

DOI: 10.31319/2519-8106.1(46)2022.258433

UDC 656.135.8

B. Sereda, Doctor of Technical Sciences, prof., Head of the Department, seredabp@ukr.net

D. Mukovska, Graduate student

D. Sereda, Candidat of Technical Sciences, assistant professor

Dniprovsky State Technical University, Kamianske

EXPERIMENTAL STUDY OF HOURLY PARAMETERS TECHNOLOGICAL ROUTES OF MOTOR TRANSPORT WORKING IN THE QUARRY OF THE METALLURGICAL ENTERPRISE

Timing of time parameters of technological routes of the transport-technological system of the quarry of the metallurgical enterprise is carried out. Statistical characteristics and distribution laws of the above parameters are determined.

Keywords: *timing, distribution law, loading time, unloading time, technological downtime, technological routes, rolling stock, load capacity.*

Проведене хронометрування часових параметрів технологічних маршрутів транспортно-технологічної системи кар'єру металургійного підприємства. Визначені статистичні характеристики та закони розподілу вищезазначених параметрів.

Ключові слова: *хронометраж, закон розподілу, час завантаження, час розвантаження, технологічні простой, технологічні маршрути, рухомий склад, вантажопідйомність.*

Problem's Formulation

Quarry dump trucks are an important element of the transport and technological system of mining quarries. In this regard, the task of solving the problem of improving the efficiency of the system as a whole by choosing a rational fleet of rolling stock, taking into account changes in traffic conditions and the random nature of the time parameters of the transport process. Solving the task requires obtaining characteristics of the time parameters of the transportation process for further performance of the task.

Analysis of recent research and publications

The transport network in the quarry is a complex system consisting of a large number of active elements — dump trucks and excavators of individual types. This system is characterized by relatively rapid changes in the parameters of traffic flow in space and time, as well as random values of the time of individual processes, such as maneuvering vehicles, loading and unloading, traffic on the route. Optimal operational planning and management of quarry transport can increase its productivity by more than 20% by reducing downtime and queues [1]. As a result, the process of transportation of technological raw materials by dump trucks in mining conditions does not meet the requirements of the modern transportation process due to inefficiency of existing methods of managing fleets of heavy trucks, which are insufficiently adapted to operating conditions in technological cycles of metallurgical and mining production [2].

Analysis of works [3—12] on aspects of selection and approaches to the selection of rolling stock shows that sufficient research has been done on the selection, formation, calculation, economic feasibility of using a particular type of rolling stock on technological routes of industrial enterprises. Thus, in [3] it is argued that the choice of vehicles requires a comprehensive approach, the essence of which is, above all, that the issues of transportation, unloading, loading and warehousing are considered simultaneously and in conjunction with other issues of technology and organization production. The choice of vehicles is based on the generally accepted method of assessing the economic efficiency of new equipment and investments. The initial data required for the selection of the most economical vehicles include: characteristics of the goods transported; route information; data on the volume of cargo transportation by the consumer, etc. In [4] the existing approaches to the definition and understanding of the term "choice of rolling stock" in transport logistics are considered. The paper [5—6]

highlights the issues of existing and modern methods of calculating the rolling stock and their shortcomings.

Formulation of research purpose

Given the peculiarities of the fleet of heavy-duty dump trucks on technological routes, it is necessary to obtain time characteristics, namely — loading time, unloading time, downtime, travel time with cargo, travel time without cargo, which will solve the problem of choosing a rational fleet.

Presenting main material

Timing of time parameters of technological routes of the transport-technological system was carried out on the technological routes of the quarry of the metallurgical enterprise. The motor transport subdivision serves the technological routes of the slag processing subdivisions and carries out transportation of technological wastes and products of processing of the main production to ensure a continuous production process of the main production of the metallurgical enterprise. The research was carried out on the technological routes of the open-hearth slag processing area of the slag processing plant. Timing was carried out during four working days in two shifts (from 08.00 to 20.00 and from 20.00 to 08.00).

Timing was carried out according to the following values: time of zero mileage ($t_{н.пп.}$), loading time ($t_{зав.}$), unloading time ($t_{розв.}$), time of driving with cargo ($t_{ізд. вант.}$), driving time without cargo ($t_{ізд без вант.}$). Also recorded downtime ($t_{пр}$) of technological and physiological nature.

