

УДК 656.212:656.225

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.145.2014.80720>

**УДОСКОНАЛЕННЯ ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО УПРАВЛІННЯ РЕГІОНАЛЬНИМИ ЦЕНТРАМИ
ЗАЛІЗНИЦЬ В УМОВАХ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ**

Канд. техн. наук В.В. Кулешов, магістри К.В. Дочія, С.А. Оробченко

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫМИ
ЦЕНТРАМИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ В УСЛОВИЯХ ИНФОРМАТИЗАЦИИ**

Канд. техн. наук В.В. Кулешов, магистры К.В. Дочия, С.А. Оробченко

**IMPROVEMENT SUPERVISORY CONTROL OF THE REGIONAL CENTERS OF THE
RAILWAYS UNDER INFORMATION**

Candidate of Techn. Sciences V. Kuleshov, masters K. Dochiya, S. Orobchenko

Розглянута схема оперативної взаємодії у головному та регіональних центрах управління перевезеннями із операторами перевезень на залізницях України. Наведена схема орієнтованого інформаційного графа диспетчерського центра управління залізницею. Подана інформаційна структура дозволяє гнучко виконувати подальше деформування підмножин відповідно до укрупнення

диспетчерських дільниць, дистанцій, закриття для вантажної роботи молодіжних станцій. Визначена матриця дій системи, що відображає кінцеві стани входів елементів після взаємодії.

Ключові слова: диспетчер, залізниця, полігон диспетчерського управління, оператор перевезень, регіональний центр управління.

Рассмотрена схема оперативного взаимодействия в главном и региональных центрах управления перевозками с операторами перевозок на железных дорогах Украины. Приведена схема ориентированного информационного графа диспетчерского центра управления железной дороги. Представленная информационная структура позволяет гибко выполнять дальнейшее деформирование подмножеств в соответствии с укрупнением диспетчерских участков, дистанций, закрытие для грузовой работы молодёжных станций. Определена матрица действий системы, отражающая конечные состояния входов элементов после взаимодействия.

Ключевые слова: диспетчер, железная дорога, полигон диспетчерского управления, оператор перевозок, региональный центр управления.

A scheme for operational cooperation in the main and regional traffic management centers with transport operators on the railways of Ukraine. A scheme of graph-based information control centers railway. Representation of the information structure allows the flexibility to execute further deformation subsets in accordance with consolidation of dispatching sites distances, closing for commercial work of inactive stations. Defined matrix system actions, reflecting the final status of the inputs of elements after the interaction.

Keywords: manager, railways, range of supervisory control, operator transportation, regional control center.

Вступ. На залізницях України відбуваються зміни технології диспетчерського управління, що дозволять раціонально сформувати полігони, якими будуть керувати регіональні і головний центри, не обмежуючись лише межами дирекцій залізничних перевезень, оптимізувати кількість диспетчерських дільниць і збільшити їх довжину до 300 - 500 км. За допомогою новітніх систем, які в режимі реального часу відображають рух поїздів, типи поїздів, місце їх знаходження, затримки і прискорення в графіку, диспетчери будуть оперативно отримувати повну інформацію про стан перевезень і матимуть можливість швидко реагувати для усунення відхилень від графіка руху. Після введення інновацій зменшиться кількість стиків і залишиться тільки дві ланки, які керуватимуть процесом руху: Головний центр, який координуватиме рух поїздів на великих відстанях – від станції відправлення до станції призначення, та регіональні центри, які здійснюватимуть оперативне управління. Зараз йде удосконалення регіональних центрів управління рухом на Донецькій і Південній залізницях. На інших залізницях здійснюється перерозподіл роботи між диспетчерськими дільницями.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. З метою оптимізації системи управління рухом поїздів ще в 1988 р. залізниці приступили до проектування і будівництва єдиних дорожніх і регіональних автоматизованих диспетчерських центрів управління перевезеннями (АДЦУ). Однак через відсутність прийнятих в повному обсязі в постійну експлуатацію сучасних систем ДЦ і обмеженість коштів на інфраструктуру каналів зв'язку процес створення АДЦУ набув затяжного характеру. У той же час, у зв'язку із різким зниженням обсягів перевезень перед галуззю постали завдання скорочення експлуатаційних витрат, впровадження ресурсозберігаючих технологій. Необхідність реорганізації підвищила актуальність впровадження сучасних комп'ютерних систем управління рухом поїздів. Українські залізниці розділені на 135 ділянок протяжністю від 25 до 100 км. Треба їх об'єднувати, створювати великі полігони. У зв'язку із створенням нової організаційно-правової та економічної моделі управління залізничним транспортом України відбуваються структурні перетворення, які передбачені [1, 2], та зміни в системі управління рухом поїздів. Згідно з

