

УДК 656.21

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.156.2015.66211>

**РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ РАЦІОНАЛІЗАЦІЇ РОБОТИ
ПРИКОРДОННИХ ПЕРЕДАВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ СИСТЕМИ
УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ**

Д-р техн. наук Є.С. Альошинський, асистенти О.С. Пестременко-Скрипка, К.В. Таратушка

**РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА РАЦИОНАЛИЗАЦИИ
РАБОТЫ ПОГРАНИЧНЫХ ПЕРЕДАТОЧНЫХ СТАНЦИЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ**

Д-р техн. наук Е.С. Алёшинский, ассистенты О.С. Пестременко-Скрипка, К.В. Таратушка

**DEVELOPMENT A MATHEMATICAL MODEL OF THE PROCESS RATIONALIZING THE
WORK OF BOUNDARY TRANSFER STATIONS IN THE APPLICATION RISK MANAGEMENT
SYSTEM**

Doct. of techn. sciences E. Alyoshinsky, asistents O. Pestremenko-Skripka, K. Taratushka

Тривалість обробки поїздів на прикордонних передавальних станціях значно перевищує час, необхідний на оформлення документів, митний і прикордонний огляд, виконання технічних і комерційних операцій. Скорочення часу доставки вантажів можливо досягти за рахунок зменшення технологічного часу обробки поїздів на прикордонних передавальних станціях. Таку можливість дає система управління ризиками (СУР), яка заснована на принципі вибіркової оглядових операцій при переробці міжнародного вантажопотоку.

Ключові слова: прикордонна передавальна станція, система управління ризиками, технологічні операції, коефіцієнт простою.

Продолжительность обработки поездов на пограничных передаточных станциях значительно превышает время, необходимое на оформление документов, таможенный и пограничный осмотр, выполнение технических и коммерческих операций. Сокращения времени доставки грузов возможно достичь за счет уменьшения технологического времени обработки поездов на пограничных передаточных станциях. Такую возможность дает система управления рисками (СУР), которая основана на принципе избирательности смотровых операций при переработке международного грузопотока.

Ключевые слова: пограничная передаточная станция, система управления рисками, технологические операции, коэффициент простоя.

The continuous increase in the volume of foreign trade operations requires continuous improvement of the organization of international transportation and improvement of border transfer stations. Processing trains at border transfer stations is being developed, based on the technical equipment of the station, taking into account local features of their work. The processing times of trains at border transfer stations far exceeds the time required for paperwork, customs and border inspection, the implementation of technical and commercial operations. Reduce the time of cargo delivery may be achieved by reducing technological processing time of trains at border transfer stations. This gives the risk management system (RMS), which is based on the principle of selective observation of operations in processing of international cargo traffic. Introduction of system analysis and selection of risk factors will allow border transfer stations of Ukraine focus on priority areas of work and more efficient use of available resources.

Keywords: boundary transfer station, risk management system, manufacturing operations, coefficient of downtime.

Вступ. Безперервне збільшення обсягу зовнішньоторговельних операцій вимагає постійного вдосконалення організації міжнародних перевезень і поліпшення роботи

прикордонних передавальних станцій. На залізничному транспорті, де робота всіх ланок взаємопов'язана, труднощі, яких зазнають на окремих прикордонних передавальних

станціях, серйозно позначаються на загальному рівні експлуатаційної роботи мережі залізниць [1,2].

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Розглядаючи технологію функціонування прикордонних передавальних станцій, а саме спектр формування параметричних характеристик факторів, що впливають на визначення величини простою експортно-імпортних та транзитних вагонів на станції в умовах невизначеності, доцільно використовувати методологію системного підходу у розробленні задачі мінімізації

простоїв вагонів на станції за рахунок впровадження спрощеної технології обробки вагонопотоків [3]. Таку можливість дає система управління ризиками (СУР), заснована на принципі вибіркової оглядових операцій при переробці міжнародного вантажопотоку, що спирається на аналіз можливості виникнення ризиків незаконних переміщень вантажів через митний кордон України [4].

