

<http://www.adobe.com/devnet/flex.html?navID=fig>. 5. Fain Y. Enterprise Development with Flex [Electronic resource] / Y. Fain, V. Rasputnis, A. Tartakovsky. – Sebastopol: O'Reilly Media Inc., 2010. – 688 p. – MA Internet: <http://oreilly.com>. 6. RIA Market Penetration and Global Usage [Electronic resource] : Comprehensive Aggregate Internet Usage Statistics. – StatOwl.com. – MA Internet: http://www.statowl.com/custom_ria_market_penetration.php

Поступила в редколлегию 11.03.2011

УДК 656.222:629.4.083

Т. О. КОСТИРКІНА, асп., УкрДАЗТ, м. Харків

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНІЧНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ПРОЦЕС ПРОПУСКУ ТРАНЗИТНИХ ПОЇЗДІВ ПІДВИЩЕНОЇ ВАГИ

В статті проведено дослідження впливу технічних та технологічних факторів на пропуск поїздів за «жорсткими» нитками графіку. Запропоновано методику розрахунку чисельності штату працівників ПТО, що враховує подовжені плечі оберту локомотивів та локомотивних бригад, а також пропуск поїздів підвищеної ваги.

Ключові слова: «жорсткі» нитки графіку

В статье проведено исследование влияния технических и технологических факторов на пропуск поездов по «жесткими» нитями графику. Предложена методика расчета численности штата работников ПТО, учитывающий удлиненные плечи оборота локомотивов и локомотивных бригад, а также пропуск поездов повышенного веса.

Ключевые слова: «жесткие» нити графику

The paper analyzed the influence of technical and technological factors on the trains pass by "rigid" schedule threads. Methods of calculating the number of VET staff, which takes into account extended shoulders turn locomotives and locomotive crews and trains pass high weight.

Key words: "tough" schedule threads

Вступ

При впровадженні логістичних технологій на залізничному транспорті, головну роль відіграє гарантія часу надходження поїзда на станцію призначення – тобто просування поїзда за «жорсткими» нитками графіку руху. При виділенні таких ниток для транзитного вагонопотоку можна не зважати на головний недолік системи організації руху поїздів за «жорстким» графіком руху – виникнення непродуктивного часу простою вагонів під накопиченням, особливо при формуванні поїздів підвищеної ваги. Пропуск таких поїздів повинен виконуватись з наданням пріоритету, через що стає актуальним виділення «жорсткої» нитки графіку для пропуску спеціалізованих поїздів.

Аналіз останніх досліджень

Згідно до досліджень, технологію пропуску транзитних поїздів підвищеної ваги розглядали лише у контексті пропуску сформованих поїздів з урахуванням часу на накопичення. При цьому, до уваги бралися або економічні критерії мінімізації приведених сумарних витрат на освоєння обсягів перевезень [1], або техніко-економічні розрахунки, які враховували різнохарактерні витрати на накопичення поїздів, а також оплату локомотивних бригад [2]. Аналіз довів, що

детально не було розглянуто чинники, що впливають на пропуск поїздів за «жорсткими» нитками графіку.

Постановка задачі у загальному вигляді

Наслідком технології пропуску поїздів за «жорсткими» нитками графіку є чітке дотримання технології пропуску транзитних спеціалізованих поїздів на всьому напрямку. Таким чином, постає задача аналізу та оцінки впливу технічних та технологічних чинників на фактичний час руху поїздів по напрямку.

Виклад основного матеріалу дослідження

Однією із основних умов пропуску транзитних поїздів є стабільність фактичного дотримання нормативних «жорстких» ниток, що ув'язані по всій протяжності маршруту слідування. В умовах напрямку Куп'янськ - Сорт – Одеса - Пересип було проведено дослідження пропуску транзитних поїздів підвищеної ваги.

На рисунку 1 наведено розподіл часу руху 36 поїздів за маршрутом Куп'янськ - Сорт – Одеса - Пересип за місяць максимальних перевезень (листопад 2009 року). Слід відзначити, що час руху поїзда, який відокремлений від основної групи поїздів, є нестандартною умовою слідування транзитного поїзду і не повинен прийматися до розрахунків. Пунктирною лінією прокладено нормативний час прослідування транзитного поїзда при умові лише двох зупинок на технічних станціях Полтава-Південна та Знам'янка-Сортувальна.

