

Оптимизация работы внутришахтного транспорта на основе дискретно-событийного моделирования

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-1-15-17>

КОЗЛОВА О.Ю.

Канд. техн. наук,
доцент кафедры Высшей математики
и программирования РТУ МИРЭА,
119454, г. Москва, Россия
e-mail: kozmaster@mail.ru

Сравнение вариантов работы внутришахтного транспорта (ВШТ) в результате проведения имитационных экспериментов для условий рудника «Комсомольский» показало, что комбинированный цикл способен дать экономический эффект не только за счет сокращения потерь от простоев, но и за счет сокращения числа работающих самосвалов.

Ключевые слова: внутришахтный транспорт, рудник, дискретно-событийное моделирование, эксперименты, имитационное моделирование, диспетчеризация.

Для цитирования: Козлова О.Ю. Оптимизация работы внутришахтного транспорта на основе дискретно-событийного моделирования // Уголь. 2022. № 1. С. 15-17. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-1-15-17.

ВВЕДЕНИЕ

Эффективность работы горнодобывающего предприятия, каким является объект исследований – рудник «Комсомольский», определяется реализацией актуальной задачи по оптимизации работы внутришахтного транспорта. При этом учет стохастического характера погрузочно-транспортных процессов, их оптимизация возможны на основе проведения имитационных экспериментов, позволяющих как сократить простои шахтных автосамосвалов (ШАС), так и снизить их количество, что обеспечивает достижение более высоких экономических результатов.

В работе использована имитационная модель добычи руды [1] в подземном калийном руднике «Комсомольский» [2], позволяющая обеспечить максимальную производительность при минимизации простоев транспорта и сокращении его количества. Для реализации данной задачи были проведены эксперименты на основе дискретно-

событийного моделирования транспортных потоков подземного рудника.

К настоящему времени разработаны языки и технологии программирования, которые упрощают работу программиста. Сложившаяся ситуация требует разработки и развития эффективных программных продуктов [3], позволяющих обеспечить повышение эффективности использования внутришахтного транспорта (ВШТ), значительно упрощая процесс принятия решений диспетчеров горнодобывающих предприятий [4, 5]. В основе дискретно-событийного моделирования для проведения экспериментов была принята среда программирования AnyLogic [6, 7, 8].

ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве объекта исследований был принят рудник «Комсомольский» Заполярного филиала ПАО «ГМК «Норильский Никель», в состав которого входят две шахты: «Комсомольская», «Скалистая».

Шахта «Комсомольская» ведет обработку запасов Талнахского и Октябрьского месторождений сульфидных медно-никелевый руд. Вскрытие залежей шахты «Комсомольская» осуществлено семью вертикальными стволами и подземными горизонтами.

На шахте «Скалистая» в настоящее время горная масса из забоев доставляется самоходными погрузочно-доставочными машинами (ПДМ) и шахтными автосамосвалами (ШАС). Работа шахтных автосамосвалов сопряжена с доставкой руды на длинных плечах откатки, так как доставка руды осуществляется на шахту «Комсомольская».

Исследования включали моделирование плана развития горных работ рудника «Комсомольский», а также проведение сравнительной оценки как при моделировании эксперимента «как есть», так и при прогоне эксперимента «как будет», при этом учитывалось увеличение процента времени на загрузку шахтного автосамосвала погрузочно-доставочной машиной (ПДМ).

Полученные результаты позволили сделать выводы, что ШАС в данном случае используются неэффективно, о чем свидетельствуют результаты построения диаграммы, показанной на рис. 1, рис. 2 «как есть».

При прогоне эксперимента «как будет» у шахтного самосвала увеличивается процент времени на загрузку ПДМ.