Державною цільовою програмою реформування залізничного транспорту на 2010-2019 р.р. передбачено створення центру управління перевезень – Головного (ГЦУП) та на залізницях – шість регіональних (РЦУП), що включатимуть 14 районів управління, які створюватимуться на базі відділів перевезень дирекцій з їх укрупненням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В нормативних документах [1-2] докладно не враховані застосування методів диспетчерського управління у регіональних центрах управління перевезеннями в умовах інформатизації при перевезеннях парком вагонів різних власників. В книзі під ред. П.С. Грунтова [3] не розглянуті питання взаємодії Автоматизованих диспетчерських центрів управління експлуатаційної роботи залізниць із операторськими компаніями. У навчальному посібнику під ред. М.І. Данька [4] при організації перевезень не враховані розвинені інформаційні технології, за допомогою яких можливо забезпечити розвиток залізничних послуг користувачам. У розробці [5] мало досліджені підходи до формування технології взаємодії залізничних адміністрацій та власників рухомого складу в умовах єдиної системи управління парком вантажних вагонів різних форм власності в частині прийняття керівних рішень на умовах ресурсозбереження. У роботах [6-9] мало проаналізовані питання організації маршрутних перевезень на єдиних вимогах інформаційної технології взаємодії залізничних адміністрацій та операторів перевезень за умовами логістики. У книзі Б.Я. Советова [10] розглянуті основи побудови АСУ, проте не враховані міждержавні перевезення залізничним транспортом.

Визначення мети та задачі дослідження. Мета та задачі дослідження-удосконалення диспетчерського управління у регіональних центрах управління перевезеннями в умовах інформатизації.

Основна частина дослідження. Склад диспетчерських дільниць та організація поїзної роботи, виконання плану формування поїздів, норм технічного плану, змінно-добового плану роботи регулювальних завдань, пропуску

вагонопотоків, використання в межах залізниці локомотивів при застосуванні електронного екрана про місцезнаходження поїздів, а також зручного доступу до довідкової інформації. Запропонована схема структури оперативної взаємодії диспетчерів ГЦУП, РЦУП із операторами перевезень на залізницях України наведена на рис. 1.

Запропоновано розвивати функції комплексної системи, спрямовані насамперед на забезпечення безпеки технологічного процесу, схоронності вагонів і вантажів, зниження впливу «людського фактора»; розширення зони автоматизації. На порядку денному прискорення окремих операцій, скорочення простою вагонів, концентрація сортувальної роботи на великих автоматизованих об'єктах з розвиненою інфраструктурою.

У такий спосіб формується необхідна база для створення динамічної моделі мережі у реальному часі, яка побудована на об'єктивній перевізній інформації, існуючому технічному і колійному розвитку роздільних пунктів, вузлів, дільниць. Саме така модель – основа для автоматизації планування, керування та аналізу результатів роботи станцій, вузлів, дільниць.

