

О.Г. Кухарчик, здобувач
Міжнародний університет бізнесу і права (м. Херсон)

**ОПТИМІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ ПРИ
МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ:
РЕГІОНАЛЬНИЙ АСПЕКТ**

В статті досліджується розвиток мультимодальних перевезень, які є перспективним напрямом розбудови транспортної системи регіонів країни. Це дозволить значно збільшити обсяги перевезень за участю національних транспортних компаній, сприятиме підвищенню конкурентоспроможності країни на світовому ринку транспортних послуг, розвитку мережі існуючих транспортних коридорів, інтеграції транспортної інфраструктури країни до світової транспортної системи. Дослідження показали, що для вибору оптимального плану перевезень на регіональному рівні при заданому розміщенні виробництва необхідно враховувати: поточні витрати транспорту, залежні від розмірів рухів; капіталовкладення в пересувний склад; оборотні кошти, ув'язнені у вантажах. Встановлено, що кожен критерій оптимальності має достоїнства та недоліки, які найчастіше витікають з міри синтетичного критерію, труднощів підготовки інформації у вигляді масиву коефіцієнтів при невідомих в цільовій функції, вузькій або ширшій сфері його застосування.

***Ключові слова:** критерії оптимальності, кластер, інтермодальні мультимодальні перевезення, регіональні особливості, логістика, вантажоодержувач.*

Постановка проблеми. При виборі та обґрунтуванні одного критерію зручно користуватися поняттям «синтетичній» показників. Критерії, що не виключають один одного, діють в одному напрямі, з точки зору міри синтетичної можуть бути впорядковані (ранжирувані), наприклад: тонно-кілометри, витрати, собівартість. При обґрунтуванні багатокритеріального підходу в групу критеріїв доцільно включати показники, що протилежні по сенсу, діють на процес в протилежних напрямках, наприклад максимум доходів, мінімум витрат і тому подібне, а включення показників еквівалентних, видно, сенсу не має.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження проблем оптимізації функціонування транспортного комплексу приділяли увагу такі зарубіжні та вітчизняні вчені: Котлубай М.І., Котлубай О.М., Лимонов Е.Л., Плужников К.И., Чунтомова Ю.А., Морозова І.В., Цветов Ю.М., Чекаловец В.Г. Найбільш відомими є праці таких вчених, як Бакаєв О.О., Кутах Ю.О., Кулаєв Ю.Ф., Заенчик Л.Г. Останнім часом все більш уваги приділяється розвитку міжнародних транспортних коридорів, використання транзитного потенціалу України та організації мультимодальних перевезень у працях таких авторів: Пірожков С.І., Ревенко В.Л., Бакаєв Л.А., Молярчук І.А., Липинської О.А. Все більше число науковців поглиблюють теорію і практику функціонування портів, серед них важливо виділити Котлубая О.М., Примачова М.Т., Кібік О.М., Ільченко С.І., Постан М.Я., Кібік О.М., Жихаревої В.В. Проте недостатньо дослідженими залишаються проблеми функціонування регіональної транспортної системи та розвитку мультимодальних перевезень в умовах економічної нестабільності.

Формулювання цілей статті. Метою цієї статті є дослідження сутності оптимізації перевезення вантажів при мультимодальних перевезеннях на регіональному рівні. У межах досягнення мети виокремлено наступні завдання: дослідити характер вживання математичних моделей транспортних задач, яке можливе для вирішення найрізноманітніших питань; провести аналіз вибору критерію оптимізації - процедури, яка не може бути повністю формалізована, вона повинна виконуватися з врахуванням показників роботи транспорту і взаємозв'язків між ними.

Виклад основного матеріалу досліджень. Розглянемо групу критеріїв, найбільш часто використовуваних при рішенні транспортних задач:

- витрати потенційної роботи транспорту, вимірювані для автомобільного та залізничного транспорту тонно-кілометрами, для морського - тонажо - милями;
- провізна плата — тариф за перевезення тонни вантажу між пунктами відправлення і призначення;
- експлуатаційні витрати на транспортування;
- спільні витрати часу на транспортування вантажів;
- вартість вантажної маси, що знаходиться в дорозі (оборотні кошти, ув'язнені у вантажах);
- приведені народногосподарські витрати.