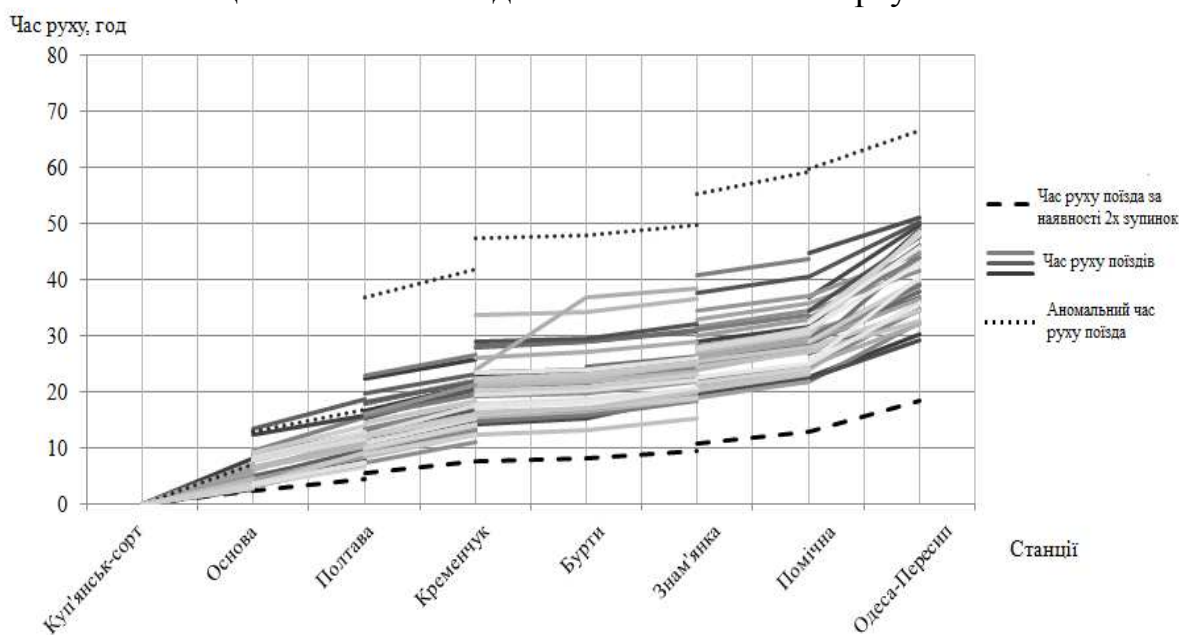


Рис.1 – Розподіл часу руху поїздів за маршрутом Куп'янськ-Сорт – Одеса-Пересип

Доведено, що час знаходження у русі транзитних поїздів до прибуття на кожну станцію напрямку Куп'янськ-Сорт – Одеса-Пересип є випадковою величиною, що підпорядковується нормальному закону розподілу. Так нормальний закон розподілу часу руху від станції Куп'янськ-Сорт до станції Полтава-Південна має параметри: математичне очікування $M(x) = 10,21 год$, та середньоквадратичне відхилення $\sigma = 3,2 год$ (рис. 2). Коефіцієнт варіації складає 31,3%, що вказує на значне варіювання часу руху поїзда на даній ділянці, а на всьому напрямку знаходиться у межах від 21 до 33%.

