

*Олексій Фомін<sup>1\*</sup>, Альона Ловська<sup>2</sup>, Дмитро Скуріхін<sup>3</sup>, В'ячеслав Бондаренко<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> Професор, Кафедра Вагони та вагонне господарство, Державний університет інфраструктури та технологій, вул. Кирилівська, 9, м. Київ, Україна, 04071. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2387-9946>

<sup>2</sup> Доцент, Кафедра інженерії вагонів та якості продукції, Український державний університет залізничного транспорту, пл. Фейєрбаха, 7, м. Харків, Україна, 61050. ORCID <http://orcid.org/0000-0002-8604-1764>

<sup>3</sup> Доцент, Кафедра інженерії вагонів та якості продукції, Український державний університет залізничного транспорту, пл. Фейєрбаха, 7, м. Харків, Україна, 61050. ORCID <http://orcid.org/0000-0002-3746-5157>

<sup>4</sup> Доцент, Кафедра інженерії вагонів та якості продукції, Український державний університет залізничного транспорту, пл. Фейєрбаха, 7, м. Харків, Україна, 61050. ORCID <http://orcid.org/0000-0002-3746-5157>

\* Автор, відповідальний за листування: [fomin1985@ukr.net](mailto:fomin1985@ukr.net)

## МОНІТОРИНГ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМСТВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

*В публікації запропонована моніторингова технологія автоматизації виробництва на основі технологій автоматичної ідентифікації, яка дозволить відстежувати у реальному масштабі часу хід виконання технологічних процесів, забезпечити міжцехову логістику, а також виконати функції безпеки доступу та ідентифікації на виробництві.*

*На прикладі одного з вагонних депо розглянуті типові недоліки організації виробничого процесу, обліку та ідентифікації деталей підприємства залізничного транспорту. Запропоновані шляхи та етапи впровадження технологій автоматичної ідентифікації, зокрема, вказано, що введення системи моніторингу виробничих процесів підприємств залізничного транспорту доцільно робити поетапно, починаючи з технологій штрихкодуювання. Детально розкрито процес моніторингу підприємств залізничного транспорту, взаємодію суб'єктів і об'єктів виробничого процесу.*

**Ключові слова:** вагони, моніторинг, штрих-код, радіомітка, виробничий процес, автоматична ідентифікація, карта технологічна, логістика складська.

**Вступ.** Виробничі підприємства обробляють великі обсяги паперових даних, і часто описи передаються з паперу в електронні системи та назад багато разів, щоб вирішувати різні службові завдання. Використання паперу в такому обсязі вкрай марнотратне не лише щодо часу, витраченого на передачу даних, але й через похибки та помилки, які можна внести, як при введенні, так і при зчитуванні інформації.

У виробничих процесах на вагонобудівних та вагоноремонтних заводах та депо використовується застаріла схема обліку деталей, не ведеться облік пересування обладнання та персоналу. Не забезпечується автоматизований доступ персоналу, відсутній облік фактичного виконання, початку та закінчення технологічних операцій.

В публікації через призму технологій автоматичної ідентифікації розглянута моніторингова технологія автоматизації виробництва, яка дозволять відстежувати у реальному масштабі часу хід виконання технологічних процесів, забезпечити

міжцехову логістику, а також виконати функції безпеки доступу та ідентифікації на виробництві

**Аналіз останніх досліджень і постановка проблеми.** Одним із прикладів реалізації системи оперативного обліку на виробництві може служити система TechnologiGS. В даній системі реалізовані функції: лімітно-забірних карток та видачі матеріалів по цехах, видачі матеріалів та деталей в коморах, контроль фактичного виконання робіт, контроль поточного стану обробки деталей та ін. [2]. Завдання моніторингу на виробництві вирішувалися також авторами публікацій [3, 4]. Застосування технологій автоматичної ідентифікації в експлуатації рухомого складу залізниць розкрито в праці [5]. Питання виробничої логістики вагоноремонтних підприємств досліджувалися авторами [6-9].