Як бачимо, кожен критерій оптимальності має певні достоїнства та недоліки, які найчастіше витікають з міри синтетичного критерію,

труднощів підготовки інформації у вигляді масиву коефіцієнтів при невідомих в цільовій функції, вузьчій або ширшій сфері його застосування. Вибір та обґрунтування критерію оптимізації виконуються з врахуванням всіх цих обставин у кожному конкретному випадку.

Транспортна задача - одна з найбільш поширених задач математичного програмування.

У спільному вигляді її можна представити так: потрібно знайти такий план доставки вантажів від постачальників до споживачів, щоб вартість перевезення (або сумарна дальність, або об'єм транспортної роботи в тонно- кілометрах) була найменшою. Отже, задача зводиться до найбільш раціонального прикріплення виробників до споживачів продукції, і навпаки [1].

У простому вигляді, коли розподіляється однорідний вид продукту (або вантажі в стандартних укрупнених одиницях, контейнерах) і споживача не лімітує умова від кого з постачальників його отримувати, завдання формулюється таким чином:

маємо ряд пунктів виробництва A_1, A_2, \dots, A_m з обсягами виробництва в одиницю часу, рівними відповідно a_1, a_2, \dots, a_m , та пункти вжитку B_1, B_2, \dots, B_n , споживаючі за той же проміжок часу відповідно b_1, b_2, \dots, b_n продукції. У випадку якщо вирішується замкнута (збалансована) задача, сума обсягів виробництва на всіх « m » пунктах-постачальниках дорівнює сумі об'ємів вжитку на всіх « n » пунктах-одержувачах:

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

Крім того, відомі витрати по перевезенню одиниці продукту від кожного постачальника до кожного одержувача, котрі позначаються C_{ij}

Як невідомі величини виступають об'єми продукту, що перевозиться з кожного пункту виробництва в кожен пункт вжитку, позначаються відповідно X_{ij} .

Тоді, найбільш раціональним прикріпленням постачальників до споживачів буде таке, при якому сумарні витрати на транспортування будуть найменшими.

Оскільки добуток $C_{ij}X_{ij}$ визначає витрати на перевезення вантажу від i - го постачальника j -му споживачеві, то сумарні витрати на перевезення всіх вантажів рівні:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij}X_{ij} \quad (2)$$

За умовами задачі потрібно забезпечити мінімум сумарних витрат. Отже, цільова функція має вигляд:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (3)$$

$$\min F(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

Система обмежень завдання складається з двох груп рівнянь. Перша група з « m » рівнянь описує той факт, що запаси всіх « m » постачальників вивозяться повністю:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, (i=1, 2, \dots, m) \quad (4)$$

Друга група з « n » рівнянь виражає вимогу повністю задовольнити запити всіх « n » споживачів:

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, (j=1, 2, \dots, n) \quad (5)$$

Як і у всіх подібних випадках, тут також обмовляється позитивність змінних: постачання від якого-небудь пункту виробництва до того, або іншому пункту вжитку, не може бути менше нуля:

$$X_{ij} \geq 0, (i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n) \quad (6)$$

У випадку, якщо транспортна задача незбалансована, її приводять до вигляду, показаного вище, штучно: у модель вводиться так званий «фіктивний постачальник» або «фіктивний споживач», який балансує попит або вжиток.

В даний час розроблена безліч різних алгоритмів рішення транспортної задачі. Завдання ці часто ускладнюються різного роду додатковими умовами: наприклад, в них включається розрахунок не лише собівартості перевезень, але і собівартості виробництва продукції (виробничо-транспортна задача), оптимізується спільна доставка взаємозамінних видів продукції, оптимізується доставка вантажів з проміжними базами. Крім того, слід враховувати, що математична модель транспортної задачі дозволяє описувати безліч ситуацій, вельми далеких від проблеми перевезень, зокрема, знаходити оптимальне розміщення замовлень на виробництво виробів з різною собівартістю [2].

У транспортних задачах під постачальниками та споживачами розуміються різні промислові та сільськогосподарські підприємства,

заводи, фабрики, склади, магазини і так далі. Однорідними вважаються вантажі, які можуть бути перевезені одним видом транспорту і прийнятні для всіх її споживачів. Під вартістю перевезень розуміються тарифи, відстані, час, витрата палива та інші параметри транспортного процесу.

Змінними (невідомими) транспортної задачі є x_{ij} (де $i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n$) - об'єми перевезень від кожного i -го постачальника кожному j -му споживачеві.

