

УДК 656.788

А. М. ОКороков^{1*}

^{1*} Каф. «Управління експлуатаційною роботою», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, 49010, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (056) 373 15 04, ел. пошта andrew_okorokoff@mail.ru, ORCID 0000-0002-3111-5519

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОЦІНКА ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ ПОСТАЧАННЯ СИРОВИНИ НА ПІДПРИЄМСТВА СХОДУ УКРАЇНИ

Мета. Проведення антитерористичної операції на сході України викликало пошкодження значної кількості об'єктів транспортної інфраструктури та унеможливило використання цілого ряду об'єктів сировинної бази. В цих умовах виникає питання щодо забезпечення функціонування підприємств в першу чергу металургійного комплексу – безперервних виробництв, які знаходяться як в зоні АТО, так і у безпосередній близькості від неї. У статті розглядається питання забезпечення вихідною сировиною металургійних підприємств міста Маріуполь. **Методика.** Розроблено альтернативні варіанти логістичних ланцюгів з постачання сировини на підприємства Маріуполя. Запропонована методика оцінки витрат на логістичні операції на шляху переміщення вантажу по логістичному ланцюгу. В якості критерію оптимальності використовуються мінімальні витрати. Завдяки використанню диференційованого коефіцієнту страхових зборів враховується у грошовій формі потенційний ризик постачань. **Результати.** Попередніми розрахунками встановлено, що наявна система постачання сировини не є оптимальною з точки зору витрат на логістичні операції, отже система працює недосконало. **Наукова новизна.** Запропонована методика дає можливість визначити раціональну схему постачання сировини з точки зору логістичних витрат. **Практичне значення.** Використання альтернативних систем постачання сировини, обраних за допомогою запропонованої методики дозволить скоротити витрати на транспортування, а також обрати варіант з мінімальним ступенем ризику. В свою чергу зменшення витрат на транспортування дозволить скоротити виробничі витрати та зменшити кінцеву вартість продукції, що підвищує її конкурентоспроможність.

Ключові слова: логістичні схеми постачання, альтернативні шляхи, сировина, металургійне виробництво, витрати.

Цель. Проведение антитеррористической операции на востоке Украины вызвало повреждения значительного числа объектов транспортной инфраструктуры и сделало невозможным использование целого ряда объектов сырьевой базы. В этих условиях возникает вопрос об обеспечении функционирования предприятий в первую очередь металлургического комплекса – непрерывных производств, которые находятся как в зоне АТО, так и в непосредственной близости от нее. В статье рассматривается вопрос обеспечения исходным сырьем предприятий города Мариуполя. **Методика.** Разработаны альтернативные варианты логистических цепей по поставке сырья на предприятия Мариуполя. Предложена методика оценки затрат на логистические операции на пути перемещения груза по логистической цепи. Благодаря использованию дифференцированного коэффициента страховых сборов учитывается в денежной форме потенциальный риск поставок. **Результаты.** Предварительными расчетами установлено, что существующая система поставки сырья не является оптимальной с точки зрения затрат на логистические операции, следовательно система работает нерационально. **Научная новизна.** Предложенная методика дает возможность определить рациональную схему поставки сырья с точки зрения логистических затрат. **Практическое значение.** Использование альтернативных систем поставки сырья, выбранных с помощью предложенной методики позволит сократить затраты на транспортировку, а также выбрать вариант с минимальной степенью риска. В свою очередь сокращения затрат на транспортировку позволит сократить производственные затраты и сократить конечную стоимость продукции, что повысит ее конкурентоспособность.

Ключевые слова: логистические схемы поставок, альтернативные пути, сырье, металлургическое производство, затраты.

