

ФОРМУВАННЯ ІНТЕГРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ СУДНОПЛАВНОЇ КОМПАНІЇ В ІНТЕРМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ

Статтю присвячено вдосконаленню методики організації інтермодальної мережі перевезення сільськогосподарських вантажів для мінімізації витрат часу і фінансових ресурсів вантажовласників, яка враховує необхідність вибору варіанта доставки при великій кількості транспортних засобів, включає алгоритм вибору найкращого маршруту доставки, коли суттєво різняться часові і вартісні показники. Для цього було розроблено структуру і організацію інтермодальної транспортної системи; обрано найраціональнішу схему напряду вантажопотоку; визначено порядок розстановки транспортних засобів; розроблено програмне забезпечення вибору найкращого маршруту доставки.

Ключові слова: інтермодальні перевезення, транспортна мережа, оптимальний маршрут доставки.

Статья посвящена совершенствованию методики организации интермодальной сети перевозки сельскохозяйственных грузов для минимизации расходов времени и финансовых ресурсов грузовладельцев, которая учитывает необходимость выбора варианта доставки при большом количестве транспортных средств, включает алгоритм выбора наилучшего маршрута доставки, когда существенно отличаются часовые и стоимостные показатели. Для этого была разработана структура и организация интермодальной транспортной системы; выбрана самая рациональная схема направления грузопотока; определен порядок расстановки транспортных средств; разработано программное обеспечение выбора наилучшего маршрута доставки.

Ключевые слова: интермодальная перевозка, транспортная сеть, оптимальной маршрут доставки.

The article is devoted to perfection of organization of intermodal network method for transportation of agricultural cargoes for minimization of time and financial resources, which takes into account the necessity of delivery variant choice with huge amount of transport vehicles, includes the choice algorithm of the best route of delivery, when sentinel and cost indexes differ substantially. A structure and organization of intermodal transport system was for this purpose developed; the most rational delivery direction chart is chosen; the order of transport placing of vehicles is certain; software for choice of the best delivery route is developed

Key words: intermodal transportation, transport network, optimum route of delivery.

Постановка проблеми в загальному виді та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Інтеграція України в міжнародний поділ праці призвела до того, що все більший обсяг товарів сільськогосподарського призначення виробляється для експорту. Посилення міжнародної конкуренції вимагає від товаровиробників мінімізації витрат на всіх стадіях виробництва, складування та транспортування.

У більшості розвинених країн діють потужні програми державної підтримки сільськогосподарської галузі. Дотації, субсидії, податкові пільги, державний лізинг, довгостроковий кредит за заниженими ставками суттєво зменшують собівартість виробленої продукції, що посилює позиції товаровиробника на внутрішньому ринку цих держав. Компенсаційне мито при експорті такої продукції в інші країни застосовується не

завжди, що підвищує конкурентоспроможність виробників на зовнішніх ринках.

В Україні аграрний сектор фактичної підтримки з боку держави не має, саме тому зниження витрат для забезпечення власної конкурентоспроможності є важливим завданням самих товаровиробників.

Значну питому вагу кінцевої вартості товару складають транспортні витрати. Для відносно дешевих товарів розмір таких витрат становить до 70 % ціни франко-заводу. Статистика свідчить, що 92 % українських експортних вантажів сільськогосподарського призначення (за фізичними обсягами) і 85 % (за вартістю), перевозяться водним транспортом, саме тому робота присвячена у першу чергу мінімізації вартості морського перевезення сільськогосподарських вантажів, у тому числі в інтермодальних перевезеннях.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Проблеми маршрутизації на транспорті, в тому числі в інтермодальних перевезеннях, викладені в роботах М.М. Громова, Т.О. Панченко, О.Д., Чудновського [1], Є.М. Воевудського, Н.О. Конєвцевої, Г.С. Махуренко [2], Е.П. Громова [3], І.П. Тарасової [4; 5].

Визначення частини проблеми, що не вирішена раніше. Практична задача організації інтермодальних перевезень вантажів у своїй постановці відрізняється від класичної задачі маршрутизації і не вирішується стандартними методами рішення транспортної задачі. Це пояснюється тим, що завдання побудови інтермодальної мережі передбачає вибір найкращого маршруту доставки при наявності одного пункту навантаження і одного пункту вивантаження; великої номенклатури транспортних засобів і декілька ділянок перевезення різними видами транспорту. Представниками наукової

школи Одеського національного морського університету розроблена методика побудови інтермодальної мережі, але вона не враховує необхідність практичної задачі вибору варіанта доставки при наявності великої кількості найменувань транспортних засобів, а також не передбачено алгоритму вибору найкращого маршруту доставки, коли суттєво різняться часові і вартісні показники маршрутів.