**Мета і завдання дослідження.** Метою дослідження є розробка способу моніторингу виробничих процесів підприємств залізничного транспорту, який включає маркування та ідентифікацію об'єктів та суб'єктів виробничих процесів на основі технологій штрих-кодування та радіочастотної ідентифікації, за рахунок чого скоротиться виробничий цикл, знизиться собівартість виробів та підвищиться продуктивність праці.

**Матеріали та методи дослідження.** Технології автоматичної ідентифікації дуже поширені в торгівлі та в складському господарстві. Кожен товар у супермаркеті має ідентифікаційний ярлик і в цілому важко уявити торгівлю без маркування. Деякі більш дорогі товари мають додатково захисний ярлик для захисту від крадіжки.



*Рис. 1. Застосування штрих-кодів в роздрібній торгівлі і складському господарстві*

На основі технологій автоматичної ідентифікації пропонується розглянути і сучасну моніторингову технологію автоматизації виробництва, яка дозволяє відстежувати у реальному масштабі часу хід виконання технологічних процесів, забезпечити міжцехову логістику, а також виконати функції безпеки доступу та ідентифікації на виробництві.

Типові недоліки технології організації виробничого процесу, обліку та ідентифікації деталей підприємства вагонного господарства розглянемо на такому прикладі:

деталю чи вузлам присвоюється заводські номери, які заносяться в ескізні специфікації у паперовому вигляді. Таких ескізних специфікацій 35 папок, по 50 сторінок кожна, які знаходяться у кожному підрозділі підприємства;

цех, який виготовляє конкретну деталь, здає готову продукцію на склад по здаточним накладним, комірник їх приймає. Далі цех, якому потрібна деталь, виписує її за потребою. За 1 зміну таких документів, які потребують підписів, накопичується безліч;

за допомогою спеціальних програм, розроблених у 1990 р., відділ автоматизації систем управління виробництвом обробляє здаточні, наряди, цінники, матеріальні та трудові нормативи, закази та вносить у нормативно-довідкову інформацію, робляться звіти;

Центральна заводська лабораторія проводить перевірку засобів виміральної техніки та засобів допускового контролю. Для цього, окрім гравірованих номерів за кресленням, шаблонам присвоюються ідентифікаційні номери лабораторії та заносяться у базу у паперовому вигляді. Шаблонів на підприємстві близько 3000 шт;

пересування деталей, вузлів та вагонів на підприємстві вимагає заповнення великої кількості документів.

Одним з найпопулярніших і найпростіших способів ідентифікації є штрих-кодування. Штрих коди бувають лінійні та двомірні. Лінійні штрих коди зчитуються в одному напрямку по горизонталі. Найбільш розповсюджені EAN-8, EAN-13, Code39, Code128.

Code39 найбільш розповсюджений і використовується на різних виробництвах. Цей тип коду не вміщує контрольних розрядів, починається та закінчується спеціальним стоп-символом, дозволяє кодувати будь-яку кількість символів (обмежено шириною сканера). Штрих-код Code39 складається з символу (знаку) - набору світлих та темних смуг, які кодують цифру, літеру або службовий символ, та модулю – мінімальної ширини світлої або темної смуги.

Двомірні штрих-коди призначені для кодування великого об'єму інформації на мінімальній площі. Розшифровка такого коду проводиться у двох вимірах - по горизонталі та вертикалі. Двомірні коди можуть існувати як самостійні джерела інформації без звернення у бази даних, чим забезпечується повна мобільність деталей чи вузлів. Оскільки штрих код друкується та зчитується машинами, їх обробка займає менше часу з більшою точністю, чим ввід даних вручну. При ручному ввіді у середньому виникає одна помилка на 300 позицій. При роботі з штрих кодом, помилка складає менше однієї на мільйон зчитаних позицій. Швидкість вводу інформації при зчитуванні штрих кодів у 100 разів швидше ручного вводу, що приводить до значного підвищення ефективності та продуктивності будь-якої операції. З використанням технології штрих кодування ефективно використовується робочий час, скорочується персонал для проведення ідентифікаційних операцій, ведеться точний облік деталей, вузлів, інструменту, обладнання, персоналу. Персонал підприємства отримує оперативну інформацію, там де йому потрібно.