Goal. Antiterrorist operation in eastern Ukraine caused considerable damage-relative number of transport infrastructure and making it impossible to use a variety of objects raw materials. In these circumstances, there is the question of ensuring the functioning of enterprises primarily metallurgical complex - process industries, which are both in the area of ATO, and in close proximity to it. The article deals with the issue of raw material enterprises in the city of Mariupol. **Methods.** Developed alternative supply chains for the supply of raw materials to the company

Mariupol. A method for estimating the cost of logistics operations to the movement of cargo supply chain. Through the use of differential coefficient insurance premiums accounted for in monetary terms the potential risk of supply. **Results.** Preliminary calculations found that the current system of supply raw material is not optimal in terms of the cost of logistics operations, thus the system is running inefficiently. **Scientific novelty.** The proposed method makes it possible to determine a rational scheme of supply of raw materials in terms of logistics costs. **Practical significance.** The use of alternative systems of supply of raw materials, selected by the proposed technique will reduce transportation costs, as well as choose the option with minimal risk. In turn, reduce the cost of transportation will reduce production costs and reduce the final cost of production, which will increase its competitiveness.

Keywords: supply chain logistics, alternative ways, raw materials, metallurgical production, costs.

Вступ

Проведення антитерористичної операції (АТО) на сході України, та наслідки проведення бойових дій, вносять значні корективи у логістичні схеми щодо постачання сировини, а також вивезення готової продукції з підприємств, що розташовані як в зоні АТО, так і у безпосередній близькості до неї.

Значних змін зазнав не лише обсяг та структура вантажообігу багатьох транспортних об'єктів – портів, вантажних терміналів, станцій, але й вся система організації перевезень вантажів [1].

Ці зміни вимагають розробки альтернативних варіантів транспортного забезпечення функціонування підприємств з урахуванням фактичного стану наявної інфраструктури, мінімізації транспортних витрат, а також максимальної стабільності постачань.

Мета

Метою статті є аналіз ситуації що склалася з транспортним забезпеченням процесу виробництва на підприємствах, які знаходяться біля зони проведення АТО, дослідження існуючих, а також розробка та оцінка альтернативних логістичних систем постачання сировини на ці підприємства та вивезення з них готової продукції.

Для розробки альтернативних логістичних систем транспортного забезпечення необхідно:

- визначити місця розташування витоків сировини та споживачів готової продукції, як сталих так і альтернативних;
- встановити розташування промислових об'єктів, до яких необхідно доставити сировину, та звідки вивозити готову продукцію;
- проаналізувати види транспорту, які можуть їх обслуговувати виходячи з інфраструктури, обладнання та виду вантажу;
- визначити потенційно можливі види транспорту та шляхи постачання сировини від витоків до споживачів;
- провести аналіз стану інфраструктури всіх видів транспорту, що будуть задіяні у логістич-

ному ланцюгу;

– оцінити кількість та вартість операцій на шляху слідування вантажу;

– провести порівняльний аналіз логістичних систем постачання сировини та вивезення готової продукції та обрати найбільш дешевий варіант.

Вирішення переліченого комплексу питань може дозволити обрати найбільш дешевий з точки зору витрат на транспортування логістичний ланцюг, що дозволить забезпечити функціонування виробничих підприємств в зоні прилеглий до зони АТО.

Аналіз публікацій

Через пошкодження інфраструктури Донецької залізниці склалася складна ситуація як з постачанням сировини для підприємств сходу України, так і з вивезенням готової продукції. Нестача сировини призвела до того, що частина підприємств вже зупинилася, інша – на межі зупинки [2].

В зоні ризику знаходиться значна кількість великих промислових підприємств – Єнакієвський, Алчевський, Донецький металургійний заводи, Донецький металопрокатний завод, Авдіївський коксохімічний завод, концерн «Стірол», північнодонецьке об'єднання «Азот», які повністю відрізані від постачання сировини з інших областей України. Ускладнено постачання сировини на металургійні підприємства Маріуполя – металургійний комбінат «Азовсталь» та комбінат Ілліча.

Розташування пошкоджених об'єктів залізничної інфраструктури станом на 01.01.2014 наведено на рис. 1.

Станом на 01.08.2014 Укрзалізниця не мала можливості здійснювати відправлення вантажних вагонів з більш ніж 50 станцій Донецької залізниці через пошкодження об'єктів інфраструктури – колії, мостів, шляхопроводів та контактної мережі. Перш за все це стосується Чаплінського залізничного напрямку з Донецька до західних регіонів України, на якому оберталося біля 70 % всіх вантажних поїздів [3].