Timing was carried out according to the following values: zero mileage time, loading time, unloading time, driving time with cargo, driving time without cargo. Also recorded downtime of technological and physiological nature. The study was conducted using the Wialon software package.

The results of statistical data processing are summarized by the timing of time parameters of technological routes are summarized in tabl. 1.

Table 1. Basic statistical characteristics of time parameters of technological routes

Parameters of technological routes	Mean	Variance	Standard error	Minimum, min	Maximum, min
$t_{ізд. вант.}$	7,561	17,153	0,128	1,1	18,933
$t_{ізд без вант}$	5,507	16,226	0,124	0,1	17,567
$t_{зав.}$	6,654	40,118	0,195	1,1	69,52
$t_{розв.}$	3,603	35,237	0,183	0,667	114,75
Downtime for one ride, min	5,354	220,451	0,458	0	191,083
Number of riders	19,811	17,618	0,577	4	29

Values in the first six lines were obtained from 1056 riders. Values in the latter were obtained for 53 changes in the operation of cars.

The results of the experiment showed that the number of rides of each car during the shift is not a constant value. According to the received data it is clear. That the average time of one ride for each car is 19,811 minutes. The histogram of the distribution of the number of riders is presented in Fig. 1.

The parameter number of rides is subject to the normal distribution law with $\bar{x} = 19,811$ and $y = 0,577$, the probability density $f(x)$ of which is as follows

$$f(x) = \frac{1}{0,577\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-19,811)^2}{2(0,577)^2}}.$$

Fig. 2 presents a histogram of the distribution of downtime on routes. This parameter is subject to the normal distribution law with $\bar{x} = 5,354$ and $y = 0,458$, the probability density $f(x)$ of which is as follows

$$f(x) = \frac{1}{0,458\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-5,354)^2}{2(0,458)^2}}$$