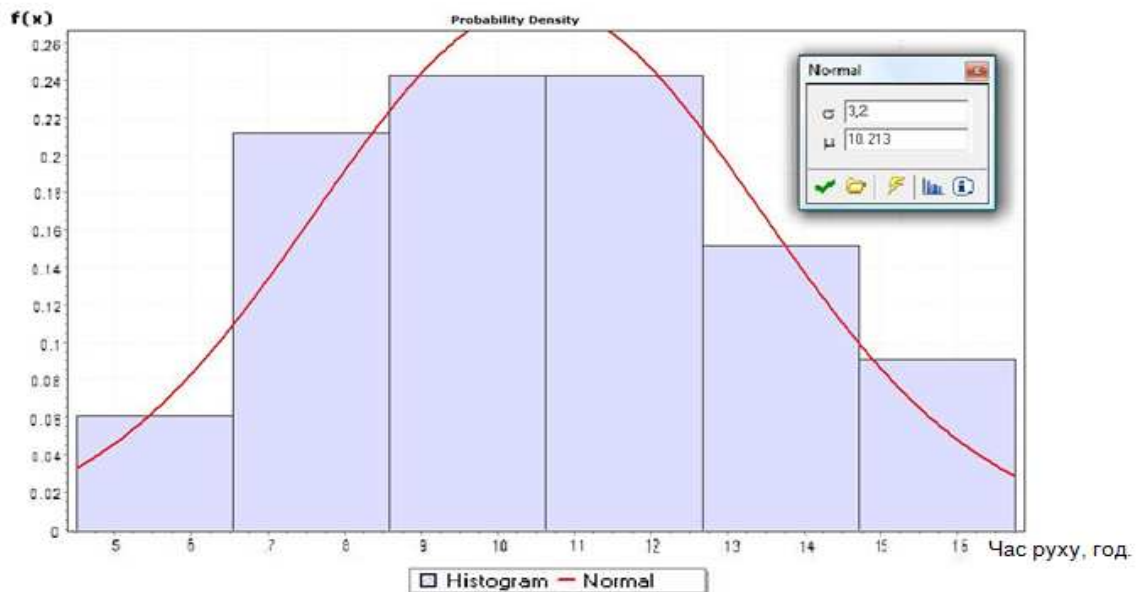


Рис.2 – Щільність розподілу часу руху поїздів призначенням Одеса-Пересип, від станції відправлення до прибуття на станцію Полтава-Південна.

Як довів аналіз, значна кількість відхилень часу руху поїзда від нормативного, відбувається через простой на технічних станціях. Так, простій в умовах станції Основа, на якій за наявною технологією пропуску може відбуватися зміна локомотивної бригади (норма часу складає 52 хв.), знаходиться у межах від 0 до 525 хв. (рисунок 3), та підпорядковується експоненційному закону розподілу з параметром $\lambda=0,53$. Це свідчить про наявність недоліків в технології обробки транзитних поїздів, що обумовлюються наступними причинами:

- недостатня кількість бригад ПТО та ПКО в парках приймання або транзиту;
- наявність технічно-несправних вагонів в складі поїзда;
- неузгодженість в роботі маневрового диспетчера, чергового по станції (ДСП), поїзного диспетчера (ДНЦ) та локомотивного диспетчера;
- помилка планування - при неузгодженості підводу транзитних та пасажирських поїздів;

видача попереджень виконується тільки на перегін, на якому діє попередження.

Розглянемо більш детально вплив кожного з чинників.

Найбільша частка затримок транзитних поїздів на технічних станціях – це виявлені технічно-несправні вагони. Вона складає близько 35% від усіх затримок. У більшості випадків такі вагони знаходяться у групі, яка слідує за одним пакетом перевізних документів, через що стає неможливим відкинути цей вагон для ремонту.

Через те, що на ділянці обертаються різні категорії вантажних поїздів, а час на технічне обслуговування без відчеплення вагонів, встановлено однаковим для всіх категорій, стає необхідним розрахувати штат працівників ПТО, що буде враховувати:

- наявність довгосоставних поїздів;

- подовжені плечі обертання локомотивів та локомотивних бригад, що у свою чергу призводить до подовження гарантійних плечей прослідування вагонів;
- нерівномірність прибуття поїздів на станцію.

Штат працівників визначається виходячи з потрібної кількості бригад ПТО за добу та кількості працівників у кожній бригаді. Причому, для виконання вище наведених умов, кількість працівників у бригадах може відрізнятись.

Для транзитних поїздів підвищеної ваги, що обертаються за подовженими плечима роботи локомотивів та локомотивних бригад [3], актуальним є питання забезпечення гарантійних плечей прослідування вагонів. Кількість робітників у бригаді, що буде обслуговувати такі поїзди, можна розрахувати спираючись на задану імовірність безвідмовного проходження поїзда по гарантійній дільниці. Вона розраховується за формулою [4]

$$P(l) = e^{-\omega_{\Sigma} \cdot N \cdot l}, \quad (1)$$

де N – число вагонів;

l – довжина дільниці, км;

ω_{Σ} – параметр потоку відмов вагонів, обчислюється по формулі

$$\omega_{\Sigma} = \omega_0 \cdot (1 - V), \quad (2)$$

де ω_0 – параметр потоку відмов вагонів, що прямують в поїздах, у середньому по залізниці;

V – імовірність відновлення працездатності вагонів при технічному обслуговуванні без відчеплення вагонів.