Технологія штрихового кодування в цілому включає в себе такі операції:

- ідентифікацію об'єкта шляхом присвоєння цифрового, цифрового коду;
- подання коду у вигляді штрихів з використанням певної символіки;
- нанесення штрихового коду на фізичні носії (деталь, вузол, упаковку, документи, етикетки);

- зчитування штрихових кодів;

- декодування штрихових кодів у машинні, визначення літерових, цифрових, літеро-цифрових даних та передача їх у комп'ютер.

Галузі застосування штрих-кодування різноманітні:

- інвентаризація – штрих коди активно використовуються на складах для обліку деталей, обліку обладнання у виробничих цехах, запасів матеріалів;

- ідентифікація – посвідчення особистості робітника з надрукованим штрих-кодом використовується компаніями у всьому світі;

системи реєстрації часу – штрих-коди використовуються для реєстрації приходу чи виходу з роботи персоналу, що дозволяє позбавити від паперових розкладів та автоматично розраховувати зарплату.

У технологічний процес штрих-кодування у вагонобудівних і вагоноремонтних підприємствах доцільно включити наступне обладнання:

стаціонарні персональні комп'ютери, під'єднані до загальнозаводської мережі або точкам радіодоступу;

принтери для друкування штрих-кодів та супроводжувальних документів;

ручні сканери штрих-кодів;

мобільні промислові мікрокомп'ютери- термінали збору даних.

Обладнання розміщується у кожному цеху, дільниці, складі, термінали збору даних приєднані до точок радіодоступу. Штрих-код присвоюється всім паперовим, електронним документам, цехам, дільницям, робочим місцям, вагонам, вузлам, деталям, обладнанню, робочому інструменту, шаблонам, картам технологічного процесу, всьому персоналу підприємства. При видачі матеріалів у цех формується лімітна карта, якої присвоюється штрих-код, комірником він зчитується та формується обліковий витратний документ. Необхідні супроводжувальні документи (накладна) формуються і заповнюються автоматично, вказується реальна кількість виданого матеріалу. Пошук необхідного документа складського обліку робиться автоматично по зчитаному штрих-коду.

Розташування штрих-коду на поверхні кочення коліс доцільно для виробників коліс, тому що ідеально підходить для швидкого сканування великої кількості коліс, але незручно для виробників колісних пар, так як мітка стає нечитабельною після двох обертів по рейці (рис. 2).

В той же час розташування штрих-коду на колісному диску доцільно для виробників колісних пар, так як дає можливість легко сканувати за допомогою фіксованих сканерів, мітки захищені на всьому протязі процесу складання та доступні навіть на етапі складання вагону. Системи контролю технічного стану колісних пар залізничного рухомого складу розглядаються у таких роботах авторів [10-15].



Рис. 2. Варіанти розташування штрих-коду на елементах колісної пари

Штрих-кодування є складовою комплексної системи моніторингу виробничих процесів підприємств залізничного транспорту розробленої та запатентованої на кафедрі вагонів Українського державного університету залізничного транспорту [1].

Пропонована розробка включає маркування та ідентифікацію об'єктів та суб'єктів виробничих процесів на основі технологій штрих-кодування та радіочастотної

ідентифікації, за рахунок чого планується скоротити виробничий цикл, знизити собівартість виробів та підвищити продуктивність праці.

Пропонований спосіб моніторингу виробничих процесів підприємств залізничного транспорту здійснюють таким чином. Попередньо на кожен об'єкт чи суб'єкт виробничого процесу 10 за технологіями 12 наносять унікальний номер у вигляді штрих-коду або радіочастотної мітки 9 (рис. 3). Унікальними номерами позначають переважно персонал 15, вагон 18 та його елементи 13, виробничі приміщення, площі, позиції потокової лінії та робочі місця 17, виробничі операції 19, виробниче обладнання та оснастку 14, паперову документацію та креслення 16. На локальному сервері підприємства 2 або веб-сервері 1 формують базу даних, до якої заносять всі унікальні номери об'єктів та суб'єктів 10 разом з їх повним електронним описом. У якості електронного опису є переважно особисті відомості про працівника з фотографією, креслення, технічна характеристика та фотографії вузлів та деталей вагона або інструмента, технічний та технологічний паспорти вагона, технологічні та географічні карти, довідкова література та керівна документація. Зв'язок між промаркованим об'єктом чи суб'єктом 10 та його електронним описом у базі даних здійснюють застосовуючи переважно технології 11 та зчитуючі пристрої 8. Зчитуючи код з об'єкта чи суб'єкта 10 відкривають його електронний опис на комп'ютерах 3,4 або заносять інформацію у базу даних серверів 1, 2.

