

DOI <https://doi.org/10.32782/2521-6643-2022.1-63.2>
УДК 656.225

Кузьменко А. І., кандидат технічних наук, доцент,
в.о. завідувача кафедри транспортних технологій
та міжнародної логістики
Університету митної справи та фінансів
ORCID: 0000-0001-7278-3647

Бех П. В., кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри управління експлуатаційною роботою
Українського державного університету науки і технологій
ORCID: 0000-0002-1782-9224

Лашков О. В., старший викладач
кафедри управління експлуатаційною роботою
Українського державного університету науки і технологій
ORCID: 0000-0001-7380-987X

Максименков Є. А., старший викладач
кафедри військової підготовки спеціалістів
Державної спеціальної служби транспорту Збройних Сил України
ORCID: 0000-0002-9608-7301

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОТУЖНОСТІ ВАГОНОПОТОКІВ НА ПОКАЗНИКИ ПЛАНУ ФОРМУВАННЯ ПОЇЗДІВ

Інтенсифікація роботи залізничного транспорту, як однієї із ключових галузей економіки країни, є головним у рішенні завдання повного й своєчасного задоволення потреб бізнесу в перевезеннях. Залізничний транспорт і в перспективі буде виконувати основний обсяг масових перевезень, і насамперед кам'яного вугілля, руди, чорних металів, лісу, продовольчих вантажів, хімічних і мінеральних добрив, нафтопродуктів, будівельних матеріалів.

Удосконалення технології роботи станції включає заходи, спрямовані на скорочення простою вагонів, раціональне використання технічних засобів, якими обладнана станція, скорочення непродуктивних витрат, підвищення доходності залізниці, що потребує постійної уваги та корегування оперативного плану формування вантажних поїздів, утримування технічного оснащення станції на достатньому рівні, який забезпечував би її стійку та безаварійну роботу, спрямовану на задоволення потреб перевізного процесу.

Основною задачею даної роботи є визначення головних напрямків поліпшення експлуатаційної роботи сортувальних станцій.

Ключові слова: план формування поїздів, сортувальна станція, параметр накопичення, час простою.

Kuzmenko A. I., Bekh P. V., Lashkov O. V., Maksymenko E. A. Study of the influence of the power of truck flows on the indicators of the formation plan trains

The level of competitiveness and attractiveness of railways in the market of transport services largely depends on the quality of work of railway stations. In modern economic conditions, one of the main factors of ensuring high efficiency of the operational work of railways is the minimization of the time spent by cars at stations. For this purpose, the stations must have a sufficient reserve of throughput and processing capacity to cover peak loads. On the other hand, it is necessary to minimize the own costs of the stations, reducing the excess technical potential. As you know, the efficiency of the station's operation is determined by the level of its technical equipment, work technology and control system. In this connection, the problem of effective technical and economic management of stations becomes particularly relevant, the main task of which is to make economically justified decisions both in operational management and in planning organizational and technical measures aimed at increasing the efficiency of station operation.

The main volume of car traffic processing is carried out at sorting stations. The execution of the transportation plan, the most important indicators of freight traffic, depends on their successful work. Therefore, it is worth developing measures to improve the design and technology of the existing stations. Among such measures, it is possible to single out reconstructive measures aimed at changing the design of stations, and organizational ones, which involve improving the technological process and the station management system. The need to rebuild the sorting station or improve the technology of its operation can be

caused by various reasons, such as a change in the volume and structure of traffic flows, electrification of lines on approaches, organization of high-speed traffic, construction of second main tracks, connection of new access tracks, etc. The number of options for further comparison and evaluation can be quite large in some cases. Therefore, when choosing competitive options, practical experience already accumulated by design engineers is of great importance, which helps to select only those options that most fully and effectively meet the given task. As a criterion for evaluating each of the intended options, the most often used are the costs associated with the implementation of a set of measures corresponding to the option. This indicator is the most universal, but at the same time it does not take into account many factors that significantly affect the choice of option (ensuring traffic safety, labor protection, etc.).

The choice of the most rational complex of reconstructive or organizational measures for each specific station is a rather difficult task due to the impossibility of conducting experiments on real objects to evaluate the intended options. When evaluating one or another option, it is necessary to forecast the performance indicators of the station after the implementation of the set of measures provided for by this option. At the same time, the complexity of the technological processes of the operation of railway stations makes it impossible to use direct analytical dependencies of the form $Y=F(X)$ for these purposes. In addition, it is necessary to take into account that the performance indicators of the stations are significantly influenced by the dispatching control system, i.e. the operational and dispatching personnel of the stations.

Key words: train formation plan, sorting station, accumulation parameter, idle time.

Постановка проблеми. Ефективне функціонування економіки будь-якої держави багато в чому залежить від якісного розвитку транспортної системи, з врахуванням світової глобалізації. При цьому створення економічної привабливості транспортних галузей та змішаних перевезень на основі розвитку контейнерних перевезень є сьогодні чи не найважливішою задачею багатьох країн та має стати такою і для держави Україна.

Інтенсифікація роботи залізничного транспорту, як однієї із ключових галузей економіки країни, є головним у рішенні завдання повного й своєчасного задоволення потреб народного господарства й населення в перевезеннях. Залізничний транспорт і в перспективі буде виконувати основний обсяг перевезень, і насамперед кам'яного вугілля, руди, чорних металів, лісу, продовольчих вантажів, хімічних і мінеральних добрив, нафтопродуктів, будівельних матеріалів і інших масових вантажів.

Для рішення поставлених перед залізничним транспортом завдань необхідна комплексна програма його розвитку, що передбачала б удосконалювання організації перевізного процесу й керування, інтенсифікацію використання технічних засобів, розвиток матеріально-технічної бази.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для залізничного транспорту в нашій державі важливе значення має не лише покращення економічних і фінансових результатів, а і вплив на результати роботи інших галузей економіки. Удосконалення системи взаємодії залізниць з виробництвом здійснюється в напрямку підвищення якості перевізного процесу з розширенням асортименту послуг, що сприяє зростанню обсягів перевезень [2].

Удосконалення технології роботи станцій включають заходи, спрямовані на скорочення простою вагонів, раціональне використання технічних засобів, якими обладнані станції, скорочення непродуктивних витрат, підвищення доходності залізниці тощо [3].

До початку бойових дій по станціям спостерігалось поступове нарощування обсягів вантажної та сортувальної роботи [1], що потребувало постійної уваги та корегування оперативного плану формування вантажних поїздів, утримування технічного оснащення станцій на достатньому рівні, який забезпечував би їх стійку та безаварійну роботу, спрямовану на задоволення потреб перевізного процесу.

З метою забезпечення зростаючих обсягів перевезень на залізницях розроблялась перспективна програма технічного оновлення та удосконалення технології роботи станцій, яка передбачає їх технічне переоснащення, впровадження сучасного зв'язку, автоматизованих систем керування [4]. У зазначеній програмі знайшли своє відображення питання модернізації системи електричної централізації на станціях та організації єдиного посту управління роботою станцій.

Мета статті. Визначення головних напрямків поліпшення експлуатаційної роботи на прикладі конкретної залізничної станції, з подальшою можливістю застосування даної методики на інших станціях, що дозволить підвищити конкурентоздатність залізничного транспорту та оптимізує перевізний процес.

Виклад основного матеріалу. Організація вагонопотоків у поїзда і направлення їх відповідно до плану формування повинні забезпечувати стабільність залізниць на ринку транспортних послуг, мінімальні витрати на перевезення, дотримання термінів доставки вантажів, а також запити вантажовідправників і вантажоодержувачів.

В Інструктивних вказівках з організації вагонопотоків на залізницях України надається:

1) система інформаційного забезпечення, тобто способи отримання і вибору направлення прямування планових вагонопотоків у комплексі завдань КСЕОД;

2) розрахункові нормативи, що відповідають принципу підвищення транзитності вагонопотоків, раціональному використанню сортувальних станцій з урахуванням їхнього технічного оснащення та завантаження;

3) методика розробки плану відправницької маршрутизації з місць завантаження і календарного планування навантаження вантажів, що не підлягають маршрутизації;

4) методика розрахунку плану формування односторонніх поїздів для окремих напрямлень вагонопотоків і мережі в цілому;

5) методика оцінки вибору варіантів організації розвитку місцевих вагонопотоків;

6) аналіз і методи оперативного корегування плану формування поїздів та заходи щодо його виконання;

7) методика оцінки впливу організації вагонопотоків на загальні показники роботи залізничного транспорту.

Рациональний план формування поїздів повинен забезпечувати концентрацію сортувальної роботи на станціях, найбільш технічно оснащених, зменшувати тривалість знаходження вагонів на технічних і вантажних станціях, підвищувати ступінь використання технічних засобів транспорту.

Правильна організація вагонопотоків є одним із головних завдань експлуатаційної роботи залізничного транспорту.

Основним критерієм оцінки системи організації вагонопотоків є:

1) забезпечення плану перевезень;

2) прискорення обігу вагонів;

3) підвищення транзитності вагонопотоків;

4) інтенсифікація сортувальної роботи;

5) зниження експлуатаційних витрат і собівартості перевезень;

6) підвищення рівня продуктивності праці.

Оптимізація системи організації вагонопотоків передбачає:

1) підвищення транзитності вагонопотоків на сортувальних станціях і зменшення кількості переробок вагонів на шляху прямування;

2) прискорення доставки вантажів і просування порожніх вагонів у пункти навантаження;

3) зростання продуктивності вагонів;

4) ефективне використання поїзних локомотивів та локомотивних бригад;

5) інтенсивне використання маневрових локомотивів, сортувальних пристроїв і колійного розвитку станцій;

6) збільшення доходів і зниження собівартості перевезень.

Організація вагонопотоків у поїзди здійснюється за планом формування, який визначає категорію і призначення (тобто станції розформування) поїздів і груп вагонів, що формуються станціями.

Вантажні поїзди класифікують за:

1) умовами формування;

2) прямування до станцій призначення;

3) дальністю прямуванням і швидкістю руху;

4) станом включених до них вагонів;

5) кількістю груп вагонів у составі.

За умовами формування вантажні поїзди розподіляють на:

1) маршрути, організовані з місць навантаження, у тому числі – прямі, із вагонів, завантажених одним вантажовідправником на одну станцію призначення (перевалки) на адресу одного (або декількох) вантажодержувачів;

2) маршрути призначення на станцію розпилення згідно з планом формування;

3) маршрути призначення на пункти (станції) розпилення, де здійснюється переадресування вагонів по станціях вивантаження і вантажовідправниках у межах зони, що обслуговується цією станцією;

4) маршрути на вхідні розподільчі станції;

5) поїзди, що формуються на сортувальних, дільничних і вантажних станціях (без участі вантажовідправників).

За умовами курсування:

1) кільцеві – з постійними складами, які після вивантаження повертаються на ту ж станцію або дирекцію залізничних перевезень під повторне навантаження;

2) технологічні, які курсують за встановленими нитками графіка руху поїздів між підприємствами-відправниками і одержувачами з технологічними процесами, що вимагають регулярної (ритмічної) доставки вантажів;

3) технічні, які сформовані на сортувальних станціях призначенням на одну станцію або у розпилення.

За умовами прямування до станцій призначення поїзди розподіляють на:

1) наскрізні – що проходять без переробки одну чи декілька дільничних або сортувальних станцій;

2) дільничні – що прямують без переформування на одній ділянці;

3) збірні – для розвезення і збирання вагонів на проміжних станціях дільниці.

Збірні поїзди формуються з підбиранням вагонів по станціях дільниць. Схема їхнього формування і порядок роботи на проміжних станціях встановлюється начальником служби перевезень із урахуванням мінімальних витрат на маневрову роботу на проміжних станціях і диференційних вагових норм, встановлених на перегонах. У випадках збільшення вагонопотоку на відправлення його в збірних поїздах дозволяється формувати дільничні поїзди із вагонів, що відповідають призначенню збірного поїзда.

Різновидностями збірних поїздів є:

- 1) зонні – з роботою на частині проміжних станцій однієї ділянки;
- 2) подовжені – з роботою на проміжних станціях двох суміжних ділянок;
- 3) збірно-дільничні – що прямують через декілька ділянок, із роботою на проміжних станціях окремих ділянок, а також ті, що прямують транзитом через інші ділянки.

