																						
{ WF }	0÷1																						
{ IA }	1÷2																						
{ TC }	2÷3																						
{ TA }	0																						
{ WN }	0																						
{ WF }	0																						
{ IA }	2÷3																						
{ TC }	3÷4																						

На рис. 1 подано, в координатах «час – відстань», графічну модель перевезень в різних видах сполучень.

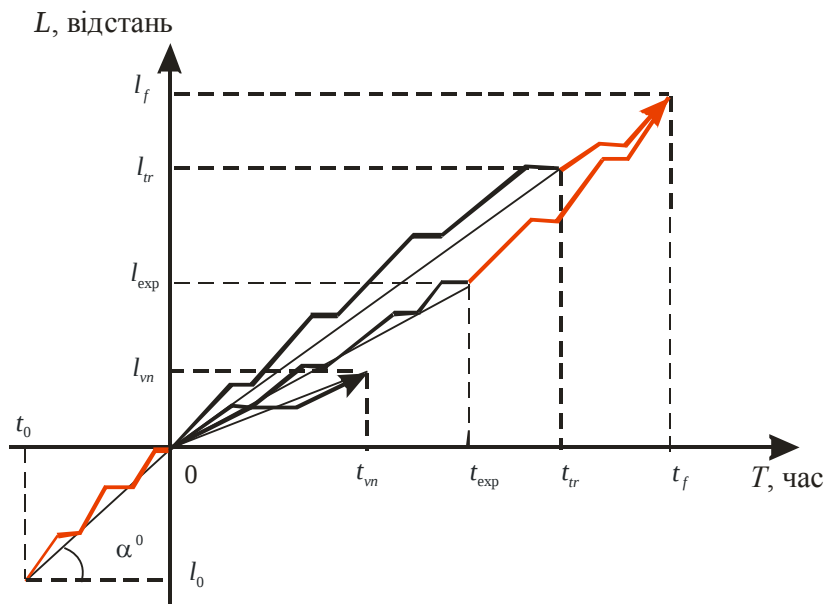


Рис. 1. Графічна модель перевезень у різних видах сполучень у координатах «час – відстань»

У моделі (рис. 1) прийняті такі позначення:

l_0 – відстань перевезення із-за меж України до першої прикордонної станції залізниць України (відстань l_0 враховується для імпорتنих та транзитних вантажів і відповідних вагонів);

t_0 – тривалість перевезення від станції відправлення за межами України до першої прикордонної станції залізниць України, діб;

α^0 – кут, тангенс якого дорівнює співвідношенню «масштабований маршрутний швидкості»: $\tan \alpha^0 = l_0 / t_0$, тобто це маршрутна швидкість, виражена через відносні (масштабовані) відстані та тривалості перевезення в різних видах сполучення, де за одиниці масштабу прийняті значення, характерні для внутрішньодержавного сполучення;

l_{vn} – відстань перевезення у межах України (тарифна відстань) у внутрішньодержавному сполученні, км;

t_{vn} – тривалість перевезення у межах України у внутрішньодержавному сполученні, діб;

l_{exp} – відстань перевезення у межах України експортних вантажів, км;

t_{exp} – тривалість перевезення у межах України експортних вантажів, діб;

Аналогічно для імпорتنих вантажів визначаються l_{imp} та t_{imp} ;

l_{tr} – відстань перевезення у межах України транзитних вантажів, км;

t_{tr} – тривалість перевезення у межах України транзитних вантажів, діб;

l_f, t_f – відповідно відстань і тривалість перевезення експортного або транзитного вантажу від останньої прикордонної станції України до кінцевої станції призначення.

Разом з введеною вище l_0 – відстанню перевезення із-за меж України до першої прикордонної станції залізниць України (УЗ) введемо відстані:

l_1 – відстані перевезень у межах УЗ: $l_1 = \begin{cases} l_{vn} & \text{при внутрішніх перевезеннях;} \\ l_{exp}, l_{imp} & \text{при експортних, імпор-} \\ & \text{них;} \\ l_{tr} & \text{при транзитних перевезеннях.} \end{cases}$

l_2 – відстані перевезень за межами УЗ до кінцевої станції призначення експортних або транзитних вантажів (вище ця відстань була позначена як l_f).