Основна частина дослідження.

Визначення часу обробки транзитного поїзда з повним циклом прикордонних операцій, згідно з рекомендованим типовим графіком [5, 6], можна задати такою залежністю:

$$T_{обр}^{mp} = T_1 + T_2 \cup T_3 \cup T_4 \cup (T_5 + T_6 + T_7) + T_8 + T_9 \cup T_{10} \cup T_{11} \geq 2,83 \text{ год}, \quad (1)$$

де T_1 – отримання перевізних документів, закріплення состава, відчеплення та виїзд поїзного локомотива, огороження состава;

T_2 – технічний огляд та безвідчіпний ремонт вагонів;

T_3 – комерційний огляд і усунення комерційних несправностей;

T_4 – прикордонний та митний контроль вагонів та інші види контролю;

T_5 – попередня обробка перевізних документів;

T_6 – передача ППВ, перевізних документів митним й іншим контролюючим органам;

T_7 – оформлення перевізних документів компетентними органами;

T_8 – коригування ППВ і відповідні операції з перевізними документами;

T_9 – прикордонний та митний контроль при відправленні транзитного поїзда за кордон;

T_{10} – пакетування перевізних документів;

T_{11} – зняття огороження, заїзд і причеплення поїзного локомотива, зняття

закріплення, випробування гальм, вручення документів машиністу та відправлення поїзда.

Для запровадження СУР було сформовано базу даних для визначення рівня ризиків. Для цього був оброблений масив статистичних даних прикордонних передавальних станцій Південної залізниці та станції Вадул-Сірет Львівської залізниці за останні сім років і виявлено основні фактори, які слід враховувати при розрахунку рівня ризику [7]:

- номенклатура вантажу;
- країна призначення та відправлення;
- тип рухомого складу;
- фактурна вартість вантажу;
- вага нетто.

Якщо виявлено високий рівень ризику, вантажні вагони потрапляють до червоної зони ризику і технологічні операції виконуються з повним циклом прикордонних операцій, а тривалість обробки транзитного поїзда може бути розрахована за формулою

$$T_{обр}^{mp} = f[T_1(P_{10})] + f[T_2(P_1, P_{10})] \cup f[T_3(P_2, P_{10})] \cup f[T_4(P_7, P_{11}, P_{10})] \cup (f[T_5(P_3, P_4, P_5, P_6, P_8, P_9, P_{10})] + f[T_6(P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10})] + f[T_7(P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}, P_{11})] + f[T_8(P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}, P_{11})] + f[T_9(P_7, P_{11}, P_{10})] \cup f[T_{10}(P_{10})] \cup f[T_{11}(P_{10})]) \rightarrow \min \quad (2)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum P_i = 11; \\ T_1 \geq 0,083; \\ T_2 \geq 1; \\ T_3 \geq 1; \\ T_4 \geq 1; \\ T_5 \geq 0,25; \\ T_6 \geq 0,17; \\ T_7 \geq 1,5; \\ T_8 \geq 0,5; \\ T_9 \geq 0,17; \\ T_{10} \geq 0,25; \\ T_{11} \geq 0,25; \\ f(T_2, T_3, T_4) = \max[f(T_2) : f(T_3) : f(T_4)]; \\ T_{обр}^{mp} \geq 2,83 \end{array} \right.$$

$$P_i = f[H(\alpha_j), K(\beta_j), G(\mu_j), F(s_j), M(t_j)] \quad (3)$$

де P_i – типи затримок (P_1 – служба вагонного господарства; P_2 – служба комерційного господарства; P_3 – транспортно-експедиційні причини; P_4 – служба перевезень; P_5 – ветеринарна служба; P_6 – карантинна служба; P_7 – прикордонна служба; P_8 – екологічна служба; P_9 – санітарно-епідеміологічна служба; P_{10} – інші причини, які не залежать від служб; P_{11} – митна служба);

$H(\alpha_j)$ – множина номенклатурних вантажів;

$K(\beta_j)$ – множина можливих країн виробників;

$G(\mu_j)$ – множина основних типів рухомих складів;

$F(s_j)$ – множина діапазонів фактурних вартостей вантажів;

$M(t_j)$ – множина категорій вантажів за ваговою характеристикою.

