

УДК 656.029.6

*Сергій Турпак, д.т.н., професор
(завідувач кафедри транспортних технологій, Національний
університет «Запорізька політехніка»)*

Юлія Завальна

(інженер-математик відділу АСУ ТП)

Сергій Грицай

*(старший викладач кафедри транспортних технологій, Національний
університет «Запорізька політехніка»)*

Пілікіна Анастасія

(студентка, Національний університет «Запорізька політехніка»)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ВАНТАЖОПОТОКАМИ РІДКОГО ЧАВУНУ ІМІТАЦІЙНИМ МОДЕЛЮВАННЯМ ПРОЦЕСУ ДОСТАВКИ

Представлено етапи вдосконалення імітаційної моделі перевезень рідкого чавуну, з урахуванням збільшення частки матеріалу, що розливається на розливних машинах безпосередньо в доменному цеху. Проведено факторний експеримент на представлений моделі. Виконано аналіз впливу коефіцієнту використання локомотивів при розподілу рідкого чавуну між міксерним відділенням та розливними машинами.

***Ключові слова:** чавун, ківш, вантажопотік, розливна машина, моделювання, імітаційна модель, експеримент, фактор, аналіз.*

Вступ. На сьогоднішній день одним з показників, що мають вплив на виробництво металу, є своєчасне забезпечення мартенівського цеху чавуном. При цьому, на якість готового продукту впливає як кількість готового чавуну, так і його якісні показники, які залежать від часу його надходження до міксеру. Час транспортування рідкого чавуну має значний вплив на його температуру, зміна якої призводить до збільшення паливно-енергетичних та часових ресурсів на його підготовку до подальшого оброблення. Внаслідок змін у транспортуванні рідкого чавуну може спостерігатись зниження продуктивності на подальших ланках технологічного циклу металургійного виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Використання логістичного підходу в транспортно-виробничих система є дієвим засобів підвищення ефективності доставки вантажів на промислових підприємствах [1-7]. В умовах технічного переоснащення та розвитку доменних цехів металургійного підприємства, за рахунок використання більш сучасного обладнання доменного цеху,

DOI: 10.32703/2617-9040-2019-34-2-6

може спостерігатись збільшення обсягів виробництва чавуну. Тому потребують удосконалення існуючі методи організації перевезення рідкого чавуну, які повинні враховувати можливість зміни та перерозподілу вантажопотоків. В умовах наявності значної кількості стохастичних параметрів функціонування транспортної системи доцільним є використання методу імітаційного моделювання [8-15].

Зазвичай, на металургійних підприємствах з повним металургійним циклом роботи, практично весь обсяг рідкого чавуну спрямовується до сталеливарного цеху, що забезпечує використання більш наукоємних технологій, які повинні забезпечувати більший прибуток від реалізації продукції. За таких умов, при розробці імітаційних моделей не має сенсу деталізувати процеси перевезень до інших підрозділів. Але в умовах ринку, обумовлених зміною попиту, ціни на різні види металопродукції, може виникати потреба зміни балансу розподілу вантажопотоків чавуну до пунктів злиття. Тому актуальним питанням є врахування в імітаційній моделі всіх перевезень з однаково високим рівнем деталізації. На удосконаленій моделі необхідно виконати факторний експеримент, та на основі отриманих результатів визначити найбільш ефективну транспортну технологію роботи доменного цеху при транспортуванні рідкого чавуну.

Мета і завдання дослідження – для умов збільшення вантажопотоку рідкого чавуну, та перерозподілом його між міксером та розливними машинами необхідно вирішити наступні завдання:

1. Удосконалити імітаційну модель перевезень рідкого чавуну, врахувавши збільшення вантажопотоку до розливних машин;
2. Поставити факторний експеримент на імітаційній моделі;
3. Виконати моделювання та аналіз його результатів, визначити найбільш ефективну транспортну технологію роботи доменного залізничного району при перевезенні рідкого чавуну.

Матеріали та методи дослідження. Існуюча модель перевезень рідкого чавуну [3] була розроблена з урахуванням спрямування майже усього вантажопотоку чавуну до мартенівського цеху. В умовах збільшення частки чавуну, що розливається безпосередньо в доменному цеху на розливних машинах до 18% від загального обсягу, модель потребує удосконалення.

На основі рекомендацій [3] концептуальна модель перевезень рідкого чавуну металургійного підприємства, наприклад, ПАТ «Запоріжсталь» може бути представлена у такому вигляді (рис. 1).