Тривалості перевезень на відстані l_1 та l_2 складають відповідно t_1 та t_2 . Тривалості перевезень t_0, t_1 та t_2 є складовими часу обороту вагона в різних видах сполучення Θ_{int} , який в загальному випадку можна визначити за формулою:

$$\Theta_{int} = \frac{(1 + \alpha)}{24} \left[\frac{1}{(1 + \alpha)} (\tau_{sh} + \tau_{cn} + \tau_{01} + \tau_{12}) + \left(\frac{l_0}{d_0} \tau_0 + \frac{l_1}{d_1} \tau_1 + \frac{l_2}{d_2} \tau_2 \right) + \left(\frac{l_0}{v_0} + \frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_2} \right) \right], \quad (1)$$

де α – коефіцієнт порожнього пробігу вагона (по відношенню до навантаженого); в міжнародних перевезеннях можна приймати $\alpha \approx 1$.

τ_{sh} – тривалість знаходження вагона в користуванні відправника (підготовка до навантаження, навантаження тощо), год.;

τ_{cn} – тривалість знаходження вагона в користуванні одержувача (підготовка до вивантаження, вивантаження тощо), год.;

τ_{01} – тривалість перетину кордону після прибуття імпортного або транзитного вантажу в Україну (на першу прикордонну станцію), год.;

τ_{12} – тривалість перетину кордону до відправлення експортного або транзитного вантажу з України (з останньої прикордонної станції), год.;

τ_0, τ_1 та τ_2 – тривалості простоїв вагона на технічних станціях залізниць відповідно: до прибуття в Україну, в Україні та після відправлення з України, год.;

d_0, d_1 та d_2 – середня відстань між технічними станціями залізниць відповідно: до прибуття в Україну, в Україні та після відправлення з України, км;

v_0, v_1 та v_2 – середня дільнична швидкість руху вантажних поїздів між технічними станціями залізниць відповідно: до прибуття в Україну, в Україні та після відправлення з України, км/год.

Отже, в формулі (1) представлені складові часу обороту вагона (год.):

ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ І БЕЗПЕКА ТРАНСПОРТУ

$[(\tau_{sh} + \tau_{cn})]$ – тривалість простоїв вагона у відправника і одержувача вантажу;
 $[(\tau_{01} + \tau_{12})]$ – тривалість простоїв вагона на прикордонних переходах при «вході» в Україну та при «виході» з України;
 $\left[\left(\frac{l_0}{d_0} \tau_0 + \frac{l_1}{d_1} \tau_1 + \frac{l_2}{d_2} \tau_2 \right) \right]$ – тривалість простоїв вагона на технічних станціях до «входу» в Україну та після «виходу» з України;
 $\left[\left(\frac{l_0}{v_0} + \frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_2} \right) \right]$ – тривалість знаходження вагона в русі між станціями.

Час обороту вагона можна подати також у вигляді:

$$\Theta_{\text{int}} = \frac{1}{24} \left[\begin{aligned} &(\tau_{sh}) + \left(\frac{l_0}{d_0} \tau_0 + \frac{l_0}{v_0} \right) (1 + \alpha) + (\tau_{01}) + \left(\frac{l_1}{d_1} \tau_1 + \frac{l_1}{v_1} \right) (1 + \alpha) \\ &+ (\tau_{12}) + \left(\frac{l_2}{d_2} \tau_2 + \frac{l_2}{v_2} \right) (1 + \alpha) + (\tau_{cn}) \end{aligned} \right], \quad (2).$$

Розрахункові формули розрахунку обороту вагона подані у табл. 4 – 6.

