

УДК 656.21:681.3

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.156.2015.66372>

**НАУКОВІ ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СППР ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛУ ЗАЛІЗНИЧНОЇ СТАНЦІЇ**

Кандидати техн. наук Г.С. Бауліна, М.М. Кузнецов, магістри В.В. Зоненко, Я.В. Тренкеншу

**НАУЧНЫЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СППР ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ**

Кандидаты техн. наук А.С. Баулина, М.М. Кузнецов, магистры В.В. Зоненко, Я.В. Тренкеншу

**THE SCIENTIFIC APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF INTELLECTUAL DSS OF OPERATIONAL STAFF OF THE RAILWAY STATION**

Candidates of techn. sciences G. Baulina, M. Kuznetsov, masters V. Zonenko, Y. Trenkenshu

*Розглянуто наукові підходи до створення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень чергового по станції (маневрового диспетчера) та комерційного агента. Система моделює інтелектуальну діяльність на основі компоненти, що акумулює знання професіоналів, тобто бази знань, яка являє собою сукупність знань з технології роботи станції. Базу знань у системі запропоновано подати у вигляді семантичних мереж. Розглянуто процес формування подачі вагонів*

на вантажний фронт та розроблено семантичну мережу, спосіб формалізації якої запропоновано на графовій структурі.

**Ключові слова:** інтелектуальна система підтримки прийняття рішень, база знань, семантична мережа, черговий по станції, комерційний агент.

Сформированы подходы к созданию интеллектуальной системы поддержки принятия решений дежурного по станции (маневрового диспетчера) и коммерческого агента. Система моделирует интеллектуальную деятельность на основе компоненты, которая аккумулирует знания профессионалов, то есть базы знаний, которая представляет собой совокупность знаний по технологии работы станции. Базу знаний в системе предложено представить в виде семантических сетей. Рассмотрен процесс формирования подачи вагонов на грузовой фронт и разработана семантическая сеть, способ формализации которой предложен на графовой структуре.

**Ключевые слова:** интеллектуальная система поддержки принятия решений, база знаний, семантическая сеть, дежурный по станции, коммерческий агент.

*It was considered the scientific approaches to the creation of intellectual sistem of support systems of operational staff at the railway station. The intelligent sistem will provide a high level of intellectualization of activity during making decision in problem situations that is characterized by great complexity, uncertainty and weak structuring. It will help for a person to use the data and models to identify and to solve the problems and to make the decisions. This system will not only collect an information and publish the results, but and analyze the complex of data to provide the specific options in certain situations. The system simulates the intellectual activity-based on components that accumulates the knowledges of professionals, or the knowledge base, that is a body of knowledge of the technology of the railway station working. The knowledge base in the system was proposed to represent as semantic networks. It was consider the process of formation of freight wagons in freight front and developed a semantic network, which offered as a way to formalize it in graph structure. The problem of finding a solution in the Semantic network resolved when it comes to the task of searching the network fragment corresponding the staged request. The prevailing model in the form of a semantic network proposed as the basis for the building of intellectual decision support system for the duty staff of the station (shunting dispatcher) and for the commercial agent for controlling the technological processes. For the person, who makes the decision, the system will provide a relevant information and the recommendations that facilitate the decision-making in a train situation that appear on that moment.*

**Keywords:** intellectual decision support system, knowledge base, semantic network, station duty officer, a commercial agent.

**Вступ.** На сьогодні стан автоматизації у сфері управління перевізним процесом на залізницях України характеризується нижченаведеними основними особливостями. Існуючі комплекси в основному є інформаційними базами даних. Вони не забезпечують підтримку прийняття рішень, не дають змоги керувати технологічними процесами в реальному часі, планувати роботу, моделювати та прогнозувати розвиток ситуації.

**Постановка проблеми.** Вантажоперевезення є одними з головних процесів основної діяльності Укрзалізниці та залежать від багатьох факторів і часто потребують не тільки суворого дотримання правил роботи, а й прийняття оперативних рішень. Основною перешкодою цьому служить людський фактор.