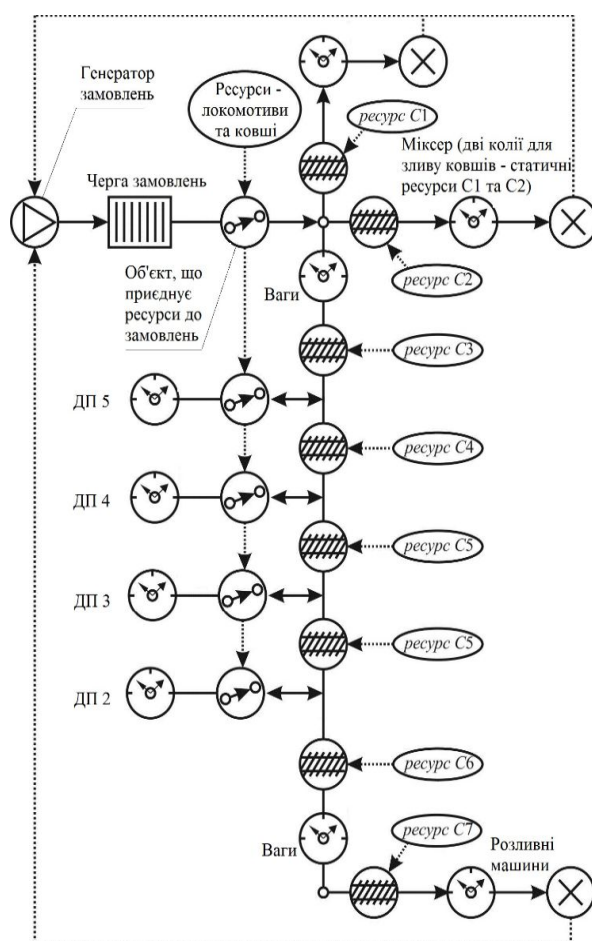


Рис. 1. Концептуальна модель перевезень рідкого чавуну

Дана структура може бути реалізована в програмному середовищі імітаційного моделювання, наприклад, в програмі «Енілоджік».

В існуючій моделі фактор перевезень рідкого чавуну до розливних машин було враховано умовно, без необхідної за таких умов деталізації процесу. Тому структуру цієї моделі було перероблено та удосконалено, зважаючи на роботу транспорту у розливному відділенні доменного цеху.

Інтенсивність випуску чавуну задана в моделі за встановленим графіком. Постановка експерименту на даній імітаційній моделі спрямована на дослідження ефективності різних варіантів транспортних технологій по доставці чавуну в пункти злиття ковшів.

Параметри управління моделлю задаються у об'єктах SelectOutput, де вказується ймовірність направлення ковшів до міксеру.

Замовленнями в моделі є вимога на постановку ковшів до печі, на який планується найближчий за часом випуск рідкого чавуну. Замовлення захоплює вільні ресурси – пересувні (ковші) та рухомий ресурс (тепловоз). Для цього використовується стандартний елемент програми «Енілоджік NetworkSeize (рис. 2).

