

УДК 629.4.027

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ВАГОННОГО ДЕПО ШЛЯХОМ  
ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Канд. техн. наук І.Д. Борзилов, магістранти О.О. Рожков, О.С. Моїсеєнко

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ВАГОННОГО ДЕПО ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ  
ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Канд. техн. наук И.Д. Борзилов, магистранты А.А. Рожков, А.С. Моисеенко

**IMPROVING THE EFFICIENCY OF CAR SHED BY INTRODUCTION OF INNOVATIVE  
TECHNOLOGIES**

Cand. of techn. sciences I.D. Borzilov, master students A.A. Rozhkov, A. Moiseenko

*Для підвищення ефективності роботи вагонного депо запропоновано й обґрунтовано впровадження інноваційних технологій у всі сфери його виробничої діяльності з використанням багаторівневої автоматизованої системи контролю технологічних процесів, що реалізуються на базі автоматизації збору й обробки даних про хід виконання окремих технологічних операцій. Прогнозований розвиток у даному напрямку полягає у створенні сучасної інноваційної системи ремонту вагонів, яка дозволить вирішити й інші проблеми інноваційних процесів та впровадження високих технологій у практику ремонту вагонів.*

**Ключові слова:** автоматизована система, вагонне депо, ефективність, інновації, контроль, технологія, якість ремонту.

Для повышения эффективности работы вагонного депо предложено и обосновано внедрение инновационных технологий во все сферы его производственной деятельности с использованием многоуровневой автоматизированной системы контроля технологических процессов, реализуемых на базе автоматизации сбора и обработки данных о ходе выполнения отдельных технологических операций. Прогнозируемое развитие в данном направлении заключается в создании современной инновационной системы ремонта вагонов, которая позволит решить и другие проблемы инновационных процессов и внедрения высоких технологий в практику ремонта вагонов.

**Ключевые слова:** автоматизированная система, вагонное депо, эффективность, инновации, контроль, технология, качество ремонта.

To increase the efficiency of car shed proposed and justified the introduction of innovative technologies in all spheres of its production activities with the use of multi-level automated control system of technological processes implemented on the basis of automated data collection and processing of data on the implementation of the individual process steps. Expected development in this direction is to create a modern innovative system repair cars that will solve the other problems of innovation processes and implementation of high technologies in the practice of repairing cars.

**Keywords:** automated system, car shed, efficiency, innovation, control, technology, quality repair.

**Постановка проблеми.** Найважливішими напрямками підвищення ефективності роботи вагонного ремонтного депо були і залишаються такі: комплексний характер механізації виробництва, що найефективніше сприяє зменшенню ручної праці; автоматизація виробництва; комп'ютеризація всіх сфер діяльності вагонного депо; впровадження принципово нових (інноваційних) технологій ремонту вагонів і їх вузлів і деталей.

Значного підвищення ефективності роботи вагонного ремонтного депо можна досягти шляхом впровадження інноваційних технологій у всі сфери його виробничої діяльності.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** За останній час виконано достатньо досліджень, присвячених підвищенню ефективності роботи вагонного депо [1-3]. У той же час досліджень, спрямованих на розкриття сутності та обґрунтування впровадження інноваційних технологій у всі сфери виробничої діяльності депо, надто мало. В останніх дослідженнях і публікаціях щодо підвищення ефективності роботи ремонтного вагонного депо [4-7] також не повною мірою ураховуються аспекти обґрунтування доцільності і переваги використання інновацій у технологічні процеси ремонту вагонів і їх вузлів. Для рішення поставленої проблеми доцільним є використання й закордонного досвіду щодо інноваційних процесів підвищення

ефективності роботи суміжних підприємств залізничного транспорту [8-11].

**Постановка завдання.** Основним завданням даної статті є дослідження аспектів і наукове обґрунтування заходів щодо підвищення ефективності роботи ремонтного вагонного депо шляхом впровадження інноваційних технологій у всі сфери його виробничої діяльності.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Успішна виробнича діяльність вагонного депо передбачає його рентабельність і конкурентоздатність й включає запозичення та адаптацію розроблених технологій ремонту вагонів; стимулювання діяльності розробок технологічних інновацій; формування інформаційної інфраструктури депо.