Таким чином, математичну модель завдання можна записати так:

$$Z(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, (i = 1, 2, \dots, m) \quad ; \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, (j = 1, 2, \dots, n) \quad ; \quad (9)$$

$$x_{ij} \geq 0, (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n); \quad (10)$$

Математичне формулювання транспортної задачі таке:

Знайти змінні задачі $X = (x_{ij})$, ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$), що задовольняють системі обмежень (8), (9), умові “більше або дорівнює нулю” (10) і що забезпечують мінімум цільової функції (7).

Вихідні дані транспортної задачі представляються, і рішення виконується у вигляді таблиці (2). Тут розташовується не лише інформація з моделі завдання, але і шуканий план перевезень: кожна клітка основного блоку таблиці характеризує перевезення з пункту « i » в пункт « j » і відповідає одній з « $m \cdot n$ » змінних плану $X = \{x_{ij}\}$. Вартості перевезень вантажів з пунктів виробництва в пункти вжитку є елементами « C_{ij} » матриці транспортних витрат та розташовуються в правому верхньому кутку кожної клітки.

Транспортна задача (ТЗ) вирішувана, тобто для неї існує хоч би один план і цільова функція (ЦФ) обмежена, якщо для неї виконується умова балансу, про який говорилося вище, і який слід перевірити до початку вирішення будь-якої ТЗ. В разі невиконання цієї умови - вводиться фіктивний пункт виробництва або фіктивний пункт призначення з нульовими значеннями вартості перевезення одиниці вантажу [14]:

$$C_m + I_j = 0 (j = 1, n) \quad i \quad a_{m+1} = \sum_{j=1}^n b_j - \sum_{i=1}^m a_i \quad (11)$$

(в першому випадку)

$$C_{i,n+1}=0(i=1,m)ib_{n+1}=\sum_{j=1}^n a_i - \sum_{i=1}^m b_j \quad (12)$$

(в другому випадку)

Введення фіктивного постачальника або споживача рівносильне зведенню ТЗ до моделі закритого типу.

Рішення транспортної задачі починають із складання вихідного опорного плану перевезень. Відомі наступні методи складання вихідного плану: метод північно-західного кута, метод мінімального елемента (у всій матриці, в рядку, в стовпці), метод подвійної переваги, метод апроксимації Фогеля та ін.

Значення цільової функції при планах, побудованих перерахованими методами, в різній мірі відхилятимуться від оптимального її значення, до того ж всі перераховані методи, більшою чи меншою мірою, пристосовані для реалізації на ЕОМ і для виконання розрахунків уручну. У кожному з перерахованих методів по-різному визначається пріоритет — послідовність завантаження кліток, тобто відшукування значення x_{ij} при побудові плану перевезень.

Обчислення величини перевезення в клітках, що підлягають завантаженню, однаково: $x_{ij} = \min \{a_i; b_j\}$ або із залишків запасів та потреб виконується до повного розподілу всіх постачань і, отже, задоволення всіх потреб.

Аналіз плану дозволить переконатися в тому, що лише із зайнятих кліток матриці перевезень неможливо побудувати цикл — замкнутий набір кліток такого вигляду, коли кожна пара сусідніх кліток розташована або в одному рядку, або в одному стовпці таблиці, та жодні три сусідні клітки не лежать в одному рядку або стовпці. Такі плани ТЗ називають ациклічними, властивість ациклічності одночасно є ознакою опірності [3].

Опорні плани ТЗ, які містять в точності $m + n - 1$ ненульових перевезень, називають не виродженими. Опорний план буде виродженим, якщо число ненульових перевезень в ньому менше ніж $m + n - 1$. Поняття виродження плану ТЗ по суті нічим не відрізняється від аналогічного поняття в спільному завданні лінійного програмування (ЛП).

Якби ТЗ, як будь-яке завдання ЛП, вирішувалася симплексним методом, то базис її містив би $m + n$ векторів, але зважаючи на умову балансу (1), обмеження (8), (9) ТЗ містить систему $m \cdot n$ векторів A_{ij} , яка

лінійно залежна, а максимальна лінійно незалежна підсистема в ній містить не більше ніж $m + n - 1$ вектор.

