

УДК 124.456.7 : 878.9

Ю. Р. ГРИМАК^{1*}

^{1*} Львівський коледж транспортної інфраструктури Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Снопківська, 47, 79011, м. Львів, Україна, тел. +38 (097) 563 95 35, ел. пошта grimak.yura@gmail.com, ORCID 0000-0003-4551-9255

АНАЛІЗ РОЗПОДІЛУ ЕЛЕМЕНТІВ РОБОЧОГО ЧАСУ ЛОКОМОТИВНОЇ БРИГАДИ У МЕЖАХ ПОЇЗДКИ У ВАНТАЖНОМУ РУСІ

В статті виділено основні задачі, що повинні вирішуватись в умовах дефіциту магістрального тягового рухомого складу у вантажних перевезеннях та відзначено, що одним з напрямків досліджень, спрямованих на розуміння процесів експлуатації локомотивів та організації праці локомотивних бригад є дослідження масивів маршрутів машиністів локомотивних депо у вантажному русі.

У рамках аналізу попередніх досліджень, спрямованих на удосконалення експлуатаційної роботи локомотивних депо відзначено відсутність досліджень, що висвітлюють складові часу експлуатації локомотивів та пов'язаного з цим режиму роботи локомотивних бригад. Відзначено акцентування авторами неефективності існуючої системи оперативного управління тяговим рухомим складом та необхідності розробки ефективних оперативних планів підв'язки локомотивів і раціонального планування робочого часу локомотивних бригад.

Виконаний аналіз структури маршруту машиніста показав, що основна інформація, що підлягає статистичному аналізу міститься у розділах 2 та 5 маршруту машиніста і відображає тривалість робочого часу локомотивної бригади та послідовність і тривалість усіх операцій, що виконуються локомотивною бригадою у процесі поїздки.

Середні значення тривалості поїздки локомотивних бригад по чотирьох основних депо різних регіональних філій Укрзалізниці, отримані шляхом статистичного аналізу, показали різницю середніх значень цього показника на 22%, що пов'язане зі специфікою роботи окремих локомотивних депо.

Оцінка якості використання локомотивів та продуктивності праці локомотивних бригад виконана шляхом аналізу тривалості знаходження локомотива під составом поїзда та тривалості знаходження локомотива у русі з поїздом. Аналіз вказаних випадкових величин дозволив отримати їх статистичні параметри, а також характер розподілу. Встановлено, що час у русі має логнормальний розподіл, а тривалості поїздки і знаходження локомотива під поїздом – нормальні закони розподілу.

Ключові слова: маршрут машиніста; локомотив; локомотивна бригада; депо; вантажний рух

Вступ

В умовах дефіциту тягового рухомого складу у вантажних перевезеннях на українських залізницях особливо актуальною задачею є забезпечення тягою планових вагонопотоків. При чому в таких умовах потрібно вирішувати суперечливі завдання – виконання терміну доставки вантажів і найбільш інтенсивне використання локомотивів при дотриманні інтервалів між технічним обслуговуванням та дотримання режиму праці та відпочинку локомотивних бригад з метою недопущення порушень.

В умовах достатньої кількості тягового рухомого складу на перше місце виходить завдання раціонального використання локомотивів та планування роботи локомотивних бригад з метою зменшення експлуатаційних витрат і частки локомотивної складової у собівартості

перевезень.

Для розуміння процесів, що характеризують експлуатаційну складову роботи локомотивних депо у вантажному русі були виконані дослідження масивів маршрутів машиністів за різні періоди двох календарних років по чотирьох локомотивних депо українських залізниць.

Для розуміння фактичних показників використання поїзних локомотивів, на підставі статистичної обробки інформації, що міститься у маршрутах машиніста, виконано аналіз розподілу робочого часу локомотивної бригади за одну поїздку. Результати досліджень наведені у цій статті.