Збірні роздавальні вагони для приймання і видачі дрібних відправок на проміжних станціях ставляться у збірні поїзди окремою групою. Навантаження і вивантаження цих вагонів на станціях ділянки, як правило, проводиться у межах часу стоянки збірного поїзда;

- 4) вивізні – що прямують із сортувальних і дільничних станцій до окремих проміжних (вантажних) станцій ділянки, що прилягає, і в зворотному напрямку – з окремих проміжних станцій до найближчої сортувальної або дільничної станції;

- 5) передаточні – що прямують між станціями, які входять до одного вузла і обслуговуються парком спеціальних передаточних локомотивів;

- 6) диспетчерські локомотиви – що призначаються у разі незначного вивантаження і навантаження на проміжних станціях ділянки в доповнення до збірних поїздів.

За дальністю прямування і швидкістю руху вантажні поїзди можуть бути прискореними з підвищеною маршрутною швидкістю, серед яких контейнерні та контрейлерні поїзди.

За станом включених вагонів поїзди розподіляються на:

- 1) вантажні із завантажених вагонів;
- 2) вантажні із порожніх – окремо за родом рухомого складу, а цистерн - за видами наливу;
- 3) комбіновані – із завантажених і порожніх вагонів.

За кількістю груп вагонів у складі поїзди розподіляють на:

- 1) одноступінні – на одну станцію призначення (вивантаження або розформування);
- 2) групові – із двох або більше підібраних груп вагонів на різні станції призначення.

Кількість груп і порядок їх розташування у складі встановлюється планом формування вантажних поїздів.

Поїзди формуються із вагонів визначених призначень і встановлених норм маси та довжини состава. Залежно від категорії і призначення поїздів для них встановлюються норми маси і довжини:

- 1) уніфіковані – для пропуску наскрізних поїздів без перелому маси і довжини на всьому напрямку;
- 2) паралельні (підвищені або понижені) – для пропуску без переломів маси і довжини відправницьких маршрутів, прискорених поїздів визначених призначень;
- 3) дільничні – які встановлюються за потужністю локомотива для даної дільниці.

Маса і довжина відправницьких маршрутів та спеціалізованих поїздів встановлюється:

- 1) внутрішньозалізничних призначень – начальником залізниці;
- 2) внутрішньодержавних призначень – Укрзалізницею;
- 3) міждержавних призначень – Дирекцією Ради по залізничному транспорту за узгодженням із причетними залізничними адміністраціями.

Вивізні, передатні, дільничні поїзди формують за масою і довжиною у межах мінімальних і максимальних значень норм, що встановлюються наказом начальника залізниці.

Поповнення (зменшення) до вагової норми встановленої графіком руху поїздів відправницьких маршрутів і наскрізних поїздів у пунктах перелому маси і довжини здійснюється згідно з призначенням поїзда, а за відсутності таких вагонів – вагонами по плану формування поїздів, встановленому для даної станції.

Поповнення маршрутів із порожніх вагонів здійснюється порожніми вагонами відповідного роду рухомого складу.

Для повного використання дільничних вагових норм транзитні поїзди в межах однієї залізниці можуть поповнюватися однією групою вагонів із дільничним вантажем. Відчеплення і причеплення цих вагонів має виконуватись упродовж стоянки поїзда за графіком.

Порядок формування і пропуску транзитних поїздів підвищеної маси і довжини, що прямують через дві і більше залізниць встановлюється у графіку руху або передбачається при змінно-добовому плануванні роботи за узгодженням між сусідніми залізницями.

Відчеплені від наскрізних поїздів і відправницьких маршрутів вагони з комерційними і технічними несправностями після усунення несправностей, а також вагони, які відчеплені через зменшення маси і довжини, відправляються в поїздах згідно з планом формування станції, яка відчепила вагони.

Основними вихідними матеріалами для розробки плану формування поїздів є:

- 1) план перевезень вантажів у формі таблиці-шахматки кореспонденцій вагонопотоків;
- 2) норми маси та довжини поїздів, що встановлюються на період дії графіку руху та плану формування поїздів;
- 3) схема дільниць обертання локомотивів і роботи локомотивних бригад;
- 4) витрати палива (електроенергії) на пересування вантажних, (завантажених і порожніх) вагонів та одиночних локомотивів, час ходу транзитних поїздів;

5) дані щодо технічного розвитку станції (сортувальні та приймально-відправні колії, взаємне розташування парків, пристрої СЦБ та зв'язку на станціях, прилеглих ділянках, гірки, витяжні коли, серії маневрових та поїзних локомотивів, місткість навантажувально-розвантажувальних фронтів і інше);

6) рівень пропускної та переробної спроможності, завантаження сортувальних колій, показники роботи станцій (часу знаходження вагонів під різними операціями, фактична переробка, коефіцієнт транзитності, кутові потоки і інше);

7) технологічний процес роботи станції і під'їзних колій;

8) аналіз діючого плану формування поїздів.

Метою аналізу є:

1) виявлення недоліків діючого плану;

2) невідповідності окремих призначень сформованих поїздів розмірам вагонопотоків;

3) диспропорції у завантаженні й використанні переробної спроможності станцій;

4) причини допущених порушень плану формування та порядку направлення вагонопотоків і інше;

5) підготовка пропозицій до нового плану формування вантажних поїздів.

План формування поїздів розробляється і затверджується:

1) внутрішньодержавних призначень – Укрзалізницею з урахуванням пропозицій залізниць України і затверджується генеральним директором Укрзалізниці або його заступником;

2) внутрішньозалізничних призначень – залізницею і затверджується начальником залізниці або його заступником.

План формування поїздів розробляється у такому порядку:

1) уточняється та коректується нормативно-довідкова інформація;

2) визначаються планові вантажні вагонопотоки у вигляді кореспонденцій між прийнятими для розрахунків станціями і міжзалізничними стиковими пунктами з виділенням потоків, які прямують відправницькими маршрутами; встановлюється порядок напрямку вантажних вагонопотоків;

3) розробляються планові обсяги порожніх вагонопотоків за родом рухомого складу та схеми їхнього прямування;

4) розглядаються та затверджуються нормативи:

5) середній состав поїзда у вагонах, «т»;

6) параметри накопичення «с» за призначеннями;

7) норми економії у приведених вагоно-годинах від прослідування вагона без переробки «Тек»;

8) кількість сортувальних колій, на яких накопичуються состави;

9) технічно-раціональні рівні завантаження сортувальних гірок та інших пристроїв;

10) встановлюється напрямок формування поїздів із порожніх вагонів за родом рухомого складу;

11) складається план формування прискорених поїздів міжзалізничного призначення;

12) розраховується оптимальний варіант розподілу вантажних вагонопотоків з урахуванням напрямку прямування вагонопотоків та встановлених обмежень (за кількістю колій, переробній спроможності станцій);

13) аналізуються показники нового плану формування поїздів.

Критерієм для оцінки плану формування поїздів є витрати, виражені в приведених вагоно-годинах.

У загальному виді умови вигідності виділення вагонопотоку N в окреме одноступеневе призначення характеризується таким:

$$nT_{ек}c_{ек} \geq cme_{ваг-год}, \quad (1)$$

де n – середньодобовий вагонопотік, вагони;

$T_{ек}$ – загальна приведена економія часу на 1 вагон при пропуску його без переробки, год;

$t_{ек}^{лок}$ – економія витрат на 1 вагоно-години грн;

$t_{ек}^{бр}$ – параметр накопичення;

m – число вагонів у групі, ваг;

$e_{ваг-год}$ – економія витрат на 1 вагоно-годину, грн.

Загальна приведена економія часу на 1 вагон вагонопотоку n визначається за формулою:

$$T_{ек} = t_{ек} + t_{ек}^{лок} + t_{ек}^{бр}, \quad (2)$$

де $t_{ек}$ – економія часу від скорочення простою 1 вагона без переробки, год;

$t_{ек}^{лок}$ – економія часу від скорочення простою 1 локомотива, год;

$t_{ек}^{бр}$ – економія часу від скорочення тривалості роботи 1 локомотивної бригади, год.

Економію витрат на 1 вагоно-годину визначаємо за формулою:

$$c_{ек} = t_{ек}e_{ваг-год} + t_{ек}^{лок}e_{лок-год} + t_{ек}^{бр}e_{бр-год}, \quad (3)$$

де $e_{ваг-год}$ – економія вартості вагоно-години, грн;

$e_{лок-год}$ – економія вартості локомотиво-години, грн;

$e_{бр-год}$ – економія вартості бригадо-години, грн.

Нормативи, згідно з якими розраховується план формування поїздів для станцій, визначаються залізними на основі даних про технічний розвиток та технології роботи станцій і затверджується Головним управлінням перевезень.

Витрати на просування вагонопотоків на конкретній ділянці визначають сумою витратних показників, розрахованих на 1 вагон.

При визначенні техніко-економічних показників на конкретному напрямку необхідно врахувати відповідні показники по технічних станціях.

При оперативному регулюванні вагонопотоків, які залежать від розмірів руху, експлуатаційні витрати на формування та переформування поїздів визначаються окремо по транзитних вагонах із переробкою, без переробки та місцевих вагонах. Сумарні витрати по станціях E_{Π} розраховуються у відповідності до схеми поїздопотоків:

$$E_{\Pi} = e_{\Pi} + e_{\delta/\Pi} + e_{3/\Pi}, \quad (4)$$

де e_{Π} – витрати на накопичення та формування поїздів віднесені на 1 вагон, грн;

$e_{\delta/\Pi}$ – витрати, пов'язані із проведенням операцій з вагонами транзитними без переробки, віднесені на 1 вагон, грн;

$e_{3/\Pi}$ – витрати, пов'язані із проведенням операцій з вагонами транзитними з переробкою, віднесені на 1 вагон, грн.

Витрати на один вагон, який знаходиться під накопиченням, e_{Π} розраховують для конкретних струменів (кореспонденцій):

$$e_{\Pi} = e_{\text{ваг-год}} t_{\text{нак}} + \frac{e_{\text{м}} t_{\text{м}}}{m}, \quad (5)$$

де $e_{\text{ваг-год}}$ – одинична витратна ставка на 1 ваг-годину, грн;

$t_{\text{нак}}$ – середній час простою одного вагона під накопиченням, год;

$e_{\text{м}}$ – витратна ставка на 1 маневрову лок-годину, грн;

$t_{\text{м}}$ – середній час роботи маневрових локомотивів при формуванні або розформуванні одного состава, год;

m – середній состав поїзда, ваг.

Витрати на один транзитний вагон без переробки $e_{\delta/\Pi}$ розраховуються за формулою:

$$e_{\delta/\Pi} = e_{\text{ваг-год}} t_{\text{тр}}^{\delta/\Pi} + e_{\text{тр}}^{\delta/\Pi}, \quad (6)$$

де $t_{\text{тр}}^{\delta/\Pi}$ – середній час простою транзитного вагона без переробки на одній технічній станції, год;

$e_{\text{тр}}^{\delta/\Pi}$ – витратна ставка на 1 транзитний вагон без переробки, грн.

Витрати на один вагон з переробкою $e_{3/\Pi}$ розраховують за формулою:

$$e_{3/\Pi} = e_{\text{ваг-год}} t_{\text{тр}}^{3/\Pi} + e_{\text{м}} \frac{t_{\text{р}}}{m_{\text{р}}} + e_{\text{д}}, \quad (7)$$

де $t_{\text{тр}}^{3/\Pi}$ – середній простій одного транзитного вагона з переробкою на станції, год;

$e_{\text{м}}$ – витратна ставка на 1 маневрову лок-годину, грн;

$t_{\square}$ – середній час, який витрачається маневровим локомотивом на переформування однієї групи вагонів, год;

$m_{\square}$ – кількість вагонів у групі, ваг;

$e_{\text{д}}$ – витратна ставка на один транзитний вагон по додатковому обслуговуванню окремих видів перевезень (льодопостачання, заправка водою і т.і.), грн.

Значення нормативів $t_{\text{р}}$, $t_{\text{м}}$ визначають за технологічним процесом роботи станції.

Параметр накопичення c для наскрізних та дільничних одногрупних поїздів із завантажених вагонів визначається у залежності від кількості призначень поїздів (у тому числі з порожніх вагонів), які формують станції за діючим планом у даному напрямку руху, та від потужності вагонопотоків за призначеннями.

На двосторонніх станціях до розрахунку беруться призначення по кожній сортувальній системі окремо. На односторонніх станціях для розрахунку параметра накопичення c за напрямленнями кількості призначень для кожного з них беруть у залежності від кількості ділянок, що примикають до станції.

Коли потрібно визначити параметр накопичення для окремих призначень, враховують його залежність від потужності вагонопотоку і низки інших факторів.

Параметр накопичення порожніх маршрутів для вантажних станцій визначається в залежності від співвідношення обсягів навантаження та вивантаження.

