

УДК 656.254.5

П. В. ДОЛГОПОЛОВ, Т. В. ГОЛОВКО, Т. В. ГАЛИШИНЕЦЬ, А. ІВАНОВА**УДОСКОНАЛЕННЯ ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО КЕРІВНИЦТВА ДІЛЬНИЦІ НА ОСНОВІ ПРОГНОЗНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ**

Розроблено заходи з розширення функціонального складу диспетчерських систем управління. Розроблена модель побудови прогнозного графіку руху поїздів з урахуванням оперативних факторів перевізного процесу: діючі попередження, маса состава та потужність локомотивів, змінні станційні інтервали, наявність та довжина пасажирських платформ. Результати дослідження дозволяють формувати найбільш ефективний прогнозний графік руху поїздів, застосування якого підвищує дільничну швидкість та скорочує витрати на зупинки поїздів на дільниці.

Ключові слова: диспетчерська централізація, диспетчерське керівництво, поїзний диспетчер, станційний інтервал, прогнозний графік руху поїздів.

Вступ. В даний час з метою підвищення ефективності залізничних перевезень у Світі інтенсивно впроваджують інформаційні технології. Інформатизація дозволяє збільшити обсяги перевезень, скоротити транспортні витрати, підвищити якість перевезень, особливо у міжнародних транспортних коридорах (МТК) [1].

Однак в умовах світової глобалізації економіки залізниці, вже не повною мірою відповідають сучасним вимогам, які висуваються до транспорту, насамперед щодо вартості та тривалості доставки вантажів.

© П. В. Долгополов, Т. В. Головка, Т. В. Галишинець, А. Іванова.,
2015

Одним із кроків, що суттєво дає можливість зменшити дані недоліки, є впровадження мікропроцесорних систем диспетчерської централізації (МСДЦ) на залізничних дільницях. Необхідно також удосконалити МСДЦ шляхом їх та інтелектуалізації, що дозволяє враховувати якомога більше експлуатаційних факторів, що впливають на перевізний процес.

Аналіз літературних даних та постановка проблеми. Моделювання удосконаленого диспетчерського управління та побудови прогнозного ГРП на залізничних полігонах здійснено у роботах [2, 3]. З урахуванням запропонованих заходів в умовах високошвидкісного руху на дільниці запропоновані моделі дозволяють розраховувати та видавати поїзному диспетчеру план поїзної роботи з урахуванням діючих попереджень та іншими обмеженнями швидкості на дільницях.

У роботі [4] проведено дослідження з удосконалення управління вагонопотоками при збільшенні транзитності перевезень, що є актуальною задачею в умовах МТК.

У роботі [5] автори дають рекомендації щодо оптимізації варіантів процесу просування вагонопотоків в напрямку поромних комплексів, при цьому значна увага приділяється використанню систем підтримки прийняття рішень при роботі оперативних працівників.

У дослідженнях [6] формалізовано процес розвитку інтероперабельності мережі МТК на стратегічному рівні планування як оптимізаційну модель, що включає інтегральний показник оцінки та систему обмежень, яка відбиває умову збереження та освоєння заданих вантажопотоків для всієї мережі транспортних коридорів.

У роботі [7] побудовано модель оптимізації пропуску поїздів на підходах до сортувальної станції в умовах прогнозного диспетчерського управління.

Ціль та задачі дослідження. На вітчизняних залізницях використовуюється цілий ряд систем диспетчерської централізації. Однією з найбільш розповсюджених з них є МСДЦ «Каскад», використання якої у диспетчерському управлінні значні позитивні можливості, зокрема:

– телеуправління пристроями автоматики з автоматизованого робочого місця (АРМ) поїзного диспетчера (ДНЦ) з можливістю попереднього завдання маршрутів та постановки їх у чергу;

– автоматизована побудова графіків виконаного та прогнозного руху поїздів з відображенням плану поїзної роботи на дільниці;

– прогнозне управління рухом поїздів, що реалізується шляхом автоматичного приготування маршрутів згідно прогнозного графіку руху поїздів (ГРП) [8].