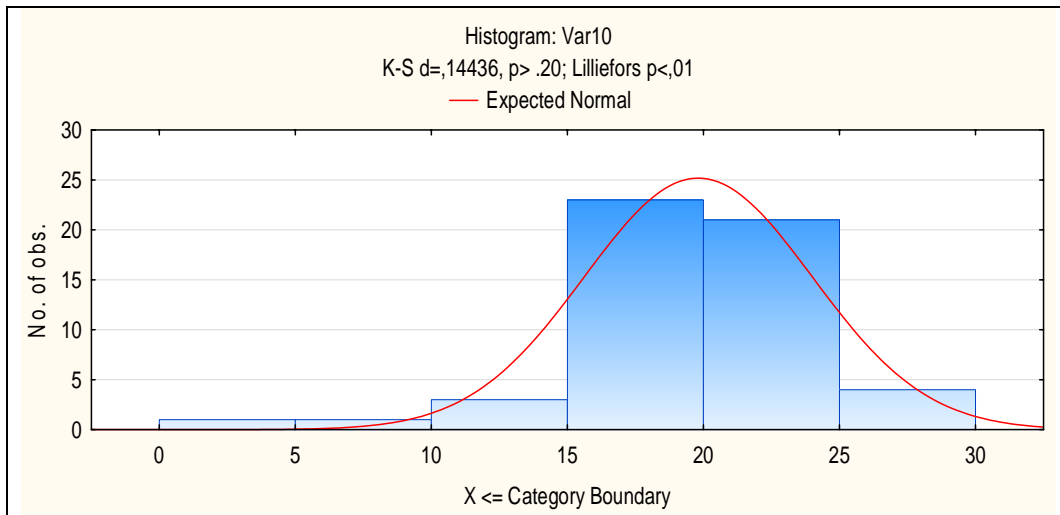


Fig. 1. Characteristic of the parameters of the number of riders

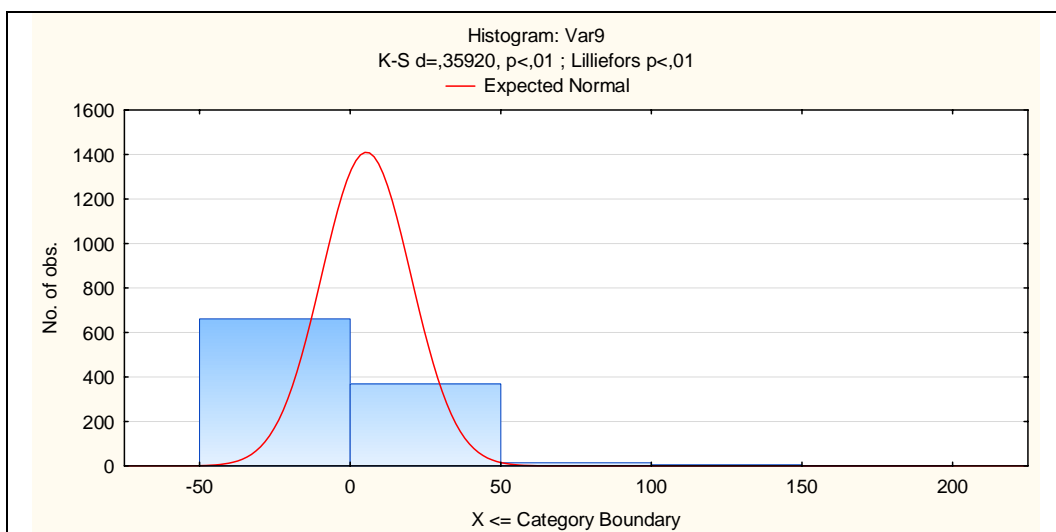


Fig. 2. Characteristic of the idle time parameter

This characteristic is mostly related to the "human factor", which is quite difficult to analyze.

According to the obtained data, the unloading time has a histogram shown in Fig. 3. This parameter is subject to the normal distribution law with $\bar{x} = 3,603$ and $y = 0,183$, the probability density $f(x)$ of which is as follows

$$f(x) = \frac{1}{0,183\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-3,603)^2}{2(0,183)^2}}$$

The load time, the distribution diagram of which is shown in Fig. 4 is also subject to the normal distribution law with $\bar{x} = 6,654$ and $y = 0,195$, the probability density $f(x)$ of which is as follows

$$f(x) = \frac{1}{0,195\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-6,654)^2}{2(0,195)^2}}$$

Fig. 5 and 6 show histograms of the distribution of driving time with and without cargo. These parameters are subject to the normal distribution law with $\bar{x} = 7,561$, with $\bar{x} = 5,507$ with $y = 0,128$, $y = 0,124$, the probability density $f(x)$ of which is as follows

$$f(x) = \frac{1}{0,128\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-7,561)^2}{2(0,128)^2}}$$

$$f(x) = \frac{1}{0,124\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-5,507)^2}{2(0,124)^2}}$$

Conclusions

Analyzing the results, we can conclude that downtime before loading (unloading) of cargo can occur on any ride during the work shift. This is due to the fact that during the movement of the car on the route, the value of the time parameters may be such that there are conditions of downtime. In this regard, it can be concluded that the occurrence of downtime on technological routes is probabilistic.

