УДК 656.22 DOI: https://doi.org/10.18664/1994-7852.173.2017.118345

СУЧАСНІ НАПРЯМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЇ РУХУ ПОЇЗДІВ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ СВІТУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ УПРОВАДЖЕННЯ В УКРАЇНІ

Д-р техн. наук А. В. Прохорченко, магістранти В. В. Маловічко, О. М. Декарчук, О. М. Красноштан, Н. В. Казмірчук

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ МИРА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ВНЕДРЕНИЯ В УКРАИНЕ

Д-р техн. наук А. В. Прохорченко, магистранты В. В. Маловичко, А. Н. Декарчук, А. М. Красноштан, Н. В. Казмирчук

MODERN DIRECTIONS OF AUTOMATION OFTRAIN DISPATCHING ON THE RAILWAYS OF THE WORLD AND PERSPECTIVES OF THEIR IMPLEMENTATION IN UKRAINE

Dr.Sc. A. Prokhorchenko, master students V. V. Malovichko, O. M. Dekarchuk, O. M. Krasnoshtan, N. V. Kazmirchuk

Досліджено існуючі напрями автоматизації диспетчеризації руху поїздів на залізницях світу та можливості їх упровадження на залізничному транспорті України. Проаналізовано досвід створення регіональних диспетчерських центрів управління на залізницях Франції та Німеччини. Досліджено зміни в структурі системи диспетчерського управління в умовах підвищення швидкості руху поїздів. Відповідно до проведеного аналізу

визначено стратегію удосконалення диспетчеризації руху поїздів для ПАТ "Українська залізниця".

Ключові слова: *залізниця, автоматизація, диспетчеризація, поїзд, диспетчерський центр управління.*

Исследованы существующие направления автоматизации диспетчеризации движения поездов на железных дорогах мира и возможности их внедрения на железнодорожном транспорте Украины. Проведен анализ опыта создания региональных диспетчерских центров управления на железных дорогах Франции и Германии. Исследованы изменения в структуре системы диспетчерского управления в условиях повышения скорости движения поездов. Согласно проведенному анализу определена стратегия усовершенствования диспетчеризации движения поездов для ПАО "Украинская железная дорога".

Ключевые слова*: железная дорога, автоматизация, диспетчеризация, поезд, диспетчерский центр управления.*

In this work the existing directions of automation of train traffic dispatching on the railways of the world and possibilities of their introduction on the railway transport of Ukraine are investigated. Following the example of countries such as France and Germany, the transformation of the spatial structure of the dispatch control system of trains has been analyzed. The analysis of the experience of creating regional dispatch control centers on the railways of the world is carried out. The changes in the structure of the dispatch control system in conditions of increase of speed of trains' movement are investigated. Formulated principles of the organization of the space of dispatching center premises at the national and regional levels in the conditions of rail transport reform on the model of partial vertical division. A comparative analysis of strategies for the implementation of regional dispatch centers on the basis of estimating the performance of the railway network in relation to the number of regional centers on the network of various EU railway companies is carried out. According to the analysis, the strategy for improving of train dispatching for Ukrainian Railways has been determined. Recommendations on directions of automation of dispatching of train traffic on the railways of Ukraine are given.

Keywords*: railway, automation, dispatching, train, dispat control center.*

Вступ. Розвиток конкуренції на ринку перевезень між різними видами транспорту вимагає від залізничного транспорту постійного пошуку більш ефективних механізмів організації перевезень для зменшення операційних витрат, підвищення власної енергоефективності та продуктивності. Одним із основних механізмів підвищення ефективності операційної діяльності залізничної компанії є автоматизація процесів диспетчеризації перевезень [1, 2]. В умовах відсутності значних капітальних вкладень у розвиток інфраструктури багато проблем можна вирішити лише створивши якісну систему управління рухом поїздів, що дасть змогу підвищити безпеку руху, пропускну спроможність, збільшити швидкість перевезення вантажів і пасажирів, покращити точність та надійність перевізного процесу. Це в сучасних умовах є визначальним для конкурентоспроможності залізничного транспорту, зокрема в умовах залізничних високошвидкісних або швидкісних пасажирських перевезень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми удосконалення диспетчерського управління на залізничному транспорті як України, так і інших країн із залізницями з подібним технічним оснащенням і організаційною структурою досліджувало багато вчених і практиків [3-5]. Розвиток системи диспетчерського управління на залізницях України, як і всього пострадянського простору, відповідав сучасним тенденціям