Значним недоліком даної системи є те, що прогнозний графік будується неадекватно, оскільки він розраховується на основі нормативних перегінних часів ходу. Це є причиною того, що прогнозний ГРП має нереальний план експлуатаційної роботи, який не може бути виконаний як план обов'язковий для реалізації. Тому першочерговими задачами є необхідність виправити такі фактори при побудові прогнозного графіку, як:

– автоматична побудова варіантних ГРП на період проведення ремонтних робіт із закриттям перегінних колій у «вікно»;

– розрахунок перегінних часів ходу в залежності від довжини поїзда, що впливає на тривалість станційних інтервалів;

– розрахунок перегінних часів ходу в залежності від маси, а відповідно і швидкості руху поїздів;

– розрахунок перегінних часів ходу в залежності від діючих попереджень;

– планування прийняття пасажирських поїздів на станції згідно наявності пасажирських платформ на станційних коліях та їх довжини.

Розробка моделі перевізного процесу дільниці на прогнозованому графіку руху поїздів. В якості полігону наукових досліджень обрано диспетчерське коло Стрий – Лавочне, що розташоване у межах міжнародного транспортного коридору.

Запропоновано лінійні пункти (ЛП) об'єднати з центром пунктом управління (ЦП) за допомогою кільцевих мереж зв'язку лінійних пунктів, які використовують виділені канали або фізичні лінії магістрального кабелю, як наведено на рис. 1.



Рис. 1 – Структурна схема локальної мережі зв'язку МСДЦ «Каскад» дільниці Стрий – Лавочне

Комплекси ЛП географічно розташовуються на станціях і складаються з мікропроцесорного контролера і комплексу уніфікованих модулів у відповідності зі складністю об'єкта автоматизації.

ГРП, в тому числі і прогнозний, що розробляється в МСДЦ, має забезпечувати:

– задоволення потреб у перевезенні пасажирів та вантажів;

– безпеку руху поїздів;

– раціональне використання рухомого складу;

– найефективніше використання пропускнуої і провізної спроможності ділянок та переробної спро-

можності станцій;

– дотримання встановленої тривалості безперервної роботи локомотивних бригад;

– можливість виконання робіт з поточного утримання та ремонту колії, споруд, пристроїв СЦБ, зв'язку й електропостачання за безумовного дотримання вимог охорони праці [9].

Досліджено, що МСДЦ «Каскад» в деякій мірі виправдовує себе також за рахунок функції автоматичної побудови прогнозного графіку руху. Але при побудові система не враховує багато важливих факторів, що не дає змоги диспетчеру повністю довіряти

цьому графіку.

При прокладанні прогнозної лінії ходу поїзда система використовує встановлене фіксоване значення маси поїзда без врахування факту, що не всі поїзди одної маси, відповідно і швидкість руху в них різна.

На рис. 1 зображена залежність часу ходу поїзда від його маси, різниця коливається в межах 1–2 хвилин на одному перегоні.



Рис. 2 – Вплив маси поїзда на прогнозу нитку ГРП в МСДЦ «Каскад»

Таким чином, масу поїзда при побудові прогнозного ГРП доцільно визначати як

$$Q = \frac{F_{kp} \cdot P \cdot (w_0' + i_p) \cdot g}{(w_0'' + i_p) \cdot g}; \quad (1)$$

де F_{kp} – розрахункова сила тяги локомотива, Н; P – розрахункова маса локомотива, т; w_0' – основний питомий опір локомотива, Н/кН; w_0'' – основний питомий опір складу потяга, Н/кН; i_p – крутість розрахункового підйому, ‰; g – прискорення вільного падіння, м/с² [10].