Беручи до уваги, що відновлення працездатності вагонів у поїздах підвищеної ваги, що прямують за подовженими плечима, потребує більш трудомісткого огляду, ніж для поїздів зі звичайними, стає необхідним збільшити кількість працівників в одній бригаді ПТО. Імовірність відновлення працездатності вагонів при технічному обслуговуванні без відчеплення, визначається за формулою

$$V = 1 - \left(1 + \frac{2 \cdot R \cdot t_{обр}}{H_{mp}} \right) \cdot e^{-\frac{2 \cdot R \cdot t_{обр}}{H_{mp}}}, \quad (3)$$

де R – число працівників ремонтно-оглядової бригади, що беруть участь у підготовці поїзда в рейс;

$t_{обр}$ – нормативна тривалість простою поїздів під обробкою, год.;

H_{mp} – середні витрати праці, необхідні для усунення виявлених несправностей і виконання профілактичних операцій при підготовці поїздів у рейс, людино-год.

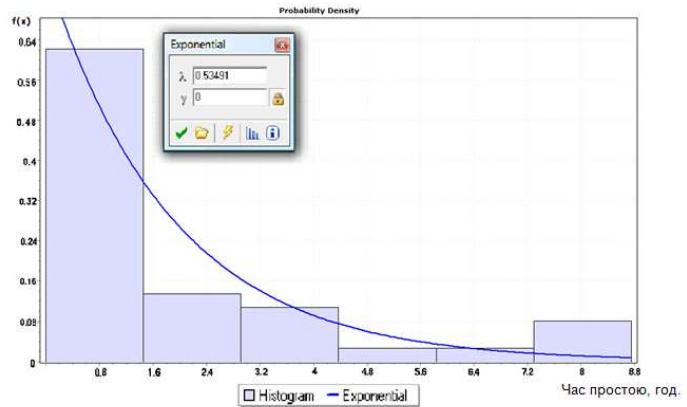


Рис.3 – Щільність розподілу часу простою на станції Основа, год.

$$H_{mp} = m \cdot \sum_{j=1}^r \alpha_j \cdot h_{oj}, \quad (4)$$

m – кількість вагонів у складі поїзда;

α_j – частка кількості вагонів j -го типу;

h_{oj} – середні витрати праці, що приходяться на 1 вагон j -го типу, людино-год.;

При заданій імовірності відновлення працездатності вагонів при технічному обслуговуванні без відчеплення, можна, за допомогою чисельних методів у програмному середовищі MatLab, визначити кількість працівників ремонтно-оглядової бригади.

Було розраховано, що при складі поїзда $m = 65$ ваг. (маса брутто поїзда 6000т), нормативній тривалості простою транзитного поїзда при технічному обслуговуванні без відчеплення вагонів $t_{обp} = 0,5$ год., та середніх витратах праці $H_{mp} = 18,85$ люд – год., для забезпечення імовірності відновлення працездатності вагонів при технічному обслуговуванні без відчеплення вагонів $V = 90\%$, кількість працівників ремонтно-оглядової бригади складе $R_1 = 70$ чоловік (рисунок 4).

Приймаючи довжину гарантійної дільниці $l = 400$ км, параметр потоку відмов вагонів $\omega_0 = 12 \cdot 10^{-6}$ отримуємо, що імовірність безвідмовного проходження поїзда по гарантійній дільниці складе $P(l) = 96\%$.

Таким же чином розраховуємо необхідну кількість працівників ремонтно-оглядової бригади при складі поїзда $m = 50$ ваг. Кількість працівників ремонтно-оглядової бригади складе $R_2 = 55$ чоловік.