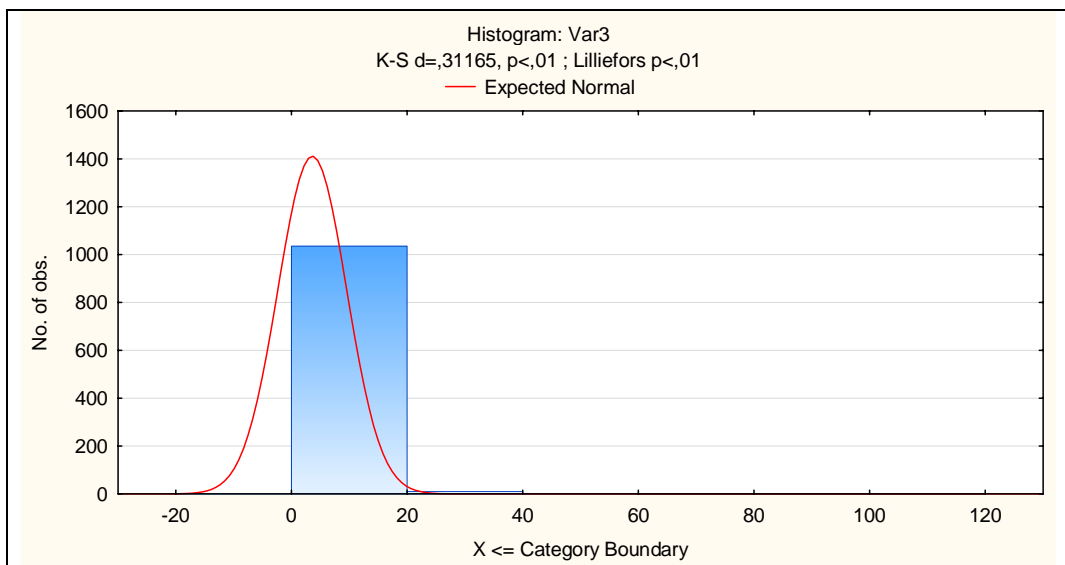


Fig. 3. Characteristics of the unloading time parameter

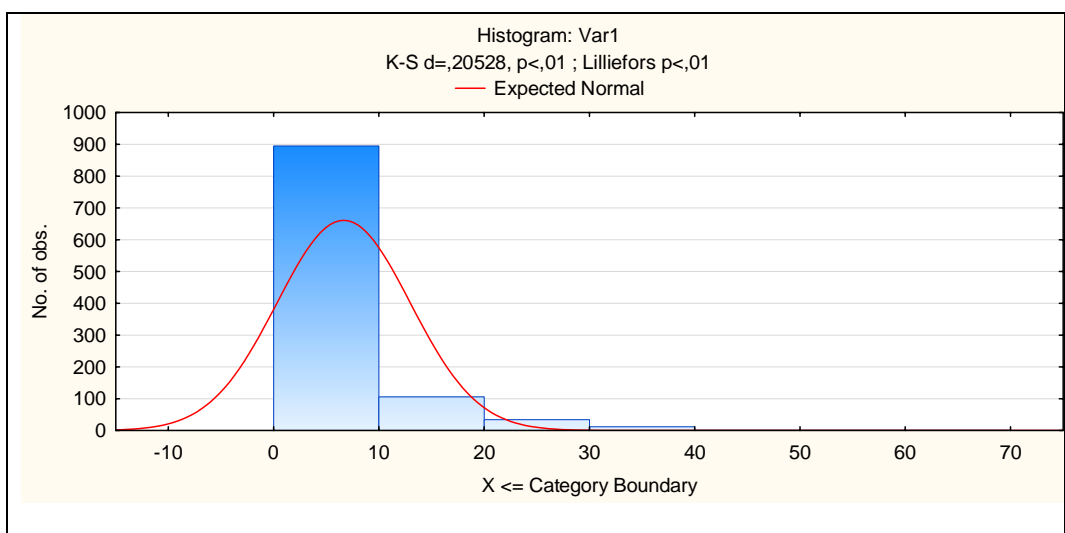


Fig. 4. Characteristics of the feed time parameter

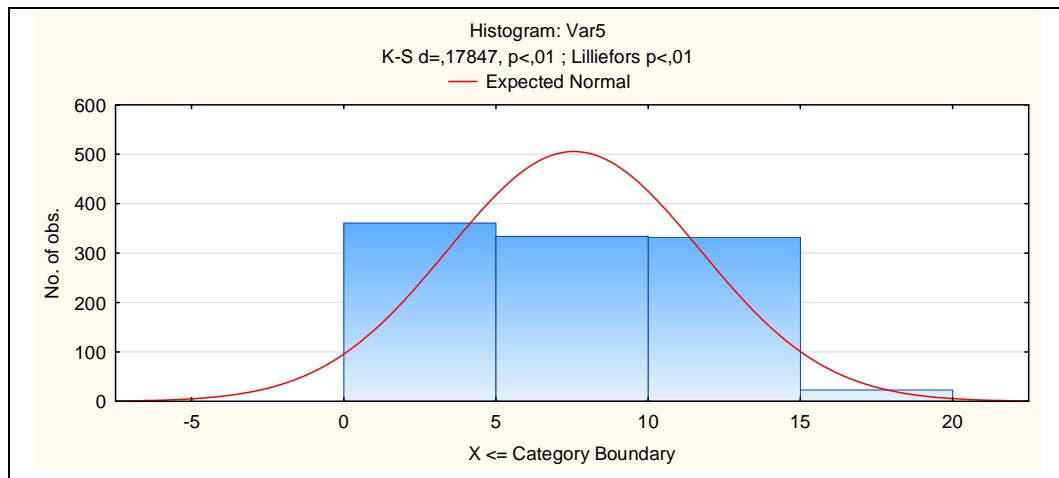


Fig. 5. Characteristics of the parameter of driving with cargo

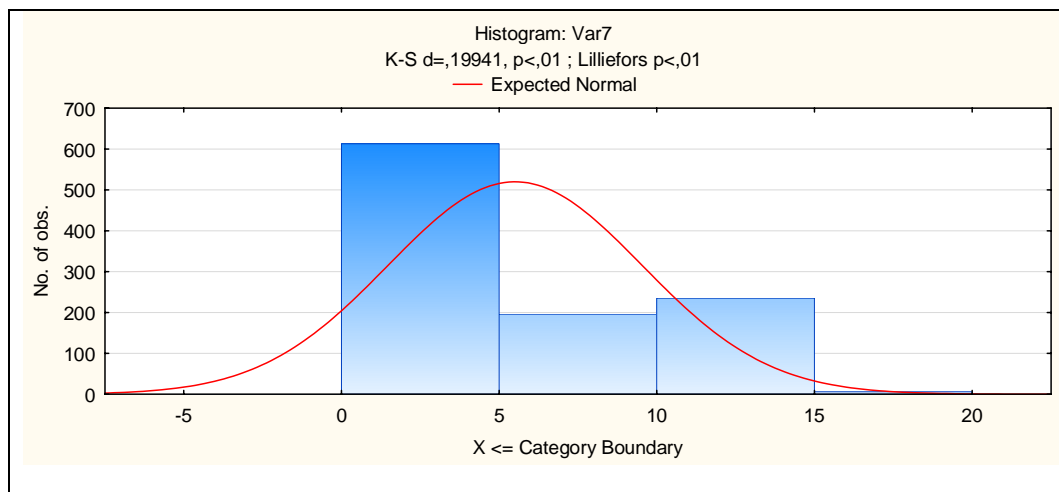


Fig. 6. Characteristics of the parameter of driving without cargo

References

- [1] Levykyn V. M., Shevchenko Y. V., Muzychenko S. E. (2005) Funktsyonalno-ynformatsyonnaia struktura ymytatsyonnoi modely protsessa operatyvnogo upravleniya karernym avtotransportom [*Functional-informational structure of the simulation model of the process of operational management of career vehicles*] *Novi tekhnolohii - New technologies*, 1-2, 123–129 [in Ukrainian].
- [2] Hubenko V. K., Pomazkov M. V. (2010) Resursoberehaiushchaia tekhnolohyia marshrutyzatsyy avtosamosvalov na metallurhycheskom predpriyatyy [*Resource-saving technology for routing dump trucks at a metallurgical enterprise*] *Visnyk Pryazovskoho derzhavnogo tekhnichnoho universytetu Serii: tekhnichni nauky - Bulletin of the Azov State Technical University Series: Technical Sciences*, 21, 113–120 [in Ukrainian].
- [3] Maksymov Y. M., Perfyleva A. Y. (2014) Orhanyzatsyia vnutryzavodskoho transportnoho khoziaistva y puty eho sovershenstvovanyia [*Organization of intra-factory transport facilities and ways to improve it*] *Lohystycheskye systemy v hlobalnoi ekonomyke - Logistics systems in the global economy*, 4, 164–168 [in Ukrainian].