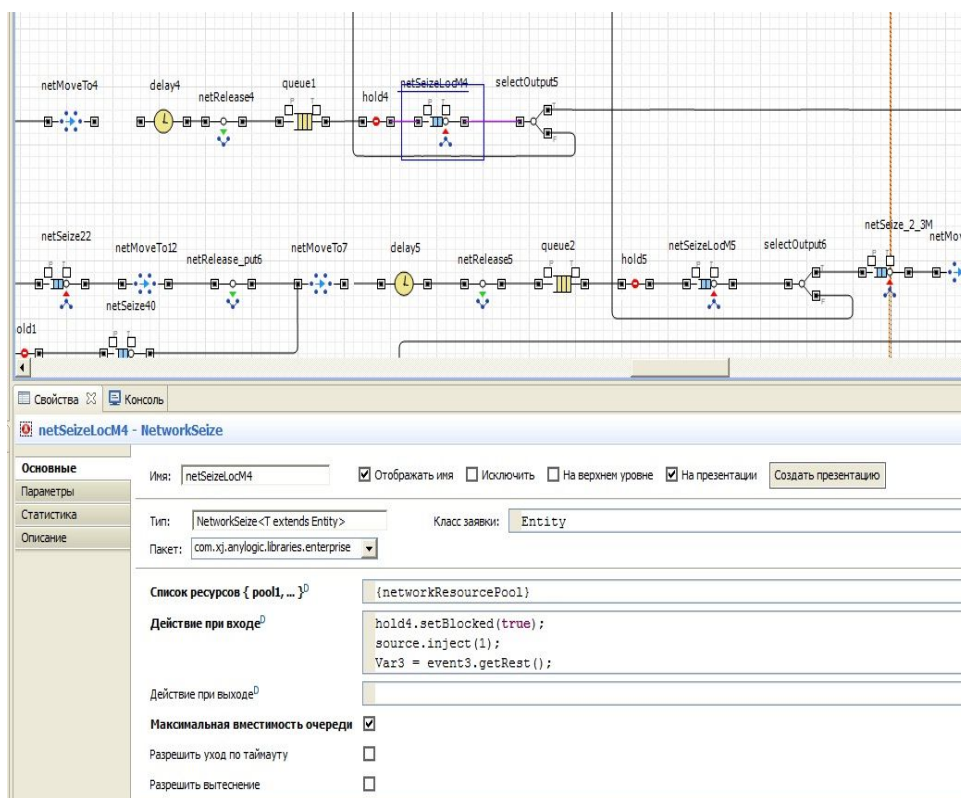


Рис. 2. Об'єкт NetworkSeize в структурі моделі

Моделюється рух локомотива з ковшами до замовлення. Після закінчення розрахункового часу наповнення ковшів, локомотив доставляє їх або до мартенівського цеху, або до розливних машин. Частка чавуну, яка потрапляє до цеху виливниць, досить незначна, тому в даному дослідженні не виділялась. Залізничні колії в програмному середовищі представлені у якості статичних ресурсів, забезпечуючи неможливість знаходження на одній колії більш, ніж одного составу одночасно.

Після доставки до пункту призначення, рухомі ресурси вивільнюються об'єктом NetworkRelease. Пересувні ресурси вивільнюються цим же об'єктом після закінчення встановленого часу затримки. Затримка здійснюється об'єктом Delay.

Важливим етапом розробки моделі є встановлення всіх фіксованих (незмінних при моделюванні) параметрів. До таких параметрів відносяться час руху та тривалість вантажних та технологічних операцій. Особливу складність представляє процес регулювання в моделі параметрів швидкості ресурсів, щоб вони максимально відповідали нормативним значенням тривалості пересувань. Але для цього в програмному середовищі створені необхідні умови: анімація моделі дозволяє відстежити всі процеси наочно, спостерігаючи за плином часу.

На доменному залізничному районі «Запоріжсталі» зважування чавуновозних ковшів передбачене на двох вагових. Одна з них розташована поблизу доменної печі №2, інша – поблизу доменної печі №5.

Рух до мартенівського цеху здійснюється у напрямку від доменної печі №2 до доменної печі №5, а рух до розливних машин – у зворотному напрямку. Тому в моделі приймаємо за правило (певне спрощення реального процесу), зважувати порожні ковші, які прямують призначенням до доменної печі №1, або з розливних машин до якої печі, на ваговій, розташованій ближче до доменної печі №2 (вагова станція Доменна). Також на цих вагах передбачаємо визначення ваги ковшів з чавуном, навантаження яких здійснювалось на доменній печі №2, а також тих завантажених чавуновозів, які прямують до розливних машин.

Інші ковші вважаємо такими, що зважуються на вагонах, розташованих поблизу доменної печі №5 (вагова міксерного відділення).

Планування модельних експериментів спрямоване на скорочення загального обсягу випробувань при дотриманні вимог до точності та достовірності результатів й підвищення інформативності експериментів.

Пошук плану експерименту проводиться в факторному просторі – безлічі зовнішніх і внутрішніх параметрів моделі, значення яких дослідник може контролювати в ході підготовки і проведення експерименту на розробленій моделі.

Пересування ковшів на розливні машини в дійсний час здійснюється без логістичного підходу та врахування факту, що витрати на перевезення при різних технологіях транспортного обслуговування будуть відрізнятися.

Звичайно, у виборі, з якої печі чавун надходить до розливних машин, важливе значення має якість чавуну (його хімічний склад) та інші виробничі фактори. Але принциповим є формування підходу до врахування транспортних витрат в цьому виборі.

Очевидним є той факт, що в нашому випадку, оскільки доменна піч №2 розташована найближче до розливних машин, то й бажано саме від неї направляти до них чавун.

В транспортній системі, що розглядається, наявна значна кількість стохастичних параметрів, рух декількох локомотивів здійснюється з обов'язковим виходом на одну й ту ж головну колію, що проходить уздовж доменних печей від міксерного відділення мартенівського цеху до примикання розливного відділення. Може бути доцільним здійснювати частину перевезень рідкого чавуну також від доменної печі №3, та, навіть, №4. За таких вихідних умов, аналітичні або експертні методи будуть менш точними, ніж метод імітаційного моделювання.