1. Матриця транспортної задачі

Пункт виробництва	Пункти призначення						
	B_1	B_2	...	B_j	...	B_n	a_1
A_1	c_{11} x_{11}	c_{12} x_{12}		c_{1j} x_{1j}		c_{1n} x_{1n}	a_1
A_2	c_{21} x_{21}	c_{22} x_{22}		c_{2j} x_{2j}		c_{2n} x_{2n}	a_2
...							...
A_i	c_{i1} x_{i1}	c_{i2} x_{i2}		c_{ij} x_{ij}		c_{in} x_{in}	a_i
...							...
A_m	c_{m1} x_{m1}	c_{m2} x_{m2}		c_{mj} x_{mj}		c_{mn} x_{mn}	a_m
b_j	b_1	b_2		b_j	...	b_n	

У теорії ЛП доводиться, що для будь-якої вільної клітки опорного плану, в якій $X_{ij} = 0$, існує цикл, і притому єдиний, який, окрім цієї вільної клітки, містить лише зайняті клітки даного опорного плану (не обов'язково всі). Ця обставина дозволяє переходити від одного опорного плану ТЗ до іншого за допомогою процедури перерахунку по циклу. Ця процедура еквівалентна тому, що вектор, відповідний змінній у вільній клітці, вводиться в базис, а один з векторів, що входить в базис, з нього виводиться. Тобто пара векторів (i , отже, відповідні їм змінні) міняються місцями один з одним. Процедури з таким сенсом використовуються і в методах рішення спільної задачі ЛП.

Процедура перерахунку по циклу полягає в наступному. У наміченому в таблиці циклі вільна клітка наголошується знаком «+», а останні клітки циклу поперемінно знаками «-», «+».

Розглядаються перевезення x_{ij} в клітках, відмічених знаком «—» і визначається величина $\theta = \min \{X_{ij}\}$.

Після цього, до перевезень, помічених знаком «+», додаємо θ , а від перевезень в клітках із знаком «—» віднімаємо це ж число. На цьому перерахунок по циклу закінчується. Щоб процедуру перерахунку по циклу

використовувати для послідовного поліпшення планів, необхідно навчитися аналізувати всі вільні клітки, щоб знати чи зменшиться ЦФ при їх завантаженні.

Необхідна і достатня умова оптимальності плану ТЗ, доведена вперше Л.В. Канторовічем, використовує подвійне завдання для виведення ознаки оптимальності плану. Формулювання його таке: для того, щоб деякий опорний план ТЗ був оптимальним, необхідно і достатньо, щоб йому відповідала така система з $(m + n)$ чисел $u_1, u_2, \dots, u_m; v_1, v_2, \dots, v_n$. для якої виконуються умови:

- для всіх вільних кліток плану:

$$v_j - u_i < c_{ij}; \quad (13)$$

- для всіх зайнятих кліток плану:

$$v_j - u_i = c_{ij}; \quad (14)$$

Умови (13), (14) прийнято називати умовами потенційності плану, а ознаку оптимальності коротше можна формулювати так: опорний план ТЗ оптимальний, якщо він потенційний.

Алгоритм рішення транспортної задачі методом потенціалів полягає в наступному :

Процес рішення задачі складається з попереднього кроку і спільного кроку, що повторюється.

Попередній крок включає наступні операції,

- складається вихідний опорний план X одним з відомих методів;
- будується система $m + n$ чисел u_i та на основі системи рівності (14) з ознаки оптимальності;
- план X досліджується на оптимальність за допомогою системи нерівностей (13).

Спільний крок застосовується в тому випадку, якщо план X , побудований на попередньому кроці, не оптимальний, він складається з наступних трьох операцій:

- план X покращується, тобто замінюється планом X' за допомогою процедури перерахунку по циклу. Цикл будується для тієї вільної клітки, в якій розбіжність $\delta_{ij} = V_j - u_i - C_{ij}$ максимальне;
- плану X' ставиться у відповідність нова система потенціалів v_j', u_i' на основі співвідношень (14);

- план X' досліджується на оптимальність з використанням співвідношення (13).

Процедура спільного кроку повторюється до тих пір, поки не буде отриманий оптимальний план або безліч оптимальних планів. Останнє матиме місце, якщо хоч би для однієї з вільних кліток виконуватиметься співвідношення $V_j - U_i = C_{ij}$.

Вихідний опорний план може бути виродженим. Звиродніння вихідного плану виходить, наприклад, якщо при визначенні величини перевезення в зайнятій клітці $x_{ij} = \min \{a_i; b_j\}$ величини a_i та b_j дорівнюють один одному; тоді прикріпленням A_i до B_j одночасно повністю задовольняється попит b_j та забезпечується повний вивіз продукту кількості a_i . Для того, щоб провести оптимізацію виродженого плану методом потенціалів, необхідно збільшити число зайнятих кліток цього плану до $m + n - 1$. Перевезення в таких додатково зайнятих клітках приймають рівними «явним» нулям. Клітка з «явним» нулем розглядається в процесі рішення як зайнята на відміну від вільних кліток, в яких величини перевезень теж нульові.