Впровадження інноваційних технологій у сфери виробничої діяльності ремонтного вагонного депо супроводжується радикальними змінами в технологічних процесах, в організації праці, економічних механізмах, і в переході на інший етап функціонування системи ремонту вагонів і їх вузлів.

При використанні інноваційних технологій слід спиратися на принцип безперервних інновацій, які припускають постійний розвиток і впровадження в діяльність вагонного ремонтного депо продуктивних, організаційних і технологічних інновацій. Необхідно, щоб використання сучасних інформаційних і телекомунікаційних

технологій; автоматизованих систем діагностики та моніторингу технічного стану вагонів, освоєння технологічних інновацій сприяло, перш за все, підвищенню ефективності роботи ремонтного вагонного депо.

Процес створення інновацій базується на використанні цілого комплексу ресурсів, які включають кадри, що мають необхідну кваліфікацію, інформаційні ресурси, фінанси для розробок та виробництва і інше.

Інноваційна стратегія вагонного ремонтного депо передбачає наявність відповідної системи цілей для досягнення та відпрацювання методів стимулювання та підтримки впровадження інновацій. Без налагодження дієздатного механізму створення, оцінки та фінансування інновацій практично неможливо утримати конкурентоздатність підприємства на високому рівні.

Вивчення та систематизація передового досвіду планового ремонту вагонів у депо, з

одного боку, і розроблення своїх інновацій, з іншого боку, є основними компонентами інноваційної діяльності підприємства в сучасних соціально-економічних умовах.

Для підвищення ефективності роботи ремонтного вагонного депо й рентабельності необхідно домогтися керованості процесів шляхом упровадження багаторівневої автоматизованої системи контролю технологічних процесів (АСК ТП). В основі цієї інновації покладено методологію контролю якості та єдину об'єктно-орієнтовану базу, що поєднує методи й алгоритми інформаційного й програмного забезпечення. Вона передбачає персоніфіковану відповідальність за допущений у роботі брак всіх виконавців і персоналу управління, ставить за обов'язок усім виконавцям і керівникам виконувати запропоновані процедури, формує інформацію про контроль дотримання технологічної дисципліни (рис. 1).