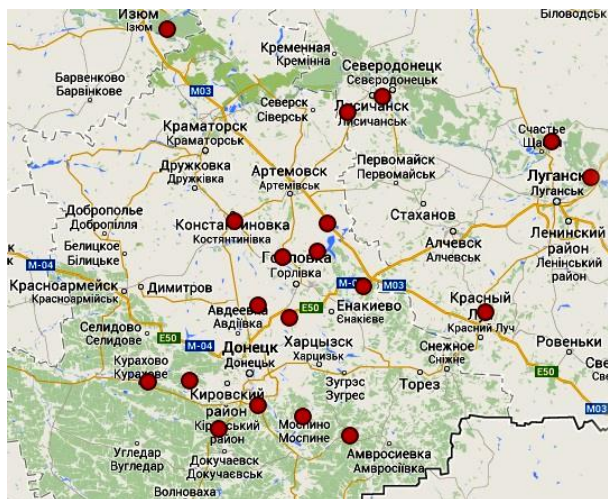


Рис. 1. Розташування пошкоджених об'єктів залізничної інфраструктури

Більшість вищеперелічених підприємств знаходяться на сьогодні в зоні, яка не контролюється Українською владою, тому питання забезпечення їх сировиною наразі не піднімається, але з підприємствами Маріуполя ситуація дещо інша [6]. Постачання підприємств відбувається в умовах обмеженої пропускної спроможності та постійної загрози повної перерви залізничного руху, що викликана пошкодженнями, які були наведені на рис. 1.

Металургійні підприємства є багатостадійними виробництвами з безперервним циклом, зупиняти їх складно та небезпечно, оскільки некерованість здатна призвести до технологічних аварій, екологічних та соціальних ризиків не лише для регіону, але й для сусідніх областей. В зв'язку з цим постачання принаймні мінімальних обсягів сировини важливе не лише для збереження підприємств, але й для запобігання техногенним аваріям [5].

Традиційним методом постачання сировини на заводи Маріуполя було перевезення залізничним транспортом з декількох напрямків: залізнична сировина постачалася з гірничо-збагачувальних комбінатів розташованих в районі Кривого Рогу; коксівне вугілля – з шахт Донбасу. Вантажопотік йшов по напрямку Донецьк – Красноармійськ – Чаплине і далі на Маріуполь. Потужний колійний розвиток та більшість двохпутних ділянок давали можливість повністю забезпечити необхідний обсяг постачань.

У зв'язку з пошкодженням інфраструктури (рис. 2) залишився єдиний альтернативний шлях: Ясинувата – Константинівка – Славянськ – Лозова, проте він дозволяє перевезення лише близько 40 % обсягів вантажів. Через це на під-

приємствах значно знизилася виробничі запаси, уповільнилося виробництво та з'явилася небезпека його повної зупинки.

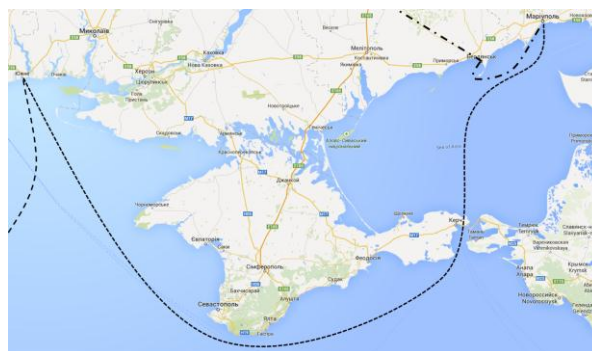
Ускладнення з використанням традиційних шляхів постачань призвели до необхідності розробки альтернативних логістичних систем перевезення сировини та вивезення готової продукції.

Одним з найбільш стабільних варіантів є постачання підприємств через Маріупольський морський торговельний порт, цей варіант працює вже на теперішній момент. Якщо раніше сировина постачалася по залізничним шляхам відразу на всі підприємства, то зараз вугілля, кокс та руда направляються в порти Южний, Бердянськ та Миколаїв, а там перевантажуються на суди, що йдуть в Маріупольський порт [3, 4].