Ціль даної статті. Метою даної статті є створення методики побудови ефективної мережі інтермодальних перевезень, що передбачає розв'язок таких задач:

- розробку структури і організації інтермодальної транспортної системи для обслуговування заданої вантажної лінії;
- вибір найраціональнішої схеми напрямку вантажопотоку на основі заданих критеріїв оптимальності функціонування транспортної системи;
- визначення порядку розстановки транспортних засобів на ділянках змішаного перевезення вантажу;
- розробку програмного забезпечення вибору найкращого маршруту доставки.

Викладення основного змісту статті.

Продемонструємо розроблену методику побудови інтермодальної мережі перевезення стійкого вантажопотоку запчастин сільськогосподарської техніки в ящиках, що мають наступні лінійно-вагові характеристики [6]:

- розміри окремого місця – 40 × 30 × 30 см;
- маса окремого місця – 42 кг;
- об'єм окремого місця – 0,036 м³;
- питомий об'єм місця – 0,857 м³ / т;
- питомий вантажний об'єм – 0,943 м³ / т.

Нехай слід обрати рішення щодо маршруту перевезення вантажів за умовною схемою, показаною на рис. 1.

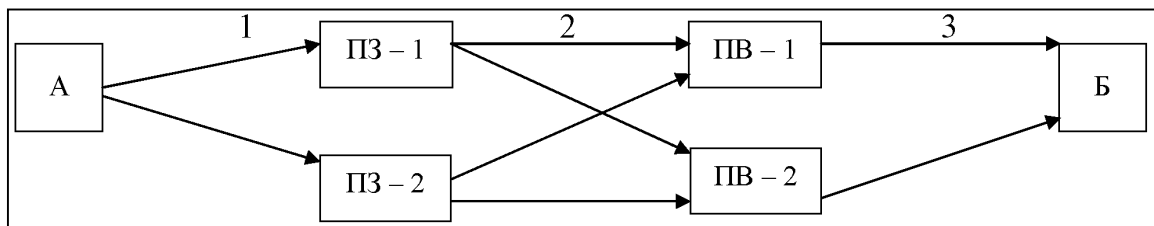


Рис. 1. Схема перевезення вантажу (ПЗ – порт завантаження; ПВ – порт вивантаження)

На першому та третьому етапах можливо використовувати річковий, автомобільний та залізничний транспорт, другий етап – морське перевезення (ПЗ – пункт завантаження, ПВ – пункт вивантаження), при цьому на кожному етапі перевезення може здійснюватися різними найменуваннями транспортних засобів.

Запчастини в ящиках підлягають перевезенню у критичних транспортних засобах. Для перевезення генеральних вантажів на морському транспорті служать судна універсального призначення і судна-контейнеровози, на річковому транспорті – самохідні судна, на залізничному транспорті –

криті вагони загального призначення, на автомобільному транспорті (з урахуванням великої маси вантажу, що перевозиться) – сидельні тягачі для перевезення вантажів у складі автопоїзда з напівпричепами типу «фургон», відповідні вимогам ТІР для перевезення різних вантажів [7; 8].

Способи укладання вантажів в ящиках у трюмі при перевезенні вантажу морським транспортом залежать від габаритних розмірів, маси вантажних місць і міцності ящиків. При завантаженні трюму ящиками масою 42 кг коефіцієнт трюмного укладання [1], який дорівнює відношенню об'єму вантажного приміщення до

сумарного об'єму вантажних місць, для вантажів, якими є ящики в пакетах, повинен складати 1,04 – 1,25 (у приведеному нижче розрахунку він прийнятий рівним 1,1). Залізничні вагони і автомобілі завантажують згідно з технічними нормами завантаження [9]. При вантаженні у вагон пакетів останні встановлюють із зазорами, що забезпечує можливість їх механізованого вивантаження.

При виборі транспортних засобів, які можуть бути використані в заданій схемі перевезень, було враховане наступне. На залізничному транспорті для перевезення даного вантажу можуть використовуватися криті вагони загального призначення. Прийнято, що витрати на тримання одного вагону на ходу складають 0,5 у.о. на годину. Середня швидкість вантажних потягів складає від 30 км/год (дільнична швидкість) до 43 км/год (технічна швидкість). У даній роботі прийнята усереднена швидкість – 20 км/год.