Перевірка розрахованої маси складу на можливість надійного подолання інерційного підйому

$$S_{np} \leq \sum_{i=1}^n S_i \leq \sum_{i=1}^n \frac{4,17 \cdot (v_{kini}^2 - v^2)}{f_k - \omega_k}, \quad (2)$$

де S_{np} – довжина інерційного підйому, м; S_i – відстань, яку проходить поїзд за час зміни швидкості від v_{ni}^2 до v_{ki}^2 , м; n – кількість інтервалів зміни швидкості; v_{ni}^2 – початкова швидкість інтервалу, км/год; v_{ki}^2 – кінцева швидкість інтервалу, км/год.

Також при прокладанні прогнозної лінії ходу поїзда системі слід розраховувати для кожного поїзда окремо тривалість між поїзних та станційних інтервалів, враховуючи довжину і масу поїзда, оскільки, величина станційних інтервалів залежить від засобів зв'язку при русі поїзда, способу управління стрілками, схеми роздільного пункту, профілю підходу до роздільного пункту, а також довжини і маси поїзда.

Значення міжпоїздного інтервалу при формуванні прогнозного ГРП доцільно визначати як

$$I_{AB} = 0,06 \frac{3l_{bl} + l_n}{v_x^{ван}}, \quad (3)$$

$$I_{AB}^{роз} = 0,06 \frac{2l_{bl} + l_n}{v_{роз}^{ван}} + t_e, \quad (4)$$

де l_{bl} – довжина блок-ділянки, м; l_n – довжина вантажного поїзда, м; $v_x^{ван}$ – ходова швидкість вантажного поїзда, км/год; $v_{роз}^{ван}$ – швидкість на розрахунковому підйомі, км/год; t_e – час на сприймання показання сигналу машиністом, хв.

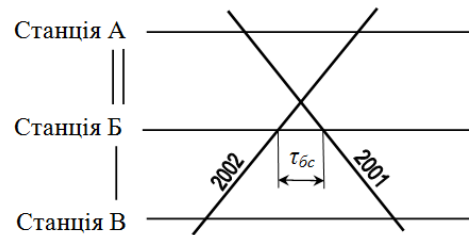


Рис. 3 – Станційний інтервал беззупинного схрещення

На базовій ділянці по обох коліях організовано двосторонній рух поїздів по двосторонньому автоблокуванню, тому важливо при побудові прогнозного ГРП оперативно розраховувати станційні інтервали беззупинного схрещення $\tau_{бс}$ – найменший проміжок часу між прослідуванням двома зустрічними поїздами осі станції, що обмежує одноколіїний та двоколіїний перегони, який показано на рис. 3.

В даному випадку, якщо довжина поїзда більша за корисну довжину колій, то на ГРП доцільно планувати зупинку одному з поїздів [9].

На останньому етапі модель повинна визначати прогнозу наявну пропускну спроможність ділянки на кожен шестигодинний оперативний період за виразом

$$N_{попр} = N_{ван} + N_{пс} \cdot \epsilon_{пс} + N_{зб} \cdot \epsilon_{зб} + N_{шв} \cdot \epsilon_{шв},$$

де $N_{ван}$, $N_{пс}$, $N_{зб}$, $N_{шв}$ – число (пар, одиниць) вантажних, пасажирських та приміських, збірних, швидкісних поїздів з порожніх вагонів та договірних поїздів, які необхідно прокласти на графіку; $\epsilon_{пс}$, $\epsilon_{зб}$, $\epsilon_{шв}$ – коефіцієнти знімання вантажних поїздів

загальної швидкості поїздами інших вказаних категорій.

Якщо пропускна спроможність перевищує наявну, то формується інший варіант прогнозного ГРП.

Висновки. Розширення складу функціональних задач МСДЦ «Каскад» дозволяє складати прогнозний графік руху поїздів враховуючи оперативні зміни в перевізному процесі. З урахуванням запропонованих заходів автоматично побудований прогнозний графік руху поїздів зможе стати планом, обов'язковим для реалізації.