Зменшити його вплив можна тільки через створення ефективних і грамотних автоматизованих систем. І чим більше ланок транспортного ланцюжка працюють в автоматизованій системі, що забезпечують єдиний інформаційний простір, тим помітніший ефект від їх упровадження. Таким чином, створення інтелектуальних систем у сфері залізничних перевезень – це об'єктивна необхідність теперішнього часу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Останнім часом чимало уваги приділяється питанням упровадження інтелектуальних технологій на залізничному транспорті. Автори роботи [1] розглянули підходи до формування інтелектуальних систем управління рухом поїздів з використанням як

самого рухомого складу, так і його окремих вузлів та деталей для відстеження строку їх служби. Методологію інтелектуального супроводу технологічних процесів на залізничному транспорті детально розглянуто в роботі [2], у якій запропоновано принципи вибору моделей і технологію їх використання при побудові інтелектуальних автоматизованих систем управління транспортними технологічними процесами, доведено необхідність створення інтелектуального інформаційного середовища на залізничному транспорті для вдосконалення управління процесами перевезень. У рамках підвищення рівня інтелектуалізації діючих систем управління перевізним процесом передбачається суттєве розширення технічних засобів для вантажного руху, включаючи систему автоматичної ідентифікації технічних засобів, розподілену систему управління гальмами вантажного поїзда по радіоканалу та ін. [3]. У праці [4] розглянуто інтегровану автоматизовану систему управління станцією, яка керує роботою станції в режимі реального часу на основі даних, отриманих з пристроїв автоматики та за допомогою супутникової навігаційної системи.

**Визначення мети та задачі дослідження.** Метою статті є формування наукових підходів до створення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень оперативного персоналу залізничної станції. Для реалізації зазначеної мети необхідно розглянути структуру інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень (ІСППР), розробити семантичну мережу однієї із ланок технологічного процесу станції, що є моделлю для подання знань у базі знань ІСППР.

**Основна частина дослідження.** Перейти на якісно новий рівень в організації ефективної роботи залізничних станцій із забезпеченням мінімальних простоїв вагонів дасть змогу впровадження інтелектуальних технологій. Це дасть можливість упроваджувати нові методи роботи, відмовлятися від зайвих виробничих операцій, оптимізувати технологічні процеси.

Отже, сьогочасна спрямованість при формуванні автоматизованих робочих місць повинна базуватись на розробленні та впровадженні інтелектуальної системи в режимі реального часу для підтримки прийняття рішень оперативного персоналу, що забезпечить високий рівень інтелектуалізації

діяльності під час прийняття рішень у проблемних ситуаціях, які характеризуються великою складністю, невизначеністю та слабкою структурованістю [5]. ІСППР допоможе людині використовувати дані та моделі для ідентифікації та вирішення завдань і прийняття рішень. Ця система буде не тільки накопичувати інформацію та видавати результати, а й аналізувати комплекс даних для надання конкретних варіантів дій у певній ситуації [6, 7]. Метою впровадження такої системи є підвищення ефективності рішень, що приймають черговий по станції (маневровий диспетчер) та комерційний агент.

Запропонована інтелектуальна система моделює інтелектуальну діяльність на основі компоненти, що акумулює знання професіоналів, тобто бази знань, яка являє собою сукупність знань з технології роботи залізничних станцій, що записані на машинний носій у формі, зрозумілій людині [8]. Система також містить динамічну базу даних, блоки логічних висновків, пояснень та здобуття знань, інтерфейс користувача та експерта (рис.1).

Динамічна база даних (ДБД) містить оперативну інформацію про ситуації на вантажній станції. У ДБД зберігається необхідна для функціонування ІСППР конкретна формалізована інформація про станційні об'єкти та їх властивості: кількість вагонів, що подаються та прибираються на вантажний фронт, інформація про перевізний процес за минулий період і теперішній час та ін. Інформація в ДБД оновлюється у міру вводу працівниками станції повідомлень про виконання технологічних операцій.

Блок логічних висновків здійснює пошук рішення побудовою ланцюгів логічних доведень. Механізм імітує процес міркувань експерта так само, як база знань імітує його пам'ять. Механізм працює циклічно. У кожному циклі він переглядає всі правила, щоб виявити серед них ті, умови яких збігаються з відомими на даний момент фактами з робочої області [9].