Тут і далі питома вантажомісткість УТО (укрупнена транспортна одиниця) Q визначалася як

$$Q = \begin{cases} D_v, & \omega \leq u_v \\ W / u_v, & \omega > u_v \end{cases} \quad (1)$$

де:

w – питома вантажний об'єм вантажу (тут він дорівнює 0,943 м³ / т);

u_v – питома вантажомісткість УТО (м³/т), яка дорівнює відношенню місткості і вантажопідйомності УТО;

D_v – чиста вантажопідйомність УТО (т);

W – вантажомісткість УТО (м³).

На автомобільному транспорті використовуються сідельні тягачі для перевезення вантажів у складі автопоїзда з напівпричепами типу «фургон».

Далі при розрахунках приймалося, що собівартість перевезень на ходу складала 150 % від вартості палива (вартість 1 л палива приймалося рівній 1,2 у.о.), а на стоянці – 50 % від вартості палива. Середня швидкість руху

автопоїзда приймалося рівній 1/3 максимальній швидкості. До складу УТО входять 12 автомобілів-тягачів з причепами.

Для перевезення даного вантажу на морському транспорті вибирались судна універсального призначення, на річковому транспорті – самохідні судна. До того ж, як на ділянках морських, так і на ділянках річкових перевезень можна використовувати судна змішаного плавання. Вантажопідйомність розрахункового типу суден підбиралась з альбому суден. Для суден універсального типу вважалося, що вантажопідйомність суден на ділянці 3 (протяжністю 2100 миль) повинна складати від 3800 до 6000 т, на ділянці 4 (протяжністю 290 миль) – від 1400 т до 2800 т, на ділянці 5 (протяжністю 500 миль) – від 2000 т до 3700 т, на ділянці 6 (протяжністю 3100 миль) – від 4200 т до 7000 т. Дальність плавання повинна перевищувати протяжність ділянки маршруту. Для суден річкового плавання осадка не повинна перевищувати 4,5 м.

Виходячи з цих обмежень, вибирались універсальні морські судна і судна змішаного плавання, які за своїми характеристиками можуть використовуватися на тих або інших ділянках морських і річкових перевезень.

Вибір судна, що відповідає організації морських перевезень на другому етапі згідно з максимально допустимою дальністю перевезень і вантажопідйомності судна, виконувався комп'ютерною програмою. Програмою сформовано список усіх можливих варіантів розстановки конкретних типів транспортних засобів за етапами перевезення зі вказівкою номера вибраної ділянки на кожному етапі.

Результати обчислення граничних усереднених показників (мінімального часу доставки вантажу і мінімальної питомої собівартості перевезення однієї тонни на маршруті) за кожним можливим маршрутом прямування вантажу, подано у вигляді діаграм, зображених відповідно на рис. 2 і рис. 3.