Огляд результатів попередніх досліджень

Значна кількість досліджень і публікацій за їх результатами присвячена обігу вагону і ана-

лізу його складових, визначення їх ваги та причин, що викликають простої вагонів. Джерелами статистичних даних для цього є Довідники основних показників роботи залізниць України та Статистичні збірники транспорту і зв'язку. Однак публікації, присвячені аналізу показників використання локомотивів, робочого часу локомотивних бригад практично відсутні.

Дослідження, результати яких опубліковані до середини 90-х років минулого сторіччя досить важко аналізувати з точки зору використання їх результатів через серйозні зміни, які відбулися: поява приватних підприємств, що обслуговуються залізничним транспортом, поява компаній, що оперують власним та орендованим вагонним парком та надають транспортно-експедиторські послуги; зміна принципів організації порожніх вагонопотоків, тощо.

Серед публікацій останніх років, присвячених удосконаленню експлуатаційної роботи локомотивних депо у вантажному русі, на які слід звернути увагу необхідно виділити наступні.

Цикл статей [1-5] присвячено аналізу оперативного управління тяговим рухомим складом та відзначено неефективність існуючих систем і необхідність розробки ефективних оперативних планів підв'язки локомотивів і раціонального планування робочого часу локомотивних бригад. Для вирішення цих проблем запропоновано методи для створення автоматизованої системи управління роботою локомотивного парку. При цьому відзначено можливість у якості механізму рішення застосування нечітких моделей для прогнозування поїздопотоків і підв'язки локомотивів.

Однак недоліками таких методів є відсутність оцінки впливу їх застосування на величину штату та процес планування роботи локомотивних бригад, а також відсутність обмежень максимальної кількості локомотивів, що можуть бути видані в роботу на протязі доби та максимальної кількості локомотивних бригад для обслуговування локомотивів у певному плановому проміжку часу. Це, звісно, потребує удосконалення запропонованих моделей.

Те ж стосується і статті [6], де модель розрахунку оптимальних режимів роботи поїзних локомотивів представлена як динамічна транспортна задача.

Слід відзначити, що одним з напрямків реформування залізничного транспорту України є впровадження приватної локомотивної тяги та трансформація «ниток» графіка руху поїздів у товар, що може бути наданий власником чи оператором інфраструктури, як наступний крок

до конкурентного ринку перевізних послуг. Результати досліджень, наведені в статтях [7-10], можуть стати вихідними даними до розробки методики визначення локомотивної складової та, зокрема, визначення орендної плати за використання приватних локомотивів, що можуть бути надані в оренду АТ «Укрзалізниця» власниками, як один з можливих сценаріїв впровадження приватної локомотивної тяги.

Аналіз структури маршруту машиніста

Як відомо, маршрут машиніста – основний первинний документ з обліку роботи локомотивних бригад і рухомого складу, а також витрат палива при тепловозній тязі та електроенергії при електровозній. Маршрут машиніста заповнюється окремо на кожну поїздку локомотивної бригади і містить в собі відомості про склад бригади, маршрут проходження локомотива з поїздом чи резервом, простої на станціях відправлення, проміжних і обороту, набір та витрату палива, нагін і запізнення по маршруту слідування поїзда відносно графіка руху поїздів.

Маршрут машиніста є паперовим документом, видається локомотивній бригаді перед поїздом і заповнюється машиністом локомотива. Після здійснення поїздки маршрут здається у відділ обліку і розрахунків локомотивного депо, де здійснюється його обробка, в результаті чого дані маршруту заносяться у відповідні програмні комплекси, для автоматизованого розрахунку показників роботи локомотива та бригади і визначення роботи і заробітної плати локомотивної бригади.

Маршрут машиніста складається з шести розділів, останній з яких – «Таксування АСУ ЛОКБРИГ» формується автоматично.

В процесі досліджень було використано дані розділу 2 – «Відомість про робочий час тягової рухомої одиниці (ТРО) і локомотивної бригади» та розділу 5 – «Відомості про хід, вагу поїзда та виконану маневрову роботу».

Основна інформація, що міститься у розділі 2 маршруту машиніста відображає тривалість робочого часу локомотивної бригади – моменти явки та прийому ТРО, а також моменти здачі ТРО та закінчення роботи.