Фактор, який буде змінюватись в моделі перед моделюванням – ймовірність направлення чавуну до розливних машин від окремої доменної печі. Виконаємо експеримент зі зміною факторів по одному. Тобто один з факторів суттєво (у межах реально можливих величин) змінюється, а інші утримуються на одному й тому ж рівні (між собою). Такий підхід забезпечить дослідження впливу кожного фактору. Він потребує виконати певну кількість експериментів [16], яка визначається за формулою:

$$N = n_1 + n_2 + \dots + n_i$$

де n – кількість рівнів i -го фактора.

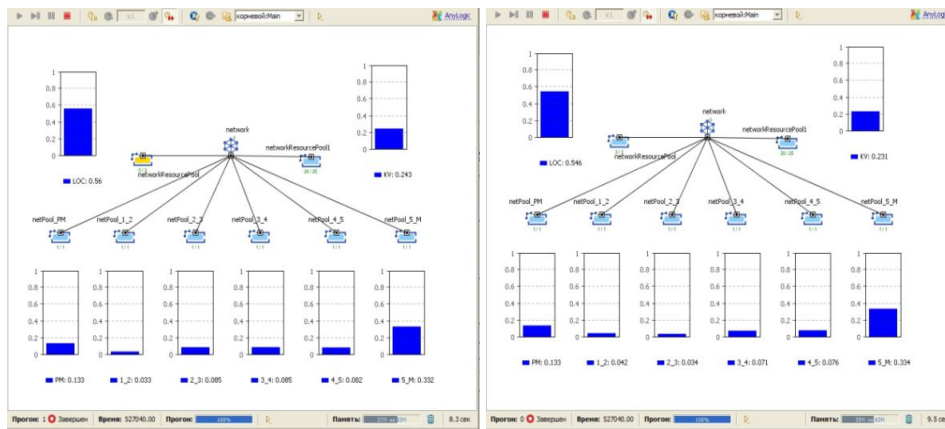
Кожен з факторів, який характеризує ймовірність направлення чавуну до міксерного відділення, може коливатись у діапазоні від 0,82 (відповідає частині чавуну від загального обсягу виробництва, який повин потрапити до міксеру) до 0,28 (оскільки три інші фактори при значенні 0,28 приймають значення 1). За

реальних умов можна прийняти цей діапазон від 0,82 до 0,34 (інші фактори обмежуються значенням 0,98), так як у реальних умовах може виникнути необхідність потреби направити на розливні машини чавун з будь-якої печі. Більш зручно представити план експерименту з почерговою зміною кожного фактору можна у вигляді табл. 1.