Контури управління охоплюють інформаційний банк ГЦУП, РЦУП, пов'язаний із банком даних станцій, вузлів, дільниць. Передбачається обмін даними з використанням пунктів концентрації обробки перевізних документів у вузлах залізниць. Кожний напрямок залізниці буде елементом (підмножиною) району РЦУП. Диспетчерські (дільничні, вузлові) полігони будуть підмножинами напрямків. Відповідно на диспетчерському полігоні підмножинами є дільниці, станції, депо, перегони [9]. Підмножинами станцій є технологічні комплекси: вантажні комплекси, пункти технічного обслуговування локомотивів і вагонів, дільниці дистанцій колії, сигналізації та зв'язку, енергопостачання. Інформаційну сукупність цих елементів можна уявити у вигляді шестирівневого орієнтованого графа (див. рис. 2).

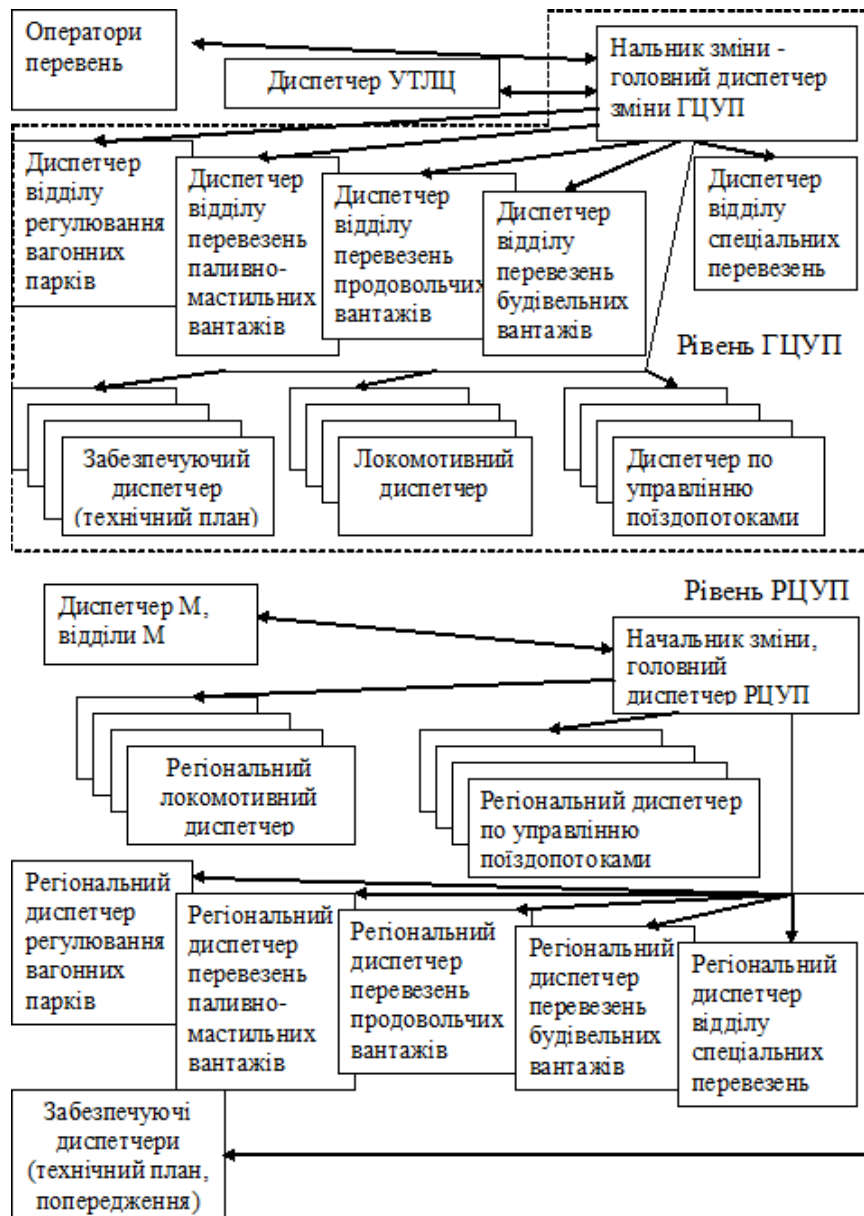


Рис. 1. Схема оперативної взаємодії диспетчерів ГЦУП, РЦУП із операторами перевезень на залізницях України