Параметр c_{Π} для сортувальних та дільничних станцій визначається у залежності від співвідношення $n_{\text{пор}}$, що підлягає маршрутизації та загального порожнього вагонопотоку (визначеного роду) $n_{\text{пор}}^{\text{заг}}$. Загальний порожній вагонопотік складається із вагонів, що прибули на станцію та вивантажилися. Вагонопотік, що підлягає маршрутизації, визначається як різниця загального порожнього вагонопотоку і вагонопотоку, який використовується під навантаження. У цьому випадку:

$$n_{\text{нав}} = n_{\text{пор}}^{\text{заг}} - n_{\text{пор}}, \text{ а } n_{\text{вив}} = n_{\text{пор}}^{\text{заг}}, \quad (8)$$

Для збірних, вивізних, передатних поїздів, які мають фіксований час відправлення зі станції їх формування, добові витрати вагоно-годин на накопичення составів одного призначення визначаються за формулою:

$$B = t_n^{36} n_{36}, \quad (9)$$

де t_n^{36} – середній простій під накопиченням одного вагона, який включається до складу збірної поїзда, год;
 n_{36} – середньодобова величина вагонопотоку, який відправляється зі станції формування збірної поїзда.

Норму t_n^{36} встановлюють для кожної сортувальної або дільничної станції окремо за напрямками, що примикають, залежно від технічного оснащення та технології роботи і зазначаються у технологічному процесі роботи станції.

При детальних розрахунках, які пов'язані з визначенням часу простою вагонів окремих призначень під накопиченням, використовується формула:

$$c = 12 \left(1 - \beta \frac{m_{\text{ван}}}{m_{\text{відпр}}^{\text{ф}}} \right), \quad (10)$$

де β – коефіцієнт, який залежить від допустимого коливання розміру составів Δm , які відправляються;

$m_{\text{ван}}$ – середня величина групи накопичення составів даного призначення, ваг;

$m_{\text{відпр}}^{\text{ф}}$ – середня величина состава, який відправляється, ваг.

Середня величина групи накопичення составів визначається за формулою:

$$m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014 n_i) k}, \quad (11)$$

де $m_{\text{пр}}$ – середня величина состава, що прибуває на станцію, ваг;

n_i – середньодобовий вагонопотік призначення, ваг;

k – кількість призначень в сортувальній системі, з урахуванням місцевих призначень.

Величина $m_{\text{ван}}$ може також визначатися за натурним спостереженням. Величина витрат на накопичення составів збірних поїздів, тобто норматив t_n^{36} віднаходиться моделюванням процесу накопичення. Тому простій вагона збірної поїзда під накопиченням розраховується до моменту «початок формування збірної поїзда».

Значення коефіцієнта β при різних Δm приймається рівним:

$\Delta m, \%$	2	4	6	8	10
β	0,4	0,7	0,9	1,1	1,2

Вагоно-години простою вагонів для накопичення одного состава S_n визначаються за даними добового план-графіка роботи станції або за формулою:

$$S_n = \frac{1}{2} \frac{24m}{n_i} m = \frac{12m^2}{n_i}, \quad (12)$$

де m – середня кількість вагонів у составі, ваг;

n_i – добовий вагонопотік і-призначення, ваг.

Вагоно-години простою вагонів для накопичення всіх составів $B_{\text{нак}}$ може визначатися за формулою:

$$B_{\text{нак}} = S_n \frac{n_i}{m} = 12(m - m_{\text{зал}}), \quad (13)$$

де $m_{\text{зал}}$ – кількість вагонів, яка залишається на колії після закінчення накопичення состава, ваг.

Тоді параметр накопичення вагонів і-призначення c визначиться як частка від ділення вагоно-години простою вагонів під накопиченням всіх составів даного призначення $B_{\text{нак}}$ на середню кількість вагонів у составі m , а саме:

$$c = \frac{B_{\text{нак}}}{m} = \frac{12(m - m_{\text{зал}})}{m}, \quad (14)$$

Середній простій одного вагона під накопиченням визначається як частка від ділення вагоно-години простою вагонів під накопиченням всіх составів і-призначення $B_{\text{нак}}$ на добовий вагонопотік n_i , а саме:

$$t_{\text{нак}} = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}, \quad (15)$$

Дані розрахунків наведені в таблиці 1.

Розрахунок нормативів плану формування поїздів

Номер призначення	Наймування призначень плану формування	Потужність вагонопотоку	Кількість вагонів у составі	Ваг-год накопичення	Параметр накопичення	Середній простій під накопиченням	Середня величина групи накопичення
		N_i	m	$B_{\text{нак}} = 12(m - m_{\text{зад}})$	$c = \frac{12(m - m_{\text{зад}})}{m}$	$t_u = \frac{B_{\text{нак}}}{N_i}$	$m_{\text{зад}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{N_i}}{(3,1 + 0,014N_i)k}$
1	Л+Х	65	57	600,0	10,5	9,2	7
2	Я	128	57	588,0	10,3	4,6	8
3	КР	29	57	624,0	10,9	21,5	5
4	НДВ	160	57	588,0	10,3	3,7	8
5	3-2+П+Б	44	57	612,0	10,7	13,9	6
6	3-1	29	57	624,0	10,9	21,5	5
7	М+Ф	22	57	624,0	10,9	28,4	5
8	КХ+Е	52	57	612,0	10,7	11,8	6
9	А	76	57	600,0	10,5	7,9	7
10	Дж	130	57	588,0	10,3	4,5	8
11	Н	53	57	612,0	10,7	11,5	6
12	М+Мр	9	57	648,0	11,4	72,0	3
ВСЬОГО		797	57	600,0	10,5	0,8	7

Норма економії часу $t_{\text{ек}}$ встановлюється в цілому для кожної сортувальної, дільничної і вантажної станції, а для двосторонньої сортувальної станції – окремо для кожної системи.

При розрахунку плану формування поїздів для існуючих станцій, який використовує перемінні (в залежності від обсягів переробки) величини нормативів $t_{\text{ек}}$, норма економії часу на один вагон, який виділяється в окреме призначення вагонопотоку N , визначається за формулою:

$$t_{\text{ек}} = \frac{n_i' t_{\text{ек}}' - n_i'' t_{\text{ек}}''}{n_i}, \quad (16)$$

де n_i' , n_i'' – обсяги переробки на розглянутій станції відповідно до і після виділення на попередній станції у окреме транзитне призначення вагонопотоку, *ваг*;

$t_{\text{ек}}'$, $t_{\text{ек}}''$ – різниця часу знаходження на станції вагона з переробкою (включаючи час на накопичення) і без переробки відповідно при n_i' і n_i'' (з урахуванням всіх перероблених сортувальними гірками за добу вагонів, у тому числі місцевих, кутових та інших), *год*;

n_i – добовий вагонопотік і-призначення, $n_i = n_i' - n_i''$, *ваг*.

У загальному вигляді $t_{\text{ек}}$ визначається за формулою:

$$t_{\text{ек}} = (t_{\text{тр}}^{3/п} - t_{\text{нак}}) - t_{\text{тр}}^{6/п}, \quad (17)$$

де $t_{\text{тр}}^{3/п}$ – простій вагона транзитного з переробкою, *год*;

$t_{\text{тр}}^{6/п}$ – простій вагона транзитного без переробки, *год*.

Необхідний для визначення $t_{\text{ек}}$ середній час знаходження на станції транзитного вагона з переробкою розраховується за формулою:

$$t_{\text{тр}}^{3/п} = t_{\text{тех}}^{\text{пр}} + t_{\text{розф}}^{\text{оч}} + t_{\text{розф}} + t_{\text{нак}} + t_{\text{тех}}^{\text{відпр}} + t_{\text{відпр}}^{\text{оч}}, \quad (18)$$

де $t_{\text{тех}}^{\text{пр}}$, $t_{\text{тех}}^{\text{відпр}}$ – технічна норма обробки состава відповідно по прибуттю та відправленню, *год*;

$t_{\text{розф}}^{\text{оч}}$ – час очікування розформування-формування состава, *год*;

$t_{\text{розф}}$ – тривалість розформування-формування состава, *год*;

$t_{\text{відпр}}^{\text{оч}}$ – час очікування відправлення сформованого состава, *год*.

Значення норми економії часу $t_{ек}$ для аналітичних методів розрахунку плану формування поїздів наведено у таблицю 2.

Таблиця 2

Норми економії часу для аналітичних методів розрахунку плану формування поїздів

Кількість локомотивів при формуванні	$t_{ек}$, год, при гірковому технологічному інтервалі, хв, рівному								
	6	8	10	12	14	16	18	20	22
1	-	-	-	-	-	3,8	4,0	4,2	4,4
2	-	-	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8
3	-	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,7
4	1,9	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	-
5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,1	2,2	-	-

Розрахунок норми економії часу простою на 1 вагон, який проходить станцію без переробки приведений в таблиці 3.

Потужності струменів вагонопотоку безпосередньо впливають на розміри руху поїздів на прилеглих до станції дільницях, коливання нерівномірності вхідного потоку у бік його збільшення постійно потребує більшої кількості приймально-відправних колій, а при зменшенні – меншої їх кількості.

Для конструктивних розрахунків під час досліджень можна скористуватися формулами, які дозволяють визначити кількість приймально-відправних колій для транзитних поїздів $m_{т-в}^{тр}$ та кількість приймально-відправних колій для розбірних поїздів $m_{т-в}^{рзб}$ у парку сортувальної станції, а саме:

$$m_{т-в}^{тр} = \alpha_{т-в}^{тр} \frac{n_i^{трб/п}}{m_c} + m_{дод}, \quad (19)$$

де $n_i^{трб/п}$ – кількість транзитних вагонів без переробки, що надходить на станцію протягом доби, ваг;

m_c – кількість вагонів у складі вантажного поїзда, що передбачена графіком руху, ваг;

$\alpha_{т-в}^{тр}$ – коефіцієнт, який враховує питому потребу колій на 1 поїзд по прибуттю, колій/1 поїзд;

$m_{дод}$ – кількість додаткових колій (ходових, від примикання додаткового підходу та інше).

Таблиця 3

Розрахунок норми економії часу простою на 1 вагон, який проходить станцію без переробки

Складові розрахунку		Результати розрахунку					
Вихідний вагонопотік	N_i	1308	1439	1583	1741	1915	2107
Частка вагонів, що пропускаються з переробкою	γ'_N	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Вагони, які пропускаються з переробкою	N'_i	1177	1295	1425	1567	1724	1896
Вагони, які пропускаються без переробки	N''_i	131	144	158	174	192	211
Простий транзитного вагона з переробкою	$t_{тр}^{3/п}$	12,80	14,46	14,31	14,16	14,01	13,71
Простий вагона під накопиченням	t_i	8,50	9,60	9,50	9,40	9,30	9,10
Простий транзитного вагона без переробки	$t_{тр}^{6/п}$	1,36	1,09	0,84	0,57	0,31	0,05
Різниця часу знаходження на станції транзитних з переробкою та без переробки вагонів $t_{ек} = (t_{тр}^{3/п} - t_i) - t_{тр}^{6/п}$		2,94	3,77	3,97	4,19	4,40	4,56
$t_{ек} = \frac{N'_i t_{ек}^{3/п} - N''_i t_{ек}^{6/п}}{N_i}$		2,51	3,28	3,49	3,71	3,93	4,10

Кількість додаткових колій $m_{\text{дод}}$ збільшується за таких умов:

- 1) якщо сумарні добові розміри пасажирського руху на прилеглих лініях становить на однокільних лініях 5 і більше, на двокільних – 25 і більше поїздів, то кількість колій збільшується на одну;
- 2) якщо до парку примикає більше однієї лінії I – III категорії, то потрібна кількість колій збільшується на кількість додаткових підходів;
- 3) при зміні локомотивів у транзитних поїздів, кількість колій збільшується на одну;
- 4) якщо технологією роботи передбачено пропуск маневрових локомотивів під состави розбірних поїздів, поїзних локомотивів – з депо під состави транзитних поїздів та в депо, кількість колій збільшується на одну;
- 5) необхідність відхилення від числа колій повинна бути обґрунтована техніко-економічними розрахунками.

Число колій у сортувальному парку необхідно визначати від потужності вхідного потоку $N_i^{\text{трз/п}}$ та середньої кількості вагонів $m_{\text{від}}$, яка відправляється (виставляється в парк відправлення) з однієї колії протягом доби ($m_{\text{від}}=200 - 250$ ваг/добу).

