

*economic calculations of various costs and amounts of losses. An assessment was made and preliminary calculations were made to determine the costs of repairs, restoration, reconstruction and operation of the road facilities; for repairs, restoration of rolling stock, damage due to a decrease in its performance; damage from road accidents and the cost of eliminating the consequences of road accidents; reduced environmental costs. The scientific novelty should include the fact that a consolidated method for calculating (quantifying) the total damage caused by freight road transport to the infrastructure and transport network of regions, industrial hubs, cities and other settlements should be considered for the first time. The practical significance lies in the fact that the quantitative assessment method will allow to assessment of economic losses, costs and losses in road freight transport systems objectively. The introduction of the proposed developments will contribute to the selection of more efficient options for organizing transportation, the use of more rational types of rolling stock, complete or partial elimination of the harmful effects of road transport*

**Keywords:** *economic damage, economic losses, road transport, road freight transport, transport infrastructure, urban network, assessment method.*

*Стаття надійшла 10.03.2021.*

УДК 656.076.15:658.7:656.003(477)

[doi.org/10.31498/2522-9990242021250861](https://doi.org/10.31498/2522-9990242021250861)

Маслак Г. В.

### ЛОГІСТИЧНИЙ МЕТОД ЕФЕКТИВНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ПОТОКОВИХ ПРОЦЕСІВ У ТРАНСПОРТНО-ВАНТАЖНИХ КОМПЛЕКСАХ ВІДВАНТАЖЕННЯ ПРОДУКЦІЇ

*В роботі розглядається транспортно-вантажний комплекс прокатного цеху, обслуговування якого в частині відвантаження готової продукції здійснюється залізничним транспортом металургійного підприємства. Зроблено аналіз транспортної технології відвантаження металопрокату, встановлені характерні особливості процесу матеріалоруку, виявлено існуючі недоліки, які призводять до значних виробничих і транспортних втрат. Обґрунтовано застосування логістичних технологій при організації поточкових процесів у виробничо-транспортних системах підприємств. Розроблено і описано метод синхронізації поточкових процесів у транспортно-вантажних комплексах при вантажопереробці основного матеріального потоку. На основі розробленого алгоритму реалізації даного методу обґрунтована тривалість циклу поточкового процесу у транспортно-вантажному комплексі цеху холодного прокату, що включає виробничий і транспортний такти. Для цього проведено дослідження з визначення параметрів транспортного і виробничого модулів, визначена керована операція, що має найбільшу тривалість і впливає на тривалість процесу матеріалоруку в цілому. Розроблено адаптаційні рішення, що синхронізують взаємодію виробництва і транспорту, а також оптимізують роботу зазначених тактів при фазовій трансформації «металопотік - вантажопотік - вагонопотік». Наведено графічну модель реалізації запропонованого логістичного методу. Зроблено висновки про перспективу застосування даного методу в існуючих умовах відвантаження готової продукції металургійних підприємств, що дозволяє скоротити тривалість використання рухомого складу в транспортно-вантажному комплексі.*

**Ключові слова:** *прокатний цех, відвантаження готової продукції, станція, що*

## Транспортні технології

*обслуговує прокатний цех, транспортно-вантажний комплекс, логістичне управління, фазова трансформація, потоковий процес, рухомий склад.*

**Постановка проблеми.** Виробничо-транспортна система металургійного підприємства представляє собою сукупність ряду транспортно-вантажних комплексів (ТВК), що виконують конкретні функціональні завдання у поточних процесах прийому сировини, відвантаження продукції і міжцехових технологічних перевезень.

Одним з таких комплексів на металургійних підприємствах є комплекс «Прокатний цех – Транспорт». Кожен прокатний цех характеризується певним сортаментом прокатної продукції, який вимагає подачі під навантаження відповідного типу рухомого складу, а також заявленої кількості. Етап сортування ускладнений впливом зовнішніх чинників, пов'язаних з технічним станом вагонів, а також їх приналежністю різним залізничним операторам і промисловим компаніям. Постійна незбалансованість потреби і наявності вагонів, придатних під навантаження, вимагає резервування і додаткового сортування рухомого складу. Таким чином, подача порожніх вагонів на станцію, яка обслуговує прокатний цех, здійснюється завчасно, до початку вантажних операцій, при цьому кількість поданих вагонів в половині випадків перевищує кількість відвантажених. Саме навантаження має ряд особливостей і характеризується поточним процесом, який структурно включає матеріал (метал), інформаційний потік та вагопотік. Причому їх паралельне просування при відвантаженні продукції визначається змінним тимчасовим критерієм, який свідчить про закінчення вантажних операцій. Однак в даний час спостерігаються значні простоти рухомого складу під навантаженням в очікуванні супровідної документації, що негативно позначається на постановку наступних груп вагонів і, в цілому, на технологічний процес відвантаження.