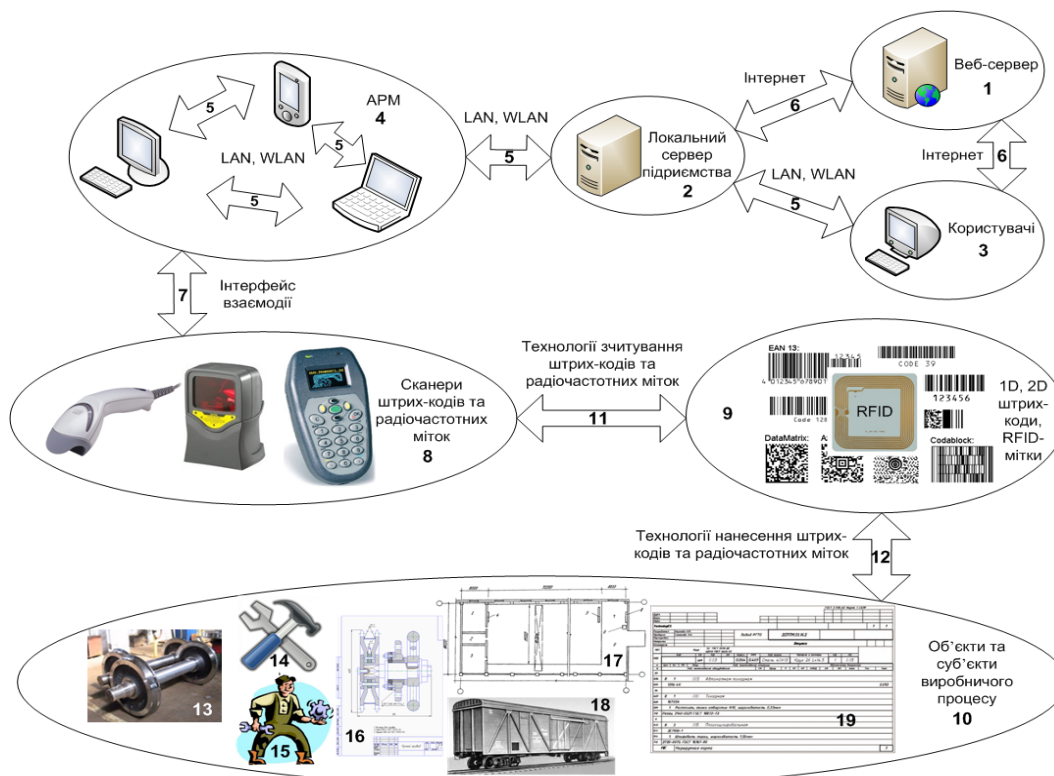
Автоматизовані робочі місця (АРМ) 4 взаємодіють зі зчитуючими пристроями 8 за допомогою інтерфейсу 7. По каналах 5, використовуючи дротову (LAN) або бездротову (WLAN) технології, забезпечують зв'язок АРМ 4 між собою та локальним сервером підприємства 2, локального сервера підприємства 2 з користувачами 3. По каналах 6 забезпечують зв'язок веб-сервера 1 з користувачами 3 та локальним сервером підприємства 2.