У залежності від організації роботи локомотивних бригад та особливостей взаємного розташування депо, місць здачі та приймання локомотива, інтервали між моментом явки та прийомом локомотива коливаються у досить широких межах, так як і інтервали між моментами здачі локомотива і закінчення роботи.

У даному розділі вказується також інформація про моменти проходження контрольного посту депо та час перевищення відпочинку локомотивної бригади у пункті обороту.

У розділі 5 вказується інформація, що характеризує послідовність і тривалість усіх операцій, що виконуються локомотивною бригадою в процесі поїздки:

- моменти відправлення поїзда чи локомотива резервом з початкової станції та станцій по маршруту проходження поїзда чи локомотива резервом;

- моменти прибуття поїзда чи локомотива резервом на кінцеву станцію та станції по маршруту проходження поїзда чи локомотива резервом;

- тривалості поїзних маневрів, простоїв біля вхідного сигналу;

- номер поїзда, маса нетто та брутто поїзда, кількість осей (інформація вказується для кожного поїзда при веденні на протязі робочого часу кількох поїздів однією локомотивною бригадою).

Основна частина

Робочий час локомотивної бригади характеризується такими визначеннями як робочий обіг та повний обіг локомотивної бригади.

Час, витрачений на ведення однієї пари поїздів по ділянці обслуговування, називається робочим обігом локомотивної бригади і враховує час ведення поїзда по ділянці з урахуванням простоїв на проміжних станціях, та допоміжний час на підготовчо-заклучні дії, норма тривалості якого встановлюється з урахуванням місцевих умов, тривалості регламентованих перерв на приймання та здавання локомотива, простою в очікуванні та під екіпіруванням, тощо. Повний обіг локомотивної бригади враховує відпочинок в пункті обороту і розраховується як сума робочого обігу локомотивної бригади та тривалості відпочинку в пункті обороту.

Неперервний робочий час $t_{нрч}$ локомотивної бригади розраховується від моменту явки на роботу до моменту здачі локомотива. Максимальна тривалість неперервного робочого часу локомотивної бригади регламентується наказами Укрзалізниці. Далі неперервний робочий час локомотивної бригади будемо називати тривалістю поїздки.

Тривалість поїздки за результатами аналізу структури маршруту машиніста може бути визначена за формулою

$$T_{п} = t_{я-пр} + t_{пр-від} + t_{р} + t_{пр.ст} + t_{приб-к.р} \quad (1)$$

де $t_{я-пр}$ – проміжок часу між моментом явки локомотивної бригади на роботу та моментом прийому локомотива, год.;

$t_{пр-від}$ – проміжок часу від моменту прийому локомотива до моменту відправлення з поїздом, год. Слід відзначити, що маршрут машиніста не дає можливості проаналізувати і дослідити інтервал часу, між моментом подачі локомотива під поїзд до моменту відправлення, тобто інтервал часу, коли виконується опробування автоматичних гальм, прибирання башмаків, видача локомотивній бригаді довідки ВУ-45 та простій в очікуванні відправлення після доповіді машиніста про готовність до відправлення;

$t_{р}$ – час руху локомотива з поїздом по ділянці обслуговування, год.;

$t_{пр.ст}$ – час простою локомотива з поїздом на проміжних станціях та на станції, що є межею дільниці обслуговування – в пункті обороту, год.;

$t_{приб-к.р}$ – час від моменту прибуття локомотива з поїздом на кінцеву станцію до моменту закінчення роботи локомотивної бригади.

В таблиці 1 наведено середні значення тривалості поїздки локомотивних бригад по чотирьох основних депо різних регіональних філій Укрзалізниці, отримані шляхом статистичного аналізу цього показника.