Заключний етап збирання навантажених груп вагонів з вантажних фронтів і їх відправлення на заводську сортувальну станцію також характеризується специфічними особливостями, пов'язаними з використанням локомотивного парку на вивізній роботі підприємства. У більшості випадків спостерігається простій навантажених вагонів на виставкових коліях станції в очікуванні відправлення здачі на заводську сортувальну станцію.

У результаті така організація транспортного обслуговування прокатного виробництва призводить до неефективної роботи транспорту, що виражається в додаткових транспортних і виробничих втратах. Таким чином, досить важливим завданням стає якісна оцінка транспортної технології по всій траєкторії руху вагопотоків при обслуговуванні прокатних цехів металургійних підприємств, що дозволить розробити новий підхід до вирішення проблеми підвищення ефективності роботи транспортно-вантажних комплексів відвантаження продукції.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В даний час, ні транспорт, ні виробництво методологічно до цього не підготовлені, оскільки питання логістичного управління поточними процесами підприємств освітлені та вивчені недостатньо. Наявні роботи з даного питання [1; 2; 3] в основному дають загальні концепції використання логістичного підходу, проте конкретних методологічних рішень вони не пропонують. Однією з перших публікацій з цього напрямку є робота [4], в якій наведено наукове обґрунтування принципів ефективної взаємодії виробництва і промислового транспорту з перенесенням акценту на активізацію ресурсів виробництва. Дані положення отримали розвиток в роботах багатьох вчених пострадянського простору.

Методичний підхід до формування і подальшого моделювання поточних процесів при логістичній взаємодії виробництва і транспорту вперше даний у роботі [5]. Автор з системних позицій розглядає процес матеріалоруку промислового підприємства і пропонується використання виробничого менеджменту при моделюванні цих процесів в транспортно-

## Транспортні технології

вантажних комплексах. На основі цієї методології досліджується питання логістичного управління в ТВК прокатного цеху.

**Метою дослідження** є розробка логістичного методу ефективної взаємодії виробництва і транспорту при відвантаженні готової продукції металургійних підприємств.

**Основний матеріал дослідження.** В якості базового підприємства приймається металургійний комбінат повного циклу, а аналіз показників транспортного обслуговування проводиться у найбільш складному прокатному виробництві - цеху холодного прокату.

Загальний час знаходження вагонів у транспортно-вантажному комплексі навантаження складається з транспортних і виробничих операцій. Транспортні операції є часом транспортного обслуговування виробничого цеху та безпосередньо залежать від тривалості транспортно-експедиційних і навантажувальних робіт, пов'язаних з відправленням готової продукції в самому цеху. Відмінною особливістю цехів, що відвантажують споживачам готову продукцію залізничним транспортом, є той факт, що, крім виробничих операцій виконується цілий комплекс операцій, без яких вантаж відправці не підлягає, що істотно ускладнює процес.

Проведений аналіз потокового процесу у ТВК прокатного цеху базового металургійного підприємства показав наступне [6]:

- в існуючих ринкових умовах прокатними цехами прийнята технологія підготовки та відвантаження металопродукції протягом однієї зміни без її складування, яка заснована на традиційних методах організації процесу;

- спостерігаються значні додаткові просторі рухомого складу у ТВК прокатного цеху при існуючій системі транспортного обслуговування виробництва;

- під «навантаженням металопродукції» у ТВК розуміється комплекс технологічних і експедиційних робіт, що включають як операції з матеріальним потоком, так і документально-інформаційні, завершення яких свідчить про трансформації металопотоку у вантажопотік, при цьому визначальною операцією стає оформлення сертифікату якості на продукцію;

- розглянутий ланцюг матеріалоруху в прокатних цехах при вантажних операціях характеризується багат шаровістю потокового процесу, при цьому матеріальний і документально-інформаційний потоки розділені в часі та просторі, що свідчить про відсутність єдиного виробничого ритму;

- оперативне управління ходом виробничо-транспортного процесу не відповідає сучасним вимогам, так як відсутній інтегрований критерій управління потоковим процесом «станція подачі вагонів - ТВК прокатного цеху».