Приймаючи систему «вагони – оглядачі вагонів» як багатовимірну систему масового обслуговування без відмови, в якій каналами обслуговування є працівники бригади ПТО, а заявками – вагони (поїзди), необхідну загальну кількість бригад ПТО з урахуванням нерівномірності прибуття поїздів на станцію за добу, але без урахування різномірності довжини поїздів, можна розрахувати за формулою

$$n = \frac{\lambda \cdot t_{обp} \cdot \left[1 + \sqrt{1 + \frac{4}{\lambda \cdot t_{обp}}} \right]}{2}, \quad (5)$$

де λ – інтенсивність прибуття поїздів на станцію

$$\lambda = \frac{N_{max} \cdot k_n}{T} \quad (6)$$

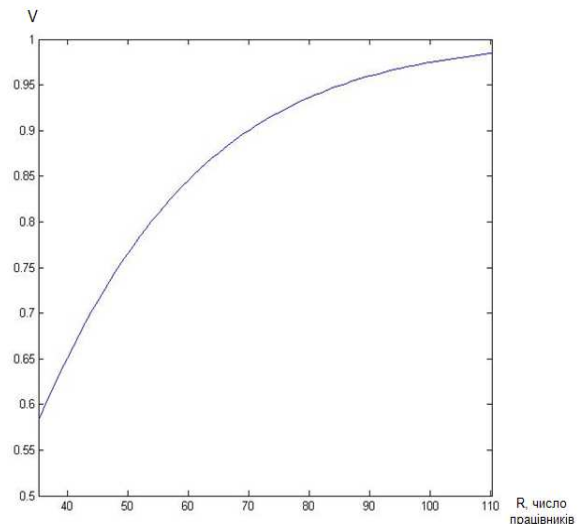


Рисунок 4 – Залежність імовірності відновлення працездатності вагонів при безвідчипному ремонті від кількості працівників в бригаді ПТО для поїзда підвищеної довжини.

де N_{\max} – максимальна кількість поїздів, що прибуває на станцію за добу;

T – тривалість зміни бригади ПТО, год.;

k_n – коефіцієнт добової нерівномірності прибуття поїздів на станцію, розраховується за формулою

$$k_n = \frac{N_{\text{пик}} \cdot 24}{N_{\max} \cdot \Delta t_{\text{пик}}}, \quad (7)$$

де $N_{\text{пик}}$ – кількість поїздів, що прибули у години «пик»;

$\Delta t_{\text{пик}}$ – тривалість «пікового» періоду, год.

Для урахування різномірності поїздопотоків за довжиною составу, визначимо відсоток поїздів підвищеної ваги від загальної їх кількості γ .

$$\gamma = \frac{N_{\text{спец}}}{N_{\max}}, \quad (8)$$

де $N_{\text{спец}}$ – кількість транзитних поїздів підвищеної ваги, що прибувають за добу.

Тоді, штат працівників ПТО $S_{\text{ПТО}}$ визначається за формулою

$$S_{\text{ПТО}} = n \cdot \gamma \cdot R_1 + n \cdot (1 - \gamma) \cdot R_2, \quad (9)$$

де R_1 – кількість працівників ремонтно-оглядової бригади для технічного обслуговування поїздів підвищеної ваги, чол.;

R_2 – кількість працівників ремонтно-оглядової бригади для технічного обслуговування поїздів звичайної ваги, чол.

Загальні витрати на утримання штату працівників ПТО на всьому напрямку прямування поїзда складуть

$$E_{\text{ПТО}} = \sum_{P_{\text{ст}}} S_{\text{ПТО}} \cdot e_{\text{мбр}}, \quad (10)$$

де $e_{\text{мбр}}$ – ставка, що витрачається на 1 люд.-год. роботи працівників ремонтно-оглядової бригади;

$P_{\text{ст}}$ – кількість технічних станцій на напрямку;

$S_{\text{ПТО}}$ – штат працівників ПТО.

Так як збільшення кількості бригад ПТО або кількості працівників у бригаді, підвищує експлуатаційні витрати за рахунок збільшення заробітної плати на утримання штату працівників ПТО, стає необхідним завчасно планувати підвід поїздів на технічну станцію, на якій передбачена зупинка, не допускаючи або максимально згладжуючи «пікові» періоди ще на етапі розробки графіку руху поїздів по дільниці. При неможливості такого згладжування, можна передбачити підвіз працівників ПТО з іншої, менш завантаженої на цей період, станції вузла. Ще одним з перспективних напрямків зменшення експлуатаційних витрат є створення механізованих пунктів технічного обслуговування вантажних вагонів (МПТО). На МПТО основну увагу приділяють автоматизованим комплексам, що дозволяють діагностувати параметри вантажних вагонів на ходу поїзду, максимальній механізації ремонту вагонів в транзитних поїздах, що практично

виключає їх відчеплення. Впровадження МПТО дозволяє, разом із забезпеченням безпеки руху, кардинально зменшити експлуатаційні витрати на технічне обслуговування вантажних вагонів, підвищити пропускну і перевізну спроможність залізниць.