Блок пояснень – програма, що надає пояснення, відповіді на всі питання, пояснює, як виведено логічний висновок.

Система пояснень в ІСППР реалізується різними способами:

- набір інформаційних довідок про стан системи в момент припинення її роботи;
- повний або частковий опис поданого системного шляху по дереву рішень;

– список гіпотез, що перевіряються;

– список цілей, які керують роботою системи, і шляхів їх пояснень.

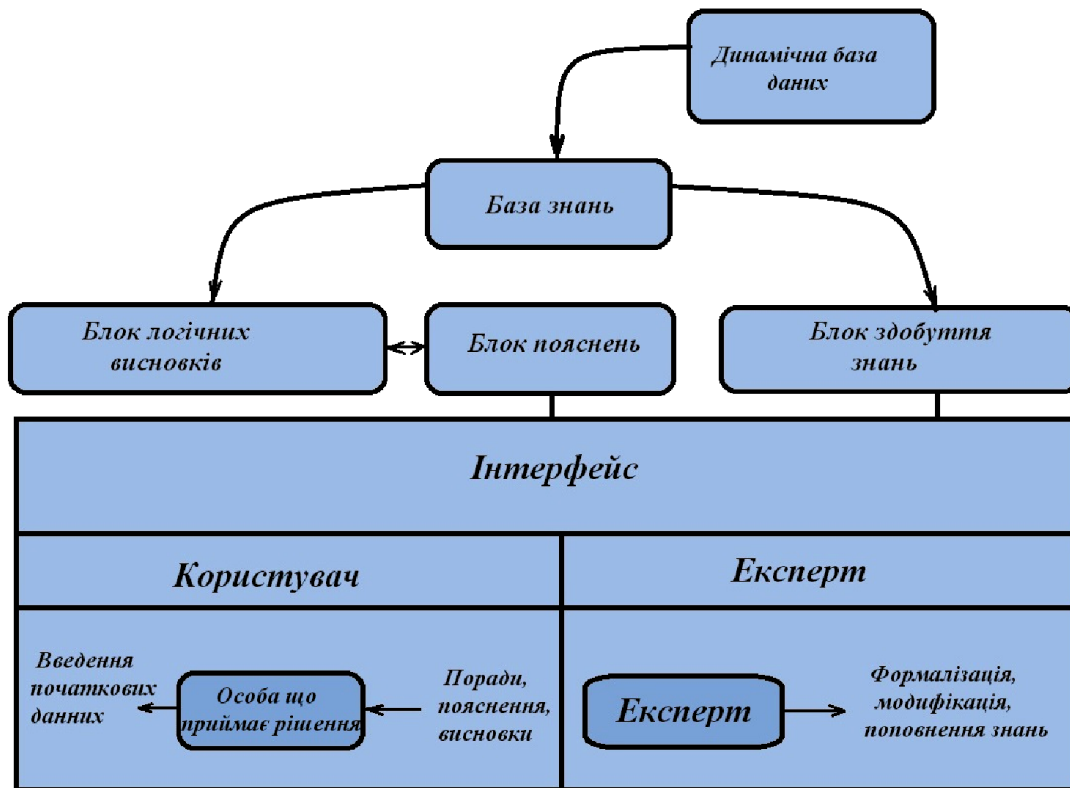


Рис. 1. Структура інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень

Блок здобуття знань полягає у формуванні емпіричних залежностей із знань.

При прийнятті рішень людині надається можливість: виконувати візуалізацію необхідної інформації, формалізувати процес надходження рішень, використовуючи запропоновані ІСППР варіанти; використовувати формальні процедури узгодження при прийнятті колективних рішень.

В ІСППР використовуються сучасні математичні методи і комп'ютерні технології, які дають змогу людині, яка приймає рішення, вирішувати слабоструктуровані задачі, і такі, що потребують обробки значних обсягів інформації для пошуку обґрунтованих рішень.