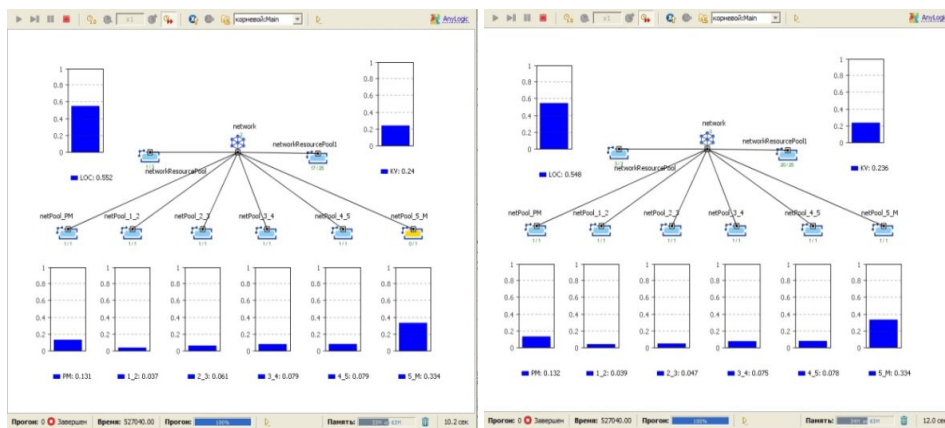
Таблиця 1. План факторного експерименту

Номер експерименту	Фактор 1 (ДП 2)	Фактор 2 (ДП 3)	Фактор 3 (ДП 4)	Фактор 4 (ДП 5)	Середнє значення фактору
1	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
2	0,7	0,86	0,86	0,86	0,82
3	0,58	0,9	0,9	0,9	0,82
4	0,46	0,94	0,94	0,94	0,82
5	0,34	0,98	0,98	0,98	0,82
6	0,86	0,7	0,86	0,86	0,82
7	0,9	0,58	0,9	0,9	0,82
8	0,94	0,46	0,94	0,94	0,82
9	0,98	0,34	0,98	0,98	0,82
10	0,86	0,86	0,7	0,86	0,82
11	0,9	0,9	0,58	0,9	0,82
12	0,94	0,94	0,46	0,94	0,82
13	0,98	0,98	0,34	0,98	0,82
14	0,86	0,86	0,86	0,7	0,82
15	0,9	0,9	0,9	0,58	0,82
16	0,94	0,94	0,94	0,46	0,82
17	0,98	0,98	0,98	0,34	0,82

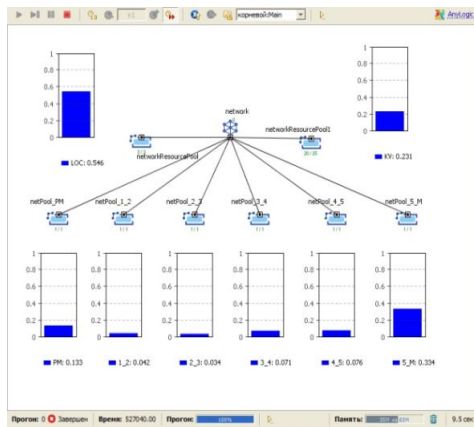
Виконавши прогони моделі з періодом роботи один рік, зафіксовано результати роботи, основним з яких є коефіцієнт використання ресурсів – локомотивів за часом. На рис.8 наведено результати роботи моделей при зміні фактору №1 від базового значення, коли кожна з печей 0,82 від обсягу виробництва спрямовує до міксерного відділення (0,18 – до розливних машин), до мінімально можливого значення 0,34.



а)



б)



в)

Рис. 3. Результати експериментів:
а - 1, б - 2, в - 3, г - 4, д - 5

На даних рисунках наведено у стовпчикових діаграмах наведені показники використання ресурсів:

ЛОС – локомотивів;

KV – ковшів;

основних ділянок колій 1-2, 2-3, 3-4, 4-5;

PM (заїзд до розливних машин);

M (міксерне відділення).

Окрім коефіцієнту використання локомотивів, інші показники роботи не має сенсу аналізувати, вони не є достатньо суттєвими для умов наших процесів.

Результати всіх експериментів зведемо до табл. 2.

Таблиця 2. Результати проведених експериментів

Номер експерименту	Фактор 1 (ДП 2)	Фактор 2 (ДП 3)	Фактор 3 (ДП 4)	Фактор 4 (ДП 5)	Коефіцієнт використання локомотивів
1	0,82	0,82	0,82	0,82	0,56
2	0,7	0,86	0,86	0,86	0,555
3	0,58	0,9	0,9	0,9	0,552
4	0,46	0,94	0,94	0,94	0,548
5	0,34	0,98	0,98	0,98	0,54
6	0,86	0,7	0,86	0,86	0,559
7	0,9	0,58	0,9	0,9	0,56
8	0,94	0,46	0,94	0,94	0,562
9	0,98	0,34	0,98	0,98	0,562
10	0,86	0,86	0,7	0,86	0,56
11	0,9	0,9	0,58	0,9	0,562
12	0,94	0,94	0,46	0,94	0,565
13	0,98	0,98	0,34	0,98	0,568
14	0,86	0,86	0,86	0,7	0,561
15	0,9	0,9	0,9	0,58	0,564
16	0,94	0,94	0,94	0,46	0,566
17	0,98	0,98	0,98	0,34	0,569

Аналіз виконаних експериментів зручно представити у вигляді графіків (рис.4).

З аналізу графіків на рис. 4 можна зробити висновок щодо суттєвого позитивного впливу на значення коефіцієнту використання локомотивів фактору 1 – розподілу відправлення чавуну з доменної печі №2. Ефективність при максимальному використанні доменної печі №2 для постачання рідкого чавуну до розливних машин складається у зниженні коефіцієнту використання локомотивів з 0,56 до 0,54, тобто на 2%. Фактор 2 (розподіл чавуну ДП 3) не має самостійного позитивного впливу на коефіцієнт використання локомотивів за часом, а фактори 3 та 4 мають лише негативний вплив при збільшенні частки відправлень чавуну до розливних машин.