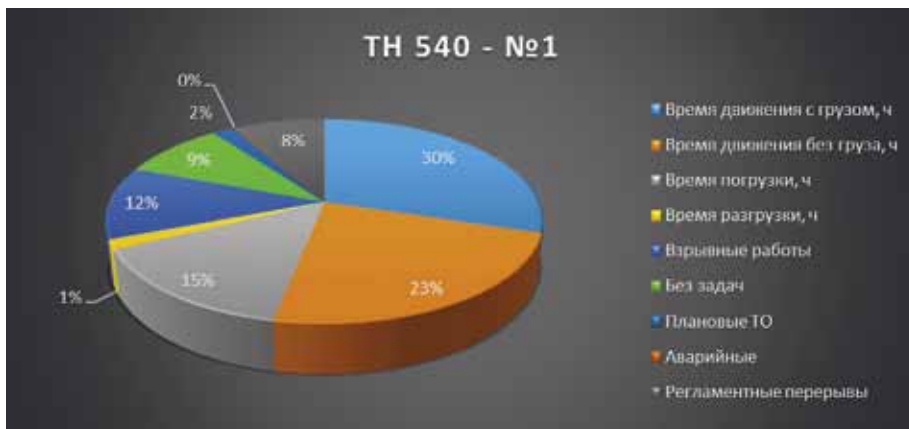


Рис. 1. Диаграммы по загрузке ШАС - вариант «как есть»

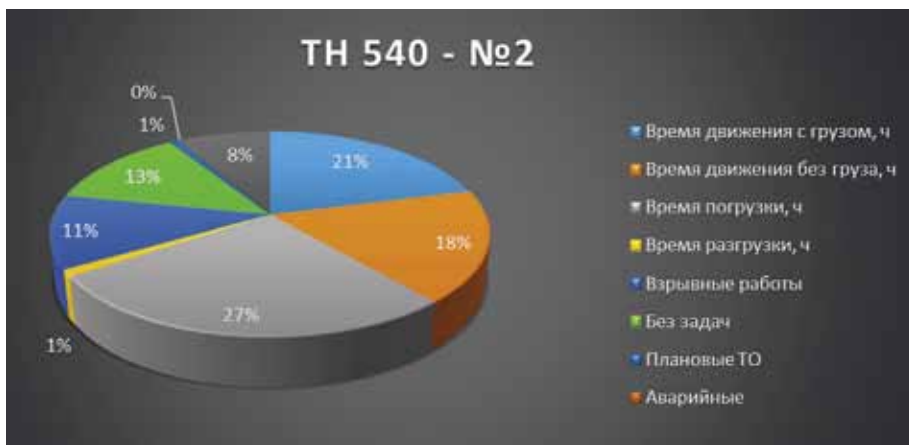


Рис. 2. Диаграммы по загрузке ШАС – вариант «как есть»



Рис. 3. Загрузка ШАС № 1, вариант «как будет»



Рис. 4. Загрузка ШАС № 2, вариант «как будет»

На диаграмме показано, что ШАС в данном случае используется более эффективно, так как увеличивается ресурс времени по загрузке (рис. 3, рис. 4).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате проведенного эксперимента по моделированию процесса транспортировки руды была установлена возможность повышения эффективности работы ШАС за счет оптимизации временных отрезков работы ВШТ, сокращения потерь от простоев оборудования. Моделирование варианта «как будет» позволило сделать вывод о возможном сокращении количества ШАС без снижения производительности ниже плановых показателей, а освобожденные единицы техники возможно использовать на других объектах данного горного предприятия, повышая эффективность его работы.

Список литературы

1. Борщев А.В. Имитационное моделирование: состояние области на 2015 год, тенденции и прогноз. компания AnyLogic / VII Всероссийская конференция «ИММОД-2015», 21-23 октября 2015, Москва.
2. Gubanov S., Petsyk A., Komissarov A. Simulation of stresses and contact surfaces of disk rolling cutters with the rock when sinking in mixed soils // E3S Web of Conferences. 2020. No 177. Article 03008.

3. Черненко В.Е., Мalykhanov А.А. Дискретно-событийное моделирование горной добычи в подземном калийном руднике / VI Всероссийская конференция «ИММОД-2013», 16-18 октября 2013, Казань.

4. Магомедов Ш.Г., Лебедев А.С. Система автоматического распараллеливания линейных программ для машин с общей и распределенной памятью // Российский технологический журнал. 2019. Т. 7. № 5. С. 7–19. URL: <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2019-7-5-7-19> (дата обращения: 15.12.2021)

5. Keropyan, A.M., Kuziev, D.A., Krivenko, A.E. Process Research of Wheel-Rail Mining Machines. Traction Lecture Notes in Mechanical Engineering. 2020. P. 703–709.