За наявною технологією пропуску великовагових поїздів на технічній станції може відбуватися зміна локомотива та/або локомотивної бригади. Виявлено, що реальний час зміни відхиляється від нормативного у середньому на 5-10%, що пов'язано з непогодженістю в роботі маневрового диспетчера, ДСП, ДНЦ та локомотивного диспетчера. Пропуск транзитних поїздів за «жорсткими» нитками графіку, при якому зупинки спеціалізованих поїздів передбачаються лише на технічних станціях, що обмежують гарантійні дільниці, дозволяє завчасно планувати роботу бригад та підвід локомотивів, зводячи до мінімуму затримки через зміну.

Крім того, прямування поїздів за «жорсткими» нитками, виключають можливість помилок планування, при яких не узгоджено підвід вантажних та пасажирських поїздів. Через що, великовагові поїзди необхідно затримувати на станції в очікуванні пропуску пасажирських поїздів. З цієї ж причини транзитні поїзди зупиняють на проміжних станціях. Додаткова затримка транзитного поїзда на технічній станції для пропуску пасажирських поїздів, на якій він має зупинку за графіком, та зупинки поїзда на шляху прямування на проміжних станціях для цієї ж цілі, за часом можуть бути однакові, але у другому випадку значно зростають витрати на розгін та уповільнення, а також збільшується час руху поїзда по перегону. Такі витрати раніш не приймалися до уваги, акцент було зроблено на витратах через діючі попередження на шляху прямування.

Експлуатаційні витрати E_{zyn} на один поїзд через зупинку поїзда на станції, складаються з часових витрат у грошовому еквіваленті E_1 та енергетичних у грошовому еквіваленті E_2 [5].

$$E_{zyn} = E_1 + E_2, \quad (11)$$

Часові витрати у грошовому еквіваленті E_1 – це витрати через зниження швидкості руху поїздів на дільниці для забезпечення зупинки на станції та тривалості самої зупинки

$$E_1 = e_{n-год} \cdot t_n, \quad (12)$$

$e_{n-год}$ - вартість 1 поїздо-години, грн.;

t_n - час затримки одного поїзда, що включає час стоянки та час, на який збільшується час руху поїзда по перегону через зниження швидкості, год.

Вартість 1 поїздо-години затримки поїзда на проміжній станції або на перегоні розраховується за формулою:

$$e_{n-год} = \frac{Q}{p+q} \cdot e_{nn} + e_{mn} + e_{mn} + B_{yn}^{cm} \cdot (e_{yn} + Ц_{yn}), \quad (13)$$

де Q – маса бруто вантажного поїзда, т.;

$p+q$ – середнє навантаження на вісь вантажного вагона, кН;

e_{nn} – видаткова ставка за 1 вісь-год вагона, грн.;

e_{mn} – видаткова ставка за 1 бригадо-год поїзних бригад, грн.;

e_{mn} – видаткова ставка за 1 лок-год., грн.;

B_{yn}^{cm} – витрата умовного палива локомотивом під час стоянки, кг/год, кВт/год;

e_{yn} – видаткова норма на 1 кг умовного палива або 1 кВт*год електроенергії, що враховує відповідні витрати на ремонт локомотива;

C_{yn} – вартість 1 кг умовного палива або 1 кВт*год електроенергії, грн.

Енергетичні витрати у грошовому еквіваленті, що приходяться на 1 поїзд, - це витрати на розгін та уповільнення поїзда, а також на зрушення його з місця після зупинки на станції, визначаються за формулою:

$$E_2 = 3,8 \cdot \varphi \cdot (P + Q) \cdot (v_x^2 - v_{np}^2) \cdot 10^{-6}, \quad (14)$$

φ – витратна ставка на 1 т*км механічної роботи локомотива, грн.;

P, Q – маса відповідно локомотива та поїзда, т.;

v_x – ходова швидкість (графікова), км/год.;

v_{np} – реальна швидкість руху по дільниці, км/год.