- [4] Mochalyn S.M., Zarudnev D.Y. (2008) Analyz problemu vubora podvyzhnoho sostava v transportnoi lohystyke [Analysis of the problem of choice of rolling stock in transport logistics] Vestnyk SybADY - Vestnik SibADI, 8, 66–69 [in Ukrainian].
- [5] Naumov V.S. (2006) Sushchestvuiushchye metody rascheta struktury avtoparka y ykh nedostatky [Existing methods for calculating the structure of the fleet and their shortcomings] Visnyk KDPU - Bulletin of KDPU, 2(37), 114–119 [in Ukrainian].
- [6] Roslavtsev D.M., Burma V.A. (2011) Formuvannia struktury avtoparku funktsionalnogo pidrozdi-lu pidpriemstva [Formation of the structure of the vehicles fleet of the functional support of the enterprise] Vostochno-Evropeyskiy zhurnal peredovykh tekhnolohiyi - Eastern European Journal of Advanced Technologies, 1(3), 30–32 [in Ukrainian].
- [7] Halkyn A.S. (2013) Analyz alternatyvnykh proektov pry opredelenyy kolychestva y marky avto-transportnykh sredstv [Analysis of alternative projects in determining the number and brand of vehicles] Ekonomika predpriyatiya - Enterprise economy, 3(11), 43–45 [in Ukrainian].
- [8] Zarudnev D.Y., Bykova O.V. (2015) Sovremennoe sostoianye voprosa vubora avtotransportnykh sredstv pry dostavke hruzov [The current state of the issue of choosing vehicles for the delivery of goods] Sovreshenstvovanye orhanyzatsyy dorozhnoho dvyzheniya y perevozk passazhyrov y hruzov - Improving the organization of traffic and transportation of passengers and goods, 1, 83–87 [in Russian].
- [9] Barylnykova E.P., Kulakov A.T., Talypova Y.P. (2017) Model vubora podvyzhnoho sostava dlia perevozky hruzov avtomobylnym transportom [The model for choosing rolling stock for the carriage of goods by road] Yntellekt. Ynnovatsyy. Ynvestytsyy - Intelligence. Innovation. Investments, 12, 102–106 [in Ukrainian].
- [10] Horiaynov A.N., Osokyna O.D. (2009) Struktura transportnoho parka y kharakterystyky transportnoi y lohystycheskoi system [The structure of the transport fleet and the characteristics of the transport and logistics systems] Vostochno-Evropeyskiy zhurnal peredovykh tekhnolohiyi - Eastern European Journal of Advanced Technologies, 1(37), 28–31 [in Ukrainian].
- [11] Balhabekov T.K. (2017) Vliyanye vozrastnoi struktury avtoparka na efektyvnost avtotransportnoho predpriyatiya [Influence of the age structure of the fleet on the efficiency of the motor transport enterprise] Trudy BHTU - Proceedings of BSTU, 2, 225–231 [in Ukrainian].
- [12] Vueikova O.N. (2013) Teoreticheskoe obosnovanie vliyaniya struktury parka avtosamosvalov na prostoi avtomobilno-ekskavatornykh kompleksov otkrytykh gornorudnykh karerov [Theoretical drainage of the structure of the park of auto-dispensing on the mast of automobile-exasked complexes of open horned cars] Sovremennyye problemy transportnogo kompleksa Rossii - Moving problems of the transport complex, 3, 192–198 [in Ukrainian]

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЧАСОВИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАРШРУТІВ АВТОМІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ ПРАЦЮЮЧОГО В КАР'ЄРІ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Серета Б.П., Муковська Д.Я., Серета Д.Б.

Розвиток галузей вітчизняного виробництва в багатьох аспектах залежить від ефективності функціонування вантажного автомобільного транспорту, основна задача якого полягає в організації своєчасної доставки вантажів з мінімальними витратами. Не винятком є і підприємства гірничо-видобувного комплексу, на яких організація вантажних перевезень, яка характеризується складними умовами експлуатації та забезпечує обслуговування виробничих кар'єрів, а саме, переміщення відходів металургійного виробництва та видобувної сировини на гірничих підприємствах.

Завдяки своїм перевагам автомобільний транспорт широко застосовується різних гірничотехнічних умовах практично на більшості підприємств гірничодобувних галузей України, На

залізорудних кар'єрах України автотранспорт набув найбільшого поширення: ним перевозять близько 60...70 % усієї гірничої маси. Обсяг цих перевезень на великих гірничо-збагачувальних комбінатах України та Росії щороку становить 30...130 млн.т. Зокрема в Україні на залізорудних кар'єрах щороку перевозять автомобілями 50...125 млн.т вантажів.

В даний час на кар'єрах промислових підприємств найбільшого поширення отримав автомобільний транспорт, а саме, великовантажні кар'єрні самоскиди для якого характерні мобільність і відносно невисокі початкові капіталовкладення. Діапазон технічних і кліматичних умов, в яких застосовуються кар'єрні автосамоскиди, надзвичайно широкий, тому лінійка моделей і модифікацій у кожного виробника вельми різноманітна. Перевезення сировини на вітчизняних виробничих майданчиках кар'єрів гірничо-видобувних підприємств переважно здійснюється кар'єрними самоскидами марки БелАЗ, які відрізняються високою міцністю, значною вантажопідйомністю й великою ємністю кузова.