Таблиця 4. Розрахункові формули часу обороту вагона $\Theta_{\text{int}} = T_0 + T_1 + T_2$

Місце і час знаходження вагона, за видами сполучення	Час за межами України (до прибуття в Україну) - T_0	Час в межах України - T_1	Час за межами України (після відправлення з України) - T_2
Внутрішнє	$T_0 = 0$	$T_1 = \tau_{sh} + 2 l_1 \left(\frac{\tau_1}{d_1} + \frac{1}{v_1} \right) + \tau_{cn}$	$T_2 = 0$
Експорт	$T_0 = 0$	$T_1 = \tau_{sh} + \tau_{12} + 2 l_1 \left(\frac{\tau_1}{d_1} + \frac{1}{v_1} \right) + \tau_{01}$	$T_2 = 2 l_2 \left(\frac{\tau_2}{d_2} + \frac{1}{v_2} \right) + \tau_{cn}$
Імпорт	$T_0 = \tau_{sh} + 2 l_0 \left(\frac{\tau_0}{d_0} + \frac{1}{v_0} \right)$	$T_1 = \tau_{01} + 2 l_1 \left(\frac{\tau_1}{d_1} + \frac{1}{v_1} \right) + \tau_{cn} + \tau_{12}$	$T_2 = 0$
Транзит	$T_0 = \tau_{sh} + 2 l_0 \left(\frac{\tau_0}{d_0} + \frac{1}{v_0} \right)$	$T_1 = 2 [\tau_{01} + l_1 \left(\frac{\tau_1}{d_1} + \frac{1}{v_1} \right) + \tau_{12}]$	$T_2 = 2 l_2 \left(\frac{\tau_2}{d_2} + \frac{1}{v_2} \right) + \tau_{cn}$

ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ І БЕЗПЕКА ТРАНСПОРТУ

Таблиця 5. Підсумкові формули для розрахунку обороту вагона за видами сполучення

Сполучення	Формули для розрахунку обороту вагона за видами сполучення
Внутрішнє	$\Theta_{\text{int}} = \tau_{sh} + 2l_1(\frac{\tau_1}{d_1} + \frac{1}{v_1}) + \tau_{cn}$
Експорт	$\Theta_{\text{int}} = \tau_{sh} + \tau_{12} + 2[l_1(\frac{\tau_1}{d_1} + \frac{1}{v_1}) + l_2(\frac{\tau_2}{d_2} + \frac{1}{v_2})] + \tau_{01} + \tau_{cn}$
Імпорт	$\Theta_{\text{int}} = \tau_{sh} + \tau_{01} + 2[l_0(\frac{\tau_0}{d_0} + \frac{1}{v_0}) + l_1(\frac{\tau_1}{d_1} + \frac{1}{v_1})] + \tau_{12} + \tau_{cn}$
Транзит	$\Theta_{\text{int}} = \tau_{sh} + 2[l_0(\frac{\tau_0}{d_0} + \frac{1}{v_0}) + \tau_{01} + l_1(\frac{\tau_1}{d_1} + \frac{1}{v_1}) + \tau_{12} + l_2(\frac{\tau_2}{d_2} + \frac{1}{v_2})] + \tau_{cn}$

Таблиця 6. Спрощені підсумкові формули для розрахунку обороту вагона за видами сполучення

Сполучення	Формули для розрахунку обороту вагона за видами сполучення
Внутрішнє	$\Theta_{\text{int}} = \tau_{sh} + 2l_1(\frac{\tau_1}{d_1} + \frac{1}{v_1}) + \tau_{cn}$
Експорт	$\Theta_{\text{int}} = \tau_{sh} + 2[l_1(\frac{\tau_1}{d_1} + \frac{1}{v_1}) + l_2(\frac{\tau_2}{d_2} + \frac{1}{v_2}) + \tau_{bc}] + \tau_{cn};$ при $\tau_{01} \approx \tau_{12} = \tau_{bc}$, де τ_{bc} – середня тривалість операцій та процедур перетину кордону, що відбуваються на території України.
Імпорт	$\Theta_{\text{int}} = \tau_{sh} + 2[l_0(\frac{\tau_0}{d_0} + \frac{1}{v_0}) + l_1(\frac{\tau_1}{d_1} + \frac{1}{v_1}) + \tau_{bc}] + \tau_{cn}$
Транзит	$\Theta_{\text{int}} = \tau_{sh} + 2[l_0(\frac{\tau_0}{d_0} + \frac{1}{v_0}) + l_1(\frac{\tau_1}{d_1} + \frac{1}{v_1}) + l_2(\frac{\tau_2}{d_2} + \frac{1}{v_2}) + 2\tau_{bc}] + \tau_{cn}$