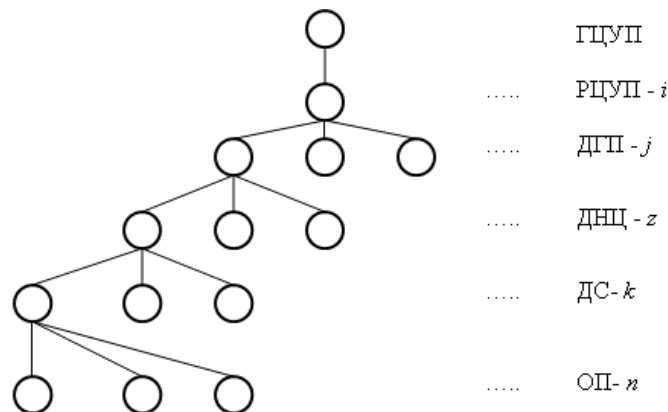


Рис. 2. Схема орієнтованого інформаційного графа диспетчерського центра управління залізницею

Рівні графа даної інформаційної структури не ототожнюються із рівнем ієрархії управління процесами перевезень, що функціонують на даній інформаційній базі. На нульовому рівні графа знаходиться головний центр управління (ГЦУП) в Укрзалізниці.

На 1 рівні подані регіональні центри управління (РЦУП), кількість яких рівна i . У кожному РЦУП (2 рівень) є j напрямків залізниць (ДГП). На напрямку (3 рівень) є z диспетчерських дільниць. Диспетчерська дільниця (4 рівень) складається із k роздільних пунктів, у т.ч. розпорядні (лінійні) та опорні проміжні станції (ДС). На 5 рівні розпорядні станції включають n операторів перевезень або рухомого складу (ОП). На рівнях 0 - 4 повинні бути відображені інформаційні сукупності всіх елементів мережі, а на 5 рівні – інформаційні сукупності лише елементів системи, які необхідні для управління її функціонуванням.

Подана інформаційна структура дозволяє гнучко виконувати подальше деформування підмножин відповідно до укрупнення, наприклад, диспетчерських дільниць, дистанцій, віднесення дільниці або дистанції до іншої ДН, закриття для вантажної роботи малодіяльних станцій та ін. При цьому достатньо змінити адресу підпорядкування елементів більш низького рівня елементу більш високого рівня.

В структурі РЦУП виділено три взаємопов'язаних аспекти: організаційний, функціональний і технічний [10]. В загальному вигляді можливо сполучення кожного елемента r організаційної структури з багатьма іншими елементами, або навпаки, вхід даного елемента поєднується з виходами декількох інших елементів k . Тоді питома вага кожної пари елементів для кожної пари елементів записана рівністю

$$x_{rk} = \omega_{rk} \cdot y_k, \quad (1)$$

де ω_{rk} - відповідно, вхід і вихід пари елементів структури РЦУП;

y_k - показник питомої ваги відповідного елемента (класність та т. ін.).

Якщо будь-яка пара елементів не має сполучення, то $\omega_{rk} = 0$ при $k = r$. Узагальнюючи матриці зв'язків, отримуємо матрицю організаційної структури системи Ω

$$\Omega = \begin{vmatrix} 0 & \omega_{12} & \dots & \omega_{1n} \\ \omega_{21} & 0 & \dots & \omega_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \omega_{m1} & \omega_{m2} & \dots & 0 \end{vmatrix}. \quad (2)$$

Організаційна структура РЦУП, зображена на рис. 1, містить п'ять пар елементів $E_1 - E_5$. Враховуючи взаємозв'язки, а також те, що елемент E_5 є вихідним, складемо матрицю

$$\Omega = \begin{vmatrix} 0 & \omega_{12} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \omega_{23} & \omega_{24} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \omega_{35} \\ \omega_{41} & 0 & 0 & 0 & \omega_{45} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}. \quad (3)$$

Розмір матриці можливо коригувати в залежності від перебудови або розвитку інфраструктури, також власне змін структури самого диспетчерського керівництва на залізницях України.