Якщо при моделюванні виробничої ситуації обробки заданого типу відправлення система СУР видає для певної групи вагонів (або поїзда) середній рівень ризику затримки

вагонів (помаранчева зона СУР), то можливі певні корегування в послідовності та часі виконання заданих операцій.

Дослідження довели, що в більшості країн світу, де вже впроваджено аналогічні СУР системи, крім значного скорочення часу на виконання певних операцій, деякі операції взагалі виключаються або виконуються у попередній, до прибуття поїзда на станцію, період часу [8,9].

Після аналізу, проведеного з використанням методу експертних оцінок, пропонується скоротити операції з технічного та комерційного огляду, виключити попередню обробку перевізних документів ПрикордонТЕКом у зв'язку з тим, що документи в електронному вигляді надходять на станцію заздалегідь, і зменшити час проведення прикордонного, митного та інших видів контролю. Тоді тривалість обробки транзитного відправлення можна визначити за формулою (4)

$$T_{обр}^{mp'} T_1 + (K_n \cdot T_2 \cup T_3 \cup T_4 \cup T_7) + T_8 + T_9 \cup T_{10} \cup T_{11} \geq 1,6720d. \quad (4)$$

$$T_{обр}^{mp'} = f[T_1(P_{10})] + (K_n \cdot f[T_2(P_1, P_{10})] \cup f[T_3(P_2, P_{10})] \cup f[T_4(P_7, P_{11}, P_{10})] \cup f[T_7(P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}, P_{11})] + f[T_8(P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}, P_{11})] + f[T_9(P_7, P_{11}, P_{10})] \cup f[T_{10}(P_{10})] \cup f[T_{11}(P_{10})]) \rightarrow \min$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum P_i = 11; \\ T_1 \geq 0,083; \\ T_2 \geq 1; \\ T_3 \geq 1; \\ T_4 \geq 1; \\ T_5 \geq 0,25; \\ T_6 \geq 0,17; \\ T_7 \geq 1,5; \\ T_8 \geq 0,5; \\ T_9 \geq 0,17; \\ T_{10} \geq 0,25; \\ T_{11} \geq 0,25; \\ f(T_2, T_3, T_4) = \max[f(T_2) : f(T_3) : f(T_4)]; \\ K_n = [0,50 : 0,70]; \\ T_{обр}^{mp'} \geq 1,67 \end{array} \right.$$

де K – коефіцієнт, що враховує простій вагонів під прикордонними, митними та іншими видами контролю, які потрапляють до певної зони ризику затримки вагонів.

Якщо при моделюванні виробничої ситуації обробки заданого типу відправлення СУР видає для певної групи вагонів низький рівень ризику (жовта зона СУР), то

пропонується скоротити операції з технічного і комерційного огляду, виключити попередню обробку та передачу перевізних документів митним й іншим контролюючим органам, і зменшити прикордонний, митний та інші види контролю. Тривалість обробки транзитного поїзда визначатиметься за формулою (5)

$$T_{обр}^{mp''} = T_1 + K_n \cdot T_2 \cup T_3 \cup K_{жс} \cdot T_4 \cup T_7 + T_8 + T_{10} \cup T_{11} \geq 1,42 год. \quad (5)$$