організації експлуатаційної роботи залізниць світу. Однак після 1990-х років за відсутності фінансових можливостей залізниці України поступово почали відставати за темпами розвитку систем диспетчеризації від провідних залізниць світу. В умовах розвитку інформатизації та значного підвищення швидкості руху поїздів (упровадження високошвидкісного руху поїздів) більшість залізниць світу почали значні структурні та організаційні зміни у своїх системах диспетчерського управління з метою адаптації до сучасних вимог реалізації перевізного процесу. На залізницях України автоматизація планування перевезень набула високого рівня розвитку (АСК ВП УЗ-Є та АСК ПП УЗ). Однак автоматизація диспетчеризації на рівні оперативного управління рухом поїздів є досить фрагментованою і нерозвиненою. Процес створення сучасних диспетчерських центрів управління (ДЦУ) набув затяжного характеру через відсутність фінансування. Мало уваги приділяється впровадженню сучасних систем диспетчерської централізації та контролю. Повністю відсутній автоматичний контроль руху поїздів на мережі, що призводить до впливу людського фактора на якість оцінювання точності руху поїздів відповідно до нормативного графіка руху. Не автоматизованою залишається низка етапів у процесі управління рухом поїздів – розроблення нормативного графіка руху поїздів, аналіз рівня виконання нормативного графіка руху поїздів з урахуванням причин затримок поїздів тощо. Особливої актуальності вирішення вищенаведених завдань набуває в умовах реформування ПАТ “Українська залізниця” (ПАТ УЗ) за моделлю часткового вертикального розділення. За таких умов пошук стратегій удосконалення диспетчеризації руху поїздів у ПАТ УЗ, що даватимуть змогу в короткі строки підвищити ефективність управління перевезеннями, є актуальним і потребує практичного вирішення.

Визначення мети та задачі дослідження. Метою цього дослідження є проведення аналізу існуючих напрямів автоматизації диспетчеризації руху поїздів на залізницях світу та можливості їх упровадження на залізничному транспорті України. Відповідно до проведеного аналізу визначити стратегію удосконалення диспетчеризації руху поїздів для ПАТ УЗ.

Основна частина дослідження. Відповідно до проведеного аналізу [6, 7] можна навести основні фактори, що спонукають залізничні компанії до автоматизації диспетчеризації руху поїздів, а саме: розвиток інформатизації в конкурентних галузях; значне підвищення швидкості руху поїздів; здійснення експлуатаційної роботи на межі перевантаження залізничної мережі; вимоги до зменшення операційних витрат для підвищення енергоефективності та продуктивності залізничних компаній; зростаючі вимоги до забезпечення безпеки руху.

У всьому світі система диспетчерського управління рухом поїздів на залізничній мережі має ієрархічну структуру відповідно до функціонального призначення та топології мережі. Головною причиною появи ієрархії в системі є її складність. Однак розвиток інформаційно-комунікаційних технологій та елементної бази на цей час дає змогу значно спростити архітектуру систем диспетчеризації руху поїздів [8]. На рис. 1 наведено трансформацію ієрархічної структури системи диспетчерського управління рухом поїздів в умовах підвищення швидкості руху поїздів, упровадження сучасних засобів передачі інформації, цифрових оптоволоконних ліній зв'язку тощо. Відповідно до наведеної схеми на рис. 1 основною зміною на цей час є об’єднання функцій диспетчеризації та віддаленого контроль руху поїздів [9]. За таких умов на всіх залізницях світу можна спостерігати поступовий перехід від трирівневої системи диспетчерського управління до дворівневої – це національний та регіональний рівні.

На залізницях України на цей час функціонує чотирирівнева структура систем диспетчерського управління [10]: на національному рівні диспетчеризацію здійснює Департамент управління рухом; на регіональному – служби перевезень (Д), у межах територіального поділу яких функціонують Дирекції залізничних перевезень (ДН), які у своїй структурі мають диспетчерський апарат, зокрема поїзних диспетчерів (ДНЦ), що здійснюють управління рухом поїздів на дільницях у межах дирекцій і станціях через чергових по станції, які реалізують диспетчеризацію на лінійному рівні. Однак досвід побудови диспетчерських центрів управління (ДЦУ) на регіональних філіях Донецької залізниці (на цей час ДЦУ перебуває в окупованому місті Донецьк) та Південної залізниці (на цей час діє у місті Харків) ПАТ УЗ дає змогу вважати можливим існування трирівневої системи диспетчерського управління, що передбачає об'єднання на рівні служби перевезень у межах ДЦУ всього диспетчерського апарату дирекцій.