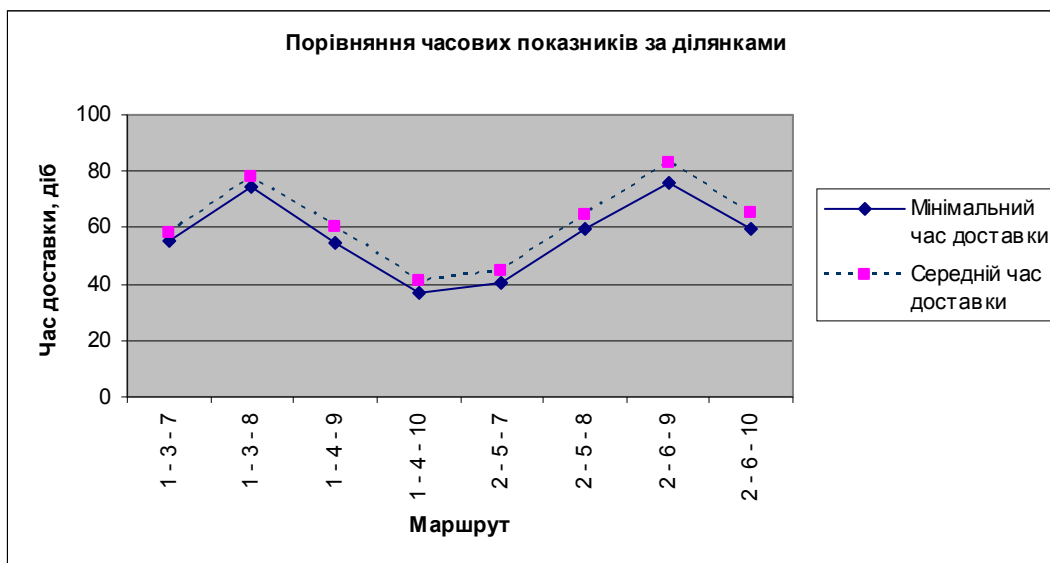


Рис. 2. Порівняння часових показників

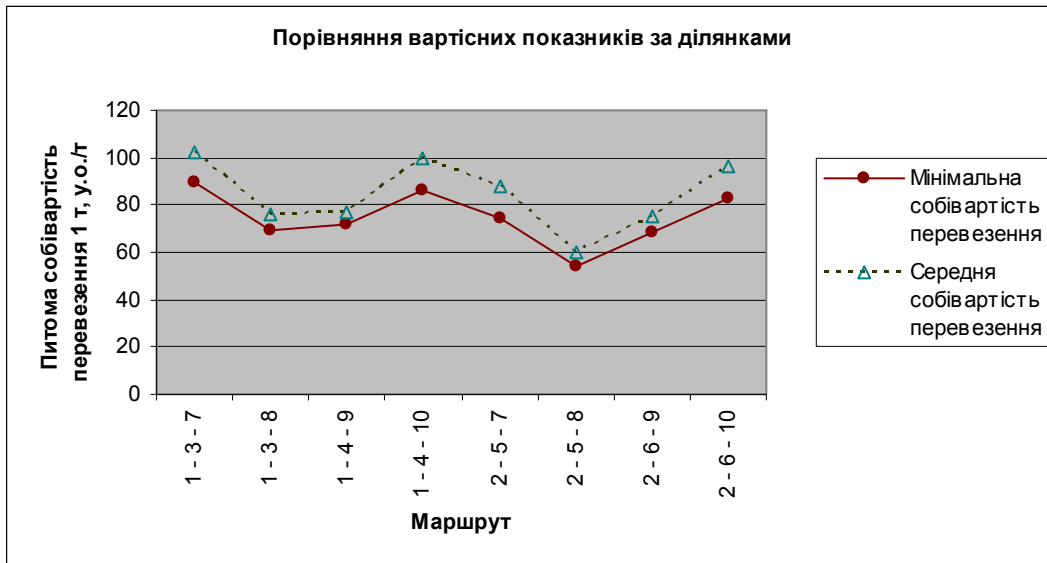


Рис. 3. Порівняння вартісних показників

Порівняння часових показників використання транспортних засобів за ділянками (рис. 2) дозволяє зробити висновок про те, що найкращими варіантами є такі:

- на першому етапі використовувати залізничний транспорт на ділянці 1, на другому етапі перевозити вантаж на ділянці 4, на третьому етапі використовувати автомобільний транспорт на ділянці 10; середній час доставки складає 41,2 доби, мінімальний час доставки – 36,8 діб;
- на першому етапі використовувати річковий транспорт на ділянці 2, на другому етапі перевозити вантаж на ділянці 5, на третьому етапі використовувати автомобільний транспорт на ділянці 7; середній час доставки складає 44,8 доби, мінімальний час доставки – 40,1 діб.

Час доставки за рештою варіантів організації маршруту перевезення принаймні на 25 % перевищує час доставки за вищезгаданими варіантами.

Мінімальний час доставки (36,8 діб) досягається при наступній розстановці транспортних засобів на маршруті: на першому етапі використовувати вантажні потяги у складі чотиривісних критих вагонів, на другому етапі – суховантажні судна універсального призначення «Юный партизан», на третьому етапі – один з автомобільних транспортних засобів, переважно – автомобіль Volvo F89-32 (варіант № 148). Дещо гірший час досягається при використанні будь-яких інших залізничних і автомобільних транспортних засобів, а також морського судна «Новый Донбасс».

Якщо ж за критерій оцінки ефективності проектного маршруту прийняти мінімум питомої собівартості транспортування вантажу, то безумовно кращим варіантом організації маршруту перевезення буде такий: на всіх етапах використовується водний транспорт – річковий (на ділянці 2 першого етапу і на ділянці 8 третьої ділянки) і морський (на ділянці 5 другого етапу). Середня питома собівартість перевезень за таким

маршрутом складає 60,1 у.о./т. При використанні такого критерію оптимальною буде така розстановка транспортних засобів за етапами (варіант № 209): на всіх етапах перевезення використовуються суховантажні судна змішаного плавання, причому на першому етапі використовуються 2,7 суден класу «Инженер Белов», на другому етапі – 2,1 судна класу «Советская Якутия», на третьому етапі – 2,8 суден класу «Инженер Белов». При цьому мінімальна питома собівартість перевезень складе 54,0 у.о./т. Питома собівартість транспортування дещо (до 10 %) збільшується при іншій розстановці суден змішаного плавання цих типів, а також типа «Кишинев». Можливо також використовувати суховантажні судна універсального призначення «Новый Донбасс» на другому етапі перевезень.