З m класів (належностей) вагонів, в кожному з яких по S_i одиниць вагонного парку ($i = 1, 2, \dots, m-1, m$), треба забезпечити перевезення в n видах сполучень з потребою (попитом) у D_j вагонів ($j = 1, 2, \dots, n-1, n$).

Необхідно розподілити наявний парк вагонів різної належності між видами сполучень при максимальних доходах для залізниць України. Якщо x_{ij} – кількість вагонів робочого парку i -ї належності, що забезпечує перевезення в j -му вигляді сполучення, то задача зводиться до розрахунку таких невід'ємних цілочисельних значень x_{ij} , що задовольняють умовам:

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = D_j, \quad (j = 1, 2, \dots, n); \quad \sum_{j=1}^n x_{ij} = S_i, \quad (i = 1, 2, \dots, m),$$

при яких сумарні доходи залізниць України від перевезень R будуть найбільшими:

ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ І БЕЗПЕКА ТРАНСПОРТУ

$R = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n r_{ij} \cdot x_{ij} = \max$, де r_{ij} – комерційний результат експлуатації вагона.

Форма представлення задачі наведена у табл. 7.

Таблиця 7. Матриця для розрахунку задачі максимізації сумарних доходів від перевезень методами лінійного програмування

Сполучення, j Вагони, i		Внутрішнє сполучення	Експорт	Транзит	Імпорт	Пропозиція (робочий парк ваго- нів N)
		BC, $j=1$	EK, $j=2$	TP, $j=3$	IM, $j=4$	
Вагони парку залізниць України	УкЗл, $i=1$	r_{11} x_{11}	r_{12} x_{12}	r_{13} x_{13}	r_{14} x_{14}	S_1
Вагони власні або орендовані, українські	УкВл, $i=2$	r_{21} x_{21}	r_{22} x_{22}	r_{23} x_{23}	r_{24} x_{24}	S_2
Вагони парку залізниць іноземних держав	ІнЗл, $i=3$	r_{31} x_{31}	r_{32} x_{32}	r_{33} x_{33}	r_{34} x_{34}	S_3
Вагони власні або орендовані, іноземні	ІнВл, $i=4$	r_{41} x_{41}	r_{42} x_{42}	r_{43} x_{43}	r_{44} x_{44}	S_4
Попит (потреба у вагонах)		D_1	D_2	D_3	D_4	

Складові r_{ij} комерційного результату експлуатації i -го класу вагона у j -му виді сполучення такі:

1. Тариф вантажного рейсу в межах залізниць України – p_{ij1} , ($k=1$), перша складова.
2. Тариф порожнього рейсу в межах залізниць України – p_{ij2} , ($k=2$), друга складова і т.д.
3. Плата за користування вагоном належності України в межах залізниць України – p_{ij3} , ($k=3$).
4. Плата за користування вагоном належності України за межами залізниць України – p_{ij4} , ($k=4$).
5. $\pm$ Плата за користування іноземним вагоном у межах залізниць України – p_{ij5} , ($k=4$) і т.д., $k=1,2,\dots,q-1,q$.

Таким чином, $r_{ij} = \sum_{k=1}^{k=q} p_{ijk}$.

З урахуванням наведеного маємо класичну задачу цілочисельного лінійного програмування, яка розв'язується відомими методами [5], у т.ч. за допомогою стандартних засобів Excel.