На сьогоднішній день перед автотранспортними підрозділами постає задача збільшення прибутку і підвищення ефективності системи управління перевізним процесом. У кар'єрах гірничо-видобувних підприємств перевезення вантажів здійснюється в мінливих умовах зовнішнього середовища та пов'язана із випадковими процесами (вихід з ладу рухомого складу, навантажувально-розвантажувальних механізмів, виробничого обладнання, кліматичні умови). Як наслідок, це зумовлюється появою однієї з основних проблем при перевезенні сировини – це наявність простоїв транспорту при очікуванні навантаження і розвантаження, і, як наслідок, недостатня ефективність використання навантажувальних засобів і самоскидів. Це пов'язано, в тому числі, і з плануванням перевезень без урахування деяких параметрів, що впливають на ефективність перевізного процесу.

Дослідження проводилось на ділянці переробки шлаку металургійного підприємства півдня України. Хронометраж проводився протягом чотирьох робочих днів у дві зміни (з 08.00 до 20.00 та з 20.00 до 08.00).

Хронометраж здійснювався за наступними величинами: час нульового пробігу, час завантаження, час розвантаження, час їздки з вантажем, час їздки без вантажу. Також фіксувалися простоя технологічного та фізіологічного характеру. Дослідження проводилось за допомогою програмного пакету Wialon.

Аналізуючи отримані результати можна зробити висновки, що простоя автотранспорту перед навантаженням (розвантаженням) вантажу можуть виникати на будь якій їзді протягом робочої зміни. Це пов'язано з тим, що за час прямування автомобіля на маршруті значення часових параметрів може бути таким, що виникають умови простою автотранспорту. У зв'язку з цим можна зробити висновок, що виникнення простою автотранспорту на технологічних маршрутах має імовірнісний характер.

Література

1. Левикін В.М., Шевченко І.В., Музиченко С.Є. Функціонально-інформаційна структура імітаційної моделі процесу оперативного керування кар'єрним автотранспортом // Нові технології. 2005. № 1-2 (7-8). С.123–129.
2. Губенко В. К., Помазков М. В. Ресурсозберігаюча технологія маршрутизації автосамоскидів на металургійному підприємстві. // Вісник Приазовського державного технічного університету Серія: технічні науки. 2010. Вип. 21. С. 113–120.
3. Максимов І.М., Перфільєва А. І. Організація внутрішньозаводського транспортного господарства та шляхи його вдосконалення // Логістичні системи у глобальній економіці. 2014. № 4. С. 164–168.
4. Мочалін С.М., Заруднев Д.І. Аналіз проблеми вибору рухомого складу у транспортній логістиці // Вісник СибАДІ. 2008. № 8. С. 66–69.
5. Наумов В.С. Існуючі методики розрахунку структури автопарку та їх недоліки // Вісник КДПУ. 2006. Випуск 2 (37). С. 114–119.
6. Рославцев Д.М., Бурма В.А. Формування структури автопарку функціонального підрозділу підприємства // Східноєвропейський журнал передових технологій. 2011. № 1(3). С. 30–32.

7. Галкін А.С. Аналіз альтернативних проектів щодо кількості і марки автотранспортних засобів // Економіка підприємства. 2013. № 3/2 (11). С. 43–45.
8. Заруднев Д.І., Бикова О.В. Сучасний стан питання вибору автотранспортних засобів при доставці вантажів // Удосконалення організації дорожнього руху та перевезень пасажирів та вантажів. 2015. С. 83–87.
9. Барильникова Є.П., Кулаков А.Т., Таліпова І.П. Модель вибору рухомого складу для перевезення вантажів автомобільним транспортом// Інтелект. інновації. Інвестиції. 2017. № 12. С. 102–106.
10. Горяїнов О.М., Осокіна О.Д. Структура транспортного парку та характеристики транспортної та логістичної систем // Східно-Європейський журнал передових технологій. 2009. № 1/3 (37). С. 28–31.
11. Балгабеков Т.К. Вплив вікової структури автопарку на ефективність автотранспортного підприємства // Праці БДТУ. 2017. – серія 1, № 2. С. 225–231.
12. Вуєйкова О.М. Теоретичне обґрунтування впливу структури парку автосамоскидів на простоті автомобільно-екскаваторних комплексів відкритих гірничорудних кар'єрів. Сучасні проблеми транспортного комплексу. 2013. № 3. С. 192–198.