Таблиця 1

Середні значення тривалості поїздки

№ з/п	Депо	Сумарна тривалість, $\bar{T}_{п}$, год.
1	Нижньодніпровськ-Вузол	10,41
2	Знам'янка	8,80
3	Львів-Захід	9,29
4	Одеса-Сортувальна (електровозна тяга)	11,30
5	Одеса-Сортувальна (тепловозна тяга)	9,63

Мінімальне значення середньої тривалості поїздки становить $\bar{T}_{п}^{3н} = 8,80$ год. для депо Знам'янка, а максимальне $\bar{T}_{п}^{0д} = 11,30$ год. для депо Одеса-Сортувальна для дільниць з електровозною тягою. Така різниця, що досягає 22% пов'язана зі специфікою роботи депо – довжиною дільниць обслуговування, наповненістю графіка руху поїздів, структурою поїздопотоку (переважання кількості поїздів певних категорій), обсягом відправницької маршрутизації, тощо. Однак значного змістовного наповнення цей показник не має.

Оцінити якість використання локомотивів та продуктивність праці локомотивних бригад дозволяють наступні елементи тривалості поїздки, які відносяться до поїзної роботи:

- тривалість знаходження локомотива під составом поїзда $t_{\text{сост}}$ в годинах та відсотках від тривалості поїздки;

- тривалість знаходження локомотива у русі з поїздом t_p в годинах та відсотках від тривалості поїздки.

В таблиці 2 наведено середні значення вказаних вище елементів по чотирьох депо.

Таблиця 2

Середні значення тривалості елементів поїзної роботи на протязі поїздки

№ з/п	Депо	$t_{\text{сост}}$, год./%	t_p , год./%
1	Нижньодніпровськ-Вузол	7,44/71,5	4,36/41,9
2	Знам'янка	5,50/62,5	4,07/46,3
3	Львів-Захід	6,65/71,6	4,77/51,3
4	Одеса-Сортувальна (електровозна тяга)	7,13/63,1	3,07/27,2
5	Одеса-Сортувальна (тепловозна тяга)	5,69/59,1	3,60/37,4

Аналіз статистичних даних, наведених у таблиці 2 показує, що локомотив під составом поїзда – $t_{\text{сост}}$, знаходиться значний час, від 5,5 год. для депо Знам'янка до 7,44 год. для депо Нижньодніпровськ-Вузол. У відсотковому відношенні цей елемент коливається у межах від 61,3 до 76,4 % від загальної тривалості поїздки. Слід також враховувати, що фактична тривалість даного елемента навіть дещо більша. Маршрут машиніста, як було відзначено вище, не дає можливості визначити тривалість знаходження локомотива під составом від моменту подачі під состав до відправлення.

Аналіз такого показника, як середня тривалість у русі – t_p , показує, що ведення поїзда по дільниці обслуговування становить значно меншу частку від загальної тривалості поїздки. Мінімальне значення – 3,07 год., (27,2 % від загальної тривалості поїздки) зафіксоване для депо Одеса-Сортувальна у електровозній тязі; максимальне – 4,77 год. (51,3 %) зафіксоване для депо Львів-Захід.

Аналіз випадкових величин тривалості поїздки \bar{T}_n , знаходження локомотива під составом поїзда $t_{\text{сост}}$ та знаходження локомотива у русі з поїздом t_p дозволив отримати їх статистичні параметри, а також характер розподілу.

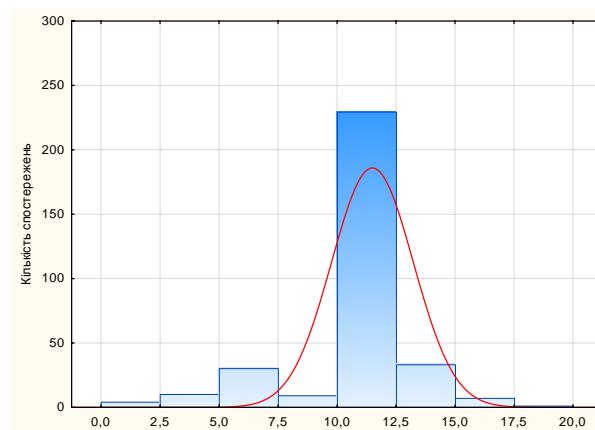
У якості прикладу на результати аналізу для депо Одеса-Сортувальна в електровозному русі

наведені в таблицях відповідно 3-5, а гістограми і закони розподілу вказаних величин зображені на рисунках 1-3.