На сортувальних станціях, на яких за технологією передбачено виставку готових составів у парк відправлення, кількість колій у сортувальному парку $m_{\text{СП}}$ може бути визначена за формулою:

$$m_{\text{СП}} = \frac{n_i^{\text{трз/п}}}{m_{\text{від}}} + m_{\text{дод}}, \quad (20)$$

де $m_{\text{від}}$ – кількості вагонів, яка відправляється (виставляється в парк відправлення) з однієї колії протягом доби ($m_{\text{від}}=200 - 250$ ваг/добу);

$m_{\text{дод}}$ – кількість додаткових колій для формування багатогрупних поїздів, для накопичення несправних, затриманих вагонів, вагонів з небезпечними вантажами, тощо, $m_{\text{дод}}=8,4$.

Для сортувальних станцій, на яких за технологією роботи передбачено відправлення поїздів з колій сортувально-відправного парку, кількість колій у парку $m_{\text{СВП}}$ може бути визначена за формулою:

$$m_{\text{СВП}} = 0,31 \frac{n_i^{\text{трз/п}}}{m_{\text{сф}}} + m_{\text{дод}}, \quad (21)$$

де $m_{\text{сф}}$ – кількості вагонів у составі поїзда свого формування, $m_{\text{сф}} = m_{\text{с}}$.

Якщо технологією роботи сортувальної станції передбачено часткове відправлення поїздів свого формування безпосередньо з сортувально-відправних колій, а інша їх частка переставляється на колії парку відправлення або приймально-відправного парку (див. рис. 1), необхідно користуватися наступною формулою:

$$m_{\text{СВП}} = 0,31 \frac{n_i^{\text{трз/п}}}{m_{\text{сф}}} + \frac{n_i^{\text{трз/п}}}{m_{\text{від}}} + m_{\text{дод}}, \quad (22)$$

де $m_{\text{сф}}$ – кількості вагонів у составі поїзда свого формування, $m_{\text{сф}} = m_{\text{с}}$;

$m_{\text{від}}$ – кількості вагонів, яка виставляється в парк відправлення з однієї колії протягом доби ($m_{\text{від}}=200 - 250$ ваг/добу);

$n_i^{\text{трз/п}}$ – кількість транзитних вагонів з переробкою, яка включена до складу поїздів свого формування і має бути відправленою безпосередньо з колій сортувального парку, ваг;

$n_i^{\text{трз/п}}$ – кількість транзитних вагонів з переробкою, яка включена до складу поїздів свого формування і має бути переставлена із сортувального парку в парк відправлення (приймально-відправний парк), ваг;

$m_{\text{дод}}$ – кількість додаткових колій для формування багатогрупних поїздів, для накопичення несправних, затриманих вагонів, вагонів з небезпечними вантажами, тощо, $m_{\text{дод}} = 8,4$.

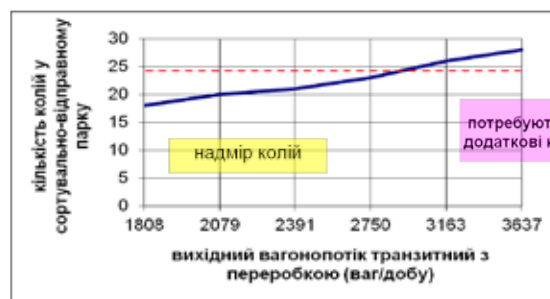


Рис. 1. Графік залежності між вихідним вагонопотоком та числом колій у сортувально-відправному парку

Загальна кількість призначень плану формування поїздів для непарної системи станції складає 20 призначень, кількість колій сортувально-відправного парку – 31, з яких 21 колія виділена для накопичення поїздів свого формування. Отже, кількість колій є достатньою.

До основних нормативів плану формування поїздів відносять такі показники:

параметр накопичення $c = \frac{B_{\text{нак}}}{m}$;

середня величина групи накопичення составів $m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}$;

а. вагоно-години простою вагонів для накопичення всіх составів

$$B_{\text{нак}} = S_{\text{н}} \frac{n_i}{m} = 12(m - m_{\text{зал}});$$

середній простій одного вагона під накопиченням $t_{\text{н}} = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$;

норма економії часу на один вагон, який виділяється в окреме призначення $t_{\text{ек}} = \frac{N_i/t'_{\text{ек}} - N_i''/t''_{\text{ек}}}{N_i}$.

Зазначені показники розраховуємо для кожного конкретного призначення вагонопотоку, передбаченого планом формування станції.

$$c = 12 \left(1 - B \frac{m_{\text{ван}}}{m_{\text{ф.відпр}}} \right), t_{\text{нак}} = \frac{kcm}{N_i}, B_{\text{нак}} = t_{\text{нак}} m, \quad (23)$$

Дані розрахунків призначенню В+Б наведені в таблиці 4. Графіки залежностей між потужністю вихідного вагонопотоку та параметром накопичення, між потужністю вихідного вагонопотоку та вагоно-годинами простою під накопиченням, між потужністю вихідного вагонопотоку та середнім часом простою состава під накопиченням по призначенню В+Б наведені на рисунку 2.

Дані розрахунків призначенню Н+НП наведені в таблиці 5. Графіки залежностей між потужністю вихідного вагонопотоку та параметром накопичення, між потужністю вихідного вагонопотоку та вагоно-годинами простою під накопиченням, між потужністю вихідного вагонопотоку та середнім часом простою состава під накопиченням по призначенню Н+НП наведені на рисунку 3.

Дані розрахунків призначенню ДК+ГР наведені в таблиці 6. Графіки залежностей між потужністю вихідного вагонопотоку та параметром накопичення, між потужністю вихідного вагонопотоку та вагоно-годинами простою під накопиченням, між потужністю вихідного вагонопотоку та середнім часом простою состава під накопиченням по призначенню ДК+ГР наведені на рисунку 4.

Дані розрахунків призначенню ОБ+ДВ наведені в таблиці 7. Графіки залежностей між потужністю вихідного вагонопотоку та параметром накопичення, між потужністю вихідного вагонопотоку та вагоно-годинами простою під накопиченням, між потужністю вихідного вагонопотоку та середнім часом простою состава під накопиченням по призначенню ОБ+ДВ наведені на рисунку 5.

Дані розрахунків призначенню КД+П наведені в таблиці 8. Графіки залежностей між потужністю вихідного вагонопотоку та параметром накопичення, між потужністю вихідного вагонопотоку та вагоно-годинами простою під накопиченням, між потужністю вихідного вагонопотоку та середнім часом простою состава під накопиченням по призначенню КД+П наведені на рисунку 6.

Дані розрахунків призначенню ДГЗ наведені в таблиці 9. Графіки залежностей між потужністю вихідного вагонопотоку та параметром накопичення, між потужністю вихідного вагонопотоку та вагоно-годинами простою під накопиченням, між потужністю вихідного вагонопотоку та середнім часом простою состава під накопиченням по призначенню ДГЗ наведені на рисунку 7.

Дані розрахунків призначенню КРС наведені в таблиці 10. Графіки залежностей між потужністю вихідного вагонопотоку та параметром накопичення, між потужністю вихідного вагонопотоку та вагоно-годинами простою під накопиченням, між потужністю вихідного вагонопотоку та середнім часом простою состава під накопиченням по призначенню КРС наведені на рисунку 8.

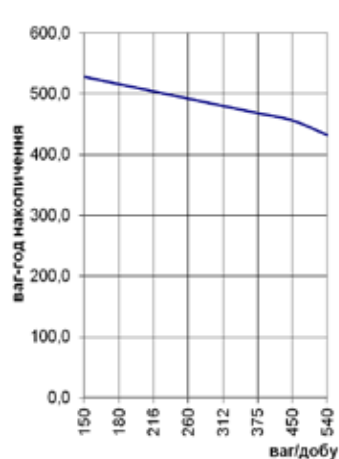
Дані розрахунків по призначенню КХЗ наведені в таблиці 11. Графіки залежностей між потужністю вихідного вагонопотоку та параметром накопичення, між потужністю вихідного вагонопотоку та вагоно-годинами простою під накопиченням, між потужністю вихідного вагонопотоку та середнім часом простою состава під накопиченням по призначенню КХЗ наведені на рисунку 9.

Таблиця 4

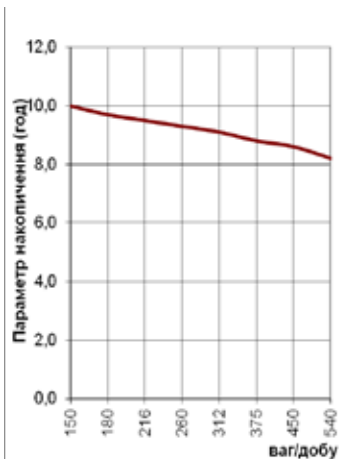
Розрахунки норм показників плану формування за призначеннями В+Б

Найменування призначення	1	В+Б							
1	2	3							
Потужність вагонопотоку	n_i	150	180	216	260	312	375	450	540
Кількість вагонів у составі									
53	53	53	53	53	53	53	53		
Середня величина групи накопичення	$m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}$	9	10	11	12	13	14	15	17

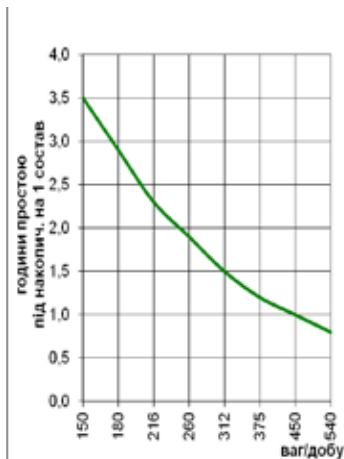
1	2	3							
Вагоно-години накопичення									
528,0	516,0	504,0	492,0	480,0	468,0	456,0	432,0		
Параметр накопичення	$c = \frac{B_{\text{нак}}}{m}$	10	9,7	9,5	9,3	9,1	8,8	8,6	8,2
Середній час простою під накопиченням									
3,5	2,9	2,3	1,9	1,5	1,2	1,0	0,8		
Кількість призначень	k	20	20	20	20	20	20	20	20



а



б



в

Рис. 2. Графіки залежностей по призначенню В+Б: а) між вихідним вагонопотоком та вагоно-годинами простою вагонів під накопиченням, б) між вихідним вагонопотоком та параметром накопичення, в) між вихідним вагонопотоком та годинами простою під накопиченням на один состав

Таблиця 5

Розрахунки норм показників плану формування за призначеннями Н+П

Найменування призначення	2	Н+П							
Потужність вагонопотоку	n_i	40	48	58	70	84	101	122	147
Кількість вагонів у составі	m	53	53	53	53	53	53	53	53
Середня величина групи накопичення	$m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014 n_i) k}$	5	5	6	6	7	7	8	9
Вагоно-години накопичення	$B_{\text{нак}} = 12(m - m_{\text{зал}})$	576,0	576,0	564,0	564,0	552,0	552,0	540,0	528,0
Параметр накопичення	$c = \frac{B_{\text{нак}}}{m}$	10,9	10,9	10,6	10,6	10,4	10,4	10,2	10
Середній час простою під накопиченням	$t_n = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$	14,4	12,0	9,7	8,1	6,6	5,5	4,4	3,6
Кількість призначень		20	20	20	20	20	20	20	20

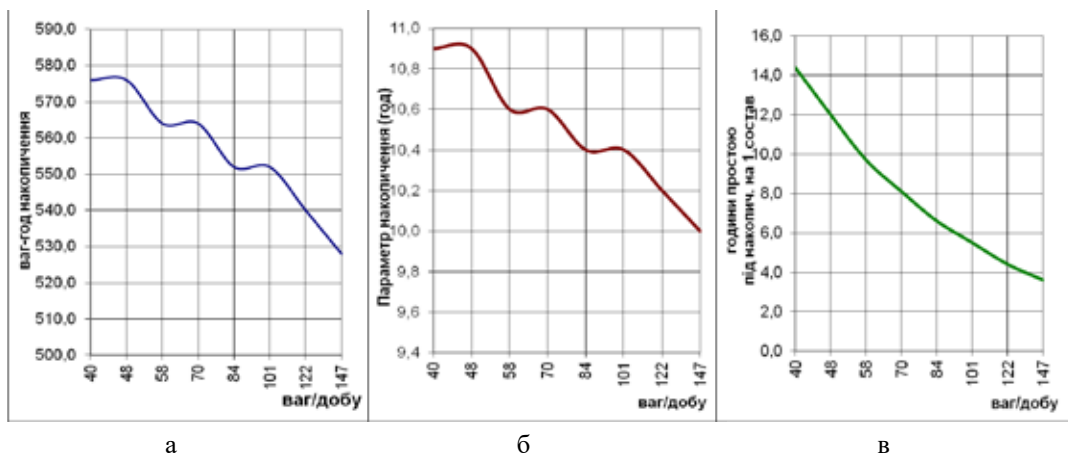


Рис. 3. Графіки залежностей по призначенню Н+П: а) між вихідним вагонопотоком та вагоно-годинами простою вагонів під накопиченням, б) між вихідним вагонопотоком та параметром накопичення, в) між вихідним вагонопотоком та годинами простою під накопиченням на один состав