Графічна інтерпретація економічного критерію ефективності наведена на рис. 2, в якому використані наступні позначення:

Вагони: УкЗл, $i=1$ – вагони парку залізниць України; УкВл, $i=2$ – вагони власні або орендовані, українські; ІнЗл, $i=3$ – вагони парку залізниць іноземних держав; ІнВл, $i=4$ – вагони власні або орендовані, іноземні.

Сполучення: ВС, $j=1$ – внутрішньодержавне сполучення; ЕК, $j=2$ – експорт; ТР, $j=3$ – транзит; ІМ, $j=4$ – імпорт. D – попит на перевезення за видами сполучення, т-км; N – робочий парк вагонів; $\sum R$ – сумарні доходи від перевезень.

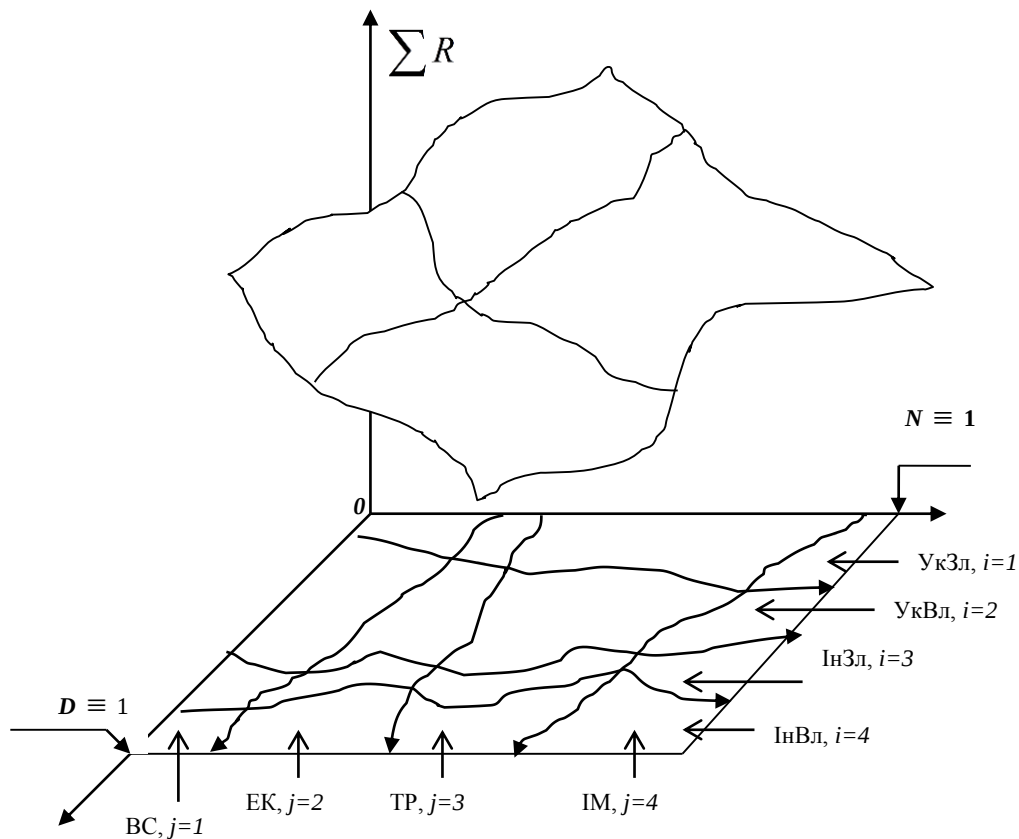


Рис. 2. Графічна інтерпретація економічного критерію ефективності

Висновки. Результати виконаного дослідження можуть бути використані для підвищення ефективності процесу планування діяльності залізничного транспорту з урахуванням його техніко-економічних можливостей та вимог вантажовласників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Акулиничев В. М. и др. Применение математических методов и вычислительной техники в эксплуатации железных дорог [Текст] / [Акулиничев В. М., Кудрявцев В.А., Шульженко П. А.]. – М: Транспорт, 1973. – 208 с.
2. Висоцька Г. С. Технологічне забезпечення міжнародних залізничних перевезень на основі закономірностей формування вантажопотоків : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.01 «Транспортні системи» / Висоцька Галина Сергіївна – Київ, 2013. – 24 с.
3. Овчаренко С. М. Удосконалення системи контролю за доставкою вантажів на залізничному транспорті : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.01 «Транспортні системи» / Овчаренко Сергій Миколайович – Київ, 2015. – 23 с.
4. Данциг Дж. Линейное программирование, его применения и обобщения. / Общая редакция и предисловие Воробьева Н.Н.; Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1966. – 600 с.