У зв'язку із зазначеним, технології, що застосовуються у ТВК, вже не забезпечують ефективну вантажопереробку, що вносить серйозні ускладнення в потоковий процес і призводить до значного зростання витрат, зокрема, плати за користування вагонами зовнішнього парку. Ґрунтуючись на великій кількості вітчизняних і зарубіжних літературних джерел, слід зазначити, що в реалізації принципів логістики приховані великі потенційні можливості підвищення ефективності взаємодії виробництва і транспорту.

У цих умовах спільність виробничих інтересів учасників підготовки і відвантаження металопродукції створює можливість їх принципово нової функціональної інтеграції в єдину систему «прокатний цех - транспорт», що включає в якості підсистем: виробництво прокату - підготовку прокату до відвантаження - транспорт. В основу такої системи приймається «принцип спільної оптимізації», з якого випливає, що для досягнення ефективного кінцевого результату важлива взаємна узгодженість учасників сторін в організації логістичної системи і управління її елементами.

Взаємодія виробництва і транспорту, як потоковий процес, в умовах дії фактору нерівномірності відбувається уздовж ланцюга матеріалоруху у ТВК прокатного цеху.

## Транспортні технології

Забезпечення ефективних показників вантажопереробки повинно досягатися шляхом синхронізації потокових процесів при здійсненні виробничих, вантажних та експедиційних операцій з урахуванням мінімального часу знаходження рухомого складу на станції.

Даний метод ґрунтується на формуванні нормативного технологічного циклу вантажопереробки заданої групи вагонів, тривалість якого визначається обсягом і вимогами виробництва або переробною здатністю вантажного комплексу [6]. Тривалість нормативного технологічного циклу визначається як сума тривалостей тактів роботи вантажного і транспортного модулів (його базових структурних складових), і приймається за критерій управління процесом.

За результатами аналізу фактичного циклу встановлюється операція з найбільшою тривалістю ( $t_i$ ) і нерівномірністю, яка впливає на простій вагонів. Ця операція приймається за керовану змінну. Визначається виробничий фактор ( $P_i$ ), що є причиною нерівномірності. Отримані значення тривалості операцій - керуючих змінних, використовуються для розрахунку тривалостей циклів ( $T_{ци}^{\phi}$ ) для різних експлуатаційних умов взаємодії виробництва і транспорту та оцінки величини простою заданої групи вагонів. Далі, на основі отриманих показників потокового процесу приймаються технологічні або організаційні рішення для реалізації логістичного управління матеріалорухом.

Відповідно до запропонованого методу проводиться оцінка тимчасових характеристик операцій транспортного і виробничого тактів у ТВК прокатного цеху. Слід зазначити, що операції з матеріальним потоком (різка, упаковка, маркування, навантаження) мають строго нормований характер, зумовлений продуктивністю технологічних агрегатів, і, як було зазначено вище, відповідають нормативному показникові.

Результати статистичного аналізу також свідчать про те, що операції, пов'язані з підготовкою документації виробничого і транспортного характеру мають не значні відхилення від середньої величини і носять детермінований характер. А найтривалішою операцією, яка приймається у якості керованої, є операція з відбору проб із наступним оформленням сертифікату якості ( $t_{cp} = 6,55$  год.). Отже, процес фазової трансформації у ТВК характеризується паралельністю виконання детермінованих операцій, при цьому тривалість циклу фазової трансформації, як показав аналіз, значно відрізняється від тривалості відвантаження продукції протягом однієї виробничої зміни.

Таким чином, при новій функціональній інтеграції стає очевидною необхідність поділу підготовчих функцій між двома виробничими змінами і вдосконалення організації їх роботи, як фактор, що визначає загальний темп руху матеріального потоку з урахуванням тривалості керуючої змінної. З метою перерозподілу функцій і ресурсів зміни повинні бути внесені і в структуру логістичної системи відвантаження продукції.

Отже, мінімізація загальної тривалості виконання всього циклу технологічних операцій з підготовки та відправки вагонів є спільним завданням, як цеху (прискорення вивезення продукції), так і залізничного транспорту (скорочення тривалості простою вагонів у цеху). При цьому представляється можливим організувати транспортне обслуговування прокатного цеху з подачі та прибирання вагонів в оптимальний час постановки рухомого складу під вантажні операції з урахуванням специфічних особливостей підготовчих операцій при відвантаженні продукції.