Для кожного вагона, враховуючи його елементну базу, на локальному сервері підприємства 2 або веб-сервері 1 формують технологічний паспорт, який поповнюють, оновлюють та зберігають протягом життєвого циклу вагона. Технологічний паспорт містить відомості переважно про елементну базу вагона, контрольно-діагностичні, технічні та технологічні параметри, норми часу на операції, відомості про виробниче обладнання та оснастку, техніко-економічні показники, технологічну документацію, графіки та трудомісткість виконання робіт, результати контролю, також у технологічний паспорт заносять дані про всі несправності та відмови, які були виявлені протягом життєвого циклу вагона та відомості про їх усунення.

Відповідно до виробничого замовлення, плану підприємства та технологічного паспорту вагона, для кожного цеха або відділення на сервері підприємства або веб-сервері автоматично формують завдання у вигляді технологічної карти (рис. 4). Технологічна карта містить: перелік операцій 20, що очікують на виконання, відведений час на їх виконання 21 та виконавців 26, вимоги на видачу та замовлення запчастин 27, матеріалу та інструменту 25. Фіксацію виконаних операцій технологічного процесу, контроль послідовності операцій, видачу та замовлення запчастин, матеріалу, оснастки та інструменту здійснюють шляхом зчитування з технологічної карти штрих-кодів 9, попередньо нанесених шляхом друкування біля кожної операції або групи операцій або шляхом зчитування штрих-коду або радіочастотної мітки безпосередньо з ярлика об'єкта чи суб'єкта.

Кожен робітник має картку видачі інструменту з штрих-кодом, при одержанні інструменту зчитується штрих-код інструменту та персональний штрих-код робітника,

дані заносяться у базу. Пересування деталей по цехам створюється за допомогою модулю пересування деталей. З супроводжувальної карти зчитується штрих-код, програма автоматично визначає підрозділ-одержувач згідно із прохідного технологічного процесу. Готова деталь супроводжується паперовою накладною із штрих-кодом. Накладна передається у бухгалтерію заводу для обробки.



**Рис. 3. Функціональна схема способу моніторингу виробничих процесів підприємств залізничного транспорту**

Операції 1...P	Регламентований час	Затримка	Обладнання	Оснастка	Інструмент	Виконавець	Запчастина
Операція 1 [QR Code]	ГОД.ХВ.СЕК	[QR Code]	Назва [QR Code]	Назва [QR Code]	Назва [QR Code]	П.І.Б. [QR Code]	Назва [QR Code]
Операція 2 [QR Code]	ГОД.ХВ.СЕК	[QR Code]	Назва [QR Code]	Назва [QR Code]	Назва [QR Code]	П.І.Б. [QR Code]	Назва [QR Code]
...	...	...	...	...	...	...	...
Операція P [QR Code]	ГОД.ХВ.СЕК	[QR Code]	Назва [QR Code]	Назва [QR Code]	Назва [QR Code]	П.І.Б. [QR Code]	Назва [QR Code]

20      21      22      23      24      25      26      27  
9

**Рис. 4. Технологічна карта**

Введення системи моніторингу виробничих процесів підприємств залізничного транспорту доцільно робити поетапно і починати саме зі штрих-кодування:

1. ідентифікація персоналу
2. присвоєння штрих-кодів деталям, вузлам, документам
3. введення виробничих програм.
4. ідентифікація цехів, підрозділів, робочих місць
5. введення складського обліку
6. присвоєння штрих - кодів вагонам, готової продукції.
7. введення звітності

Штрих-коди недорогі у виробництві, можуть зчитуватися рядом скануючих пристроїв, та виробляються за допомогою різноманітних технологій друку та маркування. Система на перших етапах не потребує значних вкладень, обладнання просте у використанні, вартість доступна. За попередніми підрахунками строк окупності такої системи ідентифікації 2 роки.

**Висновки.** Використання технології автоматизованої ідентифікації дозволяє значно покращити управління матеріальними та інформаційними потоками на всіх стадіях логістичного процесу виготовлення та ремонту вагонів.