Не зважаючи на наявність працюючої на теперішній момент схеми, залишається відкритим питання не лише розробки альтернативних шляхів постачання, але й диверсифікації ризиків, пов'язаних з пошуком інших постачальників сировини.

Зупинка або недосяжність більшості шахт, які видобувають коксівне вугілля на території Донецького басейну примушує шукати альтернативних постачальників, основними з яких є країни Африки та Австралія [12]. Частина потреб може компенсувати імпорт вугілля з Польщі, проте цей вантажопотік здебільшого спрямовується на коксохімічні заводи центрального регіону України.

В діючій на теперішній момент логістичній схемі коксівне вугілля постачається судами типу «Панамакс» до порту Южний, де відбувається перевантаження на судна з осадкою до 8 метрів та спрямовується в порт Маріуполь (рис. 2).



- - - постачання коксівного вугілля судами Панамакс;
- постачання коксівного вугілля судами мілкої осадки;
- постачання рудної сировини

Рис. 2. Схеми постачання коксівного вугілля та залізничної сировини на підприємства Маріуполя

Наведена логістична схема працює досить успішно, незважаючи на деяке удорожчання процесу транспортування, проте має суттєвий недолік – ризики, пов'язані з судноплаванням через Керченську протоку, що повністю контролюється Російською Федерацією, а отже може бути закрито в будь-який момент [13].

Методика

Зазначені фактори спонукають до виконання аналізу існуючих логістичних схем постачання сировини, а також до розробки альтернативних. При цьому слід враховувати множинну обмежень, які пов'язані не лише з фізичними факторами – наявною пропускнуною спроможністю, наявністю обладнання для вантажопереробки і т.і., але й з фінансовими та факторами ризику, що зумовлений потенційною можливістю зриву постачань.

В даному випадку ситуація наступна – маємо два великі промислові об'єкти, які можуть обслуговуватися залізничним, морським та автомобільним транспортом. В якості постачальника залізничної сировини розглядаємо гірничо-збагачувальні підприємства Криворізького басейну; коксівного вугілля – видобувні підприємства з Африки та Австралії. Постачання коксівного вугілля на першому етапі здійснюється морськими судами до одного з портів Чорноморського басейну. Задача полягає у виборі маршруту та виду транспорту для обслуговування підприємств з мінімальними витратами.

Існує багато методів оцінки доцільності використання тих чи інших маршрутів перевезення від різних постачальників в залежності від факторів, які є вагомими для підприємства – вартість сировини, відстань до постачальника, вартість транспортування [7, 9-11]. Однак є загальний спектр витрат, які мають місце при більшості перевезень:

- витрати, пов'язані з підготовкою продукції до відправлення;
- витрати на навантаження на транспортний засіб;
- сплата тарифу на перевезення продукції різними видами транспорту (без урахування перевезення морським транспортом у міжнародному сполученні);
- сплата страхового збору за страхування вантажу;
- витрати на перевантаження вантажу на шляху слідування;
- сплата митних зборів, податків та зборів при перетині кордону;
- витрати на розвантаження в пункті призначення.

начення.

Крім цього, присутні непрямі витрати, які пов'язані з витратою на вантажну масу «на колесах», які існують при будь-якому варіанті перевезення та значно залежать від швидкості перевезення.

В даному випадку доцільно скористатися загальноприйнятими методами оцінки цих витрат, та вважати ти з них, що не пов'язані безпосередньо з перевезенням сталими, а вибір варіанту транспортування здійснювати за оцінкою змінних та умовних факторів – таких як ризик або надійність постачань.

В якості базового варіанту використаємо існуючу систему постачань, що діє на теперішній момент, та була описана раніше.

Розглянемо можливі альтернативи:

1. Залізнична сировина повністю постачається залізничним транспортом; коксівне вугілля постачається судами до порту Южний, звідти малими судами в порт Маріуполь. Далі – промисловим залізничним транспортом.