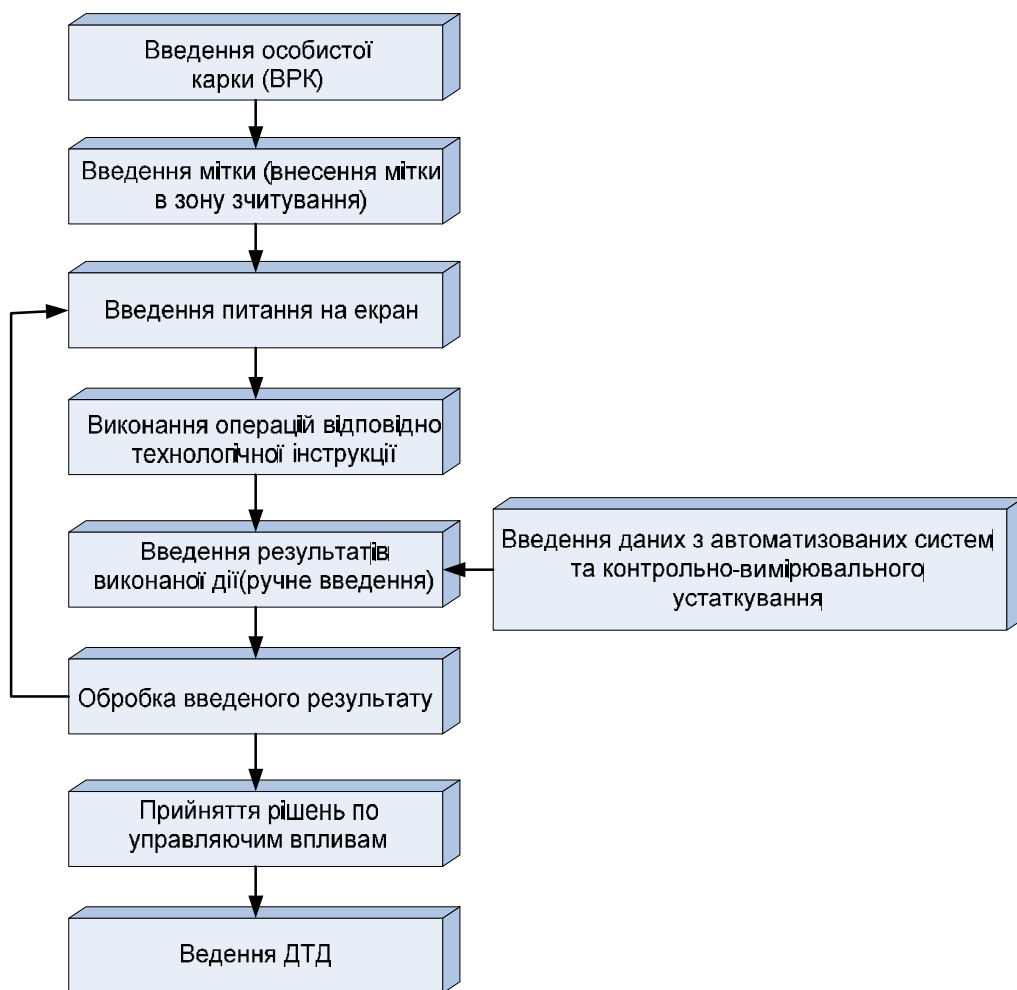


Рис. 1. Алгоритм роботи системи з використанням пульта введення інформації

Принциповою особливістю АСК-ТП є наявність у ній пристроїв для зчитування магнітної радіомітки об'єктного контролю (МОК), якою оснащена кожна деталь. На кожній контрольній операції технологічного процесу фахівець знімає МОК з деталі, підтверджуючи факт її перебування на даній операції й відповідність або невідповідність параметрів контролю нормативним вимогам. З кожного пульта ця інформація передається на комп'ютер диспетчерського пункту, що здійснює циркулярне опитування технологічних позицій з метою збору й аналізу інформації про обсяги виконаної роботи.

До пультів уведення інформації може бути підключено технологічне, вимірювальне й діагностичне устаткування. Кожен виконавець має свою ідентифікаційну магнітну радіокартку (ВРК), яка зберігає дані про фахівця, характер виконуваної ним роботи, його присутність на робочому місці, початок і завершення роботи з певною деталлю.

За отриманими даними стосовно технологічного процесу складається прогноз його ходу з реалізацією плану впливів персоналу управління (у тому числі зміни режимів роботи ремонтного устаткування), що забезпечують відповідність стану технологічного процесу деякому екстремальному значенню узагальненого критерію якості ремонту й продуктивності виконуваних робіт.

Алгоритм роботи з використанням пульта уведення інформації системи АСК-ТП подано на рис. 1.

Для вирішення цього завдання необхідно обґрунтування сукупних показників якості ремонту вузлів і деталей і часу виконання операцій технологічного процесу. Показник якості виконання технологічних процесів можна визначити за формулою

$$G_k = \sum_{i=1}^n \frac{g_{f_i}}{g_{N_i}} = \sum_{i=1}^n k_i, \quad (1)$$

де  $g_{N_i}$  — нормована комплексна оцінка виконання  $i$ -ї операції;

$g_{f_i}$  — фактична комплексна оцінка  $i$ -ї операції;

$k_i$  — коефіцієнт, що враховує повноту виконання  $i$ -ї операції (вірогідність

виконуваних вимірів, точність оброблення виробів тощо);

$n$  — кількість операцій.

Показник часу виконання операцій технологічного процесу визначається як

$$U_t = \sum_{i=1}^n \frac{t_{f_i}}{t_{N_i}} = \sum_{i=1}^n k_{oi}(2 - k_{oi}), \quad (2)$$

де  $t_{N_i}$  — нормований час виконання  $i$ -ї операції, хв;

$t_{f_i}$  — фактичний час виконання операції, хв;

$k_{oi} = t_{f_i}/t_{N_i}$  — коефіцієнт, що враховує час виконання  $i$ -ї операції технологічного процесу.

