

КУХАРЧИК О.Г.

аспірант

Інститут проблем ринку та економіко-екологічних досліджень НАНУ

Французький бульвар, 29, м. Одеса, Україна, 65044

E-mail: v_g_k_@ukr.net

ТРАНСПОРТНА ЗАДАЧА ОПТИМІЗАЦІЇ ВИТРАТ ПРИ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ

В роботі розглянуті питання оптимізації витрат при вирішенні транспортної задачі за допомогою математичних моделей. Визначено група критеріїв, які мають найбільший вплив при вирішенні транспортної задачі. Математична модель транспортної задачі дозволяє описувати безліч ситуацій, що виникають при мультимодальних перевезеннях.

Ключові слова: мультимодальні перевезення; морегосподарський комплекс; транспортна задача

KUKHARCHUK A. G.

graduate student

Institute Of Market Problems And Economic&Ecological Research of the

National Academy Of Sciences Of Ukraine

Frantsuzskiy Boulevard, 29, Odessa, Ukraine

E-mail: v_g_k_@ukr.net

TRANSPORT TASK OF OPTIMIZATION OF COSTS WITH MULTIMODAL TRANSPORTATION

In the article, the questions of cost optimization in solving the transport problem using mathematical models are considered. A group of criteria that have the greatest influence in solving the transport problem is determined. The mathematical model of the transport problem allows us to describe a multitude of situations that arise in multimodal transport. The formulation of the goal is optimization - a task more economical, on the other - knowledge of economic and mathematical methods can more effectively solve this problem. The rationale for choosing an optimization criterion is a procedure that cannot be fully formalized, it must be performed taking into account the performance of transport and the interrelationship between them. The common approach to choosing and justifying an optimization criterion is usually based on the following circumstance: as a criterion, only a measure that can be quantified is chosen. Most often, the justification of one indicator is taken as a criterion (characteristic) of the process, less often - a group of criteria, depending on which one speaks of tasks with one criterion or multicriteria. As can be seen from the above, each criterion of optimality has advantages and disadvantages, which most often result from the measure of the synthetic criterion, the difficulty of preparing information in the form an array of coefficients for unknowns in the target function, the narrower or broader scope of its application. The selection and justification of the optimization criterion are performed taking into account all these circumstances in each particular case. In conclusion, it should be noted that all of these criteria have meaning in such tasks, where the volume of traffic is predetermined.

Keywords: Multimodal transportation, sea economic complex, transport task

Постановка проблеми та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями.

Формулювання мети оптимізації - це завдання більшою мірою економічне, з іншої - знання економіко-математичних методів дозволяють ефективніше вирішувати цю задачу. Обґрунтування вибору критерію оптимізації - процедура, яка не може бути повністю формалізована, вона повинна виконуватися з врахуванням показників роботи транспорту і взаємозв'язків між ними.

Аналіз останніх публікацій по проблемі. Особливості мультимодальних перевезень були розглянуті в працях Котлубая О.М., Лимонова Е.Л., Плужникова К.І., Чунтомової Ю.А., Скарідової А.С., Цветова Ю.М., Чекаловца В.Г. та інших авторів [1,2,3].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Обґрунтування вибору критерію оптимізації - процедура, яка не може бути повністю формалізована, вона повинна виконуватися з врахуванням показників роботи транспорту і взаємозв'язків між ними. Спільний підхід до вибору та обґрунтування критерію оптимізації зазвичай ґрунтується на обліку наступної обставини - як критерій вибирають лише такий показник, який може бути кількісно вимірний. Найчастіше виконується обґрунтування одного показника, що приймається як критерій (характеристика) процесу, рідше - групи критеріїв, залежно від цього говорять про завдання з одним

критерієм або багатокритеріальним.

Формулювання цілей дослідження. Вживання математичних моделей транспортних задач при мультимодальних перевезеннях для мінімізації транспортних витрат.

Виклад основних результатів та їх обґрунтування. Вживання математичних моделей транспортних задач можливе для вирішення найрізноманітніших питань, серед яких: раціоналізація постачань стратегічних видів продукції, розробка оптимальних планів перевезень, оптимізація схем вантажопотоків для окремих видів транспорту, оптимізація маршрутів руху транспортних засобів, раціональний вибір виду транспорту для перевезень.

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 тоно- кілометрах) була найменшою. Отже, задача зводиться до найбільш раціонального прикріплення виробників до споживачів продукції, і навпаки.

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 замкнена (збалансована) задача, сума обсягів виробництва на всіх «т» пунктах-постачальниках дорівнює сумі об'ємів вжитку на всіх «п» 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 $c_{ij} \cdot x_{ij}$ визначає витрати на перевезення вантажу від i -го постачальника j -му споживачеві, то сумарні витрати на перевезення всіх вантажів рівні:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} \quad (2)$$

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

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

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

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

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

Друга група з «п» рівнянь виражає вимогу повністю задовольнити запити всіх «п» 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, показано 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.

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.

Вихідні дані транспортної задачі зазвичай записуються у вигляді таблиці (табл. 1).

Таблиця 1. – Представлення вихідних даних транспортної задачі

$a_i \setminus b_j$	b_1	b_2		b_n
a_1	C_{11}	C_{12}		C_{1n}
a_2	C_{21}	C_{22}		C_{2n}
a_m	C_{m1}	C_{m2}		C_{mn}

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:

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

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

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

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

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 :

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

(в першому випадку)

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

(в другому випадку)

Таблиця 2.