Таблиця 6

Розрахунки норм показників плану формування за призначеннями ДК+ГР

Найменування призначення	3	ДК+ГР							
Потужність вагонопотоку	n_i	48	58	70	84	101	122	147	177
Кількість вагонів у составі	m	53	53	53	53	53	53	53	53
Середня величина групи накопичення	$m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}$	5	6	6	7	7	8	9	10
Вагоно-години накопичення	$B_{\text{нак}} = 12(m - m_{\text{зал}})$	576,0	564,0	564,0	552,0	552,0	540,0	528,0	516,0
Параметр накопичення	$c = \frac{B_{\text{нак}}}{m}$	10,9	10,6	10,6	10,4	10,4	10,2	10	9,7
Середній час простою під накопиченням	$t_n = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$	12,0	9,7	8,1	6,6	5,5	4,4	3,6	2,9
Кількість призначень	k	20	20	20	20	20	20	20	20

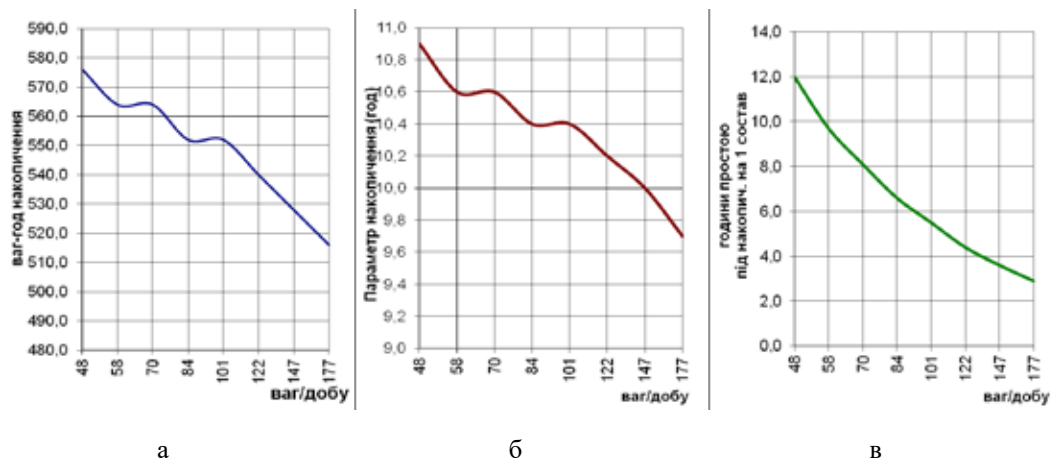
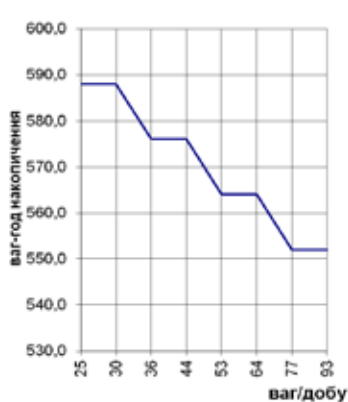


Рис. 4. Графіки залежностей по призначенню ДК+ГР: а) між вихідним вагонопотоком та вагоно-годинами простою вагонів під накопиченням, б) між вихідним вагонопотоком та параметром накопичення, в) між вихідним вагонопотоком та годинами простою під накопиченням на один состав

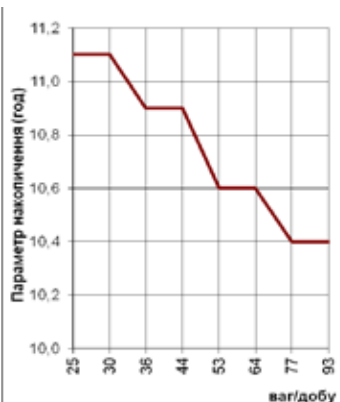
Таблиця 7

Розрахунки норм показників плану формування за призначеннями ОБ+ДВ

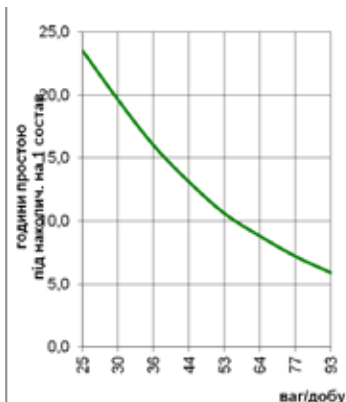
Найменування призначення	4	ОБ+ДВ							
Потужність вагонопотоку		25	30	36	44	53	64	77	93
Кількість вагонів у складі	m	53	53	53	53	53	53	53	53
Середня величина групи накопичення	$m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}$	4	4	5	5	6	6	7	7
Вагоно-години накопичення	$B_{\text{нак}} = 12(m - m_{\text{зал}})$	588,0	588,0	576,0	576,0	564,0	564,0	552,0	552,0
Параметр накопичення	$t_n = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$	11,1	11,1	10,9	10,9	10,6	10,6	10,4	10,4
Середній час простою під накопиченням	$t_n = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$	23,5	19,6	16,0	13,1	10,6	8,8	7,2	5,9
Кількість призначень	k	20	20	20	20	20	20	20	20



а



б



в

Рис. 5. Графіки залежностей по призначенню ОБ+ДВ: а) між вихідним вагонопотоком та вагоно-годинами простою вагонів під накопиченням, б) між вихідним вагонопотоком та параметром накопичення, в) між вихідним вагонопотоком та годинами простою під накопиченням на один склад

Таблиця 8

Розрахунки норм показників плану формування за призначеннями КД+П

Найменування призначення	5	КД+П							
Потужність вагонопотоку	n_i	61	74	89	107	129	155	186	224
Кількість вагонів у складі	m	53	53	53	53	53	53	53	53
Середня величина групи накопичення	$m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}$	6	6	7	8	8	9	10	11
Вагоно-години накопичення	$t_n = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$	564,0	564,0	552,0	540,0	540,0	528,0	516,0	504,0
Параметр накопичення	$c = \frac{B_{\text{нак}}}{m}$	10,6	10,6	10,4	10,2	10,2	10	9,7	9,5
Середній час простою під накопиченням	$t_n = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$	9,2	7,6	6,2	5,0	4,2	3,4	2,8	2,3
Кількість призначень	k	20	20	20	20	20	20	20	20

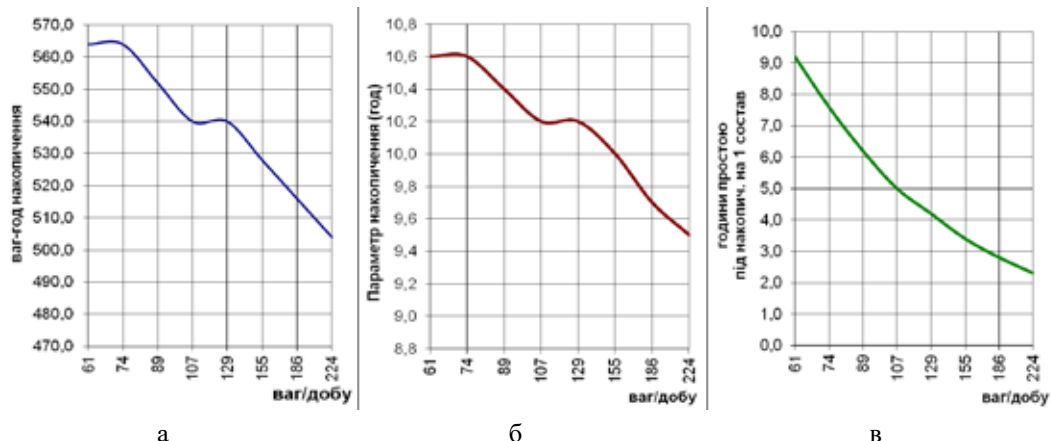


Рис. 6. Графіки залежностей по призначенню КД+П: а) між вихідним вагонопотоком та вагоно-годинами простою вагонів під накопиченням, б) між вихідним вагонопотоком та параметром накопичення, в) між вихідним вагонопотоком та годинами простою під накопиченням на один состав

Таблиця 9

Розрахунки норм показників плану формування за призначеннями ДГЗ

Найменування призначення	6	ДГЗ							
Потужність вагонопотоку	n_i	29	35	42	51	62	75	90	108
Кількість вагонів у составі	m	53	53	53	53	53	53	53	53
Середня величина групи накопичення	$m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}$	4	5	5	5	6	6	7	8
Вагоно-години накопичення	$t_n = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$	588,0	576,0	576,0	576,0	564,0	564,0	552,0	540,0
Параметр накопичення	$c = \frac{B_{\text{нак}}}{m}$	11,1	10,9	10,9	10,9	10,6	10,6	10,4	10,2
Середній час простою під накопиченням	$t_n = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$	20,3	16,5	13,7	11,3	9,1	7,5	6,1	5,0
Кількість призначень	k	20	20	20	20	20	20	20	20

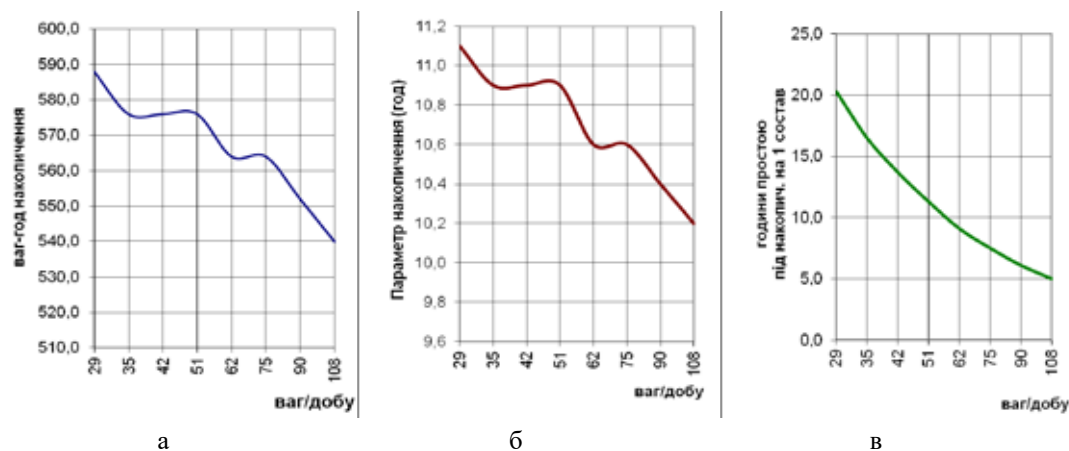


Рис. 7. Графіки залежностей по призначенню ДГЗ: а) між вихідним вагонопотоком та вагоно-годинами простою вагонів під накопиченням, б) між вихідним вагонопотоком та параметром накопичення, в) між вихідним вагонопотоком та годинами простою під накопиченням на один состав

Таблиця 10

Розрахунки норм показників плану формування за призначеннями КРС

Найменування призначення	7	КРС							
Потужність вагонопотоку	n_i	81	98	118	142	171	206	248	298
Кількість вагонів у составі	m	57	57	57	57	57	57	57	57
Середня величина групи накопичення	$m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}$	7	8	8	9	10	11	12	13
Вагоно-години накопичення	$B_{\text{нак}} = 12(m - m_{\text{зал}})$	600	588	588	576	564	552	540	528
Параметр накопичення	$c = \frac{B_{\text{нак}}}{m}$	10,5	10,3	10,3	10,1	9,9	9,7	9,5	9,3
Середній час простою під накопиченням	$t_{\text{н}} = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$	7,4	6,0	5,0	4,1	3,3	2,7	2,2	1,8
Кількість призначень	k	20	20	20	20	20	20	20	20