Таким чином, у більшості випадків, доцільніше зупиняти поїзди на більш довгий проміжок часу на технічних станціях, для пропуску пасажирських, ніж декілька разів зупиняти поїзд на проміжних станціях.

Ще однією вагомою часткою (приблизно 38%) в затримці транзитних поїздів на технічних станціях є неавтоматизована система видачі попереджень на поїзди, що призводить до їх зупинки від 2 до 20 хвилин. Такі зупинки необхідно усувати за допомогою впровадження автоматизованої системи видачі попереджень на станції формування на весь напрям до станції призначення. Або встановленням на локомотивах пристроїв, які в автоматичному режимі будуть відображати діючі попередження відповідно на кожному перегоні.

Висновки

Було виявлено, що відхилення часу руху транзитного поїзда від нормативного, головним чином відбувається через надлишкові простой на технічних станціях, що обумовлені множиною причин. Найбільш вагомі з них – це виявлення технічно-несправних вагонів (приблизно 35%) та неавтоматизована система видачі попереджень (біля 38%). Через те, що час знаходження транзитних поїздів у русі між технічними станціями, є практично постійною величиною, і запізнення через простой на станції не можуть бути компенсовані за час руху по маршруту, для дотримання транзитними спеціалізованими поїздами «жорсткої» нитки графіка, необхідно жорстко витримувати технологічний час обробки поїзда на кожній технічній станції, на якій передбачена зупинка. Для цього було розроблено методику розрахунку штату працівників ПТО для при технічному обслуговуванні без відчеплення вагонів від транзитних поїздів, що враховує нерівномірність прибуття поїздів на станцію, неоднорідність їх по довжині, різну довжину гарантійних плечей вагонів через подовжені плечі оберту локомотивів та локомотивних бригад, з забезпеченням імовірності безвідмовного проходження поїзда по гарантійній дільниці $P(l) = 96\%$. Пропонується зниження чисельності штату працівників за рахунок впровадження МПТО, робота яких ґрунтується на використанні сучасних автоматизованих систем неруйнівного

контролю технічного стану вантажних вагонів і спеціалізованих колій ТО вагонів з повною механізацією всіх робіт.

Також запропоновано методику розрахунку експлуатаційних витрат, що пов'язані з зупинками транзитного поїзда на проміжній станції для обгону чи схрещення з іншими поїздами. Доведено, що з економічної точки зору, зупинки на технічних станціях для пропуску пасажирських поїздів більш доцільні, ніж на проміжних станціях.

Таким чином виникає задача створення універсальної моделі технології пропуску транзитних поїздів, в якій будуть враховані усі експлуатаційні витрати на пропуск вантажного спеціалізованого поїзда при подовженні пліч обертання локомотивів та локомотивних бригад, а також вплив інших, ще детально не розглянутих факторів, за рахунок обліку витрат, через непродуктивні простой.

Список літератури: 1 Тихонов К.К. Выбор оптимальных параметров эксплуатации железных дорог. М.: Транспорт, 1974. 192 с. 2 Макарович А.М., Дьяков Ю.В. Использование и развитие пропускной способности железных дорог. М.: Транспорт, 1981. 287 с. 3 Бутько, Т.В., Прохорченко, А.В., Костиркіна, Т.О. Обґрунтування доцільності впровадження подовжених пліч обертання локомотивів та локомотивних бригад при пропуску поїздів за «жорсткими» нитками графіка. // Зб. наук. праць УкрДАЗТ: Випуск 119. – Харків, 2010. – с. 25-28. 4 Гридюшко В.И., Бугаев В.П., Криворучко Н.З. Вагонное хозяйство: Учеб. пособие для вузов – 2-е изд., перер. и доп. – М.: Транспорт, 1988. – 295 с. 5 Экономика путевого хозяйства: Учебник для вузов ж.-д. трансп. / В.Я. Шульга, В.И. Ангелейко, А.А. Комаров и др. Под ред. В. Я. Шульги. – М.: Транспорт, 1988. – 303 с.

Поступила в редколлегию 19.03.2011