Людино-машинна процедура прийняття рішень за допомогою ІСППР являє собою циклічний процес взаємодії людини й комп'ютера. Цикл складається з фази аналізу та постановки задачі для комп'ютера, що проводить людина, яка приймає рішення, і фази

оптимізації (пошуку рішення), яку проводить комп'ютер.

Технологічні процеси, що проходять на залізничних станціях, залежать від взаємодії великого числа різноманітних компонентів, об'єктів, умов, які у свою чергу можуть поводити себе по-різному, у залежності від ситуації, що склалася. У відносно невеликому обсязі пам'яті інтелектуальні системи повинні зберігати велику кількість інформації про задачі, що вирішуються в системі в процесі її функціонування. Вирішення цієї проблеми можливе лише при спеціальній організації бази знань.

Подання знань у базі знань – одна з основних проблем штучного інтелекту. Необхідно обрати модель для подання знань, тобто вирішити питання, у якій формі в пам'яті електронно-обчислювальної машини (ЕОМ) повинні бути подані знання, як ці знання доцільно організувати, щоб ЕОМ змогла

якнайкраще скористатися ними при вирішенні різноманітного роду інтелектуальних задач. Тому одним із кращих видів організації бази знань є мережеві моделі, а саме семантичні мережі.

Семантична мережа – інформаційна модель предметної області, що має вигляд орієнтованого графа, вершини якого відповідають об'єктам предметної області, а дуги задають відношення між ними. Об'єктами можуть бути поняття, події, процеси, різні ситуації. Таким чином, семантична мережа є одним із способів подання знань у базі знань інтелектуальної системи.

Як відносини найбільш часто використовуються такі: структурні, родові, виробничі, функціональні, кількісні, просторові, тимчасові, логічні. У різних варіаціях семантичних мереж для відображення понять використовуються різні геометричні примітиви: прямокутники, овали, прямокутники з округленими кутами [9].

Формально семантичну мережу можна задати в такому вигляді [10, 11]:

$$H = \langle I, C, G \rangle, \quad (1)$$

де  $I$  – множина інформаційних одиниць;

$C$  – множина типів зв'язків між інформаційними одиницями;

$G$  – відображення, що задає конкретні відносини з наявних типів  $C$  між елементами  $I$ .

Семантична мережа як модель найбільш часто використовується для подання декларативних знань. За рахунок цих властивостей семантична мережа дає змогу знизити обсяг збережених даних.

Відповідно до проведеного аналізу існуючого програмного забезпечення на АРМ чергового по станції (маневрового диспетчера) та комерційного агента постає задача розширення їх функціональних можливостей за рахунок інтегрування інтелектуальних технологій [12, 13]. Особлива роль відводиться управлінню роботою вантажного фронту з мінімальними витратами вагоно- та локомотиво-годин, раціональному використанню технічних засобів та формуванню раціональної подачі вагонів.

Розглянуто процес формування подачі вагонів на вантажний фронт та розроблено семантичну мережу, спосіб формалізації якої запропоновано на графовій структурі (рис. 2). Вершинами графа є такі об'єкти: черговий по станції (ДСП), комерційний агент, завантажені, порожні та несправні вагони, вантажний фронт, під'їзна колія, пункт ПТО, складач поїздів та ін. Дугами позначено відношення між даними об'єктами.

Проблема пошуку рішення в семантичній мережі зводиться до задачі пошуку фрагмента мережі, відповідного поставленому запиту.

Переваги семантичних мереж:

- універсальність, що досягається за рахунок вибору відповідного набору відносин. За допомогою семантичної мережі можна описати будь-яку складну ситуацію, факт або предметну область;

- наочність системи знань, поданої графічно;

- відповідність сучасним уявленням про організацію довготривалої пам'яті людини.

Сформовану модель у вигляді семантичної мережі запропоновано як основу для побудови інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень чергового по станції (маневрового диспетчера) та комерційного агента для управління технологічними процесами. Особі, яка приймає рішення, система надасть відповідну інформацію та рекомендації, що полегшать процес прийняття рішень у тій чи іншій поїзній ситуації.