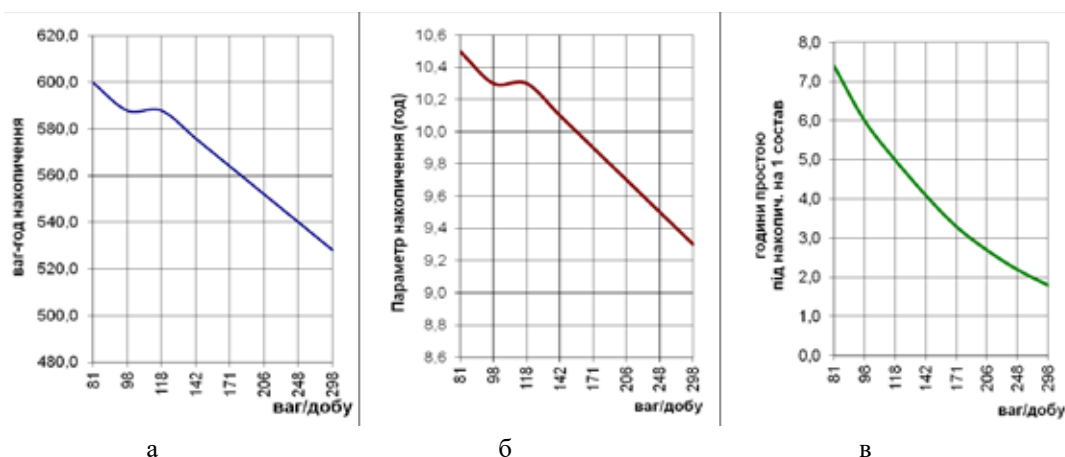


Рис. 8. Графіки залежностей по призначенню КРС: а) між вихідним вагонопотоком та вагоно-годинами простою вагонів під накопиченням, б) між вихідним вагонопотоком та параметром накопичення, в) між вихідним вагонопотоком та годинами простою під накопиченням на один состав

Таблиця 11

Розрахунки норм показників плану формування за призначеннями КХЗ

Найменування призначення	8	КХЗ							
Потужність вагонопотоку	n_i	85	102	123	148	178	214	257	309
Кількість вагонів у составі	m	57	57	57	57	57	57	57	57
Середня величина групи накопичення	$m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}$	7	8	9	9	10	11	12	13
Вагоно-години накопичення	$B_{\text{нак}} = 12(m - m_{\text{зал}})$	600,0	588,0	576,0	576,0	564,0	552,0	540,0	528,0
Параметр накопичення	$c = \frac{B_{\text{нак}}}{m}$	10,5	10,3	10,1	10,1	9,9	9,7	9,5	9,3
Середній час простою під накопиченням	$t_{\text{н}} = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$	7,1	5,8	4,7	3,9	3,2	2,6	2,1	1,7
Кількість призначень	k	20	20	20	20	20	20	20	20

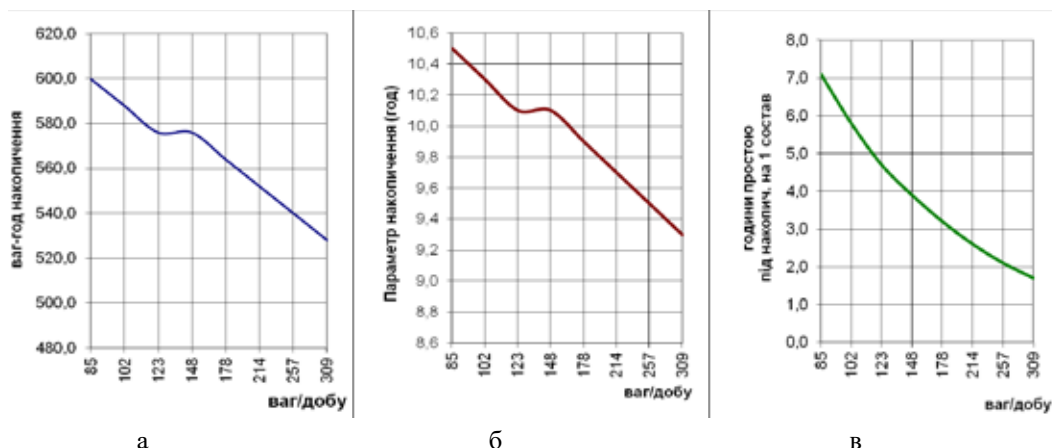


Рис. 9. Графіки залежностей по призначенню КХЗ: а) між вихідним вагонопотоком та вагоно-годинами простою вагонів під накопиченням, б) між вихідним вагонопотоком та параметром накопичення, в) між вихідним вагонопотоком та годинами простою під накопиченням на один состав

Дані розрахунків призначенню ОС+ОО наведені в таблиці 12. Графіки залежностей між потужністю вихідного вагонопотоку та параметром накопичення, між потужністю вихідного вагонопотоку та вагоно-годинами простою під накопиченням, між потужністю вихідного вагонопотоку та середнім часом простою состава під накопиченням по призначенню ОС+ОО наведені на рисунку 10.

Дані розрахунків призначенню ІІІ наведені в таблиці 13. Графіки залежностей між потужністю вихідного вагонопотоку та параметром накопичення, між потужністю вихідного вагонопотоку та вагоно-годинами простою під накопиченням, між потужністю вихідного вагонопотоку та середнім часом простою состава під накопиченням по призначенню ІІІ наведені на рисунку 11.

Дані розрахунків призначенню З+ЗО наведені в таблиці 14. Графіки залежностей між потужністю вихідного вагонопотоку та параметром накопичення, між потужністю вихідного вагонопотоку та вагоно-годинами простою під накопиченням, між потужністю вихідного вагонопотоку та середнім часом простою состава під накопиченням по призначенню З+ЗО наведені на рисунку 12.

Дані розрахунків призначенню КЛ наведені в таблиці 15. Графіки залежностей між потужністю вихідного вагонопотоку та параметром накопичення, між потужністю вихідного вагонопотоку та вагоно-годинами простою під накопиченням, між потужністю вихідного вагонопотоку та середнім часом простою состава під накопиченням по призначенню КЛ наведені на рисунку 13.

Дані розрахунків призначенню М наведені в таблиці 16. Графіки залежностей між потужністю вихідного вагонопотоку та параметром накопичення, між потужністю вихідного вагонопотоку та вагоно-годинами простою під накопиченням, між потужністю вихідного вагонопотоку та середнім часом простою состава під накопиченням по призначенню М наведені на рисунку 14.

Таблиця 12

Розрахунки норм показників плану формування за призначеннями ОС+ОО

Найменування призначення	9	ОС+ОО							
Потужність вагонопотоку	n_i	118	142	171	206	248	298	358	430
Кількість вагонів у составі	m	57	57	57	57	57	57	57	57
Середня величина групи накопичення	$m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}$	8	9	10	11	12	13	14	16
Вагоно-години накопичення	$B_{\text{нак}} = 12(m - m_{\text{зал}})$	588,0	576,0	564,0	552,0	540,0	528,0	516,0	498,0
Параметр накопичення	$c = \frac{B_{\text{нак}}}{m}$	10,3	10,1	9,9	9,7	9,5	9,3	9,1	8,6
Середній час простою під накопиченням	$t_{\text{н}} = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$	5,0	4,1	3,3	2,7	2,2	1,8	1,4	1,1
Кількість призначень	k	20	20	20	20	20	20	20	20

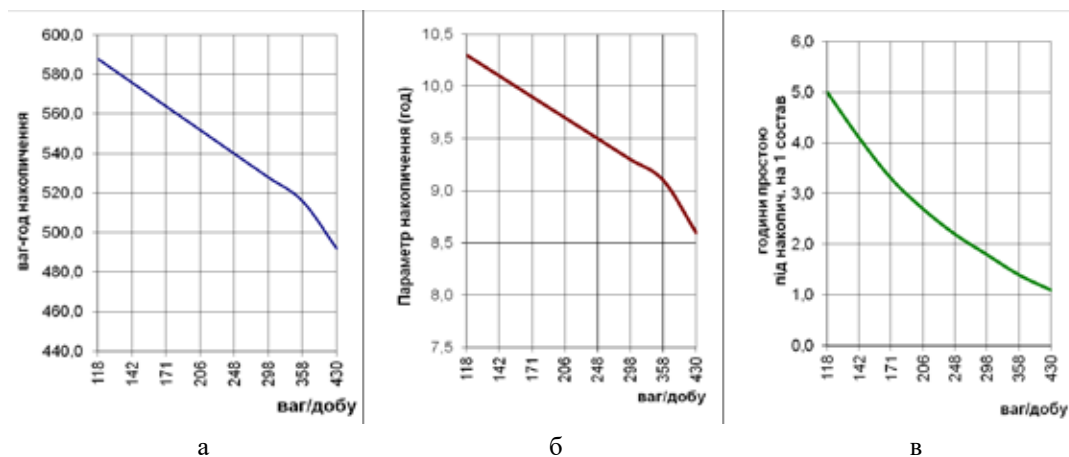


Рис. 10. Графіки залежностей по призначенню ОС+ОО: а) між вихідним вагонопотоком та вагоно-годинами простою вагонів під накопиченням, б) між вихідним вагонопотоком та параметром накопичення, в) між вихідним вагонопотоком та годинами простою під накопиченням на один состав

Таблиця 13

Розрахунки норм показників плану формування за призначеннями Ш

Найменування призначення	10	Ш							
Потужність вагонопотоку	n_i	97	117	141	170	204	245	294	353
Кількість вагонів у составі	m	57	57	57	57	57	57	57	57
Середня величина групи накопичення	$m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}$	8	8	9	10	11	12	13	14
Вагоно-години накопичення	$B_{\text{нак}} = 12(m - m_{\text{зал}})$	588,0	588,0	576,0	564,0	552,0	540,0	528,0	516,0
Параметр накопичення	$c = \frac{B_{\text{нак}}}{m}$	10,3	10,3	10,1	9,9	9,7	9,5	9,3	9,1
Середній час простою під накопиченням	$t_n = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$	6,1	5,0	4,1	3,3	2,7	2,2	1,8	1,5
Кількість призначень		20	20	20	20	20	20	20	20

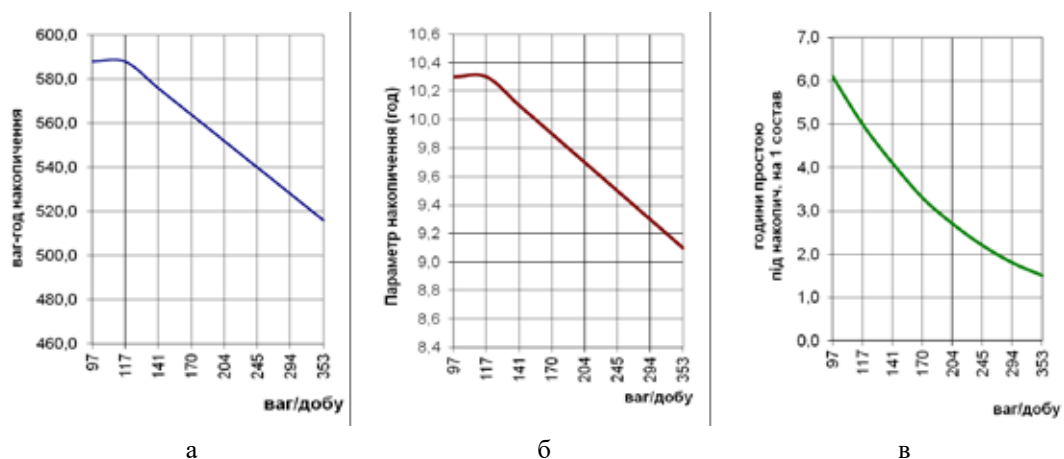


Рис. 11. Графіки залежностей по призначенню Ш: а) між вихідним вагонопотоком та вагоно-годинами простою вагонів під накопиченням, б) між вихідним вагонопотоком та параметром накопичення, в) між вихідним вагонопотоком та годинами простою під накопиченням на один состав

Таблиця 14

Розрахунки норм показників плану формування за призначеннями 3+30

Найменування призначення	11	3+30							
Потужність вагонопотоку	n_i	298	358	430	516	620	744	893	1072
Кількість вагонів у составі	m	57	57	57	57	57	57	57	57
Середня величина групи накопичення	$m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}$	13	14	16	17	19	20	22	24
Вагоно-години накопичення	$B_{\text{нак}} = 12(m - m_{\text{зал}})$	528,0	516,0	492,0	480,0	456,0	444,0	420,0	396,0
Параметр накопичення	$c = \frac{B_{\text{нак}}}{m}$	9,3	9,1	8,6	8,4	8,0	7,8	7,4	6,9
Середній час простою під накопиченням	$t_n = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$	1,8	1,4	1,1	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4
Кількість призначень	k	20	20	20	20	20	20	20	20