2. Аналогічно першому варіанту, однак коксівне вугілля після розвантаження в порту Южний перевозиться залізничним транспортом.

Варіанти пов'язані з перевезенням частки вантажів автомобільним транспортом не розглядаються, через значний обсяг перевезень та велику відстань перевезення.

В якості критерію оцінки порівняльних варіантів приймемо сумарні логістичні витрати на постачання продукції підприємству:

$$C = \sum C_i \rightarrow \min \quad (1)$$

де C_i – витрати на кожну операцію, що виконується при переміщенні вантажу по логістичному ланцюгу.

Сформуємо вирази, для оцінки витрат по кожній з операцій:

– витрати, пов'язані з підготовкою продукції до відправлення:

$$C_1 = q_i \cdot c_i, \text{ грн} \quad (2)$$

де q_i – маса i -го вантажу, що підлягає перевезенню, т;

c_i – вартість підготовки до перевезення 1 тони i -го вантажу, грн/т.

– витрати на навантаження на транспортний засіб:

$$C_2 = q_i^{\text{пер}} \cdot c_i^{\text{пер}}, \text{ грн} \quad (3)$$

де $q_i^{\text{пер}}$ – маса i -го вантажу, що підлягає перевантаженню, т;

$c_i^{\text{пер}}$ – вартість перевантаження 1 тони i -го вантажу, грн/т.

– сплата тарифу на перевезення продукції:

$$C_3 = T \cdot n_i, \text{ грн} \quad (4)$$

де T – тариф на перевезення визначеної транспортної одиниці на встановлену відстань, грн/од;

n_i – кількість транспортних одиниць i -го типу, од, що визначається за формулою:

$$n_i = \frac{q_i}{P}, \text{ од} \quad (5)$$

де P – вантажопідйомність транспортних одиниць, т/од.

– сплата страхового збору за страхування вантажу:

$$C_4 = k_i \cdot q_i \cdot S_i, \text{ грн} \quad (6)$$

де k_i – страховий збір, що залежить від кількості, виду та типу ризиків;

S_i – вартість однієї тони i -го вантажу, грн/т.

– витрати на перевантаження вантажу на шляху слідування:

$$C_5 = p_i \cdot q_i \cdot r, \text{ грн} \quad (7)$$

де p_i – ставка за перевантаження 1 т i -го вантажу, грн/т;

r – кількість перевантажень.

– сплата митних зборів, податків та зборів при перетині кордону:

$$C_6 = T_i \cdot q_i + C_{\text{под}}, \text{ грн.} \quad (8)$$

де T_i – ставка митного збору на i -й вид вантажу, грн/т;

$C_{\text{под}}$ – ставка податку, грн.

– витрати на розвантаження в пункті призначення: визначаються аналогічно до вартості завантаження.

Вартість вантажної маси на колесах розраховуємо за методикою, викладеною в [15]:

$$C_{\text{вант}} = \frac{q_i \cdot S_i \cdot L}{8760 \cdot V}, \text{ грн} \quad (9)$$

де L – відстань перевезення вантажу, км;

V – швидкість перевезення вантажу, год;

8 760 – кількість годин у році, год.

Оскільки швидкість перевезення вантажів є різною для різних ділянок шляху або різних напрямків перевезень, то для розрахунків про-

понується використовувати формулу (9) у наступному вигляді:

$$C_{\text{вант}} = \frac{q_i \cdot S_i}{365} \cdot T_{\text{вант}}, \text{ грн} \quad (10)$$

де $T_{\text{вант}}$ – термін доставки вантажу, днів.

Врахування ризиків, які можуть мати місце в процесі переміщення вантажів по логістичному ланцюгу, відбувається при розрахунку вартості страхування - закладається у страховий збір, оскільки при перевезенні по небезпечним напрямкам його буде підвищено.

При розрахунку плати за перевезення слід враховувати, що для різних видів транспорту вона розраховується виходячи з різних методик та різних тарифних ставок.