Решта варіантів організації маршруту перевезення за вартісним критерієм значно, від 20 % і вище, поступаються розглянутому вище варіанту.

Вибір же оптимального варіанта, який задовольняє обом критеріям – часовому і вартісному – ускладнено тим, що, якщо варіант оптимальний за одним критерієм, то за іншим критерієм цей же варіант далекий від оптимального. Так, з рис. 2 і 3 видно, що варіант з використанням ділянок 1, 4 і 10, найкращий з погляду часу доставки, виявляється майже найгіршим за вартісним критерієм. З іншого боку, варіант з використанням ділянок 2, 5 і 8, найкращий за питомою собівартістю, на 50 % поступається варіантам, найкращим за часом доставки.

Щоб подолати трудність такого вибору, обчислювався коефіцієнт ефективності до кожного можливого варіанта транспортування як середнє геометричне коефіцієнтів ефективності $k_{\text{ч}}$ і $k_{\text{в}}$, що були розраховані для часових і вартісних показників [10]:

$$k = \sqrt{k_{\text{ч}} k_{\text{в}}}. \quad (2)$$

У табл. 1 наведені найкращі 15 (з 215 можливих) варіантів розстановки транспортних засобів по ділянках маршруту в порядку зростання значення коефіцієнта ефективності. Також в табл. 1 наведено результати розрахунків прибуткової ставки, доходу і прибутку за освоєнням всього вантажопотоку. Аналіз результатів дозволяє зробити висновок, що найкращим варіантом

перевезення буде використання одного з суховантажних суден змішаного плавання «Советская Якутия», «Инженер Белов» або «Кишинев» для річкових перевезень на ділянці 2, суховантажного судна універсального призначення «Новый Донбасс» на ділянці 5 морських перевезень і автомобіля Volvo-F89-32 або Mercedes-Benz-2232S на ділянці 7. При цьому прибуток складе 8,0-8,2 млн у.о.

Таблиця 1

Оптимальна розстановка транспортних засобів по ділянках маршруту перевезень

№ вар.	1-й етап		2-й етап		3-й етап			К ч.	К в.	К	Прибуткова ставка, у.о./т	Дохід, млн у.о.	Прибуток, млн у.о.
181	2	Советская Якутия	5	Новый Донбасс	7	Volvo-F89-32 (6x4)	1,090	1,402	1,236	121,1	21,795	8,173	
175	2	Инженер Белов	5	Новый Донбасс	7	Volvo-F89-32 (6x4)	1,111	1,379	1,238	119,1	21,442	8,041	
169	2	Кишинев	5	Новый Донбасс	7	Volvo-F89-32 (6x4)	1,103	1,394	1,240	120,4	21,675	8,128	
182	2	Советская Якутия	5	Новый Донбасс	7	Mercedes-Benz-2232S (6x4)	1,097	1,415	1,246	122,2	21,997	8,249	
176	2	Инженер Белов	5	Новый Донбасс	7	Mercedes-Benz-2232S (6x4)	1,117	1,392	1,247	120,2	21,643	8,116	
170	2	Кишинев	5	Новый Донбасс	7	Mercedes-Benz-2232S (6x4)	1,109	1,407	1,249	121,5	21,877	8,204	
148	1	4-вісний критий вагон	4	Юный партизан	10	Volvo-F89-32 (6x4)	1,000	1,612	1,270	139,2	25,051	9,394	
160	1	4-вісний вагон з дерев. обшив.	4	Юный партизан	10	Volvo-F89-32 (6x4)	1,008	1,607	1,273	138,8	24,981	9,368	
149	1	4-вісний критий вагон	4	Юный партизан	10	Mercedes-Benz-2232S (6x4)	1,006	1,624	1,279	140,3	25,250	9,469	
161	1	4-вісний вагон з дерев. обшив.	4	Юный партизан	10	Mercedes-Benz-2232S (6x4)	1,014	1,620	1,282	139,9	25,180	9,443	
154	1	4-вісний цільномет. вагон	4	Юный партизан	10	Volvo-F89-32 (6x4)	1,040	1,590	1,286	137,3	24,721	9,270	
184	2	Советская Якутия	5	Советская Якутия	7	Volvo-F89-32 (6x4)	1,192	1,394	1,289	120,4	21,672	8,127	
178	2	Инженер Белов	5	Советская Якутия	7	Volvo-F89-32 (6x4)	1,212	1,372	1,289	118,4	21,319	7,995	
205	2	Инженер Белов	5	Новый Донбасс	8	Инженер Белов	1,656	1,008	1,292	87,0	15,667	5,875	
172	2	Кишинев	5	Советская Якутия	7	Volvo-F89-32 (6x4)	1,204	1,387	1,292	119,7	21,552	8,082	