Економічна доцільність способу моніторингу підприємств залізничного транспорту досягається за рахунок зниження собівартості виробів за рахунок скорочення виробничого циклу шляхом автоматизації процесів розроблення виробничих завдань; замовлення запчастин, матеріалу та інструменту; контролю виконання виробничих операцій, доступу персоналу та переміщення об'єкта чи суб'єкта в межах підприємства; підвищення продуктивності праці підприємства залізничного транспорту на основі адаптації виробничого процесу для виконання всіх заявок при мінімальних затратах.

## Подяка

Дані дослідження проведені в рамках наукової теми молодих вчених “Інноваційні засади створення ресурсозберігаючих конструктивів вагонів шляхом урахування уточнених динамічних навантажень та функціонально-адаптивних флеш-концептів”, яка виконується за рахунок коштів державного бюджету України з 2020 р.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Спосіб моніторингу виробничих процесів підприємств залізничного транспорту: патент на корисну модель 76604 Україна МПК G06K 1/00, G06K 17/00 / Устенко О.В., Мартинов І.Е., Бондаренко В.В., Скуріхін Д.І.; власник Українська державна академія залізничного транспорту. 2013. 5 с.
2. Чилингаров, К. М. TechnologiCS. Оперативный учет и применение штрих-кодирования в производстве // САПР и графика. 2008. №. С 45-49.
3. Nguyen V., Melkote S.N. (2020) Manufacturing Process Monitoring and Control in Industry 4.0. In: Wang L., Majstorovic V., Mourtzis D., Carpanzano E., Moroni G., Galantucci L. (eds) Proceedings of 5th International Conference on the Industry 4.0 Model for Advanced Manufacturing. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-46212-3\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-46212-3_10)
4. P. Stavropoulos, D. Chantzis, C. Doukas, A. Papacharalampopoulos, G. Chryssolouris, Monitoring and Control of Manufacturing Processes: A Review, Procedia CIRP, Volume 8, 2013, Pages 421-425, ISSN 2212-8271, <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.06.127>
5. Фомін О. В, Ловська А. О., Скуріхін Д.І., Бондаренко В.В. Багатофункціональний пристрій для контролю технічного стану ходових частин вагонів в експлуатації // Вісник Східноукраїнського Національного Університету імені Володимира Даля. 2021. вип. 1(265). С. 128-32. doi:10.33216/1998-7927-2021-265-1-128-132
6. Волошин Д.І., Афанасенко І.М. Оцінка ефективності функціонування вагоноремонтних підприємств // 36. наук.праць. Київ: ДЕТУТ. 2019. Вип.33. С. 78-85.
7. Волошин Д.І., Афанасенко І.М. Оцінка ризику виробничих систем з ремонту вагонів // 36. наук.праць, Київ: ДЕТУТ. 2016. Вип.29. С. 121-126.
8. Волошин Д.І. До питання підвищення надійності роботи виробничих підрозділів підприємств з ремонту вагонів // 36. наук.праць. Харків: УкрДУЗТ. 2015. Вип.157. С. 128-131.

9. Візняк Р. І., Рєва І. В. Впровадження та застосування високотехнологічного обладнання для проведення технічного обслуговування ходових частин пасажирських вагонів нового покоління в умовах вагонного депо «Запоріжжя-1» Придніпровської залізниці // Зб. наук. праць. Харків: УкрДУЗТ. 2015. Вип. 158, Т.ІІ. С. 125-128.
10. Мартинов І. Е., Бондаренко В. В, Скуріхін Д. І. Математичне моделювання коливань колісної пари як основа методу акустичного контролю // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2014. № 1/7(67). С. 22-28.
11. Бондаренко В. В., Скурихин Д. И., Кузнецов А. Н., Рубаненко А. И. Динамический анализ колебаний колесной пары вагона при ее движении с короткой неровностью на поверхности катания // Коммунальное хозяйство городов. 2011. №. 97. С. 278-289.
12. Бондаренко В. В, Скуріхін Д.І., Мельник Я.П. Пристрій акустичного контролю колісних пар на основі мікроконтролера // Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту Харків: УкрДУЗТ. 2016. Вип.166. С.97-102.
13. Бондаренко В. В, Скуріхін Д.І. Бортова система акустичного контролю колісних пар // Залізничний транспорт України. 2012. №. 1. С. 32-35.
14. Система дистанційного акустичного контролю рейкового рухомого складу під час руху: патент на винахід 96483 Україна МПК В61К 9/08 (2006.01), G01S 5/14(2006.01) / Бондаренко В.В., Візняк Р.І., Скуріхін Д.І.; заявник та патентовласник Українська державна академія залізничного транспорту. 2011. 5 с.
15. Bondarenko, V.V., Skurikhin, D.I., Vizniak, R.I., Ravlyuk, V.H., Skurikhin, V.I. Experimental study of the method and device for wheel-sets acoustic monitoring of railway cars in motion. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2019. pp. 30–36.