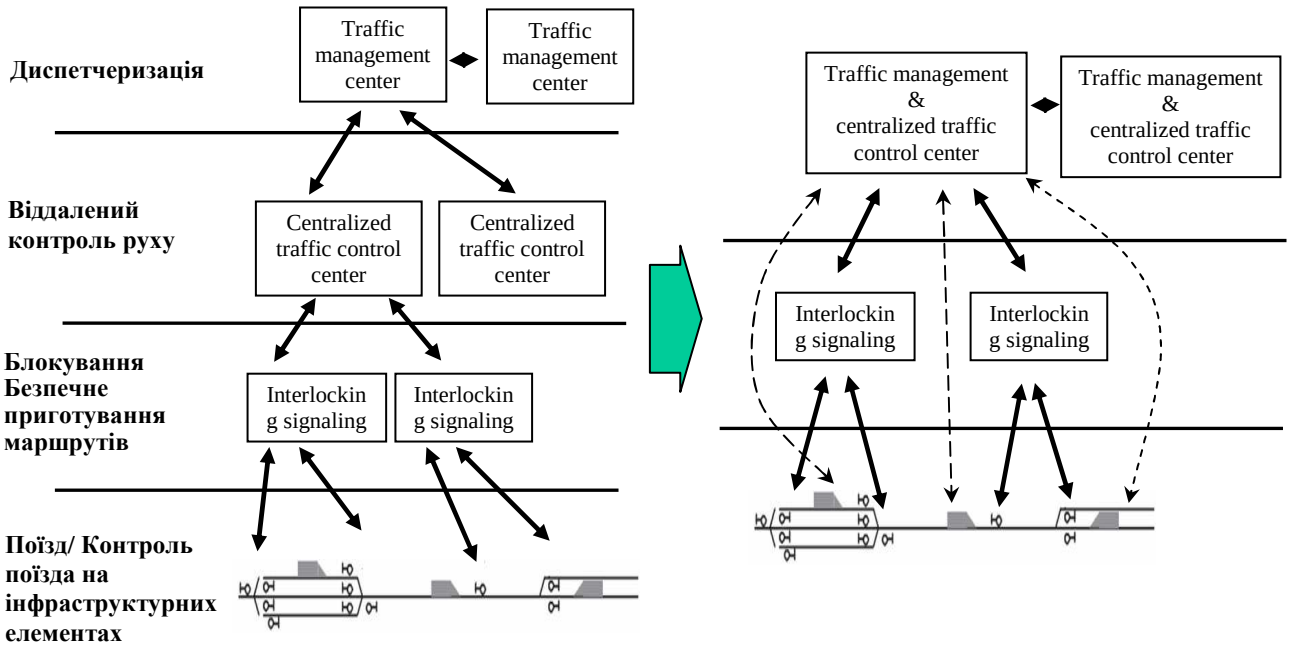
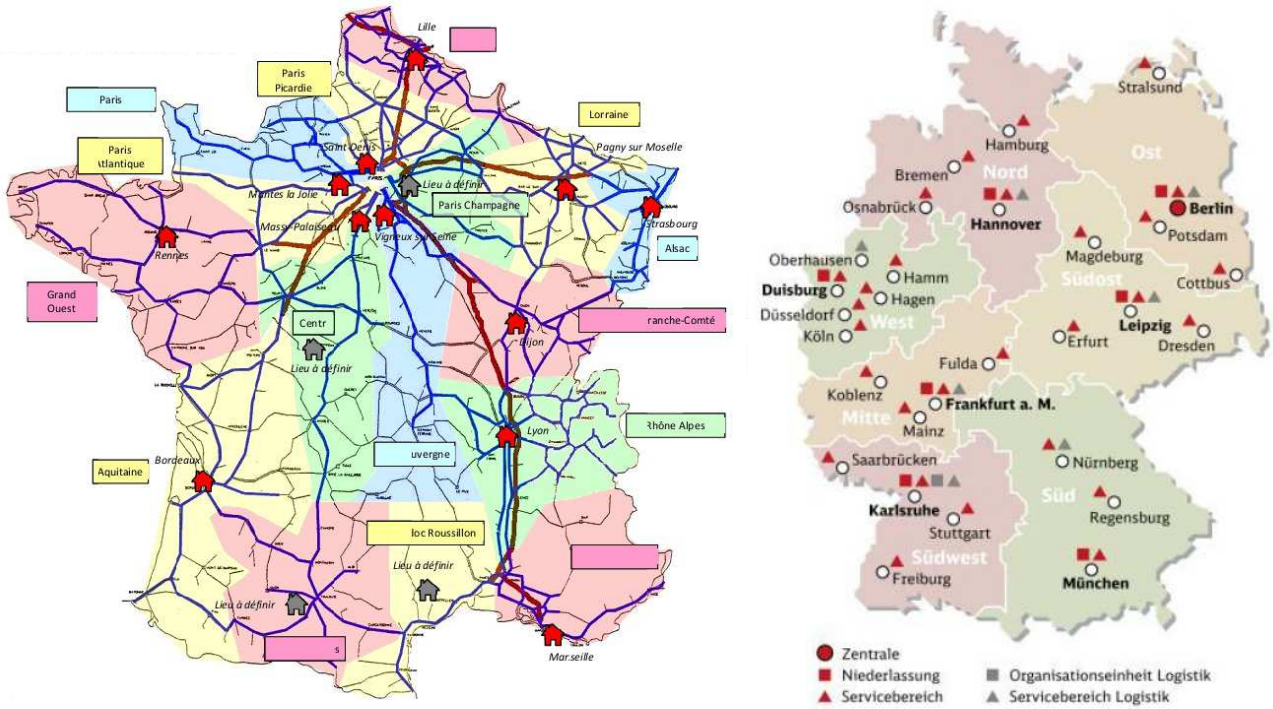