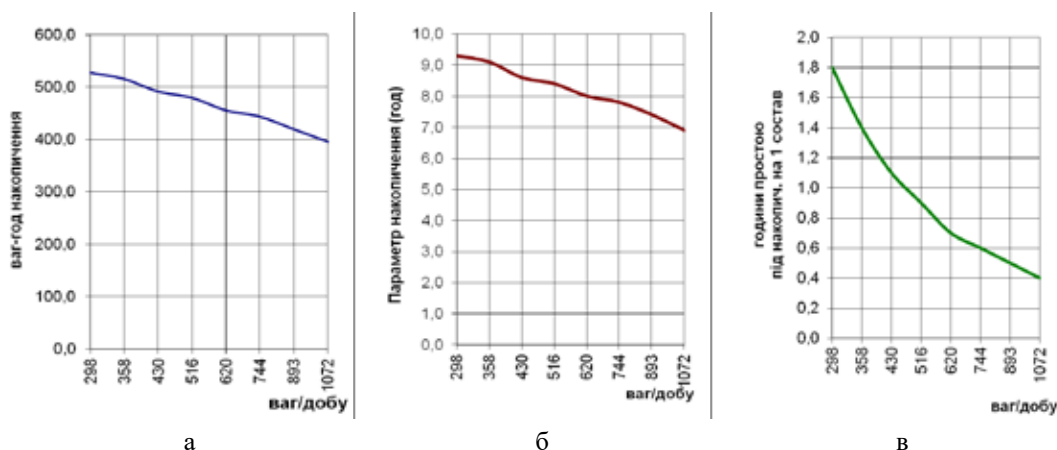


Рис. 12. Графіки залежностей по призначенню 3+30: а) між вихідним вагонопотоком та вагоно-годинами простою вагонів під накопиченням, б) між вихідним вагонопотоком та параметром накопичення, в) між вихідним вагонопотоком та годинами простою під накопиченням на один состав

Таблиця 15

Розрахунки норм показників плану формування за призначеннями КЛ

Найменування призначення	12	КЛ							
Потужність вагонопотоку	n_i	174	209	251	302	363	436	524	629
Кількість вагонів у составі	m	57	57	57	57	57	57	57	57
Середня величина групи накопичення	$m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}$	10	11	12	13	14	16	17	19
Вагоно-години накопичення	$B_{\text{нак}} = 12(m - m_{\text{зал}})$	564,0	552,0	540,0	528,0	516,0	492,0	480,0	456,0
Параметр накопичення	$c = \frac{B_{\text{нак}}}{m}$	9,9	9,7	9,5	9,3	9,1	8,6	8,4	8,0
Середній час простою під накопиченням	$t_n = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$	3,2	2,6	2,2	1,7	1,4	1,1	0,9	0,7
Кількість призначень		20	20	20	20	20	20	20	20

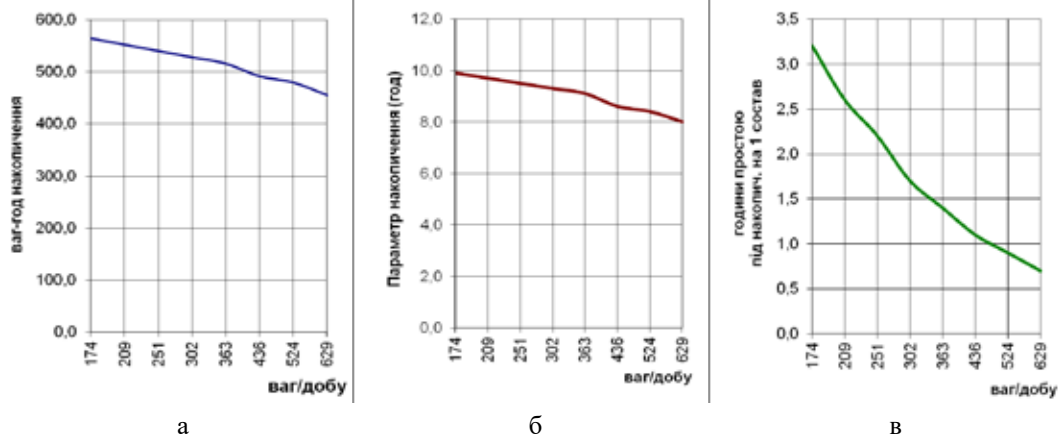


Рис. 13. Графіки залежностей по призначенню КЛ: а) між вихідним вагонопотоком та вагоно-годинами простою вагонів під накопиченням, б) між вихідним вагонопотоком та параметром накопичення, в) між вихідним вагонопотоком та годинами простою під накопиченням на один состав

Таблиця 16

Розрахунки норм показників плану формування за призначеннями КЛ

Найменування призначення	13	М							
Потужність вагонопотоку	n_i	102	123	148	178	214	257	309	371
Кількість вагонів у составі	m	57	57	57	57	57	57	57	57
Середня величина групи накопичення	$m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}$	8	9	9	10	11	12	13	15
Вагоно-години накопичення	$B_{\text{нак}} = 12(m - m_{\text{зал}})$	588,0	576,0	576,0	564,0	552,0	540,0	528,0	504,0
Параметр накопичення	$c = \frac{B_{\text{нак}}}{m}$	10,3	10,1	10,1	9,9	9,7	9,5	9,3	8,8
Середній час простою під накопиченням	$t_n = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$	5,8	4,7	3,9	3,2	2,6	2,1	1,7	1,4
Кількість призначень	k	20	20	20	20	20	20	20	20

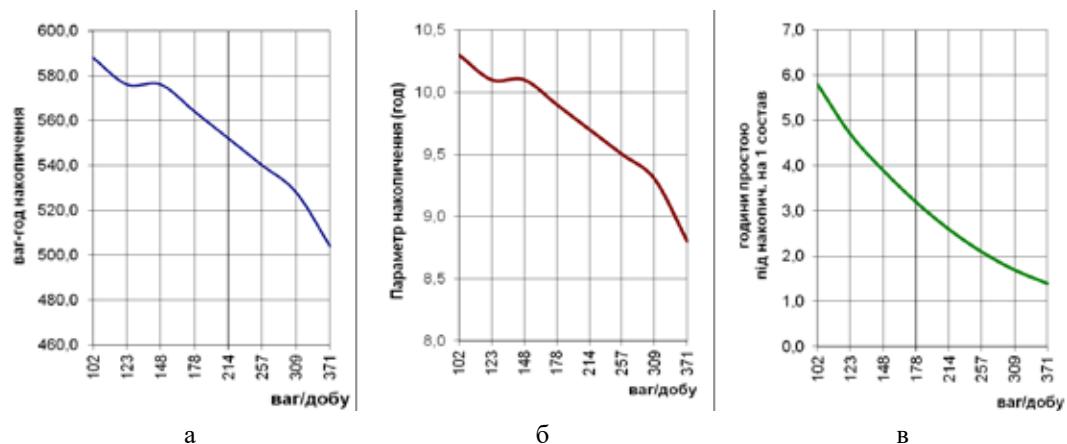


Рис. 14. Графіки залежностей по призначенню М: а) між вихідним вагонопотоком та вагоно-годинами простою вагонів під накопиченням, б) між вихідним вагонопотоком та параметром накопичення, в) між вихідним вагонопотоком та годинами простою під накопиченням на один состав

На підставі виконаних розрахунків та даних, необхідно відмітити, що коливання потужності струменів вагонопотоку є більш-менш стійкими, а саме: при коливаннях вагонопотоку до 45% коливання вагоно-години накопичення вагонів становить до 6,9%, параметр накопичення змінюється в межах 11,1–9,9 (10,8%), коливання часу простою вагонів під накопиченням до цілого состава змінюються в межах 20,3–1,8 години. Але оцінювати нормативи плану формування, враховуючи приведені розбіжності, значно ускладнює роботу. Для конструктивних розрахунків здійснюються розрахунки середніх норм показників плану формування, дані розрахунків наведені в таблиці 17.

Таблиця 17

Визначення середніх норм показників плану формування для непарного вихідного вагонопотоку по станції Н

Найменування призначення	14	Загальний транзитний вагонопотік з переробкою, що відправляється у непарному напрямку станцією протягом доби							
Потужність вагонопотоку	n_i	1308	1439	1583	1741	1915	2107	2318	2550
Кількість вагонів у составі	m	57	57	57	57	57	57	57	57
Середня величина групи накопичення	$m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}$	27	28	30	31	32	34	36	37
Вагоно-години накопичення	$B_{\text{нак}} = 12(m - m_{\text{зал}})$	484,5	433,2	387,6	353,4	313,5	279,3	250,8	228,0
Параметр накопичення	$c = \frac{B_{\text{нак}}}{m}$	9,7	9,6	9,5	9,4	9,3	9,1	9,0	8,9
Середній час простою під накопиченням	$t_n = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$	8,5	7,6	6,8	6,2	5,5	4,9	4,4	4,0
Кількість призначень	k	20	20	20	20	20	20	20	20

За даними встановлюємо, що при мінімальному вагонопотоку 1308 ваг/добу вагоно-години простою вагонів під накопиченням досягають максимального значення – 484,5 ваг-год. При збільшенні вагонопотоку до середніх його значень – 1741 ваг/добу (+33%), вагоно-години простою вагонів під накопиченням зменшуються до 353,4 ваг-год (-27%). Коливання параметра накопичення не перевищують 3%, а його значення знаходяться в межах 9,7–9,4 відповідно. Середній час простою вагонів під накопиченням до цілого состава змінюється в межах 8,5–6,2 год (-27%) відповідно. Тобто необхідно констатувати, що для розрахунків нормативів показників плану формування для окремої станції можна приймати середні значення таких параметрів:

- 1) група накопичення – 31 ваг;
- 2) вагоно-години простою під накопиченням – 353,4;
- 3) параметр накопичення – 9,4;
- 4) час простою вагонів під накопиченням до цілого состава – 6,2 год.

До складових розрахунку норми економії часу простою на один вагон, який проходить станцію без переробки, включають:

вихідний вагонопотік з розподілом на частки:

γ'_N – частка вагонів, яка проходить станцію з переробкою;

γ''_N – частка вагонів, яка проходить станцію без переробки;

– дані про простої транзитних вагонів по станції:

$t_{\text{тр}}^{з/п}$ – транзитного з переробкою;

t_n – транзитного з переробкою під накопиченням;

$t_{\text{тр}}^{б/п}$ – транзитного без переробки.

Розрахунки норми економії часу простою здійснюємо із застосуванням методики, викладеної вище, по формулі (16), результати розрахунків заносимо до таблиці 18.

Для дослідження впливу потужності струменів транзитного вагонопотоку на норму економії часу простою вагона, який проходить станцію без переробки, змінюємо вихідний вагонопотік від мінімального його значення до максимального з кроком у 10%. Максимальне значення вагонопотоку обмежується кількістю сортувально-відправних колій у сортувальному парку, яке не повинне перевищувати 2853–2875 ваг/добу. Мінімальне значення вагонопотоку взято за даними роботи станції в 2021 році, яке становило 1308 ваг/добу. Результати розрахунків наведені у таблицях 19–22.

Для отриманих діапазонів вихідного вагонопотоку за формулою (17) визначаємо різницю часу між знаходженням на станції транзитного вагона з переробкою та без переробки. Частка розподілу вихідного вагонопотоку на потік, який може пропускатися через станцію з переробкою γ'_N та без переробки γ''_N , умовно зменшуємо з кроком у 10%.