## REFERENCES

1. Sposib monitorynhu vyrobnychkh protsesiv pidpryyemstv zaliznychnoho transportu [Method of monitoring production processes of railway transport enterprises]. Patent №76604 Ukrayina MPK G06K 1/00, G06K 17/00 Ustenko O.V., Martynov I.E., Bondarenko V.V., Skurikhin D.I. 2013.
2. Chylynharov, K. M. (2008) TechnologiCS. Operatyvnyy uchen' ta zastosuvannya shtrykhiv-kodyruvan' u vyrobnytstvi [Operational accounting and application of bar coding in production]. *SAPR ta hrafika. №. S 45-49*.
3. Nguyen V., Melkote S.N. (2020) Manufacturing Process Monitoring and Control in Industry 4.0. In: Wang L., Majstorovic V., Mourtzis D., Carpanzano E., Moroni G., Galantucci L. (eds) *Proceedings of 5th International Conference on the Industry 4.0 Model for Advanced Manufacturing. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham*. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-46212-3\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-46212-3_10)
4. P. Stavropoulos, D. Chantzis, C. Doukas, A. Papacharalampopoulos, G. Chryssolouris, (2013) *Monitoring and Control of Manufacturing Processes: A Review, Procedia CIRP, Volume 8, Pages 421-425, ISSN 2212-8271*, <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.06.127>
5. Fomin, O. V, Lovs'ka? A. O., Skurikhin, D.I., Bondarenko, V.V. (2021) Bahatofunktsional'nyy prystryi dlya kontrolyu tekhnichnoho stanu khodovykh chastyn vahoniv v ekspluatatsiyi [Multifunctional device for monitoring the technical condition of running gear of cars in operation]. *Visnyk Skhidnoukrayins'koho Natsional'noho Universytetu imeni Volodymyra Dalya. № 1(265). S. 128-32. doi:10.33216/1998-7927-2021-265-1-128-132*
6. Voloshyn, D.I., Afanasenko, I.M. (2019) Otsinka efektyvnosti funktsionuvannya vahonoremontnykh pidpryyemstv [Estimation of efficiency of functioning of car repair enterprises]. *Zb. nauk.prats'. Kyiv: DETUT. №33. S. 78-85*.
7. Voloshyn, D.I., Afanasenko, I.M. (2016) Otsinka ryzyku vyrobnychkh system z remontu vahoniv [Risk assessment of production systems for car repair]. *Zb. nauk.prats', Kyiv: DETUT. №29. S. 121-126*.
8. Voloshyn, D. I. (2015) Do pytannya pidvyshchennya nadiynosti roboty vyrobnychkh pidrozdiliv pidpryyemstv z remontu vahoniv [On the issue of improving the reliability of production units of car repair companies]. *Zb. nauk.prats'. Kharkiv: UkrDUZT. №157. S. 128-131*.
9. Viznyak, R. I., Ryeve, I. V. (2015) Vprovadzheniya ta zastosuvannya vysokotekhnolohichnoho obladnannya dlya provedennya tekhnichnoho obsluhovuvannya khodovykh chastyn pasazhyr'skykh vahoniv novoho pokolinnya v umovakh vahonnoho depo «Zaporizhzhya-1» Prydniprov's'koyi zaliznytsi [Introduction and application of high-tech equipment for maintenance of running gears of passenger cars of the new generation in the conditions of the car depot "Zaporizhzhya-1" of the Dnieper Railway]. *Zb. nauk. prats'. Kharkiv: UkrDUZT. Vyp. 158, T.II. S. 125-128*.
10. Martynov, I. E., Bondarenko, V. V, Skurikhin, D. I. (2014) Matematychnе modelyuvannya kolyvan' kolisnoyi pary yak osnova metodu akustychnoho kontrolyu [Martynov IE, Bondarenko VV, Skurikhin DI Mathematical modeling of wheel pair oscillations as the basis of the method of acoustic control]. *Vostochno-Evropeys'kyi zhurnal peredovykh tekhnolohiy. № 1/7(67). S. 22-28*.
11. Bondarenko, V. V., Skurikhin, D. I., Kuznêtsov, A. N., Rubanenko, A. I. (2011) Dinamicheskiy analiz kolebaniy kolesnoy pary vagona pri yeye dvizhenii s korotkoy nerovnost'yu na poverkhnosti kataniya [Dynamic analysis of vibrations