**Висновки.** Таким чином, розглянуто структуру ІСППР. Запропонована система моделює інтелектуальну діяльність на основі компоненти, що акумулює знання професіоналів, тобто бази знань, яка являє собою сукупність знань з технології роботи залізничної станції. Розроблено семантичну мережу, що є моделлю для подання знань у базі знань ІСППР. Спосіб формалізації семантичної мережі подано на графовій структурі. Сформовану модель запропоновано як основу для побудови інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень чергового по станції (маневрового диспетчера) та комерційного агента.

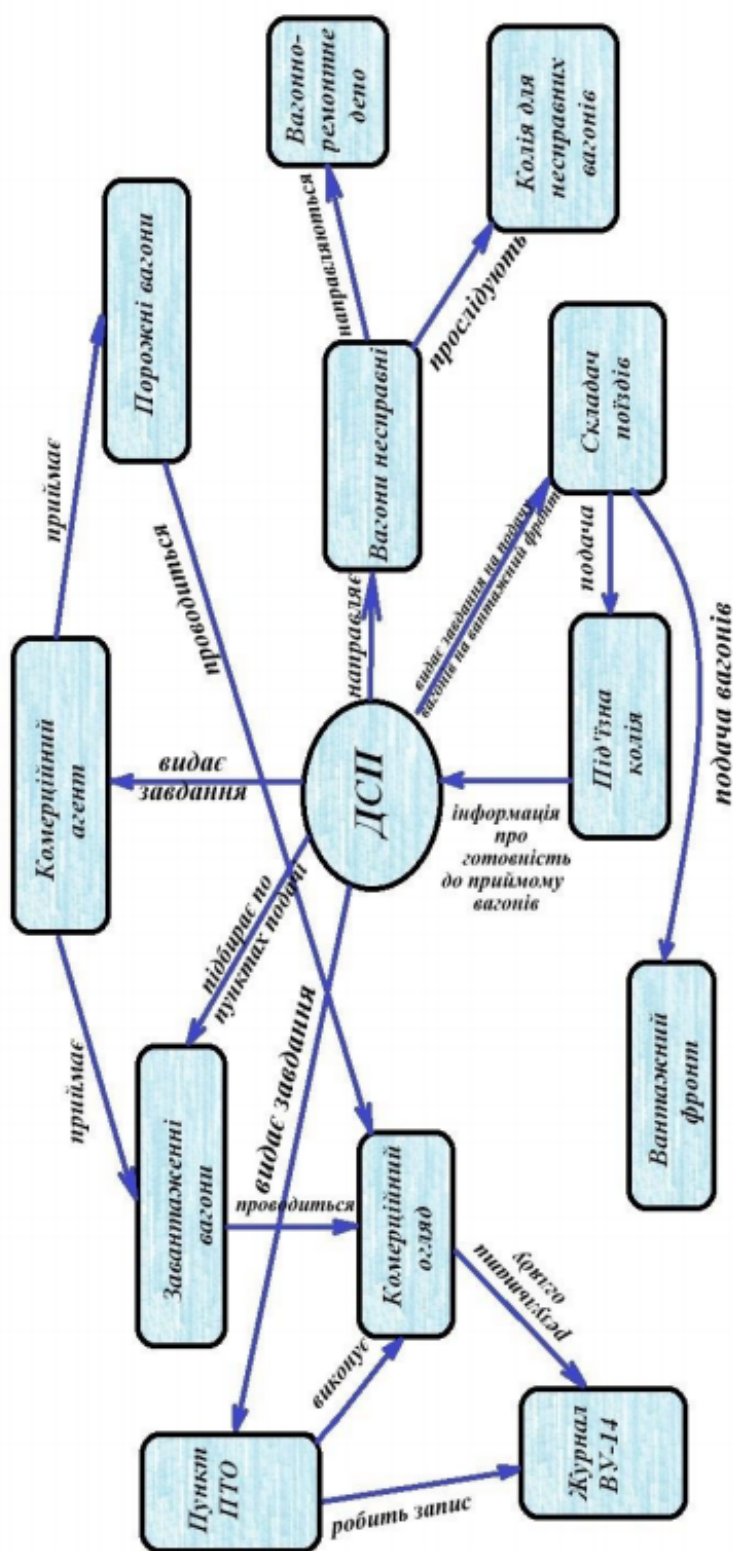


Рис. 2. Семантична мережа «Формування подачі вагонів на вантажний фронт»