Рис. 1. Трансформація ієрархічної структури системи диспетчерського управління рухом поїздів в умовах підвищення швидкості руху поїздів та впровадження сучасного рівня автоматизації

За прикладом таких країн, як Франція та Німеччина, на рис. 2 наведена трансформація просторової структури системи диспетчерського управління рухом поїздів [11]. Слід констатувати, хоч топології залізничних мереж цих країн є різними, так, у Франції – моноцентрична структура, а у Німеччині – поліцентрична, однак трансформація просторової структури системи диспетчерського управління рухом відбувається за однаковим принципом – концентрація управління в межах регіональних підмереж на базі операційних центрів. Концепція регіональних диспетчерських центрів передбачає з'єднання інформаційно-керуючих систем і систем СЦБ, а також концентрацію в одному місці – регіональному диспетчерському центрі – основних завдань керівництва експлуатаційним процесом, а саме: планування, диспетчерське регулювання й оперативне управління [12].



а б

Рис. 2. Трансформація просторової структури системи диспетчерського управління рухом поїздів: а – зони управління на залізницях Франції (16 регіональних операційних центрів); б – зони управління на залізницях Німеччини (7 регіональних операційних центрів)

Сучасні системи диспетчерського управління вимагають функцій, що виходять за межі основних функцій відстеження і керування рухом поїздів на лініях середньої і малої завантаженості, які мають відносно прості конфігурації. Ці розширені можливості містять у собі [6, 13]:

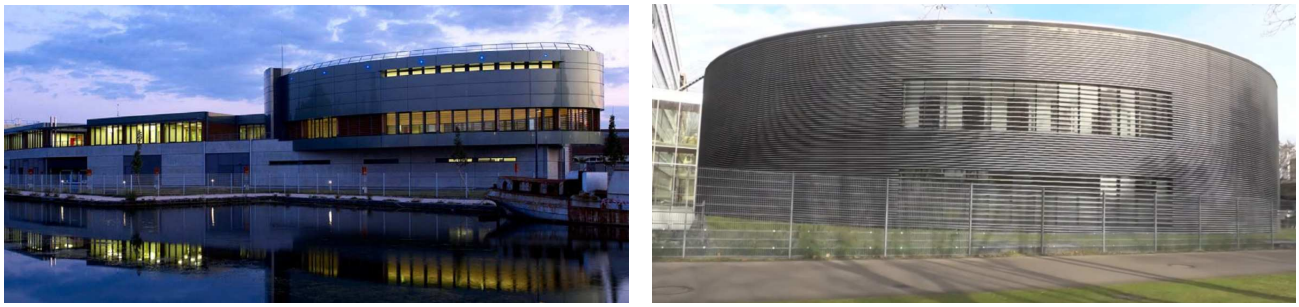
- підвищення рівня автоматизації шляхом контролю великих станцій, що мають більш складні конфігурації;
- збільшення щільності руху через управління групами поїздів (спеціалізований трафік) та дотримання заданих інтервалів часу;
- прогнозування та аналіз збоїв прямування поїздів з можливістю підтримки прийняття рішень щодо корегування руху поїздів для зменшення впливу затримок (автоматичне регулювання руху);
- швидкий інформаційний обмін щодо умов руху між персоналом центрів управління та поїздами;
- поліпшення таких інформаційних послуг, як автоматичне інформування пасажирів у реальному часі відповідно до умов руху.

У класичній постановці диспетчеризації кожна підсистема управляється відокремлено. Ураховуючи неефективність такого підходу, в умовах підвищення швидкості руху поїздів змінюються вимоги, що потребують інтеграції управління всіма підсистемами залізничної інфраструктури в єдиному просторі (рис. 3) [14]. По суті відбувається зміна парадигми від системи управління рухом поїздів на станціях та лініях до інтегрованої операційної системи, що об’єднує управління всіма підсистемами інфраструктурного комплексу на залізничній підмережі або мережі в цілому [14].