Таблиця 3

Результати аналізу випадкової величини тривалості поїздки

№ з/п	Статистичний параметр	Значення
1	Математичне очікування $M[T]$, год.	11,29641
2	Середнє квадратичне відхилення $\sigma[T]$, год.	2,683458
3	Дисперсія $D[T]$, год ²	7,200945
4	Екссес E_T , год.	2,655554
5	Асиметричність A_T , год.	-1,46649
6	Мінімум T_{min} , год.	1,6
7	Максимум T_{max} , год.	18,75



Закон розподілу – нормальний

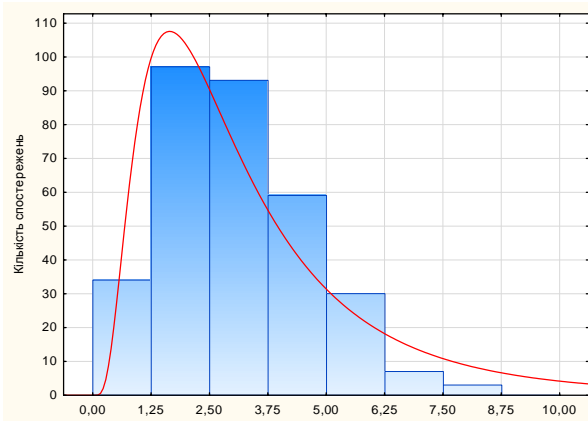
$$f(T) = 0,149e^{-\frac{(T-11,296)^2}{14,397}}$$

Рис. 1. Тривалість поїздки T , год.

Таблиця 4

Результати аналізу випадкової величини тривалості руху з поїздом

№ з/п	Статистичний параметр	Значення
1	Математичне очікування $M[t_p]$, год.	3,06814
2	Середнє квадратичне відхилення $\sigma[t_p]$, год.	1,56614
3	Дисперсія $D[t_p]$, год ²	2,4528
4	Екссес E_{t_p} , год.	0,08867
5	Асиметричність A_{t_p} , год.	0,47214
6	Мінімум t_p^{min} , год.	0,1
7	Максимум t_p^{max} , год.	8,18



Закон розподілу – логнормальний

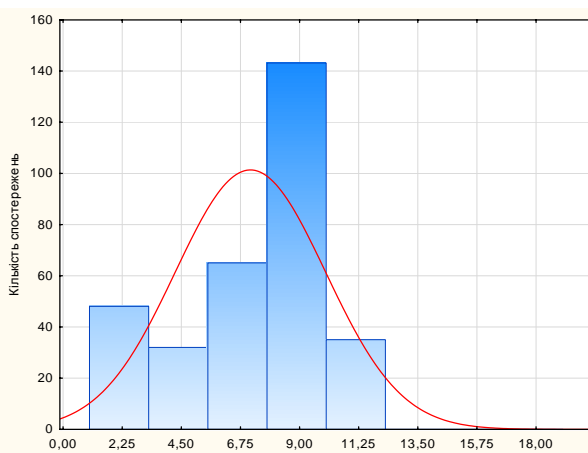
$$f(t_p) = \frac{1}{3,925 \cdot t_p} e^{-\frac{(\ln t_p - 3,068)^2}{4,904}}$$

Рис. 2. Тривалість руху з поїздом t_p , год.

Таблиця 5

Результати аналізу випадкової величини тривалості знаходження локомотива з поїздом

№ з/п	Статистичний параметр	Значення
1	Математичне очікування $M[t_{\text{сост}}]$, год.	7,13618
2	Середнє квадратичне відхилення $\sigma[t_{\text{сост}}]$, год	2,86114
3	Дисперсія $D[t_{\text{сост}}]$, год ²	8,18613
4	Екссес $E_{t_{\text{сост}}}$, год.	-0,16673
5	Асиметричність $A_{t_{\text{сост}}}$, год.	-0,92423
6	Мінімум $t_{\text{сост}}^{\min}$, год.	0
7	Максимум $t_{\text{сост}}^{\max}$, год.	11,62



Закон розподілу – нормальний

$$f(t_{\text{сост}}) = 0,139e^{-\frac{(t_{\text{сост}} - 7,136)^2}{16,372}}$$

Рис. 3. Тривалість знаходження локомотива з поїздом $t_{\text{сост}}$, год.