При перевезенні морським транспортом має місце каботажне плавання, як великий каботаж – при перевезенні сировини з порту Южний до порту Маріуполь, так і малий – при перевезенні в Маріуполь з Бердянського порту. Крім того в розрахунку слід врахувати витрати на стояночні операції, портові та лоцманські збори.

Після визначення всіх перелічених складових по кожній з обраних логістичних систем перевезення, проводиться вибір одного з них на базі багатьох критеріїв, ранжуючи їх за ступенем важливості.

Для вибору можна скористатися однією з відомих методик – аналізу ієрархій, вибору на базі нечітких множин, або методикою, викладеною у [14].

Для одержання часових та надійні сних параметрів роботи логістичного ланцюга постачання сировини доцільно скористатися методами імітаційного моделювання [11], проте оскільки створення адекватної імітаційної моделі потребує великої кількості вихідних даних та може зайняти багато часу, для розрахунків скористаємося спрощеною методикою та встановимо ці характеристики за їх математичним очікуванням.

За попередніми розрахунками спираючись на сформовану модель калькуляції елементів витрат, та використовуючи для вибору найкращої логістичної схеми метод аналізу ієрархій, найбільш доцільним є вибір варіанту 2 – з постачанням всіх матеріалів залізницею.

Проте для більш раціонального вибору варіантів слід додатково сформувати систему обмежень, зокрема співвіднести виробничі потреби підприємства та реальну пропускну спроможність ділянок, що потребує подальших досліджень.

Результати

Попередні розрахунки, проведені з використанням приведеної методики показали, що більш вигідним є варіант 2 з максимальним обсягом постачання сировини залізничним транспортом (табл. 1).

Однак для надання рекомендацій щодо впровадження зазначеного варіанту необхідні поглиблені розрахунки, метою яких буде поглиблене дослідження наявної пропускнуої спроможності залізничного напрямку та співвідношення її з необхідними обсягами постачання.

Таблиця 1

Результати розрахунків транспортних витрат по варіантах

№ варіанту	Витрати на постачання*, млн.грн/рік.
Базовий	968,325
1	1 028,67
2	934,892

Примітка: * – при розрахунках враховано лише витрати на перевезення по території України, без урахування постачання морським транспортом із-за кордону.

Також доцільно розглянути в якості одного з конкурентних варіантів мультимодальне перевезення з залученням автомобільного транспорту на ділянках з недостатньою пропускнуою спроможністю.

Наукова новизна та практичне значення

Запропоновано альтернативні варіанти логістичних систем постачання сировини для забезпечення виробництва металургійних підприємств – комбінату Ілліча та Азовсталь міста Маріуполя. Розроблено базову методику розрахунку витрат на виконання операцій на шляху транспортування вантажу.

Вибір раціонального варіанту постачання за допомогою розробленої методики дозволить не лише скоротити витрати та собівартість продукції, а й підвищити стабільність постачань.

Висновки

У ситуації що склалася на теперішній момент: проведення активної фази АТО з нестійкою лінією розмежування, пошкодження залізничної інфраструктури, зміна напрямків вантажопотоків через неможливість використовувати історично складені витоки сировини з'являється необхідність у розробці нових логістичних систем постачання сировини до металургійних підприємств.

Схеми що працюють на теперішній момент були розроблені у короткі строки, для можливості у найкоротші терміни забезпечити сировиною підприємства Маріуполя. Деякі рішення, що застосовані в них, зокрема використання перевантаження з суден Панамакс до суден з малою осадкою та подальше їх прямування до порту Маріуполь, є досить суперечливим, та вимагає поглибленого аналізу.

Для можливості розробки та оцінки альтернативних варіантів логістичних ланцюгів постачання сировини на металургійні підприємства Маріуполя пропонується оцінювати витрати по кожній операції, а в якості цільової функції використати мінімум сумарних витрат.