Функціональна структура A_i буде побудована з використанням коефіцієнтів часткового ефекта

$$A_i = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{vmatrix}. \quad (4)$$

У випадку, коли коефіцієнти часткового ефекта постійні, отримуємо вигляд перетворення, тобто $Y = A_i \cdot X$. При $A = const$ перетворення в елементах функціональної структури є лінійним. Тому

$$Y = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{vmatrix} X. \quad (5)$$

Отримуємо

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix}. \quad (6)$$

Зв'язки між складовими можуть бути визначені виразами

$$\begin{aligned} y_1 &= a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \\ y_2 &= a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \\ \dots & \dots \dots \dots \dots \\ y_m &= a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \end{aligned} \quad (7)$$

Функціональна структура включає в себе N лінійних елементів, причому $m = n$. Введемо вектори входів і виходів системи: $X = (x^1, x^2, \dots, x^N)$, $Y = (y^1, y^2, \dots, y^N)$. Таким чином,

$$X = \begin{pmatrix} x^1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & x^2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & x^N \end{pmatrix}, \quad Y = \begin{pmatrix} y^1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & y^2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & y^N \end{pmatrix}. \quad (8)$$

Функціональна матриця елементів (4) структури РЦУП

$$A = \begin{pmatrix} A_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & A_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & A_N \end{pmatrix}. \quad (9)$$

Організаційна структура стану входів елементів РЦУП

$$\begin{pmatrix} 0 & x_1^2 & \dots & x_1^N \\ x_2^1 & 0 & \dots & x_2^N \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_N^1 & x_N^2 & \dots & x_N^N \end{pmatrix} = \Omega Y, \quad (10)$$

де x_1^2 – стан входу другого елемента, пов'язаного із виходом першого $Y = AX$. Тоді отримуємо

$$\begin{pmatrix} 0 & x_1^2 & \dots & x_1^N \\ x_2^1 & 0 & \dots & x_2^N \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_N^1 & x_N^2 & \dots & 0 \end{pmatrix} = \Omega AX. \quad (11)$$

Враховуючи, що X є вектором, який характеризує початкові стани входів елементів, а матриця відображає кінцеві стани входів елементів після взаємодії, можливо зробити висновок, що спосіб дії системи визначається не тільки способом дії її елементів (A), але і способом їх сполучення (Ω). Цим пояснюються властивості системи, що породжуються.

Технічна структура РЦУП містить нормативно-довідкову та розпорядницьку інформацію для автоматизованих процедур керівництва експлуатаційною роботою.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. При переході до нової структури, заснованої на системі центрів управління перевезеннями, функції з безпосереднього управління і планування поїзної і вантажної роботи, що виконуються зараз дорожніми диспетчерськими центрами, перейдуть до ГЦУП і частково до опорних центрів (місцева робота).

Залізниці та дирекції залізничних перевезень в умовах удосконалення диспетчерського управління у регіональних центрах управління перевезеннями здійснюють адміністративно-господарське управління діяльністю структурних підрозділів, що входять до їх складу, взаємодію із відправниками, отримувачами, операторами перевезень і органами місцевого самоврядування регіону, забезпечують надійну роботу технічних засобів.

Впровадження запропонованої моделі організаційно-функціональної структури системи управління перевезеннями дозволяє знизити втрати на стиках між залізницями; покращити показники експлуатації парків вагонів залізниць та операторів перевезень, поїзних і маневрових локомотивів, ємності

коліїного розвитку станцій; скоротити витрати на перевезення вантажів та прискорити їх доставку.