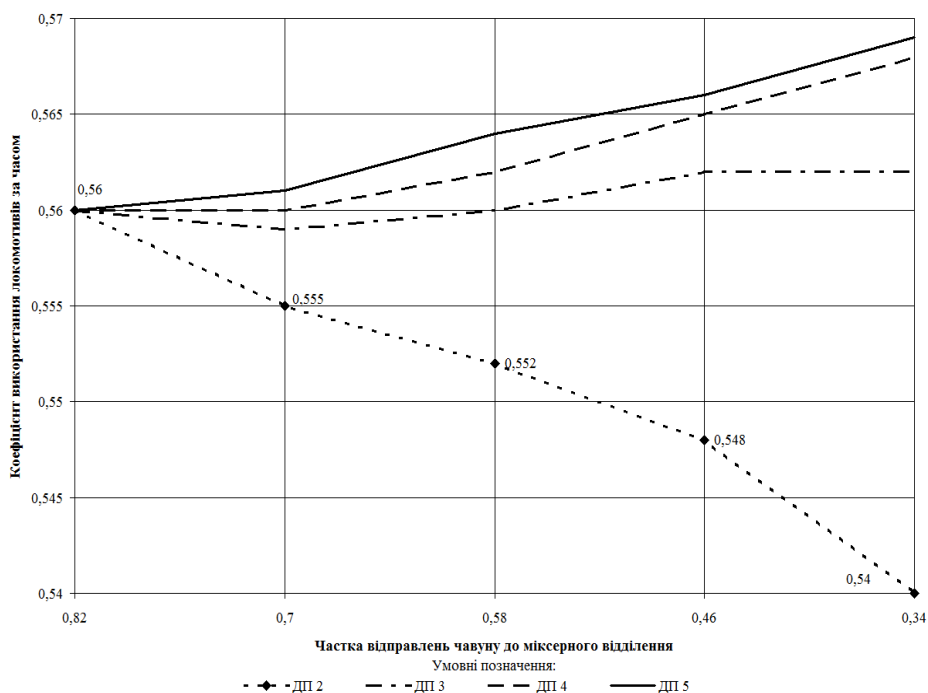


Рис. 4. Графіки зміни коефіцієнта використання локомотивів за часом залежно від зміни частки відвантаження чавуну по доменних печах до міксерного відділення

Висновки. В роботі удосконалено імітаційну модель перевезень рідкого чавуну, яка враховує можливість збільшення вантажопотоку до розливних машин.

Поставлено факторний експеримент на імітаційній моделі та визначено вплив на показник використання локомотивів за часом вибору доменних печей, з яких чавун направляється до розливних машин. Розрахунки показують, що коефіцієнт використання локомотивів за часом може бути зменшено на 2%.

Проведено моделювання та виконано аналіз результатів, що дозволяє визначити найбільш ефективну транспортну технологію роботи доменного залізничного району при перевезенні рідкого чавуну.

ЛІТЕРАТУРА

1. Парунакян, В. Э., Маслак А. В. Повышение эффективности управления производственно-транспортной системой металлургических предприятий. Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2017. Вип. 3 (233). С. 125–131.
2. Парунакян, В. Э., Маслак А. В. Повышение эффективности взаимодействия производства и транспорта в процессе материалодвижения металлургических предприятий. Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту, 2017. Вип. 35. С. 237–244.
3. Турпак, С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств, 2015. С. 264.
4. Турпак, С. М., Грицай С. В., Острогляд О. О. Розробка мікрологістичної системи доставки готової продукції металургійних підприємств залізничним транспортом. Східно-Європейський журнал передових технологій, 2014. Вип. 5. С. 10–18.
5. Лашченых, А. А., Турпак С. Н., Грицай С. В. Логистическое представление процессов движения материальных ресурсов. Национальная ассоциация ученых, 2015. Вип. 2 (7). С. 91–95.