«Явні» нулі записують у вільні клітки так, щоб вихідний план продовжував залишатися ациклічним. В цьому випадку забезпечується можливість визначення потенціалів по тих же правилах, які були розглянуті. Оптимізація плану з «явними» нулями принципових особливостей не містить. В процесі поліпшення такого плану може опинитися, що величина перевезення, переміщувана по циклу $\theta = 0$, значення цільової функції при переході від ітерації до ітерації не міняється, але новий план як набір зайнятих кліток виходить іншим, і система потенціалів, відповідна йому, також коректується [4].

«Явний» нуль в процесі оптимізації може з'явитися і у тому випадку, коли мінімальні значення перевезень в клітках циклу, відмічених знаком «—», однакові, припустимо, в двох клітках, тоді в процесі перерахунку по циклу можуть визволитися дві клітки. В цьому випадку визволяють одну з них, а в другій клітці залишають «явний» нуль.

Про транспортну задачу, серед всіх опорних планів якої є хоч би один вироджений план, говорять, що вона вироджена.

Для того, щоб ТЗ була виродженою (тобто містила хоч би один вироджений опорний план), необхідно і досить, щоб в безлічі її пунктів відправлення та призначення можна було виділити таку підмножину, в якій дотримується умова балансу.

З розвитком процесу комп'ютеризації та глобального впровадження обчислювальних програм, час необхідний на рішення задачі зведений до мінімуму. Від оператора транспортної системи необхідно лише внести

найбільш актуальні дані по критеріях перевезення. Представлена модель універсальна, незалежно від мови програмування і складності завдання, оскільки завжди можна додати додаткові критерії або ліміти.

Розглянемо групу критеріїв на мінімум, які найчастіше використовуються при рішенні транспортних задач.

- Витрати потенційної роботи транспорту, вимірювані для автомобільного та залізничного транспорту тонно-кілометрами, для морського - тоннаже-милями. Якщо параметр управління має такий же сенс, як в класичному транспортному завданні, то коефіцієнт при невідомому в цільовій функції завдання з таким критерієм $c_{ij} = l_{ij}$ - відстань між пунктами відправлення та призначення. Цей критерій до певної міри синтетичний, оскільки відстань надає вирішальний вплив на величину витрат. Його бажано застосовувати для оптимізації роботи одного вигляду транспорту при перевезенні однорідного вантажу. Вирішувати транспортні завдання, в яких розглядаються декілька видів транспорту, по цьому критерію небажано, оскільки витрати по перевезеннях на однакові відстані на всіх видах транспорту істотно відрізняються.

- Провізона плата. В цьому випадку c_{ij} — тариф за перевезення тонни вантажу між пунктами $A_i B_j$. Цей критерій застосовується, якщо необхідно мінімізувати транспортні витрати, що враховуються на балансі підприємств: вантажовідправників, вантажоодержувачів, посередницьких організацій. Якщо на різних ділянках перевезень тариф побудований з однаковим обліком їх вартості, то цей критерій може правильно відобразити і господарський інтерес, тобто одночасно мінімізуватимуться і транспортні витрати. За наявності пільгових або інших спеціальних тарифів це неможливо.

- Експлуатаційні витрати на транспортування. Тут C_{ij} — собівартість перевезення 1 т. вантажу на ділянці A_i, B_j . Цей критерій найвірніше відображає економічність перевезень різними видами транспорту. Основний недолік його - в складності калькуляції собівартості по ділянках. При розрахунках на перспективу необхідно як c_{ij} застосовувати показник повної собівартості з обліком можливих реконструкцій, нового будівництва, модернізації, комп'ютеризації, тобто всіх змін в технології перевезення і перевантаження.

- Спільні витрати часу на транспортування вантажів. При вирішенні транспортних завдань по цьому критерію c_{ij} — трудомісткість перевезення 1 т. вантажу на ділянці $A_i B_j$. Критерій досить синтетичний і може бути використаний для обґрунтування схем перевезення вантажів різними видами транспорту.

- Вартість вантажної маси, що знаходиться в дорозі (оборотні

кошти, ув'язнені у вантажах). Тут c_{ij} — вартість 1 т. вантажу за весь час дороги. Як самостійний критерій використовується рідко, тісно пов'язаний з четвертим та шостим критеріями.