Впровадження перерахованого комплексу заходів дозволить збільшити технічні параметри мережі: тягове плече

роботи локомотивів 1000-2000 км (зараз 300 км); плече роботи локомотивної бригади до 500 км (зараз 170 км); довжина диспетчерської ділянки до 500 км; довжина гарантійного плеча безвідмовної роботи вагонів 1000-1500 км (зараз 380 км).

Список використаних джерел

1. Транспортна стратегія України на період до 2020 року. Схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 р. №1555-р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www/URL: http://www.mintrans.gov.ua/uk/discussion/15621.html/](http://www.mintrans.gov.ua/uk/discussion/15621.html/) 10.12.2009. – Загл. з екрану.
2. Державна цільова програма реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки. В редакції постанови Кабінету Міністрів України від 26 жовтня 2011 р. № 1106 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www/URL: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1106-2011-p](http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1106-2011-p). – Загл. з екрану.
3. Автоматизированные диспетчерские центры управления эксплуатационной работой железных дорог [Текст] / под ред. П.С. Грунтова. – М.: Транспорт, 1990. – 286 с.
4. Данько, М.І. Мікропроцесорна диспетчерська централізація «КАСКАД» [Текст]: навч. посібник / М.І. Данько, В.І. Мойсеєнко, В.З. Рахматов, В.І. Троценко, М.М. Чепцов. – Харків, 2005. – 176 с.
5. Данько, М.І. Удосконалення функціональних можливостей автоматизованого аналізу стану технічних засобів в частині прийняття керівних рішень на умовах ресурсозбереження [Текст] / М.І. Данько, А.М.Котенко, А.В. Кулешов, В.В. Кулешов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2009. – № 4/7 (40). – С. 4-7.
6. Кулешов, А.В. Аналіз рівня інформатизації в різних системах обслуговування вантажовласників на станціях залізничних вузлів [Текст] / А.В. Кулешов // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 124. – С. 136-142.
7. Кулешов, В.В. Удосконалення інформаційної технології роботи з вагонами різних форм власності з метою оптимізації пропускної спроможності залізничних транспортних систем [Текст] / В.В. Кулешов // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 124. – С. 83-90.
8. Кулешов, В.В. Удосконалення інформаційної технології взаємодії залізничних адміністрацій та операторів перевезень за умовами логістики [Текст] / В.В. Кулешов, О.С. Олефір, Д.В. Селюк, І.В. Турченко // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізн. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 137. – С. 55-61.
9. Кулешов, В.М. Основны принципы разработки информационной технологии функционирования автоматизированного диспетчерского центра железной дороги [Текст] / В.М. Кулешов // Проблемы внедрения информационных технологий на транспорте. Сб. науч. тр. Ин-та кибернетики им. В.М. Глушкова. – К., 1992. – С. 63-67.
10. Советов, Б.Я. Основы построения АСУ [Текст] / Б.Я. Советов. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1975. – 134 с.

Рецензент д-р техн. наук, професор Є.С. Альошинський

Кулешов Валерій Вячеславович, канд. техн. наук, доцент кафедри залізничних станцій та вузлів Української державної академії залізничного транспорту.

Дочіа Кока Володимирович, слухач гр. 13-VI-УППм Української державної академії залізничного транспорту.

Оробченко Сергій Андрійович, слухач гр. 13-VI-УППм Української державної академії залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42. E-mail: kharkov-kuleshov@yandex.ua.

Kuleshov Valery, candidate of technical sciences, associate professor. The Department of railway stations and units. Dochiya Coca, Orobchenko Sergei, Students group 13-VI-UPPm. Ukrainian state Academy of railway transport. Contact Tel.: (057) 730-10-42. E-mail: kharkov-kuleshov@yandex.ua.