6. Turpak, S. M. Intelligent control system of railway transport at metallurgical plants. Commission of motorization and energetics in agriculture, 2015. Vol. 15. No.4. P. 53–60.
7. Turpak, S., Gritcay S., Ostrohlyad E. Logistics of raw materials supply for the ferroalloy industry. Metallurgical and Mining Industry, 2016. No.10. P. 16–23.
8. Турпак, С. М. Удосконалення методу імітаційного моделювання вхідних вагонопотоків металургійних підприємств. Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2015. Вип. 1. С. 51–56.
9. Козаченко, Д. М., Вернигора Р. В., Коробйова Р. Г. Програмний комплекс для імітаційного моделювання роботи залізничних станцій на основі добового плану-графіка. Залізничний транспорт України, 2008. Вип. 4. С. 18–20.
10. Імітаційне моделювання масових перевезень готової продукції металургійних підприємств автомобільним транспортом / Г. Ф. Бабушкін та ін. Metallurgicheskaya i gornorudnaya promyshlennost', 2014. Вип. 3. С. 123–125.
11. Development of mathematical models for planning the duration of shunting operations / A. Lashenyh and others. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2016. No. 5/3 (83). P. 40–46.
12. The effect of methods of eliminating spikes in the time series of freight flows on their statistical characteristics / S. Gritcay and others. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2017. No. 1/3 (85). P. 33–39.
13. Оптимізація графіків внутрішніх залізничних перевезень металургійного підприємства / С. М. Турпак та ін. Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2017. Вип. 3. С. 199–205.
14. Logistic technology to deliver raw material for metallurgical production / S. Turpak and others. Scientific Bulletin of National Mining University, 2018. No. 1. P. 162–169.
15. Turpak, S., Taran I., Ostrohliad O. Improvement of a system controlling a process of railcars unloading in the context of changes in temperature mode while operating. Radio Electronics, Computer Science, Control, 2018. No. 1. P. 183–191.
16. Єремєєв, В. С., Ракович Г. М. Теорія планування та обробки експерименту, 2012. С. 92.

REFERENCES

1. Parunakian, V., Maslak, A. (2017). Povyshenie effektivnosti upravleniya proizvodstvenno-transportnoj sistemoy metallurgicheskikh predpriyatij [Improving the management of the production and transportation system of metallurgical enterprises]. Visnyk Skhidnoukrainskoho natsionalnoho universytetu imeni Volodymyra Dalia, 3 (233), 125–131. [in Russian].
2. Parunakian, V., Maslak, A. (2017). Povyshenie effektivnosti vzaimodejstviya proizvodstva i transporta v processe materialodvizheniya metallurgicheskikh predpriyatij [Improving the efficiency of interaction between production and transport in the process of material movement of metallurgical enterprises]. Visnik Priazov. derzh. tehn. universitetu, 35, 237–244. [in Russian].
3. Turpak, S. (2015). Logistichni sistemi upravlinnya zaliznichnim transportom metalurgijnih pidpriemstv [Logistic systems for controlling transport of metallurgy]. 264. [in Ukrainian].
4. Turpak, S., Gritcay, S., Ostrohlyad, E. (2014). Rozrobka mikrologistichnoyi sistemi dostavki gotovoyi produkciyi metalurgijnih pidpriemstv zaliznichnim transportom [Sedimentation of a micro-logistic system for the delivery of finished products of metallurgical feed-offs by a suburban transport]. Shidno-Yevropejskij zhurnalпередовih tehnologij, 5, 10–18. [in Ukrainian].
5. Lashchenykh, A., Turpak, S., Gritcay, S. (2015). Logisticheskoe predstavlenie processov dvizheniya materialnyh resursov [Logistic presentation of the processes of movement of material resources]. Nacionalnaya asociaciya uchenyh, 2(7), 91–95. [in Russian].
6. Turpak, S. (2015). Intelligent control system of railway transport at metallurgical plants. Commission of motorization and energetics in agriculture, 15 (4), 53–60.
7. Turpak, S., Gritcay, S., Ostrohlyad, E. (2016). Logistics of raw materials supply for the ferroalloy industry. Metallurgical and Mining Industry, 10, 16–23.
8. Turpak, S. (2015). Udoskonalennya metodu imitacijnogo modelyuvannya vhidnih vagonopotokiv metalurgijnih pidpriemstv [Improvement of the method of simulation modeling of incoming carriages of metallurgical enterprises]. Visnyk Skhidnoukrainskoho natsionalnoho universytetu imeni Volodymyra Dalia, 1, 51–56. [in Ukrainian].
9. Kozachenko, D., Vernyhora, R., Korobiova, R. (2008). Programnij kompleks dlya imitacijnogo modelyuvannya roboti zaliznichnih stancij na osnovi dobovogo planu-grafika [Software complex for

simulation of railway station work on the basis of daily schedule]. *Zaliznichnij transport Ukraini*, 4, 18–20. [in Ukrainian].

10. Babushkin, H., Turpak, S., Gritcay, S. et al. (2014). Imitacijne modelyuvannya masovih perevezhen gotovoyi produkciji metalurgijnih pidpriemstv avtomobil-nim transportom [Simulation modeling of mass transportation of finished products of metallurgical enterprises by road]. *Metallurgicheskaya i gornorudnaya promyshlennost*, 3, 123–125. [in Ukrainian].