Висновки

За результатами виконаних досліджень сформульовані наступні висновки.

1. Тривалість поїздки локомотивної бригади у вантажному русі суттєво – до 22% відрізняється для різних локомотивних депо, що пов'язане зі специфікою роботи депо.

2. Тривалість знаходження локомотива під составом поїзда, $t_{\text{сост}}$ у відсотковому відношенні коливається у межах від 61,3 до 76,4 % від загальної тривалості поїздки.

3. Тривалість у русі з поїздом по дільниці обслуговування – t_p , становить значно меншу частку від загальної тривалості поїздки і характеризує якісну сторону забезпечення вантажного руху локомотивами. Цей елемент коливається від 27,2 % до 51,3 % від загальної тривалості поїздки.

4. Аналіз вказаних вище випадкових величин показав, що час у русі має логнормальний закон розподілу, а тривалості поїздки і знаходження локомотива під поїздом – нормальні закони розподілу.

БІБЛЮГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Вернигора, Р.В. Анализ простоев поездов в отделениях поездных локомотивов на сортировочных станциях [Текст] / Р.В. Вернигора, Л.О. Ельникова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – №5/3 (59). – С. 16-19.

2. Жуковицький, І.В. Моделювання процесу оперативного планування роботи локомотивного парку і локомотивних бригад [Текст] / І.В. Жуковицький, В.В. Скалозуб, О.В. Ветрова, О.Л. Зіненко // Вісник ДНУЗТ. – Д., 2006. – Вип. 12. – С. 74-78.

3. Жуковицький, І.В. Створення нових можливостей АСК ВП УЗ із підтримки оперативного планування призначення локомотивів до складу вантажних поїздів [Текст] / І.В. Жуковицький, А.Б. Устенко, О.Л. Зіненко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2011. – №5. – С. 51-56.

4. Баврин, Г.Н. Суточное планирование потребности в локомотивах грузового движения [Текст] / Г.Н. Баврин, В.Н. Коротков // Железнодорожный транспорт. – 2008. – №11. – С. 11-13.

5. Некрашевич, В.И. Технология комплексного оперативного планирования работы локомотивов грузового движения в условиях автоматизации [Текст] / В.И. Некрашевич, А.И. Моргунов // Вестник ВНИИЖТ. – 2005. – №3. – С. 20-25.

6. Козлов, П.А. Модель оптимального графика оборота поездных локомотивов [Текст] / П.А. Козлов, С.П. Вакуленко // Вестник ВНИИЖТ. – 2015. – №2. – С. 15-20.

7. Козаченко, Д. Н. Проблемы использования частных локомотивов для выполнения перевозок на

магистральном железнодорожном транспорте [Текст] : зб. наук. пр. / Д. Н. Козаченко, Р. В. Вернигора, Н. И. Березовый // ДНУЗТ «Транспортні системи і технології перевезень». – 2012. – № 3. – С. 40–46.

8. Верлан, А. І. Підвищення ефективності управління приватним вагонним парком за рахунок відправницької маршрутизації порожніх вагонопотоків [Текст] / А. І. Верлан, Д. М. Козаченко, Р. В. Вернигора // Заліз. трансп. України. – 2012. – № 6. – С. 35–37.

9. Козаченко, Д. Н. Перспективы использования частной локомотивной тяги на магистральном железнодорожном транспорте Украины [Текст] / Д. Н. Козаченко, Р. В. Вернигора, Н. И. Березовый // Українські залізниці – 2013. – № 1. – С. 50–54.

10. Березовый, Н. И. Организация взаимодействия промышленных предприятий при перевозке металлургической продукции [Текст] / Н. И. Березовый, Р. В. Вернигора, В. В. Малашкин // Труды РГУПС – 2013. – № 2. – С. 12–17.