$$\begin{aligned} T_{обр}^{mp''} = & f[T_1(P_{10})] + (K_n (f[T_2(P_1, P_{10})] \cup f[T_3(P_2, P_{10})]) \cup K_{жс} (f[T_4(P_7, P_{11}, P_{10})]) \cup \\ & \cup f[T_7(P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}, P_{11})]) + f[T_8(P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}, P_{11})] + f[T_{10}(P_{10})] \cup \\ & \cup f[T_{11}(P_{10})] \rightarrow \min \end{aligned}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum P_i = 11; \\ T_1 \geq 0,083; \\ T_2 \geq 1; \\ T_3 \geq 1; \\ T_4 \geq 1; \\ T_5 \geq 0,25; \\ T_6 \geq 0,17; \\ T_7 \geq 1,5; \\ T_8 \geq 0,5; \\ T_9 \geq 0,17; \\ T_{10} \geq 0,25; \\ T_{11} \geq 0,25; \\ f(T_2, T_3, T_4) = \max[f(T_2) : f(T_3) : f(T_4)]; \\ K_n = [0,50 : 0,70]; \\ K_{жс} = [0,30 : 0,50]; \\ T_{обр}^{mp''} \geq 1,42 \end{array} \right.$$

Зелена зона означає, що даних щодо ризикованості зовнішньоекономічної операції немає. Тому вантаж не потребує попередньої обробки, передачі, оформлення та коригування

перевізних документів ПрикордонТемом, митними та іншими контролюючими органами. Тривалість обробки поїзда розраховується за формулою (6)

$$T_{обр}^{mp'''} = T_1 + K_3(T_2 \cup T_3) + T_{10} \cup T_{11} \geq 0,57 \text{ год.} \quad (6)$$

$$T_{обр}^{mp'''} = f[T_1(P_{10})] + K_3(f[T_2(P_1, P_{10})] \cup f[T_3(P_2, P_{10})]) + f[T_{10}(P_{10})] \cup \\ \cup f[T_{11}(P_{10})] \rightarrow \min$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum P_i = 11; \\ T_1 \geq 0,083; \\ T_2 \geq 1; \\ T_3 \geq 1; \\ T_4 \geq 1; \\ T_5 \geq 0,25; \\ T_6 \geq 0,17; \\ T_7 \geq 1,5; \\ T_8 \geq 0,5; \\ T_9 \geq 0,17; \\ T_{10} \geq 0,25; \\ T_{11} \geq 0,25; \\ f(T_2, T_3, T_4) = \max[f(T_2) : f(T_3) : f(T_4)]; \\ K_3 = [0,15 : 0,30]; \\ T_{обр}^{mp''} \geq 0,72. \end{array} \right.$$

На рисунку наведено динаміку зміни тривалості виконання технологічних операцій при обробці транзитного поїзда з повним циклом прикордонних операцій за умовними зонами ризику.

Аналогічним чином розраховують тривалість переробки транзитного поїзда з повним циклом прикордонних операцій та час обробки поїзда свого формування за рівнем ризику.

Таким чином, за результатами розрахунків тривалість обробки транзитного поїзда з повним циклом прикордонних операцій можна скоротити до 0,57 год, час переробки транзитного поїзда – до 0,38 год, а тривалість обробки поїзда свого формування – до 0,60 год.

Згідно з аналізом статистичних даних прикордонних передавальних станцій Південної залізниці, за останні п'ять років простій у експортно-імпортному та

транзитному сполученнях складає 49423 ваг, з яких 42,6 % потрапляє до червоної зони СУР, по 16,7 % ваг – до помаранчевої та жовтої зони ризиків і до зеленої зони – 24 % [10].

Середній час простою після впровадження системи при обробці транзитного поїзда складатиме 1,86 год, при обробці транзитного поїзда, що надійшов у переробку – 1,17 год, при обробці поїзда свого формування – 1,90 год.

З цього випливає, що існує можливість скорочення непродуктивних простоїв і тоді загальний економічний ефект може складати (7)

$$E = (t_n \cdot m' - t_\phi \cdot m'') \cdot C_{\text{с-з}}, \quad (7)$$

де t_n – плановий час простою вагонів при обробці поїздів з повним циклом прикордонних операцій, год;

t_{ϕ} – фактичний час простою вагонів після впровадження СУР, год;

C_{6-2} – вартість вагоно-години простою, грн;

m' – число затриманих вагонів у експортно-імпортному та транзитному сполученнях, ваг;

m'' – число затриманих вагонів у експортно-імпортному та транзитному сполученнях після впровадження СУР.