Матриця транспортної задачі

Пункт виробництва	Пункти призначення						a1
	B1	B2	...	Bj	...	Bn	
A1	c11 x11	c12 x12		c1j x1j		c1n x1n	a1
A2	c21 x21	c22 x22		c2j x2j		c2n x2n	a2
...							...
Ai	ci1 xi1	ci2 xi2		cij xij		cin xin	ai
...							...
Am	cm1 xm1	cm2 xm2		cmj xmj		cmn xmn	am
bj	b1	b2		bj	...	bn	

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 поставчань i , 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.

Опорні плани ТЗ, які містять в точності $t + p - 1$ ненульових перевезень, називають не виродженими. Опорний план буде виродженим, якщо число ненульових перевезень в ньому менше ніж $t + p - 1$. 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 $t + p$ векторів, але зважаючи на умову балансу (1), обмеження (8), (9) ТЗ містить систему $t \cdot p$ векторів A_{ij} , яка лінійно залежна, а максимальна лінійно незалежна підсистема в ній містить не більше ніж $t + p - 1$ вектор.

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 $(t + p)$ чисел $u_1, u_2, \dots, u_t; v_1, v_2, \dots, v_p$. 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 $t + p$ 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 X1 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 $t + p - 1$. 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.

«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.

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 - тонаже-мілями. 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. Наприклад, для вибору оптимального плану перевезень при заданому розміщенні виробництва в цьому критерії необхідно враховувати: поточні витрати транспорту, залежні від розмірів рухів; капіталовкладення в пересувний склад; оборотні кошти, ув'язнені у вантажах.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Як видно з приведеного, 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, вужчій або ширшій сфері його застосування. Вибір та обґрунтування критерію оптимізації виконуються з врахуванням всіх цих обставин у кожному конкретному випадку.

На закінчення необхідний відзначити, що всі перераховані критерії мають сенс в таких завданнях, де об'єм перевезень заздалегідь заданий.

ЛІТЕРАТУРА

1. Котлубай О.М. Теорія і методологія розвитку транспортно-технологічних систем перевезення вантажів/О.М. Котлубай.— Одеса: ППРЕД НАН України, 2012.—200с.
2. Лимонов Э.Л. Внешнеторговые операции морского транспорта и мультимодальные перевозки/Э.Л. Лимонов.— СПб:Информационный центр «Выбор»,2001.—416с.
3. Плужников К.И. Транспортное экспедирувание /К.И. Плужников, Ю.А. Чунтомова.— М.:ТРАНСЛИТ,2006.—528с.
4. Тарасенко В. Территориальные кластеры: Семь инструментов управления /В. Тарасенко .— М.:Альпина Паблишер, 2015.—201с.

5. Крыжановский С.В. Морские торговые порты Украины в рыночных условиях/ С.В. Крыжановский.— Одесса: Астопринт, 2008.—184с.
6. Войнаренко М.П. Концепція кластерів — шлях до відродження виробництва на регіональному рівні/ М.П. Войнаренко .— Економіст.—2000.—№1.—С.15-21.
7. Тараканов Н.Л. Региональные логистические системы: проблемы формирования и развития: монография / Н.Л.Тараканов.—Одесса: ИПРЭЭИ НАН Украины, 2013.—312с.
8. Котлубай О.М. Основи економіки й організації сервісної діяльності в торговельному мореплаванні/О.М. Котлубай, В.Г. Кухарчик .— Одеса: ІПРЕЕД НАН України, 2009.—197с.
9. Конкуренентоспроможність та сталий розвиток морегосподарського комплексу України/[Льченко С.В., Кухарчик В.Г. та інші]; за ред.О.М. Котлубая.—Одеса: ІПРЕЕД НАН України, 2011.—427с.
10. Винников В.В. Проблемы комплексного развития морского транспорта/В.В.Винников.— Одесса: ЧП «Феникс», 2005.—300с.

REFERENCES

1. Kotlubay, OM (2012). Teoriya i metodologiya rozvitku transportno-tehnologichnih sistem perevezennya vantazhiv. Odessa: IPREED NAS of Ukraine [in Ukrainian]
2. Limonov, E.L. (2001). Vneshnetorgovyye operatsii morskogo transporta i multimodalnyie perevozki. SPb: The ideological center "Choice" [in Russian]
3. Pluzhnikov, K.I. (2006). Freight forwarding. M.: TRANSLIT.
4. Tarasenko, V. (2015). Territorial clusters: Seven instruments of management (Territorialnyie klasteriy: Sem instrumentov upravleniya). M.: Alpina Pabliher [in Russian]
5. Kryzhanovskiy, S.V. (2008). Sea trading ports of Ukraine in market conditions (Morskie torgovyye portyi Ukrainyi v ryinochnyih usloviyah). Odessa: Astoprint [in Russian]
6. Voinarenko, M.P. (2000). Kontseptsiya klasteriv — shlyah do vIdrozhennya virobnitstva na regionalnomu rivni [The concept of clusters is the way to the virginia vibrobitnva at the regional river] Ekonomist — Economist, 1, 15-21.[in Russian]
7. Tarakanov, N.L. (2013). Regionalnyie logisticheskie sistemyi: problemy formirovaniya i razvitiya. Odessa: IPREED NAS of Ukraine [in Ukrainian]
8. Kotlubay, O.M. (2009). Osnovi ekonomiki y organizatsiyi servisnoyi diyalnosti v torgovelnomu moreplavanni. Odessa: IPREED NAS of Ukraine [in Ukrainian]
9. Competitiveness and sustainable development of the sea complex. (2011). Odessa: IPREED NAS of Ukraine.
10. Vinnikov, V.V. (2015). Problems of complex development of sea transport (Problemyi kompleksnogo razvitiya morskogo transporta). Odessa: PE "Phoenix"[in Ukrainian]