Список літератури: 1. Концепція державної програми реформування залізничного транспорту України [Текст]: схвалено розпорядженням КМУ №651-р від 27.12.2006. – К.: Магістраль, №1 (1179) 10-16 січня 2007 р. – С. 6. 2. Долгополов, П. В. Удосконалення диспетчерського управління на дільниці в умовах швидкісного руху [Текст]: П. В. Долгополов, Р. В. Чикаров // Збірник наукових праць УкрДАЗТ, 2015. – Вип. 154. – С. 53 – 57. 3. Долгополов, П. В. Удосконалення перевізного процесу на транспортному полігоні на основі моделі диспетчерського управління [Текст]: П. В. Долгополов, В. П. Манзуля, А. О. Рожченко // Збірник наукових праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 145. – С. 11–17. 4. Малахова, О. А. Удосконалення управління вагонопотоками при збільшенні транзитності перевезень [Текст] / О. А. Малахова, К. В. Таратушка // Зб. наук. пр. Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 133. – С. 105 – 110. 5. Головка, Т. В. Дослідження варіантів процесу просування вагонопотоків в напрямку поромних комплексів [Текст] / Т. В. Головка // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2011. – Вип. 28. – С. 17–21. 6. Калашникова, Т. Ю. Удосконалення інформаційно-керуючої системи залізниць в умовах інтегрованості [Текст] / Т. Ю. Калашникова, С. М., Кушкін, С. Д. Кіщенко // Збірник наукових праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 146. – С. 61– 65. 7. Лаврухін, О. В. Побудова

моделі оптимізації пропуску поїздів на підходах до сортувальної станції [Текст] / О. В. Лаврухін, П. В. Долгополов, Ю. В. Доценко // Східно-Європейський журнал передових технологій. – Харків: 2013. – Вип. 64. – С. 15–17. 8. Дянько, М. І. Мікропроцесорна диспетчерська централізація «Каскад» [Текст]: навч. посібник / М. І. Дянько [та ін.]. – Харків: УкрДАЗТ, 2005. – 176 с. 9. Інструкція зі складання графіка руху поїздів на залізницях України [текст]: ЦТ-0040. – К., 2002. 10. Гребенюк, П. Т. Тяговые расчеты: Справочник [Текст]: П. Т. Гребенюк, А. Н. Долганов, А. И. Скворцова. – М.: Транспорт, 1987. – 174 с.

Bibliography (transliterated): 1. KontseptsIya derzhavnogo programi reformuvannya zaliznichnogo transportu Ukraini (2007). Shvaleno rozporiyadzhenniam KМУ #651-r vІd 27.12.2006. Kiev: MagIstral, #1 (1179) 10-16 sіchnya, 6. 2. Dolhopolov, P., Chikarov, R. (2015). Udoskonalennya dyspetchers'koho upravlinnya na dil'nytsi v umovakh shvydkisnoho rukhu. Zbirnyk naukovykh prats' UkrDAZT, 154, 53 – 57. 3. Dolgopolov, P., Manzulya, V., Rozhenko, A. (2014). Udoskonalennya pereviznogo protsessu na transportnomu poligoni na osnovi modeli dyspetcherskogo upravlinnya. Zbirnyk naukovykh prats' UkrDAZT, 145, 11–17. 4. Malakhova, O. A. (2012). Udoskonalennya upravlinnya vahonopotokamy pry zbil'shenni tranzynosti perevezen'. Zb. nauk. pr. UkrDAZT, 133, 105 – 110. 5. Holovko, T. V. (2011). Doslidzhennya variantiv protsesu prosuvannya vahonopotokiv v napryamku poromnykh kompleksiv. Zb. nauk. prats'. Donetsk: DonIZT, 28, 17–21. 6. Kalashnikova, T., Kushkin, E., Kitsenko, E. (2014). Udoskonalennya informatsiyno-keruyuchoyi systemy zaliznyts' v umovakh interoperabel'nosti. Zbirnyk naukovykh prats', Kharkiv: UkrDAZT, 146, 61–65. 7. Lavrukhin, O., Dolgopolov, P., Doczenko, Y. (2013). Pobudova modeli optymizatsiyi propusku poyzidiv na pidkhodakh do sortuval'noyi stantsiy. Skhidno-Yevropeys'kyu zhurnal передовykh tekhnolohiy, Kharkov, 64, 15–17. 8. Danko, M. I. (2005). Mikroprotseorna dyspetcherska tsentralizatsiya «Kaskad». Navch. posibnik. Kharkov: UkrDAZT, 176. 9. Instruksiya zi skladannya hrafika rukhu poyzidiv na zaliznytsyakh Ukrainy: TsT-0040, Kiev, 2002. 10. Hrebnyuk, P., Dolhanov, A., Skvortsova, A. (1987). Tyahovye rascheti: Spravochnyk, Moscow: Transport, 143–174.