Стаття рекомендована до публікації д.т.н., проф. Огарем О. М. (Україна)

Надійшла до редколегії 20.05.2019.

Прийнята до друку 03.06.2019.

Ю. Р. ГРИМАК

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД НА ПРОТЯЖЕНИЕ ПОЕЗДКИ В ГРУЗОВОМ ДВИЖЕНИИ

В статье выделены основные задачи, которые должны решаться в условиях дефицита магистрального тягового подвижного состава в грузовых перевозках и отмечено, что одним из направлений исследований, посвященных пониманию процессов эксплуатации локомотивов и организации работы локомотивных бригад является исследование массивов маршрутов машинистов локомотивных депо в грузовом движении.

В рамках анализа предыдущих исследований, направленных на совершенствование эксплуатационной работы локомотивных депо отмечено отсутствие исследований, освещающих составляющие времени эксплуатации локомотивов и связанного с этим режима работы локомотивных бригад. Отмечено акцентирование авторами неэффективности существующей системы оперативного управления тяговым подвижным составом и необходимости разработки эффективных оперативных планов подвзки локомотивов и рационального планирования рабочего времени локомотивных бригад.

Выполненный анализ структуры маршрута машиниста показал, что основная информация, подлежащая статистическому анализу, содержится в разделах 2 и 5 маршрута машиниста и отражает продолжительность рабочего времени локомотивной бригады, а также последовательность и продолжительность всех операций, выполняемых локомотивной бригадой в процессе поездки.

Средние значения продолжительности поездки локомотивных бригад по четырем основным депо различных региональных филиалов Укрзалізницы, полученные путем статистического анализа, показали разницу средних значений этого показателя на 22%, что связано со спецификой работы отдельных локомотивных депо.

Оценка качества использования локомотивов и производительности труда локомотивных бригад выполнена путем анализа продолжительности нахождения локомотива под составом поезда и продолжительности движения локомотива с поездом. Анализ указанных случайных величин позволил получить их статистические параметры, а также характер распределения. Установлено, что время в движении имеет логнормальное распределение, а продолжительности поездки и нахождения локомотива под поездом – нормальные законы распределения.

Ключевые слова: маршрут машиниста; локомотив; локомотивная бригада; депо; грузовое движение

Yu. GRIMAK

ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION OF ELEMENTS OF WORKING TIME OF LOCOMOTIVE BRIGADES OVER THE TRAINS IN FREIGHT TRAFFIC

The article outlines the main tasks that should be solved in the conditions of a shortage of main traction rolling stock in freight traffic and noted that one of the areas of research devoted to understanding the processes of operat-

ing locomotives and organizing the work of locomotive crews is to study the route arrays of locomotive depot drivers in freight traffic.

As part of the analysis of previous studies aimed at improving the operational performance of locomotive depots, the absence of studies highlighting the components of the operating time of locomotives and the associated operating mode of locomotive crews was noted. The authors emphasized the inefficiency of the existing system of operational control of traction rolling stock and the need to develop effective operational plans for locomotive gartering and rational planning of working hours for locomotive brigades.

An analysis of the structure of the driver's route showed that the main information subject to statistical analysis is contained in sections 2 and 5 of the driver's route and reflects the working hours of the locomotive crew, as well as the sequence and duration of all operations performed by the locomotive crew during the trip.

The average values of the duration of the trip of locomotive brigades across the four main depots of various regional branches of Ukrzaliznytsia, obtained by statistical analysis, showed a difference in the average values of this indicator by 22%, which is associated with the specifics of the operation of individual locomotive depots.

Assessment of the quality of use of locomotives and labor productivity of locomotive brigades was carried out by analyzing the duration of the locomotive being under the train and the duration of the locomotive with the train. An analysis of these random variables made it possible to obtain their statistical parameters, as well as the nature of the distribution. It was established that the time in motion has a lognormal distribution, and the duration of the trip and the locomotive under the train are normal distribution laws.

Keywords: driver's route; locomotive; locomotive crew; depot; freight traffic