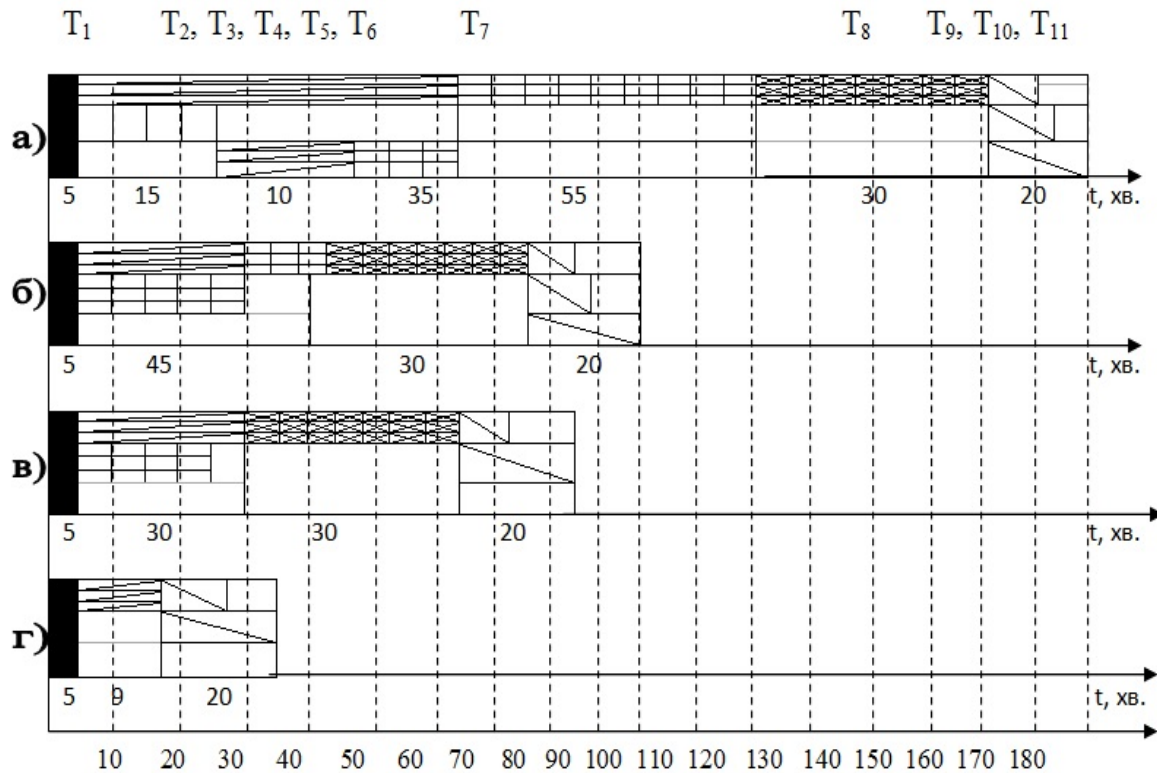


Рис. Динаміка зміни тривалості виконання технологічних операцій при обробці транзитного поїзда з повним циклом прикордонних операцій:

а – червона зона СУР; б – помаранчева зона СУР; в – жовта зона СУР; г – зелена зона СУР

Економічний ефект при обробці транзитного поїзда складатиме:

$$E = (3,00 \cdot m' - 0,57 \cdot m'') \cdot C_{6-2}.$$

При переробці транзитного поїзда економічний ефект складатиме:

$$E = (2,00 \cdot m' - 0,38 \cdot m'') \cdot C_{6-2}.$$

Ефект при обробці поїзда свого формування складатиме:

$$E = (3,00 \cdot m' - 0,60 \cdot m'') \cdot C_{6-2}.$$

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Для удосконалення технології роботи прикордонних передавальних станцій при обслуговуванні міжнародних вагонопотоків доцільно впровадити систему управління ризиками, яка дасть змогу скоротити час простою, число затриманих вагонів та прискорити доставку вантажів у міжнародному сполученні. Запропонована математична модель процесу раціоналізації роботи прикордонних передавальних станцій при застосуванні СУР дозволить проводити моделювання системи управління обслуговування міжнародних вагонопотоків з урахуванням факторів ризику.