Рис. 3. Трансформація системи диспетчерського управління до інтегрованої інтелектуальної транспортної системи управління (англ., Integrated Intelligent Transport Management System)

В умовах об'єднання функцій управління змінюються вимоги до організації простору у диспетчерському центрі. Одним із прикладів зміни простору приміщень в умовах підвищення швидкості руху поїздів є ДЦУ, що управляє лінією Сінкансен у Японії, усі поїзні диспетчери, керівництво в одній зоні для швидкого прийняття рішень, позаду автоматизовані робочі місця диспетчерів служб з контролю справності СЦБ, інфраструктури, енергопостачання, контролю метеоумов (попередження на лінії виникають через вітер, землетруси тощо) [15]. За таким же принципом організовується простір приміщень диспетчерських центрів на національному та регіональному рівнях на залізницях Франції та Німеччини. Для можливості реалізації нових вимог залізничні компанії реалізують програми, що передбачають побудову нових будівель для організації ДЦУ. На рис. 4 подано фото сучасних будівель у стилі хай-тек регіональних диспетчерських центрів у Франції (місто Діжон) та Німеччині (місто Мюнхен).

Ураховуючи, що залізниці Франції й Німеччини, як і України, реформуються за моделлю часткового вертикального розділення, і у них є незвичні новації в організації простору диспетчерських центрів – це надання на оплатній основі робочих місць для диспетчерів представників незалежних компаній-перевізників, що користуються послугами з допуску до залізничної інфраструктури.



а б

Рис. 4. Фото сучасних будівель регіональних диспетчерських центрів:
а – у Франції (м. Діжон); б – у Німеччині (м. Мюнхен)

В умовах реформування залізничного транспорту за моделлю вертикального розділення, що передбачає розділення функцій управління інфраструктурою та здійснення експлуатаційної діяльності, особливо важливим є побудова інформаційної системи, що передбачає якісний контроль руху поїздів відповідно до нормативного графіка руху поїздів. У таких умовах упроваджується новий підхід до автоматизації диспетчерського управління рухом поїздів, запропонувавши автоматизовані системи управління (АСУ), що дають змогу об'єднати в одному інформаційному полі завдання розроблення корегування та оперативного супроводу графіка руху поїздів, планування обслуговування і ремонту інфраструктури, аналіз і прийняття рішень в умовах збоїв графіка руху [6, 16]. У такому програмному комплексі можливе в реальному часі безперервне порівняння фактичних даних про рух поїздів з плановим графіком, а при відхиленнях від нього фіксується тривалість відхилення для можливості автоматичного обрахування штрафів за збої під час руху поїзда відповідно до діючих контрактів щодо руху поїзда за встановленими параметрами нитки графіка.

Для прикладу на рис. 5 подана ієрархічна схема взаємодії ІТ-інструментів для автоматизації диспетчеризації на залізницях Франції [17].