6. Determination of the Rational Number of Cutters on the Outer Cutting Drums of Geokhod / Khoreshok A., Ananyev K., Ermakov A. et al. // Acta Montanistica Slovaca. 2020. Vol. 25. No. 1. P. 70–80.

7. Лавенков В.С. Решение задачи моделирования потоков минерального вещества в горнотехнических системах и его миграции в окружающую среду с использованием среды AnyLogic / VIII Всероссийская конференция «ИММОД-2017», 18-20 октября 2017, Санкт-Петербург.

8. Егоров С.Г. Анализ, дизайн и оптимизация цепей поставок в программном обеспечении AnyLogistix / VIII Всероссийская конференция «ИММОД-2017», 18-20 октября 2017, Санкт-Петербург.

Original Paper

UDC 622.272(043.3) © O.Yu. Kozlova, 2022
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 1, pp. 15-17
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-1-15-17>

Title OPTIMIZATION OF IN-MINE TRANSPORT BASED ON DISCRETE EVENT MODELING

Author

Kozlova O.Yu.¹

¹ MIREA - Russian Technological University, Moscow, 119454, Russian Federation

Authors Information

Kozlova O.Yu., PhD (Engineering), Assistant Professor, Department of Higher Mathematics and Programming, e-mail: kozmaster@mail.ru

Abstract

Comparative analysis of (IMT) options as a result of simulation experiments for the conditions of the Komsomolsky mine showed that the combined cycle can give an economic effect not only through cutting downtime losses, but also through reducing the number of working dump trucks.

Keywords

In-mine transport, Mine, Discrete-event simulation, Experiments, Simulation modelling, Dispatching.

References

1. Borschev A.V. Simulation modeling: state of the field as of 2015, trends and forecasts. The AnyLogic Company / VII All-Russian Conference «ИММОД-2015», October 21-23, 2015, Moscow. (In Russ.).
2. Gubanov S., Petsyk A. & Komissarov, A. Simulation of stresses and contact surfaces of disk rolling cutters with the rock when sinking in mixed soils. *E3S Web of Conferences*, 2020, (177), Article 03008.
3. Chernenko V.E. & Malykhanov A.A. Discrete-event simulation of mining activities in underground potash mine / VI All-Russian Conference IMMOD-2013», October 16-18, 2013, Kazan. (In Russ.).
4. Magomedov Sh.G. & Lebedev A.S. System of automatic multisequencing of linear programs for machines with shared and distributed memory.

Rossiiskij tehnologicheskij zhurnal, 2019, Vol. 7, (5), pp. 7-19. (In Russ.). Available at: <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2019-7-5-7-19> (accessed 15.12.2021).

5. Keropyan A.M., Kuziev D.A. & Krivenko A.E. Process Research of Wheel-Rail Mining Machines. Traction Lecture Notes in Mechanical Engineering, 2020, pp. 703–709.

6. Khoreshok A., Ananyev K., Ermakov A. et al. Determination of the Rational Number of Cutters on the Outer Cutting Drums of Geokhod. *Acta Montanistica Slovaca*, 2020, Vol. 25, (1), pp. 70–80.

7. Lavenkov V.S. Solving the problem of modelling mineral flows in mining systems and its migration into the environment using the AnyLogic software tool / VIII All-Russian Conference «ИММОД-2017», October 18-20, 2017, St. Petersburg. (In Russ.).

8. Yegorov S.G. Supply chain analysis, design and optimization using the AnyLogistix software. VIII All-Russian Conference «ИММОД-2017», October 18-20, 2017, St. Petersburg. (In Russ.).

For citation

Kozlova O.Yu. Optimization of in-mine transport based on discrete event modeling. *Ugol'*, 2022, (1), pp. 15-17. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-1-15-17.

Paper info

Received November 1, 2021

Reviewed November 10, 2021

Accepted December 15, 2021

UNDERGROUND MINING