- Приведені народногосподарські витрати. При цьому критерії c_{ij} - приведені народногосподарські витрати на 1 тону вантажу. Зі всіх розглянутих критеріїв він самий комплексний. Розрахунок величин c_{ij} залежить від конкретних умов оптимізації - таких, як: чи задано розміщення виробництва, чи потрібні нові капіталовкладення.

Висновки. Для вибору оптимального плану перевезень при заданому розміщенні виробництва в окремому взятому регіоні необхідно враховувати: поточні витрати транспорту, залежні від розмірів рухів; капіталовкладення в пересувний склад; оборотні кошти, ув'язнені у вантажах. Як видно з приведеного, кожен критерій оптимальності має достоїнства та недоліки, які найчастіше витікають з міри синтетичного критерію, регіональних особливостей розміщення, труднощів підготовки інформації у вигляді масиву коефіцієнтів при невідомих в цільовій функції, вузьчій або ширшій сфері його застосування. Вибір та обґрунтування критерію оптимізації виконуються з врахуванням всіх цих обставин у кожному конкретному випадку.

Бібліографічний список: 1. Пасевич В. Анализ и прогнозирование транспортных систем (Байесовский подход) / В. Пасевич. — СПб.: Система, 2005. — 84 с. 2. Міжгалузеві питання – Мультиmodalьний транспорт. Заключний звіт 7.1. Грудень 2010 // Міністерство транспорту та зв'язку України. – 2010. – 56 с. 3. Соколова О.Є. Концептуальні засади формування мультиmodalьної системи перевезення вантажів / О.Є. Соколова // Наукоємні технології, 2014. – № 1. – С. 114-118. 4. Троицкая Н.А. Мультиmodalьные системы транспортировки и интерmodalьные технологии: учеб. пособие для студ. выс. учеб. заведений / Н.А. Троицкая, А.Б. Чубуков, М.В. Шилимов. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 336 с.

Кухарчик О. Оптимизация перевозки грузов при мультиmodalьных перевезеннях: региональный аспект. В статье исследуется развитие мультиmodalьных перевозок, является перспективным направлением развития транспортной системы регионов страны. Это позволит значительно увеличить объемы перевозок с участием национальных транспортных компаний, будет способствовать повышению конкурентоспособности страны на мировом рынке транспортных услуг, развития сети существующих транспортных коридоров, интеграции

транспортной инфраструктуры страны в мировой транспортной системы. Исследования показали, что для выбора оптимального плана перевозок на региональном уровне при заданном размещении производства необходимо учитывать: текущие расходы транспорта, зависящие от размеров движения; капиталовложения в подвижной состав; оборотные средства, заключенные в грузах. Установлено, что каждый критерий оптимальности имеет достоинства и недостатки, которые зачастую вытекают из степени синтетического критерия, трудностей подготовки информации в виде массива коэффициентов при неизвестных в целевой функции, узкой или широкой сфере его применения.

Ключевые слова: критерии оптимальности, кластер, интермодальные мультимодальные перевозки, региональные особенности, логистика, грузополучатель..

Kukharchyk O.G. Optimization of the carriage of goods in multimodal reconnaissance: a regional aspect. The article investigates the development of multimodal transport, which is a promising direction of development of the transport system of the country's regions. This will significantly increase the volume of transportation with the participation of national transport companies, will increase the competitiveness of the country in the world transport services market, the development of the network of existing transport corridors, integration of the country's transport infrastructure with the world transport system. Studies have shown that in order to select the optimal transportation plan at the regional level, given the location of production, it is necessary to consider: the current transport costs, depending on the size of the movements; investment in a mobile warehouse; working capital, inmates in cargoes. It is established that each criterion of optimality has advantages and disadvantages, which most often result from the measure of synthetic criterion, the difficulty of preparing information in the form of an array of coefficients for unknown in the target function, the narrower or wider scope of its application.

With the development of the computerization process and the global introduction of computing programs, the time required for solving the problem is minimized. From the operator of the transport system only need to make the most up-to-date data on the criteria of carriage. The presented model is universal, regardless of the programming language and complexity of the task, since you can always add additional criteria or limits.

Key words: optimality criteria, cluster, intermodal multimodal transport, regional features, logistics, consignee.

Стаття надійшла до редакції: 12.10.2018 р.