Обґрунтуванням форми подання показника  $U_t$  є небезпека відхилення коефіцієнта  $k_{oi}$  від значення, рівного одиниці. При  $k_{oi} < 1$  може бути неякісне виконання операцій, а при  $k_{oi} > 1$  відбудеться порушення технологічного процесу.

Комплексний показник якості дорівнює

$$k = \alpha_1 \sum_{i=1}^n k_i + \alpha_2 \sum_{i=1}^n k_{oi}(2 - k_{oi}), \quad (3)$$

де  $\alpha_1, \alpha_2$  — коефіцієнти вагомості показників якості.

Для ілюстрації отриманих формул можна побудувати залежності показників якості ремонту  $G_k$  і часу виконання операцій  $U_t$  від введених коефіцієнтів за умов  $k_i = k_{oi} = k$  (рис. 2).

Для обох показників якості необхідно, щоб коефіцієнти  $k_i$  та  $k_{oi}$  прагнули до одиниці при формуванні керуючих впливів в інтересах підвищення якості ремонту й виконання вимог ритмічності технологічного процесу.

При проектуванні АСК-ТП, що реалізує алгоритм керування, необхідно враховувати, що оцінювані показники якості ремонту вузлів і деталей і часу виконання операцій технологічного процесу можуть бути визначені й враховані не в поточному, а в наступному стані процесу (наприклад, після попередньої статистичної обробки результатів управління процесом).

Використання АСК-ТП дає об'єктивну оцінку виконуваних робіт. Неякісне виконання стає неможливим.

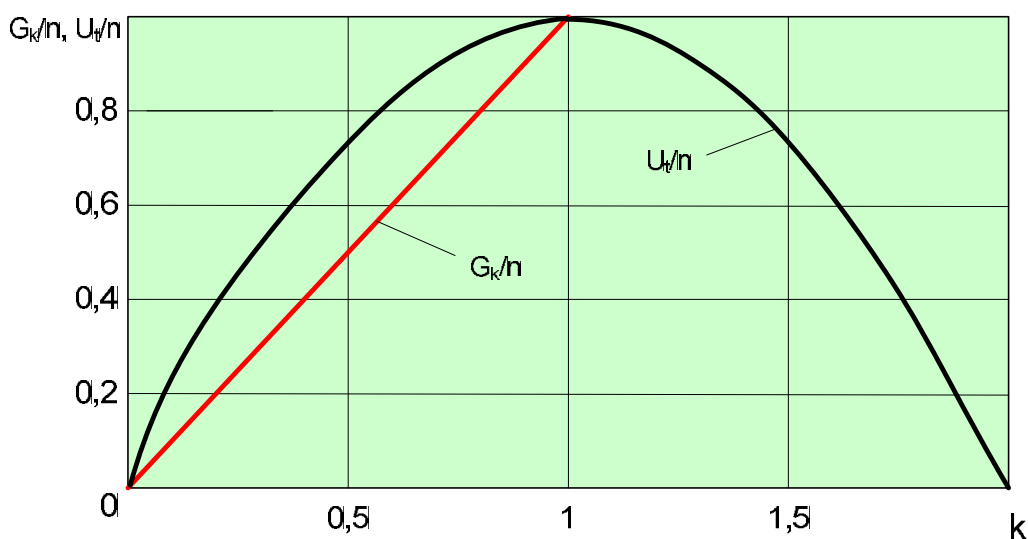


Рис. 2. Залежність показників якості ( $G_k$ ) і часу ( $U_k$ ) виконання операцій від введених коефіцієнтів  $k$

Одне тільки зменшення відчеплень вагонів на основі впровадження системи АСК-ТП дозволить скоротити витрати коштів і визволить потужності, необхідні для підтримки працездатності парку вагонів.

Впровадження системи є не тільки організаційно-технічним, але й соціальним, що спрямоване на подолання придбаних протягом багатьох років звичок при виконанні робіт і сформованої психології.

Здійснення пов'язаних із цим заходів повинно супроводжуватися контрольованим підвищенням якості робіт і матеріальним стимулюванням за рахунок економії коштів.

Разом з тим у зазначеній системі важливо поєднання інформаційної технології і автоматизованої експертної системи діагностики вагонів з виявленням несправностей і видачею рекомендацій з їх ремонту.