Таблиця 18

**Розрахунок норми економії часу простою на 1 вагон, який проходить станцію
без переробки з часткою вагонів з переробкою 0,9**

Складові розрахунку		Результати розрахунку					
Вихідний вагонопотік	N_i	1308	1439	1583	1741	1915	2107
Частка вагонів, що пропускаються з переробкою	γ'_N	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Вагони, які пропускаються з переробкою	N'_i	1177	1295	1425	1567	1724	1896
Вагони, які пропускаються без переробки	N''_i	131	144	158	174	192	211
Простий транзитного вагона з переробкою	$t_{тр}^{3/п}$	12,80	14,46	14,31	14,16	14,01	13,71
Простий вагона під накопиченням	t_n	8,50	9,60	9,50	9,40	9,30	9,10
Простий транзитного вагона без переробки	$t_{тр}^{6/п}$	1,36	1,09	0,84	0,57	0,31	0,05
Різниця часу знаходж. на станції транзитн. з переробкою та без переробки вагонів $t_{ек} = (t_{тр}^{3/п} - t_n) - t_{тр}^{6/п}$		2,94	3,77	3,97	4,19	4,40	4,56
$t_{ек} = \frac{N'_i t'_{ек} - N''_i t''_{ек}}{N_i}$		2,51	3,28	3,49	3,71	3,93	4,10

Таблиця 19

**Розрахунок норми економії часу простою на 1 вагон, який проходить станцію
без переробки з часткою вагонів з переробкою 0,80**

Складові розрахунку		Результати розрахунку					
Вихідний вагонопотік	N_i	1308	1439	1583	1741	1915	2107
Частка вагонів, що пропускаються з переробкою	γ'_N	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Вагони, які пропускаються з переробкою	N'_i	1046	1151	1266	1393	1532	1686
Вагони, які пропускаються без переробки	N''_i	262	288	317	348	383	421
Простий транзитного вагона з переробкою	$t_{тр}^{3/п}$	12,80	14,46	14,31	14,16	14,01	13,71
Простий вагона під накопиченням	t_n	8,50	9,60	9,50	9,40	9,30	9,10
Простий транзитного вагона без переробки	$t_{тр}^{6/п}$	1,36	1,09	0,84	0,57	0,31	0,05
Різниця часу знаходж. на станції транзитн. з переробкою та без переробки вагонів $t_{ек} = (t_{тр}^{3/п} - t_n) - t_{тр}^{6/п}$		2,94	3,77	3,97	4,19	4,40	4,56
$t_{ек} = \frac{N'_i t'_{ек} - N''_i t''_{ек}}{N_i}$		1,76	2,26	2,38	2,51	2,64	2,74

Таблиця 20

**Розрахунок норми економії часу простою на 1 вагон, який проходить станцію
без переробки з часткою вагонів з переробкою 0,70**

Складові розрахунку		Результати розрахунку					
Вихідний вагонопотік	N_i	1308	1439	1583	1741	1915	2107
Частка вагонів, що пропускаються з переробкою	γ'_N	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Вагони, які пропускаються з переробкою	N'_i	916	1007	1108	1219	1341	1475
Вагони, які пропускаються без переробки	N''_i	392	432	475	522	575	632
Простий транзитного вагона з переробкою	$t_{тр}^{3/п}$	12,80	14,46	14,31	14,16	14,01	13,71
Простий вагона під накопиченням	t_n	8,50	9,60	9,50	9,40	9,30	9,10
Простий транзитного вагона без переробки	$t_{тр}^{6/п}$	1,36	1,09	0,84	0,57	0,31	0,05
Різниця часу знаходж. на станції транзитн. з переробкою та без переробки вагонів $t_{ек} = (t_{тр}^{3/п} - t_n) - t_{тр}^{6/п}$		2,94	3,77	3,97	4,19	4,40	4,56
$t_{ек} = \frac{N'_i t'_{ек} - N''_i t''_{ек}}{N_i}$							

Таблиця 21

**Розрахунок норми економії часу простою на 1 вагон, який проходить станцію
без переробки з часткою вагонів з переробкою 0,60**

Складові розрахунку		Результати розрахунку					
Вихідний вагонопотік	N_i	1308	1439	1583	1741	1915	2107
Частка вагонів, що пропускаються з переробкою	γ'_N	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Вагони, які пропускаються з переробкою	N'_i	785	863	950	1045	1149	1264
Вагони, які пропускаються без переробки	N''_i	523	576	633	696	766	843
Простий транзитного вагона з переробкою	$t_{тр}^{3/п}$	12,80	14,46	14,31	14,16	14,01	13,71
Простий вагона під накопиченням	t_n	8,50	9,60	9,50	9,40	9,30	9,10
Простий транзитного вагона без переробки	$t_{тр}^{6/п}$	1,36	1,09	0,84	0,57	0,31	0,05
Різниця часу знаходж. на станції транзитн. з переробкою та без переробки вагонів $t_{ек} = (t_{тр}^{3/п} - t_n) - t_{тр}^{6/п}$		2,94	3,77	3,97	4,19	4,40	4,56
$t_{ек} = \frac{N'_i t'_{ек} - N''_i t''_{ек}}{N_i}$		1,22	1,82	2,07	2,29	2,51	2,72

Розрахунок норми економії часу простою на 1 вагон, який проходить станцію без переробки з часткою вагонів з переробкою 0,50

Складові розрахунку		Результати розрахунку					
Вихідний вагонопотік	N_i	1308	1439	1583	1741	1915	2107
Частка вагонів, що пропускаються з переробкою	γ'_N	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Вагони, які пропускаються з переробкою	N_i'	654	720	792	871	958	1054
Вагони, які пропускаються без переробки	N_i''	654	720	792	871	958	1054
Простий транзитного вагона з переробкою	$t_{тр}^{3/п}$	12,80	14,46	14,31	14,16	14,01	13,71
Простий вагона під накопиченням	t_n	8,50	9,60	9,50	9,40	9,30	9,10
Простий транзитного вагона без переробки	$t_{тр}^{6/п}$	1,36	1,09	0,84	0,57	0,31	0,05
Різниця часу знаходж. на станції транзитн. з переробкою та без переробки вагонів $t_{ек} = (t_{тр}^{3/п} - t_n) - t_{тр}^{6/п}$		2,94	3,77	3,97	4,19	4,40	4,56
$t_{ек} = \frac{N_i' t_{ек}' - N_i'' t_{ек}''}{N_i}$		0,79	1,34	1,59	1,81	2,04	2,26

У результаті отримуємо дані, які характеризують залежність між зміною потужності вихідного вагонопотоку та нормою економії часу простою вагона, який проходить станцію без переробки. На підставі отриманих даних будемо діаграму, яка наведена на рисунку 15.

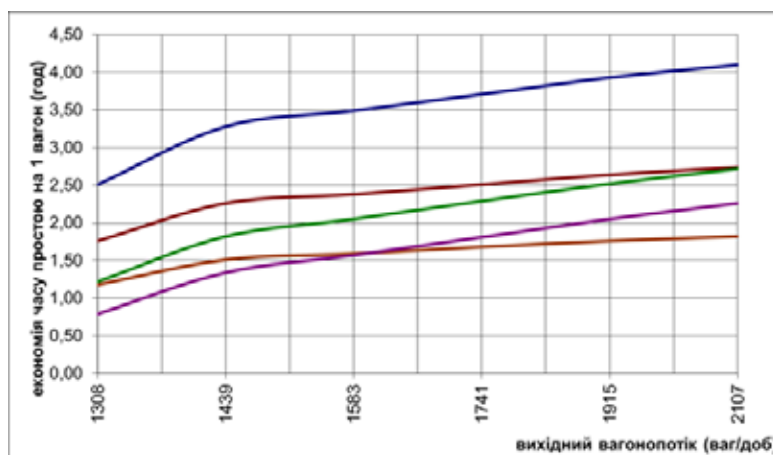


Рис. 15. Діаграма, яка характеризує залежність між розподілом транзитного вагонопотоку, що проходить станцію (з переробкою й без переробки), та нормою економії часу простою транзитного вагона, який проходить станцію без переробки

Аналізуючи дані та діаграму, які наведені на рисунку 15, необхідно відмітити, що при збільшенні вихідного вагонопотоку (при підвищенні потужності струменів вагонопотоку) норма економії часу простою вагона теж підвищується, але інтенсивність її зростання безпосередньо залежить від частки розподілу вагонопотоку γ'_N та γ''_N . При збільшенні частки потоку, що може пропустити станція без переробки і, відповідно, при зменшенні частки потоку, який буде перероблятися на станції, економія часу простою на станції транзитного вагона буде скорочуватися. А при розподілі часток 50 на 50 вона прийматиме найменші значення.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі. На доведенний час по станції Н спостерігалось поступове нарощування обсягів поїзної та сортувальної роботи, що

потребувало постійної уваги та корегування оперативного плану формування вантажних поїздів, утримання технічного оснащення станції на достатньому рівні, який забезпечував би її стійку та безаварійну роботу, спрямовану на задоволення потреб перевізного процесу в даному регіоні.

З метою забезпечення зростаючих обсягів перевезень на залізниці було розроблено перспективну програму технічного оновлення та удосконалення технології роботи станцій, яка передбачає їх технічне переоснащення, впровадження сучасного зв'язку, автоматизованих систем керування.

Основною задачею даного дослідження було поліпшення експлуатаційної роботи станції Н.

Непарна система станції за своїм призначенням та характером роботи являється сортувальною, за обсягами та складністю роботи віднесена до позакласних.

Основним призначенням станції Н є виконання операцій з розформування та формування поїздів за призначеннями відповідно до встановленого Порядку направлення вагонопотоків та організації їх у вантажні поїзди; виконання операцій з пропуску поїздів без переробки і з переробкою; технічне обслуговування, комерційний огляд составів поїздів і усунення виявлених несправностей вагонів; зміна локомотивів і локомотивних бригад.

Якісна експлуатаційна робота сортувальної станції спрямована на скорочення простою вагонів під технологічними операціями, забезпечення виконання змінних завдань з розформування-формування, приймання, відправлення поїздів, своєчасне подавання вагонів на під'їзні колії підприємств, виконання встановлених норм з обробки вагонів та поїздів, передбачених добовим технологічним графіком роботи станції та ЄТП.

Виконані розрахунки визначили добові обсяги роботи та розміри руху поїздів на прилеглих ділянках.

Виконана перевірка колійного розвитку та технічного оснащення станції показала, що число колій в парках станції є достатнім – додаткової кількості не потребується.

Проведені дослідження виявили вплив потужності вагонопотоків на показники плану формування односторонніх та багаторонних поїздів, яке включає: дослідження впливу потужності вагонопотоку на кількість колій в парках сортувальної станції; дослідження потужності вагонопотоку на основні нормативи плану формування поїздів; дослідження впливу струменів вагонопотоку на норму економії часу простою на один вагон, який проходить станцію без переробки.

Для розрахунків нормативів показників плану формування для станції Н запропоновані середні значення таких параметрів:

- 1) група накопичення – 31 ваг;
- 2) вагоно-години простою під накопиченням – 353,4;
- 3) параметр накопичення – 9,4;
- 4) час простою вагонів під накопиченням до цілого состава – 6,2 год.

Аналізуючи результати розрахунків, необхідно відмітити, що при збільшенні вихідного вагонопотоку (при підвищенні потужності струменів вагонопотоку) норма економії часу простою вагона теж підвищується, але інтенсивність її зростання безпосередньо залежить від частки розподілу вагонопотоку γ'_N та γ''_N . При збільшенні частки потоку, що може пропустити станція без переробки і, відповідно, при зменшенні частки потоку, який буде перероблятися на станції, різниця часу між знаходженням на станції транзитного вагона з переробкою та без переробкою буде скорочуватися. При розподілу часток порівну – прийматиме найменші значення.

Список використаних джерел:

1. Бех П.В. Дослідження технології роботи пунктів переробки великовагових вантажів. *Збірник наукових праць Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна «Транспортні системи та технології перевезень»*. 2021. № 22. С. 48–55.
2. Bech P.V. Improvement of supervisory control of train movement by means of introduction of operational zones. *Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту*. 2018. № 6(78). С. 59–70.
3. Бех П.В. Управління вантажопотоками та вагонопотоками на залізничному транспорті. *Вісник Східно-українського національного університету імені Володимира Даля*. № 3(233). 2017. С. 22–31.
4. Бех П.В. Особливості конкуренції на залізничному транспорті в сучасних умовах. *Міжнародний техніко-економічний журнал «Українська залізниця»*. Серпень 2016, № 8(38). С. 50–54.

References:

1. Bekh P.V. Study of the technology of heavy cargo processing points [Text] / P.V. Bekh, O.V. Lashkov, Y.A. Maksymenkov, O.Yu. Papakhov // Collection of scientific works of the Dnipro National University of Railway Transport named after academician V. Lazaryan "Transport systems and transportation technologies", 2021, No. 22, p. 48-55.
2. Bech P.V. Improvement of supervisory control of train movement by means of introduction of operational zones [text] / P.V. Bech, G.I. Nesterenko, M.I. Muzykin, S.I. Avramenko // Science and progress of transport. Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport, 2018, № 6 (78), S. 59-70.
3. Bekh P.V. Management of freight flows and wagon flows on railway transport [Text] / P.V. Bekh, G.I. Nesterenko, O.V. Lashkov, M.I. Muzykin, S.I. Avramenko // Bulletin of the Volodymyr Dahl East Ukrainian National University № 3 (233) 2017, S. 22-31.
4. Bekh P.V. Peculiarity of competition on railway transport in modern conditions [Text] / P.V. Bekh, G.I. Nesterenko, O.V. Lashkov, M.I. Muzykin, S.I. Muzykina // International Technical and Economic Journal «Ukrainian Railway», August 2016, №8 (38), S. 50-54.