Список використаних джерел

1. Воронин, В.С. Интеллектуальные транспортные системы управления [Текст] / В.С. Воронин // Железнодорожный транспорт. – 2009. – № 3. – С. 40-42.
2. Осокин, О.В. Построение интеллектуальной информационной среды на железнодорожном транспорте [Текст] / П.А. Козлов, О.В. Осокин, Н.А. Тушин // Инновационный транспорт. – 2011. – № 1. – С. 6-9.
3. Погодин, А.Е. Интеллектуальные транспортные системы на железнодорожном транспорте [Электронный ресурс] / А.Е. Погодин, В.Г. Матюхин // Евразия вести. – 2012. – № 9. – Режим доступа: <http://www.eav.ru/publ1.php?page=1&publid=2012-09a20>.
4. Прилепин, Е.В. Управление маневровой работой в транспортном узле с использованием системы МАРС [Текст] / Е.В. Прилепин // Железнодорожный транспорт. – 2006. – № 11. – С. 37-38.
5. Бауліна, Г.С. Удосконалення інформаційно-керуючої системи прикордонної передавальної станції на основі застосування інтелектуальних технологій [Текст] / Г.С. Бауліна // 36. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2011. – Вип. 25. – С. 39-45.
6. Люгер, Д. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем [Текст] / Д. Люгер; пер. с англ. – [4-е издание]. – М.: Издательский дом Вильямс, 2003. – 864 с.
7. Смолин, Д.В. Введение в искусственный интеллект [Текст]: конспект лекций / Д.В. Смолин. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 208 с.
8. Гаврилова, Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем [Текст] / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – С.Пб.: Питер, 2000. – 384 с.
9. Lars Skyttner. General Systems Theory: Problems, Perspectives, Practice [Text] / Lars Skyttner // World Scientific Publishing Company; 2 edition (January 4, 2006).- 536 pages.
10. Abelson R. The Structure of Belief Systems, in "Computer Models of Thought and Language" in R. Shank K. Colby, San Francisco, 1973.
11. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в нештатных ситуациях с использованием информации о состоянии природной среды [Текст] / В.А. Геловани, А.А. Башлыков, В.Б. Бритков [и др.]. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 304 с.
12. Бутько, Т.В. Інтелектуальні аспекти формування СППР оперативного персоналу прикордонних станцій [Текст] / Т.В. Бутько, Г.С. Бауліна // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 2. – С. 8-12.
13. Бутько, Т.В. Удосконалення технології роботи прикордонних станцій на основі СППР з елементами штучного інтелекту [Текст] / Т.В. Бутько, Г.С. Бауліна // Вісник економіки транспорту і промисловості: тези доп. 5-ї Міжнар. наук.-практ. конф. ["Проблеми міжнародних транспортних коридорів та єдиної транспортної системи України"], (Коктебель, 1 – 6 черв. 2009 р.). – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 27. – С. 46.

Рецензент д-р техн. наук, професор Т.В. Бутько

Бауліна Ганна Сергіївна, канд. техн. наук, доцент кафедри управління вантажною і комерційною роботою, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-85.

Кузнецов Михайло Михайлович, канд. техн. наук, начальник управління Головного комерційного управління, Державна адміністрація залізничного транспорту України. Тел.: (057) 730-10-85.

Зоненко Віктор Володимирович, магістр групи 13-V-УППМ, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-85.

Тренкеншу Ярослав Вікторович, магістр групи МЗ-ОПУТ-Б-13, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-85.

Baulina Ganna, cand. of techn. sciences, associate professor of the department of freight and commercial work, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-85.

Kuznetsov Mykhailo, cand. of techn. sciences, head of division of the Main commercial department, State administration of railway transport of Ukraine. Tel.: (057) 730-10-85.

Zonenko Viktor, master of the group 13-V-UPPM, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-85.

Trenkenshu Yaroslav, master of the group MZ-OPUT-B-13, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-85.

Стаття прийнята 02.09.2015 р.