На підставі вищевикладеного пропонується новий графік взаємодії виробництва і транспорту при відвантаженні готової продукції (рис. 1).

Транспортні технології

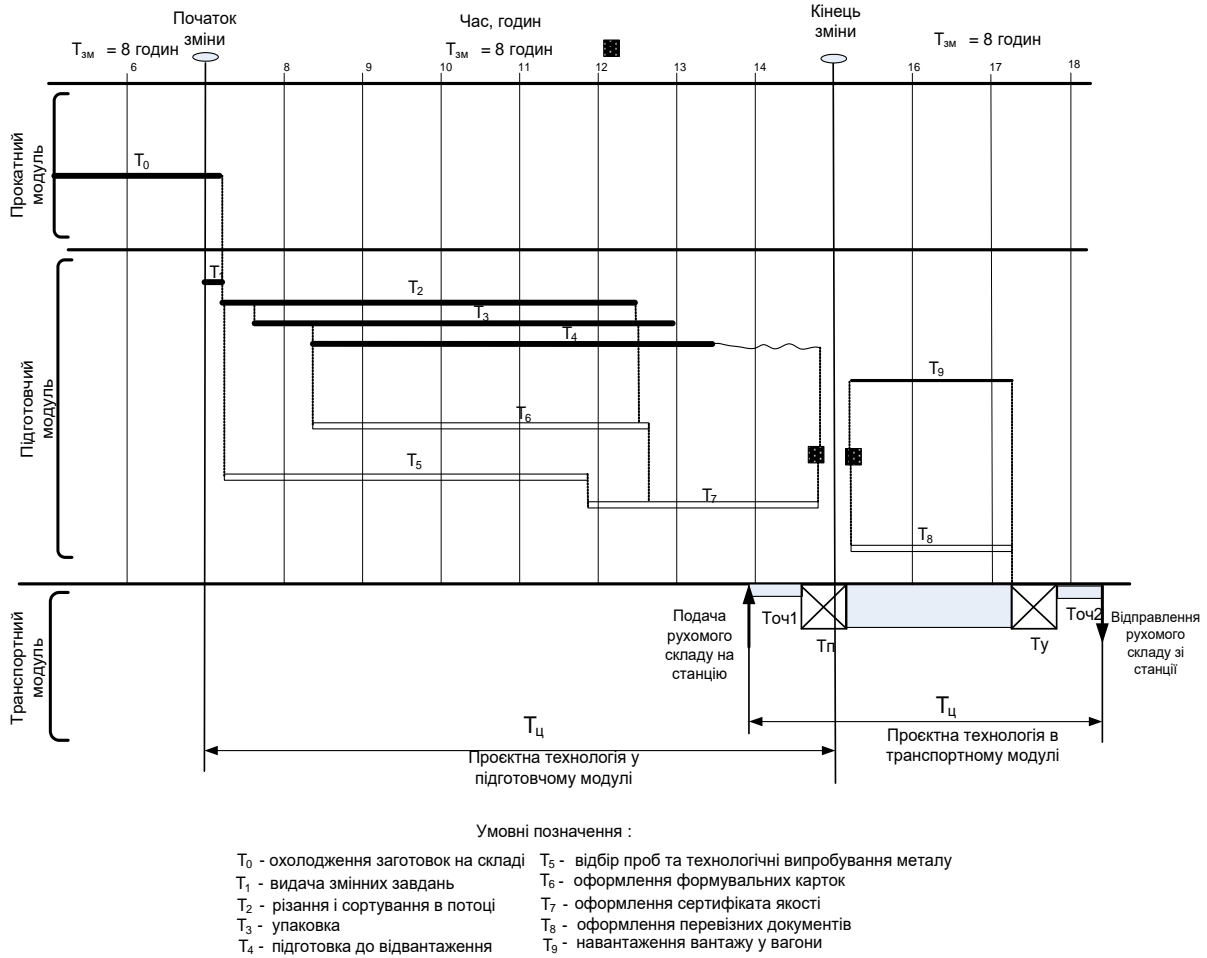


Рисунок 1 – Логістична технологія взаємодії виробництва і транспорту при відвантаженні готової продукції у ТВК прокатного цеху