Таким чином, найкращим варіантом транспортування вантажу можна вважати варіант № 181: на першому етапі для річкових перевезень з транспортного вузла А до порту ПЗ-2 слід використати 2,8 суден «Советская Якутия», на другому етапі – від порту ПЗ-2 до порту ПВ-1 – 2,2 судна універсального призначення «Новый Донбасс», на третьому етапі – від порту ПВ-1 до транспортного вузла Б – 6,3 автопоїздів, складених з 12-ти автомобілів-тягачів Volvo-F89-32 з причепами. При цьому час доставки вантажу складає 40,1 діб (що на 9 % перевищує мінімальний час), питома собівартість транспортування складає 75,7 у.о./т (на 40 % більше мінімального), прибуток складає 8173 тис. у.о.

Слід зазначити, що деякі з варіантів перевезень по маршрутах «1 – 4 – 10» і «2 – 5 – 8» лише

трохи поступаються зазначеному вище варіанту і також можуть бути рекомендовані для організації доставки даного вантажу.

Висновки. Таким чином, запропоновано модель вибору оптимального маршруту доставки вантажів і транспортних засобів в інтермодальних перевезеннях, що дозволяє скоротити витрати часу і фінансових ресурсів на організацію доставки вантажів. Для цього:

- розроблено структуру інтермодальної транспортної системи для обслуговування заданої вантажної лінії;
- обрано найраціональнішу схему напряму вантажопотоку на основі заданих критеріїв оптимальності функціонування транспортної системи (час і витрати);

- визначено порядок розстановки транспортних засобів на ділянках змішаного перевезення вантажу;
- розроблено критерій вибору маршруту доставки з урахуванням як часових, так і вартісних показників варіантів доставки;
- створено програмне забезпечення вибору найкращого маршруту доставки за визначеною схемою засобами Visual Basic for Applications для MS Excel.

ЛІТЕРАТУРА

1. Громов Н.Н., Панченко Т.А., Чудновский А.Д. Единая транспортная система. – М.: Транспорт, 1987. – 304 с.
2. Экономико-математические методы и модели в управлении морским транспортом / Е.Н. Воевудский, Н.А. Коневцева, Г.С. Махуренко, И.П. Тарасова. – М.: Транспорт, 1988. – 381 с.
3. Громовой Э.П. Математические методы и модели в планировании и управлении на морском транспорте. – М.: Транспорт, 1979. – 360 с.
4. Тарасова И.П. Введение в исследование операций в транспортных системах. – Одесса: ОГМУ, 2000. – 58 с.
5. Тарасова И.П. Задачи транспортного типа. – Одесса: ОГМУ, 1999. – 50 с.
6. Транспортная тара: Справочник / Телегин А.И. и др. – М.: Транспорт, 1989. – 215 с.
7. Ветренко Л.Д., Ананьина В.З., Степанец А.В. Организация и технология перегрузочных процессов в морских портах. – М.: Транспорт, 1989. – 270 с.
8. Винников В.В., Крушкин Е.Д., Луцан Н.А. Экономика, организация и планирование работы морского транспорта. – М.: Транспорт, 1991. – 359 с.
9. Нормативы времени на погрузочно-разгрузочные работы, выполняемые на железнодорожном, водном и автомобильном транспорте. – М.: Экономика, 1987. – 237 с.
10. Жирнова Н.М. К решению оптимизационных задач размещения транспортных средств на участках маршрута перевозки // Підвищення ефективності навчально-виховного процесу в сучасній вищій школі: Науково-методичний семінар. Школа-семінар дослідника-початківця. – Миколаїв: ПСІ КСУ, 2004. – С. 124-131.

Рецензенти: Казарезов А.Я., д.т.н., професор;
Верланов Ю.Ю., к.е.н., професор.

© Белова Н.М., 2010

Дата надходження статті до редколегії 13.05.2010 р.