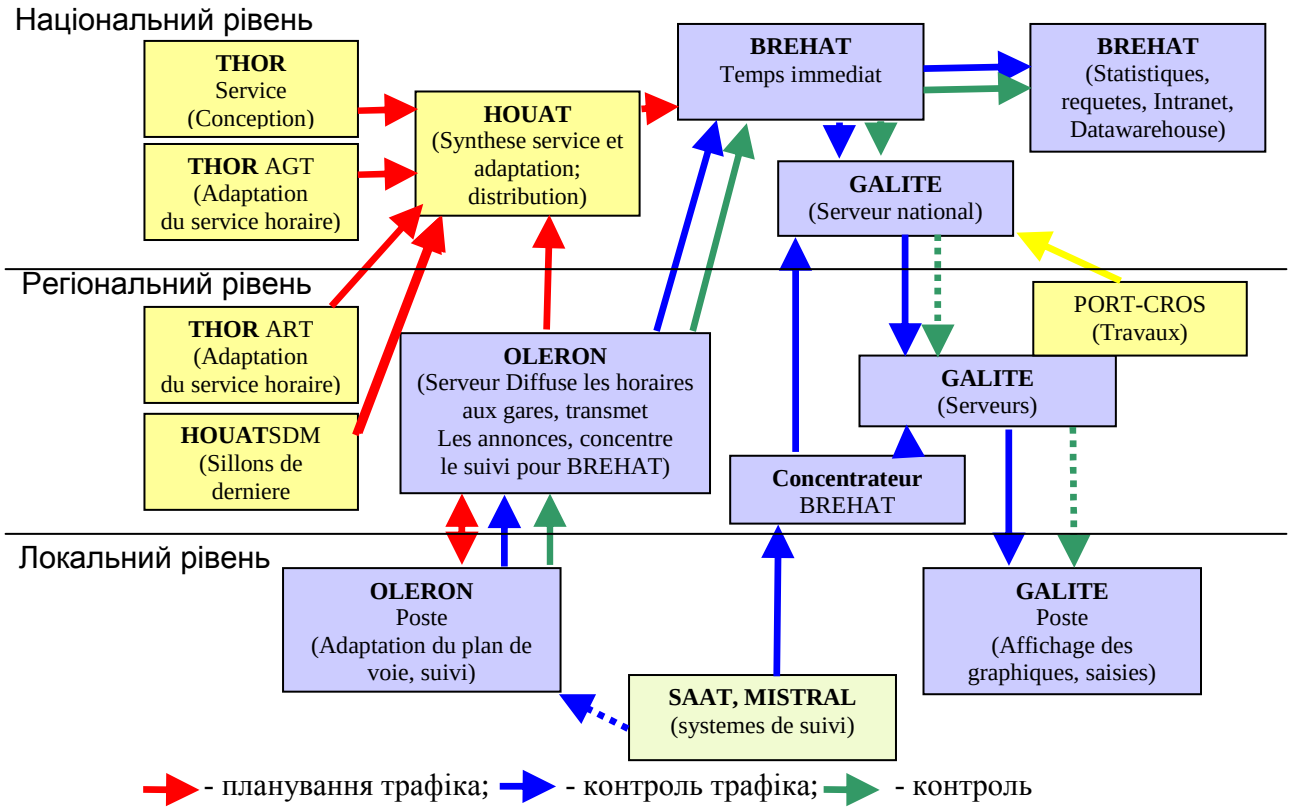


Рис. 5. Ієрархічна схема взаємодії ІТ-інструментів та баз даних для автоматизації диспетчеризації на залізницях Франції

Важливо відмітити концепцію застосування всіх наявних інструментів – це їх використання на різних ієрархічних рівнях системи диспетчеризації з вибраними функціями для вирішення відповідних завдань. Така концепція надає

інструментам гнучкості та універсальності. Однією із важливих баз даних для реалізації якісної диспетчеризації є календарна база нормативних графіків руху поїздів – HOUAT (франц., HOraires Utiles A Tous). Ця база є основою для зіставлення фактичного часу руху поїздів з нормативними для визначення відхилень у русі. Це дає змогу створити якісний зворотний зв'язок у системі управління – це автоматичний контроль руху поїздів на мережі (автоматичне знімання інформації про координату поїзда з колії в межах функцій диспетчерської централізації MISTRAL), що дає змогу створити умови для реалізації процедури продажу пропускної спроможності залізничної інфраструктури.

Для порівняння вибраних стратегій автоматизації диспетчеризації на рис. 6 наведена діаграма розподілу за різними країнами одного з операційних показників, що дає змогу оцінити продуктивність ДЦУ. Запропоновано розрахувати показник продуктивності залізничних мережі [18], який вимірюється у поїздо-кілометрах, що припадають на один кілометр мережі відносно кількості регіональних центрів на залізниці відповідної компанії. З діаграми можна зробити висновок, що вибрана стратегія кількості регіональних центрів на залізницях України відповідає сучасним тенденціям у світі. Так, у випадку впровадження ПАТ УЗ програми створення шести регіональних диспетчерських центрів управління відповідно до кількості регіональних філій операційний показник складає 3,4 поїзд.км/1км мережі, що припадає на один ДЦУ. Такий показник лише на 9,3 % менший від Німеччини та на 11,2 % більший за прийнятий план у Нідерландах, де показник продуктивності мережі (поїзд.км/1км мережі) є найбільшим серед країн, що порівнювалися.