REFERENCES

1. Akulinichev V. M., Kudryavtsev V.A., Shulzhenko P. A. (1973) *Primenenie matematicheskikh metodov i vychislitel'noy tekhniki v ekspluatatsii zheleznykh dorog* [Application of mathematical methods and computer technology in the operation of railways], Moscow, Transport Pub., 208 pp.
2. Vysotska G. S. (2013) *Tekhnologichne zabezpechennia mizhnarodnykh zaliznychnykh perevezen na osnovi zakonimirostey formuvannia vantazhopotokiv* [Operational support based on cargo flows formation to international rail freight transport]: author's abstract. dis. for obtaining sciences degree candidate tech. sciences: specialily 05.22.01 «Transport systems», Kyiv, 24 p.
3. Ovcharenko S. M. (2015) *Udoskonalennia systemy kontroliu za dostavkoiu vantazhiv na zaliznychnomu transporti* [Improvement of the control system for the delivery of goods in railway transport] author's abstract. dis. for obtaining sciences degree candidate tech. sciences: specialily 05.22.01 «Transport systems», Kyiv, 23 p.
4. Dantsig Dzh. (1966) *Lineynoe programmirovaniye, ego primeneniya i obobscheniya* [Linear programming, its applications and generalizations] Moscow, Progress Pub., 600 p.

В. К. Мироненко, д.т.н., профессор
(профессор кафедры «Управление коммерческой деятельностью железных дорог», ГУИТ)

Г. С. Василова, к.т.н.
(доцент кафедры «Управление коммерческой деятельностью железных дорог», ГУИТ)

А. А. Горецкий, к.и.н., доцент
(доцент кафедры «Управление процессами перевозок», ГУИТ)

СИСТЕМА ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗКАХ

Предложены технико-экономические методы расчета и оценки показателей качества транспортного обслуживания. Они позволяют установить условия получения желаемых эксплуатационных, технологических и коммерческих характеристик перевозок грузов в различных видах сообщений при рациональном использовании подвижного состава на основе оценки требований пользователей к транспортному обслуживанию железными дорогами Украины.

Ключевые слова: качество транспортных услуг, обслуживание железнодорожным транспортом, виды сообщения, оборот вагона, доставка грузов железнодорожным транспортом, линейное программирование.

*Viktor K. Myronenko, Doctor of Science (Technical Sciences), Professor
(head of Operation of Railways Commercial Activities Chair, State University for Infrastructure and Technologies)*

*Halyna S. Vasilova, PhD (Technical Sciences)
(associate Professor, Operation of Railways Commercial Activities Chair, State University for Infrastructure and Technologies)*

*Oleksii A. Goretskyi, PhD (Historical Sciences), Associate Professor
(associate Professor, Operation of Transportation Processes Chair, State University for Infrastructure and Technologies)*

QUALITY EVALUATION SYSTEM INDICATORS OF TRANSPORT SERVICES IN RAILWAY FREIGHT TRANSPORTATION

A technical and economic methods of calculation and estimation of the transport services quality parameters are given. They allow to set conditions for obtaining the desired operational, technical and commercial characteristics of the transport of goods in different kinds of combinations with rational use of the rolling stock based on an assessment of user requirements to the rail transport service of Ukraine.

Keywords: the quality of transport services, rail services, types of connections, turnover of the car, goods delivery by rail, linear programming.

Стаття надійшла до редакції 15.09.2017 р.