11. Lashenyh, A., Turpak, S., Gritcay, S. et al. (2016). Development of mathematical models for planning the duration of shunting operations. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5/3 (83), 40–46.

12. Gritcay, S., Lashenyh, A., Turpak, S. et al. (2017). The effect of methods of eliminating spikes in the time series of freight flows on their statistical characteristics. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1/3 (85), 33–39.

13. Turpak, S., Vasylieva, L., Lebid, H. et al. (2017). Optimizaciya grafikiv vnutrishnih zaliznichnih perevezhen metalurgijnogo pidpriemstva [Optimization of schedules of internal rail transportation of metallurgical enterprise]. *Visnyk Skhidnoukrainskoho natsionalnoho universytetu imeni Volodymyra Dalia*, 3, 199–205. [in Ukrainian].

14. Turpak, S., Taran, I., Fomin, O. et al. (2018). Logistic technology to deliver raw material for metallurgical production. *Scientific Bulletin of National Mining University*, 1, 162–169.

15. Turpak, S., Taran, I., Ostrohiad, O. (2018). Improvement of a system controlling a process of railcars unloading in the context of changes in temperature mode while operating. *Radio Electronics, Computer Science, Control*, 1, 183–191.

16. Yeremieiev, V., Rakovich, H. (2012). *Teoriya planuvannya ta obrobki eksperimentu* [Experiment planning and processing theory], 92.

Сергей Турпак, д.т.н., профессор
(заведуючий кафедри транспортних технологій, *Национальный университет «Запорожская политехника»*)

Юлия Завальная
(інженер-математик *отдела АСУ ТП*)

Сергей Грицай
(старший преподаватель кафедри транспортних технологій, *Национальный университет «Запорожская политехника»*)

Пиликина Анастасия
(студентка кафедри транспортних технологій, *Национальный университет «Запорожская политехника»*)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ГРУЗОПОТОКАМИ ЖИДКОГО ЧУГУНА ИМИТАЦИОННЫМ МОДЕЛИРОВАНИЕМ ПРОЦЕССА ДОСТАВКИ

Представлены этапы совершенствования имитационной модели перевозок жидкого чугуна, с учетом увеличения доли разливаемого материала на разливочных машинах непосредственно в доменном цехе. Проведен факторный эксперимент на представленной модели. Выполнен анализ влияния коэффициента использования локомотивов при распределения жидкого чугуна между миксерным отделением и разливочными машинами.

Ключевые слова: *чугун, ковши, грузопоток, разливное машина, моделирование, имитационная модель, эксперимент, фактор, анализ.*

*Serhii Turpak, Doctor of Science (Engineering), Professor
(Head of the Department of Transportation technology, National University
«Zaporizhzhia Polytechnic»)*

Yuliia Zavalna

(Mathematician-engineer, Department of OSASP)

Sergey Gritcay

*(Senior Lecturer of the Department of Transportation technology, National
University «Zaporizhzhia Polytechnic»)*

Pilikina Anastasiia

*(Student of the Department of Transportation technology, National
University «Zaporizhzhia Polytechnic»)*

STUDY OF THE LIQUID IRON LOAD FLOWS MANAGEMENT EFFICIENCY BY THE DELIVERY PROCESS IMITATION MODELLING

Based on the analysis of the work of metallurgical enterprises, it is found that practically all the amount of liquid iron goes to the steel workshop, which ensures the use of more high-tech technologies, which should provide more profit from the sale of products. In such circumstances, it is not sensible to elaborate transportation processes to other units when developing simulation models. It is noted that in the conditions of the market, caused by the change in demand, prices for different types of metal products, there may be a need to change the balance of distribution of freight flows of iron to the points of merger. The actual issue of taking into account in the simulation model of all transportations with equally high level of detail is determined. Therefore, the structure of this model has been redesigned and refined, taking into account the work of transport in the blast furnace department. The intensity of cast iron production was set in the model as per the schedule. The design of the experiment is aimed at investigating the effectiveness of various options for transport technologies for the delivery of cast iron at the points of merger of ladles. A factor experiment on a simulation model was performed and the influence on the locomotive utilization rate of the choice of blast furnaces from which cast iron was directed to the pouring machines was determined. Simulation and analysis of the results was performed to determine the most efficient transport technology of the blast-furnace rail area operation in the transportation of liquid iron.

Keywords: *cast iron, ladle, cargo flow, pouring machine, simulation, simulation model, experiment, factor, analysis..*