Проведена за розробленою методикою попередня оцінка існуючого та запропонованих варіантів показала, що більш прийнятним є варіант з доставкою більшості вантажів залізничним транспортом. Проте слід зазначити – на теперішній момент при виконанні розрахунків не проводилося імітаційного моделювання процесу, через що можливі помилки у одержаних показниках. Тому для більш адекватної оцінки запропонованих систем планується проведення подальших досліджень.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Ерохин, А. Мы готовы полностью обеспечить выполнение намеченных программ [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.izimport.com.ua/component/content/article/45-2011-09-07-09-28-06/498-2014-11-10-14-56-00.pdf>.
2. Ліга бізнес: Что происходит с портовым бизнесом Ахметова после потери Крыма [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://biz.liga.net/print/all/transport/intervyu/2820376-cto-proiskhodit-s-portovym-biznesom-akhmetova-posle-poteri-kruma.htm>.
3. Центр транспортних стратегій: Линия жизни: что происходит на железных дорогах Донбасса [Електронний ресурс]. – Режим доступа: http://cfts.org.ua/articles/liniya_zhizni_uz_rasskazala_cto_proiskhodit_na_zheleznykh_dorogakh_donbassa_619/65020 – режим доступу.
4. Центр транспортних стратегій: Директор Мариупольского порта о новом пути доставки сырья на заводы Донбасса [Електронний ресурс]. – Режим доступа: http://cfts.org.ua/articles/direktor_mariupolskogo_porta_o_novom_puti_dostavki_syrya_na_zavody_donbassa_629 - режим доступу.
5. Бабич, В. К. Основы металлургического производства [Текст] / В. К. Бабич, Н.Д. Лукашин, А. С. Морозов и др. – Москва: Металлургия, 1988. – 272 с.
6. Forbes рассказал какие предприятия Донбасса пострадали от войны [Електронний ресурс] – Режим доступа: <http://lugradar.net/2014/11/46341>.

7. Бауэрсокс, Д. Д. Логистика: интегрированная цепь поставок [Текст] / Д. Д. Бауэрсокс, Д. Д. Клосс. – Москва: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2008. – 640 с.

8. Яневич, В. З. Логістичний підхід в управлінні перевезеннями на залізничному транспорті [Текст] / В. З. Яневич, А. М. Огороков // Вісник Дніпр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. академіка В.Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2007. – Вип. 17. – С.165-167.

9. Lenort R. Production logistics concepts and systems in metallurgical companies [Text] / R. Lenort, J. Felix // Abstracts of international conference Metal 2013 15.05 - 17.05.2013, Brno, Czech Republic, EU. – 2013.

10. Scarsi, R. Recovering supply chain cost efficiency through original logistics solutions: a case in the steel industry [Text] / R. Scarsi // Supply Chain Forum. – 2007. Vol. 8 - № 1. – p. 74 – 82.

11. Briano, E. Design and simulation of a steel supply chain: the case of Ferrania plant in Bormida valley [Text] / E. Briano, C. Caballini, F. Leonardo, E. Musso, R. Revetria // Proceedings of the 8th WSEAS International Conference on system science and simulation on engineering. 17.10 – 19.10.2009, University of Genova, Genova, Italy. – 2009. – p. 83 – 91.

12. Засядько, Н. Грузопотоки угля в Украине – разворот на 180 градусов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://cfts.org.ua/articles/gruzopotki_uglya_v_ukraine_razvorot_na_180_gradusov_666/.

13. Ницевич, А. Крым и морской транспорт [Текст] / А. Ницевич, Н. Мельников // Порты Украины. – 2014. – № 03 (135).

14. Besta, P. Monitoring the quality of suppliers of input raw materials in metallurgical production [Text] / P. Besta, M. Mikolas, F. Zapletal, J. Haverland, M. Hendrych // Abstracts of international conference Metal 2013 15.05 - 17.05.2013, Brno, Czech Republic, EU. – 2013.

15. Тихонов, К. К. Технично-економическіе расчеты в эксплуатации железных дорог [Текст] / К. К. Тихонов. – Москва: Трансжелдориздат, 1962. – 252 с.

Стаття рекомендована до публікації д.т.н., проф. Альошинским Е. С. (Україна)

Надійшла до редколегії 13.12.2014.

Прийнята до друку 15.12.2014.