Надійшла (received) 26.10.2015

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Долгополов Петро Віталійович – кандидат технічних наук, Український державний університет залізничного транспорту, доцент кафедри «Управління експлуатаційною роботою», пл. Феєрбаха, 7, м. Харків, 61050; тел. 095-090-37-47; e-mail: pit2013@mail.ru.

Долгополов Пётр Витальевич – кандидат технических наук, Украинский государственный университет железнодорожного транспорта, кафедра «Управление эксплуатационной работой» пл. Феєрбаха, 7, г. Харьков, 61050

Dolgopolov Peter – candidate of science, Ukrainian state university of railway transport, department of management of operational work. Feeyerbakh sq, 7, Kharkov, 61050, Ukraine; tel.: 095-090-37-47; e-mail: pit2013@mail.ru.

Головка Тетяна Владиславна – кандидат технічних наук, Український державний університет залізничного транспорту, доцент кафедри «Управління експлуатаційною роботою».

Головка Татьяна Владиславовна – кандидат технических наук, Украинский государственный университет железнодорожного транспорта, кафедра «Управление эксплуатационной работой» пл. Феєрбаха, 7, г. Харьков, 61050; тел.: 095-838-91-72. E-mail: nosteratu@mail.ru.

Golovko Tatyana – candidate of science, Ukrainian state university of railway transport, department of management of operational work. Feeyerbakh sq, 7, Kharkov, 61050, Ukraine; tel.: 095-838-91-72. E-mail: nosteratu@mail.ru.

Галишинець Тарас Володимирович – магістрант, Украинский государственный университет железнодорожного транспорта, кафедра «Управление эксплуатационной работой»; тел. 099-777-51-86 e-mail: galishinectaras@rambler.ru.

Галишинець Тарас Володимирович – магістрант, Український державний університет залізничного транспорту, кафедра «Управління експлуатаційною роботою»; тел.: 099-777-51-86 e-mail: galishinectaras@rambler.ru.

Galyshynec Taras – master student, Ukrainian state university of railway transport, department of management of operational work. Feeyerbakh sq, 7, Kharkov, 61050, Ukraine; tel.: 099-777-51-86 e-mail: galishinectaras@rambler.ru.

Іванова Юлія Андріївна – магістрант, Украинский государственный университет железнодорожного транспорта, кафедра «Управление эксплуатационной работой»; тел.: 095-838-91-72. E-mail: nosteratu@mail.ru.

Іванова Юлія Андріївна – магістрант, Український державний університет залізничного транспорту, кафедра «Управління експлуатаційною роботою»; тел.: 095-164-65-55. E-mail: juliaivanova08@gmail.com.

Ivanova Yuliia – master student, Ukrainian state university of railway transport department of management of operational work. Feeyerbakh sq, 7, Kharkov, 61050, Ukraine; tel.: (095) 164-65-55 e-mail: juliaivanova08@gmail.com.