Таке поєднання буде сприяти створенню єдиного інформаційного поля, що зберігає доступні для кожного фахівця дані про технічний стан і якість ремонту вагонів.

Ефективність роботи вагонного депо в цьому випадку буде не тільки в підвищенні якості ремонту вагонів, а також у скороченні простою вагонів у ремонті; забезпеченні прозорості господарської діяльності депо в цілому та окремих його підрозділів, що беруть участь у процесі планового ремонту вагонів; оптимізації витрат на ремонт; оптимізації

витрат на утримання та розвиток виробничої інфраструктури вагонного депо; оптимізації матеріально-технічного спорядження вагонного депо; зниженні навантаження на працівників, що пов'язані зі збиранням первинної інформації формування звітів.

Для вирішення цієї проблеми необхідно створити порядок передачі інформації між усіма суб'єктами, що беруть участь у процесі експлуатації та ремонту вагонів, як це показано на рис. 3.

**Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку.** Запропоновано багаторівневу автоматизовану систему контролю технологічних процесів (АСК ТП), що реалізуються на базі автоматизації збору й обробки даних про хід виконання окремих технологічних операцій, яка буде сприяти підвищенню якості роботи вагонного депо, його продуктивності й рентабельності, керованості технологічних процесів. Використання АСК-ТП дасть об'єктивну оцінку виконуваних робіт.

Подальший розвиток у даному напрямку полягає у створенні сучасної інноваційної системи ремонту вагонів, яка дозволить вирішити й інші проблеми інноваційних процесів і впровадження високих технологій у практику ремонту вагонів, якими є сучасні інформаційні технології; автоматизовані експертні системи діагностики вагонів з прогнозуванням і раннім виявленням

несправностей і видачею рекомендацій з їх ремонту; системи моніторингу технічного

стану вагонів та інші прогресивні технологічні рішення.

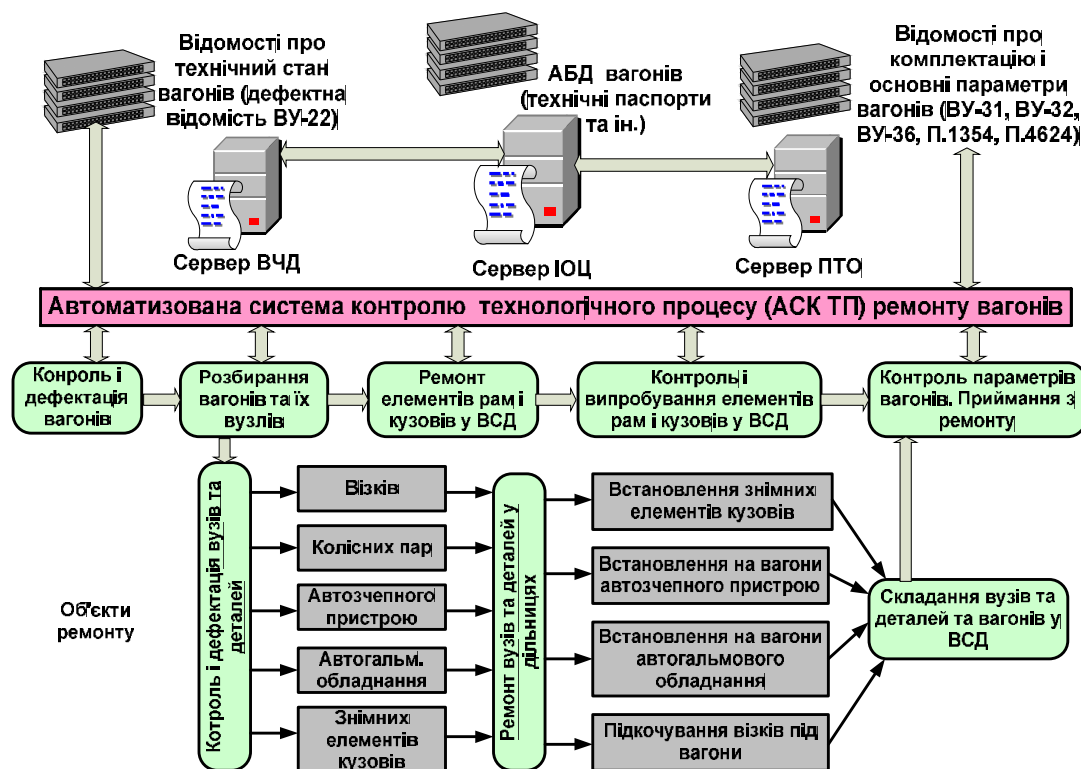


Рис. 3. Схема багаторівневої автоматизованої системи контролю технологічних процесів