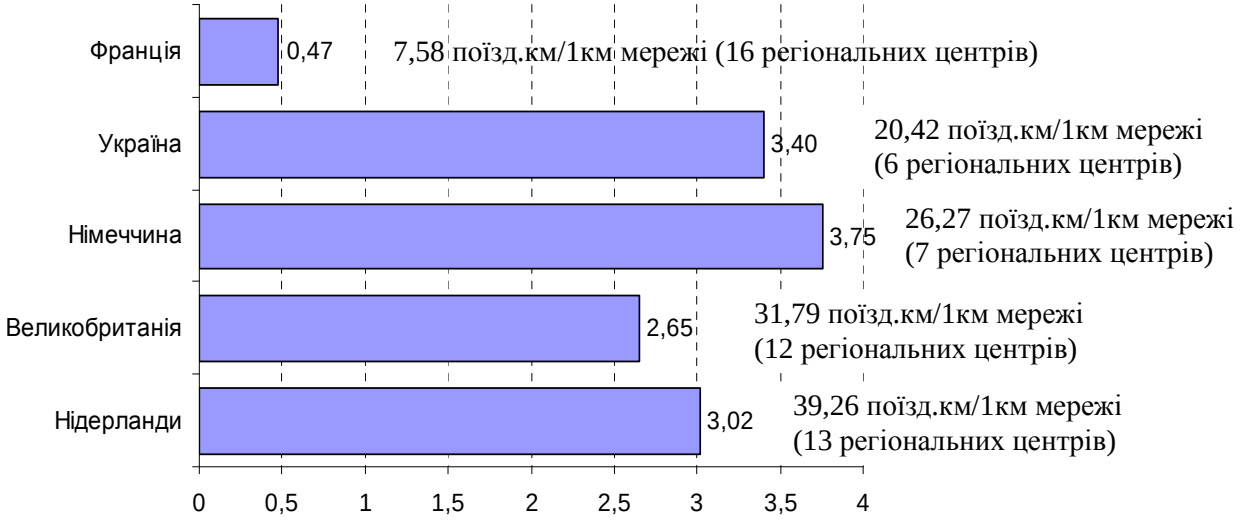


Рис. 6. Продуктивність залізниць у поїздокілометрах вантажного і пасажирського руху у розрахунку на кількість регіональних центрів

Низькі значення цього показника у Франції не зменшують ефективності прийнятої стратегії диспетчеризації з утворення 16 регіональних диспетчерських центрів, так як Франція єдина серед порівнюваних країн має малий за обсягами вантажний рух та експлуатує спеціалізовану високошвидкісну залізничну мережу розгорнутою довжиною більш ніж 2 тис. км за денним режимом, на якій високошвидкісні поїзди розвивають швидкість до 320 км/год.

Висновки. Відповідно до вищепроведеного аналізу сучасних напрямів автоматизації диспетчеризації руху поїздів на залізницях світу можна сформулювати рекомендовані напрями автоматизації диспетчеризації руху поїздів на залізницях України: для побудови якісного зворотного зв'язку в системі управління першочерговим завданням є створення технічних можливостей для автоматичного ведення графіка виконаного руху поїздів на основі знімання інформації про координату поїзда з колії або за можливості за допомогою системи глобального позиціонування GPS з кабіни локомотива; реалізація функцій аналізу руху поїздів (створення календарної бази нормативних графіків руху поїздів); створення ІТ-інструментів для можливості використання на різних ієрархічних рівнях системи диспетчеризації з урахуванням функцій, що об’єднують управління всіма підсистемами залізничної інфраструктури (важливим є перехід від цифр і таблиць до графічного інтерфейсу користувача – візуалізація залізничних мап, ГРП тощо); реалізація функцій ефективної підтримки прийняття рішень щодо прогнозування наслідків затримок поїздів та зменшення їх впливу на експлуатаційну роботу ліній та мережі в цілому.

У межах побудови сучасної системи диспетчерського управління ПАТ УЗ слід здійснити перехід від вирішення низькорівневих задач віддаленого управління стрілками і сигналами до автоматизованого планування, аналізу та передбачення можливих збоїв у русі поїздів для можливості зменшення їх впливу, а може й уникнення затримки інших поїздів. Це дасть змогу підвищити ефективність функціонування холдингу ПАТ УЗ в умовах реформування за моделлю вертикального розділення, де диспетчеризація стає платформою взаємодії всіх учасників перевізного процесу, що охоплює завдання від подачі заявки, розроблення нитки графіка до автоматичного приготування маршруту руху поїзного формування у диспетчерській централізації, контролю та аналізу його графіка руху.

Список використаних джерел

1. Блохин, Е. П. Тренажер для обучения машинистов безопасным и экономичным способам вождения поездов [Текст] / Е. П. Блохин, Г. В. Евдомаха, К. И. Железнов // Залізничний транспорт України. – К.: ДП «Державний науково-дослідний центр залізничного транспорту України», 1997. – Вип. 2-3. – С. 25-28.

2. Panchenko, S. Improvement of the accuracy of determining movement parameters of cuts on classification humps by methods of video analysis [Text] / S. Panchenko, I. Siroklin, A. Lapko, A. Kameniev, S. Zmii // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Vol. 4(3). – P. 25-30.

3. Долгополов, П. В. Удосконалення диспетчерського управління на дільниці в умовах швидкісного руху [Текст] / П. В. Долгополов, Р. В. Чікаров // Зб. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп. – Харків: УкрДУЗТ, 2015. – Вип. 154. – С. 53-57.

4. Левин, Д. Ю. Диспетчерские центры и технология управления перевозочным процессом [Текст]: учеб. пособие / Д. Ю. Левин. – М.: Маршрут, 2005. – 760 с.