Список використаних джерел

1. Загальне положення про залізничну станцію, затверджене наказом Укрзалізниці № 1041-ЦЗ від 30.12.2004. ЦД-0054 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://scbist.com/dokumenty-ukrzal-znic/21640-cd-0054-zagalne-polozhennya-pro-zal-znichnu-stanc-yu-zatverdzhene-nakazom-ukrzal-znic-v-d-30-12-2004-1041-cz.html>. – Загл. з екрану.
2. Про Комплексну програму розбудови державного кордону України. Указ президента України №596/93 16.12.1993 р. Із змінами, внесеними згідно з Указами Президента №70/99 від 27.01.1999, №963/2009 від 24.11.2009 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/596/93>. – Загол. з екрану.
3. Лакин, И.К. Анализ основных показателей работы железнодорожного транспорта [Текст] /И.К. Лакин // Наука и транспорт: науч.-техн. сб. – М.: Транспорт, 2007. – С. 60-63.
4. Альошинський, Є.С. Аналіз впливу простою міжнародного вагонопотоку на оборот вагона [Текст] / Є.С. Альошинський, О.С. Пестременко-Скрипка // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 137. – С. 24-30.
5. Практичні рекомендації щодо складання технологічного процесу роботи дільничної станції [Текст] // Державний економіко-технологічний університет. – К., 2010.
6. Практичні рекомендації щодо складання технологічного процесу роботи сортувальної станції [Текст] // Державний економіко-технологічний університет (ДЕТУТ). – К., 2010.
7. Пестременко-Скрипка, О.С. Аналіз надійності процедури пропуску міжнародного вантажопотоку через прикордонні передавальні станції в умовах впровадження системи управління ризиками (СУР) [Текст] / О.С. Пестременко-Скрипка, Є.С. Альошинський, С.В. Водошняк [та ін.] // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 150. – С. 17-24.
8. Митний кодекс України. Розділ XI. Митний контроль. Глава 52. Система управління ризиками (ст. 361-363) [Електронний ресурс] / Державна фіскальна служба України. – Режим доступу: <http://sta-sumy.gov.ua/mk/rozdil-11/glava-52/>.
9. Система управления рисками в таможенном контроле [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kazedu.kz/referat/96169>.
10. Пестременко-Скрипка, О.С. Рационализация технологии работы пограничных передаточных станций Украины [Текст] / Є.С. Альошинський, А.Н. Огарь, О.С. Пестременко-Скрипка // Palmarium Academic Publishing. – С. 33-44.

Альошинський Євген Семенович, д-р техн. наук, професор кафедри транспортних систем та логістики Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-19-55. E-mail: aes-upp@mail.ru.
Пестременко-Скрипка Оксана Сергіївна, асистент кафедри залізничних станцій та вузлів Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42. E-mail: ksju2910@mail.ru.
Таратушка Костянтин Володимирович, асистент кафедри залізничних станцій та вузлів Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42. E-mail: kostiktar@ukr.net.

Alyoshinsky Evgeny professor department of transport systems and logistics of the Ukrainian state University of railway transport. Ph.: (057) 730-19-55. E-mail: aes-upp@mail.ru.
Pestremenko-Skripka Oksana asistent department of railway stations and units of the Ukrainian state University of railway transport. Ph.: (057) 730-10-42. E-mail: ksju2910@mail.ru.
Taratushka Kostyantyn asistent department of railway stations and units of the Ukrainian state University of railway transport. Ph.: (057) 730-10-42. E-mail: kostiktar@ukr.net.

Стаття прийнята 02.07.2015 р.