### Список використаних джерел

1. Бабанін, О.Б. Методика розрахунку надійності вузлів вагонів, що надходять у плановий ремонт [Текст] / О.Б. Бабанін, І.Д. Борзилов, О.О. Матвієнко // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2004. – Вип. 58. – С. 20-25.
2. Борзилов, І.Д. Інформаційно-керуюча система ремонту вагонів [Текст] / І.Д. Борзилов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків, 2008. – № 3 (71). – С. 58-60.
3. Борзилов, І.Д. Стратегія удосконалення технології технічного утримання вагонів з урахуванням життєвого циклу [Текст] / І.Д. Борзилов // Зб. наук. праць ДонІЗТ. – Донецьк, 2008. – Вип. 13. – С. 143-150.
4. Борзилов, І.Д. Наукові основи реструктуризації виробничо-технічної бази технічного утримання вагонів [Текст] / І.Д. Борзилов // Зб. наук. праць ДонІЗТ. – Донецьк, 2009. – Вип. 17. – С. 87-96.
5. Борзилов, І.Д. Шляхи підвищення ефективності роботи ремонтного вагонного депо [Текст] / І.Д. Борзилов, Ю.А. Зайцев // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 141. – С. 51-55.
6. Борзилов, І.Д. Підвищення якості ремонту вагонів при використанні автоматизованої системи контролю дотримання технологічної дисципліни [Текст] / І.Д. Борзилов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків, 2006. – № 4. – С. 9-10.
7. Борзилов, І.Д. Інформаційно-керуюча система ремонту вагонів [Текст] / І.Д. Борзилов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків, 2008. – № 3 (71). – С. 58-60.
8. Железные дороги США на современном этапе [Текст] // Железные дороги мира. – 2001. – № 11. – С. 9-14.

9. Миронов, А.Л. Информационная система контроля подвижного состава [Текст] / А.Л. Миронов, П.А. Кораблев // Сб. науч. работ УрГУПС. – 2005. – № 36. – С. 92-97.

10. Vantuono W. C. Wheelsets of progress - railroad car maintenance management by Burlington Northern and Santa Fe [Текст] / Railway Age. – 2001. – № 9. – P. 47 – 49.

11. Luczak, M. Organization of the repair of the rolling stock in North America [Текст] // Railway Age. – 2000. – № 12. – P. 41 – 47.

Рецензент д-р техн. наук, професор І.Е. Мартинов

---

Борзилов Іван Дмитрович, канд. техн. наук, професор, кафедра вагонів, Український державний університет залізничного транспорту. Телефони: +38 (057) 730-10-35, 066-771-01-81. E-mail: borzilov07@rambler.ru.

Рожков Олександр Олександрович, магістрант, кафедра вагонів, Український державний університет залізничного транспорту, НН ІППК УкрДУЗТ. Телефон 050-987-45-42. E-mail: 11minut@i.ua.

Моїсеєнко Олександр Сергійович, магістрант, кафедра вагонів, Український державний університет залізничного транспорту, НН ІППК УкрДУЗТ. Телефон 099-069-56-75.

Borzilov John, cand. of techn. sciences, professor of cars Ukrainian State University of Railway Transport. Tel: +38 (057) 730-10-35, 066-771-01-81. E-mail: borzilov07@rambler.ru.

Rozhkov Alexander, master student of cars Ukrainian State University of Railway Transport, NN IPPK UkrDUZT. Phone: 050-987-45-42. E-mail: 11minut@i.ua.

Moiseenko Alexander, master student of cars Ukrainian State University of Railway Transport, NN IPPK UkrDUZT. Phone 099-069-56-75.

Наукова праця здана до друку 16.09.2015 р.