5. Автоматизация диспетчерского управления как средство повышения пропускной способности железных дорог [Текст] / С. Протцнер, С. В. Власенко, К. Х. Эрхард, Й. Шмидтке // Железные дороги мира. – 2010. – № 9. – С. 36-39.

6. Gunnika Isaksson-Lutteman Future Train Traffic Control. Development and deployment of new principles and systems in train traffic control [Text] / Dissertation for the degree of Licentiate

of Technology in Computer Science. Printed by the Department of Information Technology, Uppsala University, Swedn, 2012. – 130 p.

7. A global vision for railway development [Text] // International Union of Railways (UIC) - Paris, 2015. – 44 p.

8. Efficient rail transport with the Vicos OC operations control system family: Cost-effective operations management [Text] // Siemens AG Industry Sector Mobility Division P.O. Box 3327D-38023 Braunschweig, Germany. – 16 p.

9. Algorithms for railway traffic management in complex central station areas [Text] / A dissertation submitted to the ETH ZURICH for the degree of Doctor Of Sciences presented by Martin Fuchsberger. – 2012. – 145 p.

10. Удосконалення системи диспетчерського керування рухом на залізницях України [Текст] / В. С. Алейник, О. П. Бочаров, Д. В. Ломотько, С. І. Приходько // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2014. – № 1. – С. 3-8.

11. Garde, A. Le Centre National des Opérations Ferroviaires de la SNCF [Text] / Garde Alain // Revue Générale des Chemins de Fer. – 2010. – Vol. 2. – P. 4-14.

12. Jousset Jean-Marc, Système d'information et gestion des circulations ferroviaires, in Revue Générale des Chemins de Fer. – 2004. – Vol. 12. – P. 11-23.

13. Nakamura, H. How to Deal with Revolutions in Train Control Systems [Text] / Hideo Nakamura // Engineering. – 2016. –Volume 2. – Issue 3. – P. 380-386.

14. Automatic railways traffic management in high speed lines [Text] / Francisco José de la Vega, A. Berrios, Luis Díez, Jose Miguel Rubio// 2008. – 10 p.

15. Transportation Engineering 1st Edition: Theory, Practice and Modeling [Text] / Dusan Teodorovic, Milan Janic. Butterworth-Heinemann, 2016. – 900 p.

16. A new diagram forecasting system for the Tokaido-Sanyo Shinkansen [Text] / Kenichi Fukami, Hiroshi Yamamoto // Central Japan Railway Company, 2-6-2 Otemachi, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan.

17. Royer Christophe et Chezrouse Bernard, L'exploitation ferroviaire: les contraintes du système et la performance des hommes, in Revue Générale des Chemins de Fer, n°162, juin 2007, P. 35-42

18. Ейтутіс, Г. Міжнародний вимір продуктивності залізничного транспорту України як основа вибору напрямів його модернізації [Текст] / Г. Ейтутіс, В. Карпов, О. Никифорук // Економіст. – 2014. – № 5. – С. 63-68.

Прохорченко Андрій Володимирович, д-р техн. наук, доцент, кафедра управління експлуатаційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел. (057) 730-10-88.
E-mail: andrii.prokhorchenko@gmail.com.
Маловічко Вячеслав Васильович, магістрант ІППК (Проект ТЕМПУС IV) Українського державного університету залізничного транспорту. Тел. (057)730-10-88. E-mail: uermp@ukr.net.
Декарчук Олександр Миколайович, магістрант ІППК (Проект ТЕМПУС IV) Українського державного університету залізничного транспорту. Тел. (057)730-10-88. E-mail: uermp@ukr.net.
Красноштан Олександр Михайлович, магістрант ІППК (Проект ТЕМПУС IV) Українського державного університету залізничного транспорту. Тел. (057)730-10-88. E-mail: uermp@ukr.net.
Казмірчук Наталія Вадимівна, магістр групи МЗ-Tempus-17/1-ОПУТ, кафедра управління експлуатаційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел. (057)730-10-88.
E-mail: uermp@ukr.net.

Prokhorchenko Andrii, Doctor of technical science., Associate Professor, Department of Management of operational work, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.(057) 730-10-88. E-mail: andrii.prokhorchenko@gmail.com.
Malovichko Viacheslav, gs of ESIRAT (project TEMPUS IV) Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.(057) 730-10-88. E-mail uermp@ukr.net.
Dekarchuk Oleksandr, gs of ESIRAT (project TEMPUS IV) Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.(057) 730-10-88. E-mail uermp@ukr.net.

Krasnoshtan Oleksandr, gs of ESIRAT (project TEMPUS IV) Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.(057) 730-10-88. E-mail uermp@ukr.net.
Kazmirchuk Natalya, master student Department of Management of operational work, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.(057) 730-10-88. E-mail uermp@ukr.net.

Стаття прийнята 13.11.2017 р.