of a wheelset of a car during its movement with a short unevenness on the rolling surface]. *Kommunal'noye khozyaystvo gorodov. №. 97. S. 278-289.*

12. Bondarenko, V. V, Skurikhin, D.I., Mel'nyk ,Y.A.P. (2016) Prystriy akustychnoho kontrolyu kolisnykh par na osnovi mikrokontrolera [Device of acoustic control of wheel pairs based on a microcontroller]. *Zbirnyk naukovykh prats' Ukrayins'koho derzhavnogo universytetu zaliznychnoho transportu Kharkiv: UkrDUZT. №.166. S. 97-102.*

13. Bondarenko, V. V, Skurikhin, D.I. (2012) Bortova systema akustychnoho kontrolyu kolisnykh par [Onboard system of acoustic control of wheel pairs]. *Zaliznychnyy transport Ukrayiny. №. 1. S. 32-35.*

14. Systema dystantsiynoho akustychnoho kontrolyu reykovoho rukhomoho skladu pid chas rukhu [The system of remote acoustic control of rail rolling stock during the movement] pat. 96483 Ukrayina MPK B61K 9/08 (2006.01), G01S 5/14(2006.01) / Bondarenko V.V., Viznyak R.I., Skurikhin D.I.; zayavnyk ta patentovlasnyk Ukrayins'ka derzhavna akademiya zaliznychnoho transportu. 2011 – 5s.

15. Bondarenko, V.V., Skurikhin, D.I., Vizniak, R.I., Ravlyuk, V.H., Skurikhin, V.I. (2019) Experimental study of the method and device for wheel-sets acoustic monitoring of railway cars in motion. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. pp. 30–36*

***Oleksiy Fomin<sup>1</sup>, Alyona Lovska<sup>2</sup>, Dmytro Skurikhin<sup>3</sup>, Viacheslav Bondarenko<sup>4</sup>***

<sup>1</sup> Professor, Department of Railway cars and car facilities, State University of Infrastructure and Technologies, vul. Kyrilivska, 9, Kyiv, Ukraine, 04071

<sup>2,3,4</sup> Assistant professor, Department of Railway car Engineering and Product Quality, Ukrainian State University of Railway Transport, Sq. Feuerbach, 7, Kharkiv, Ukraine, 61050

## MONITORING OF PRODUCTION PROCESSES OF RAILWAY TRANSPORT ENTERPRISES

*The publication proposes a monitoring technology for production automation based on automatic identification technologies, which will allow real-time monitoring of the progress of technological processes, ensure interdepartmental logistics, as well as perform access and identification security functions in production.*

*On the example of one of the carriage depots, typical shortcomings of the organization of the production process, accounting and identification of parts of a railway transport enterprise are considered. The ways and stages of implementation of automatic identification technologies are proposed, in particular, it is indicated that it is advisable to introduce a system for monitoring production processes of railway transport enterprises in stages, starting with bar-coding technologies. The process of monitoring railway transport enterprises, the interaction of subjects and objects of the production process is disclosed in detail.*

**Keywords:** cars, monitoring, barcode, radio tags, production process, automatic identification, technological card, warehouse logistics.