В даному випадку тривалість циклу взаємодії виробництва і транспорту при відвантаженні готової продукції в прокатному цеху виключає підготовчі операції з матеріальним і інформаційно-документальним потоками, що дозволяє змістити терміни подачі вагонів в прокатний цех і на обслуговуючу станцію. Тоді цикл взаємодії виробництва і транспорту при відвантаженні готової продукції буде мати такий вигляд:

$$T_{ц} = T_{mp} = T_{mp}^1 + T_{mp}^2 + T_{mp}^3 = T_{mp}^1 + \max \left\{ \begin{matrix} T_8 \\ T_9 \end{matrix} \right\} + T_{mp}^3, \text{ год}, \quad (1)$$

$$T_{mp}^1 = T_{оч} + T_n, \text{ год} \quad (2)$$

де  $T_n$  - тривалість постановки вагонів на вантажні фронти, час;  $T_{оч}$  - тривалість простою вагонів від моменту прибуття на станцію до початку постановки вагонів у цех, год;

$$T_{mp}^3 = T_y + T_{оч2}, \text{ год} \quad (3)$$

де  $T_y$  - тривалість прибирання вагонів з вантажних фронтів, год;  $T_{оч2}$  - тривалість



## Транспортні технології

простою вагонів від моменту збирання до відправлення зі станції на ЗСС, год.

Таким чином, запропонована логістична система відвантаження готової продукції має значний потенціал можливостей підвищення ефективності взаємодії цеху і транспорту, а саме: скороченням часу перебування рухомого складу у ТВК в середньому на 25 – 30 % .

## ВИСНОВКИ

Процес відвантаження прокатної продукції металургійного підприємства характеризується технологією підготовки і навантаження металопродукції протягом однієї зміни без її складування. При цьому спостерігаються значні додаткові простой рухомого складу у ТВК при існуючій системі транспортного обслуговування виробництва.

Ланцюг матеріалоруку в прокатних цехах при вантажних операціях характеризується багатшаровістю потокового процесу, при цьому матеріальний і документально-інформаційний потоки розділені у часі і просторі, що свідчить про відсутність єдиного виробничого ритму.

Вирішення питання взаємодії виробництва і транспорту і зниження простою вагонів полягає в формуванні єдиного діючого технологічного циклу, що об'єднує виробничий (вантажний) і транспортний модулі, а безперервність процесу взаємодії модулів з різним тактом виконання груп операцій досягається шляхом синхронізації їх роботи.

Підвищення ефективності взаємодії виробництва і транспорту при заданому вагонопотоці, зниження тривалості циклу вантажообробки і забезпечення безперервності роботи вантажного і транспортного модулів з різним тактом виконання комплексу операцій досягається шляхом синхронізації їх роботи. Запропоновано метод синхронізації, що забезпечує логістичне управління процесом вантажообробки, а також принципи оцінки стану та визначення шляхів вдосконалення цього процесу.

### Список використаних джерел:

1. Попов, А. Т. Проблемы существующей организации внутризаводских перевозок в условиях металлургических комбинатов / А. Т. Попов, О. В. Воронина // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2014. – № 5. – С. 29–37.
2. Пономаренко, В. С. Логістичний менеджмент : підручник / В. С. Пономаренко, К. М. Таньков, Т. І. Лепейко. – Харків : ІНЖЕК, 2010. – 482 с.
3. Логистические транспортно-грузовые системы: учебник для студ. высш. учеб. заведений [Текст] / В. И. Апатцев [и др.]; под ред. В. М. Николашина. – М. : Академия, 2003. – 304 с.
4. Козлов, П. А. Модель оптимизации управления потоками в промышленной транспортной системе / П. А. Козлов, А. В. Бугаев // Вопросы комплексного развития промышленного транспорта : тр. ИКТП при Госплане СССР. – М., 1984. – Вып. 105. – С.146–155.
5. Парунакян, В. Э. Методология повышения эффективности управления процессом материалодвижения металлургических предприятий на основе логистических принципов / В. Э. Парунакян // Научные труды SWorld. – 2017. – Вып. 49, т. 1 : Технические науки, Транспорт, Юридические и политические науки. – С. 73–97.
6. Маслак, А. В. Логистический метод эффективного взаимодействия производства и транспорта при отгрузке готовой продукции металлургических предприятий / А. В. Маслак // Научные труды SWorld. – 2018. – Вып. 51, т. 1 : Транспорт. Технические науки. – С. 58–67.

## Транспортні технології

7. Маслак, Г. В. Розробка методу логістичного управління процесом матеріалоруку при взаємодії виробництва і транспорту в металургійних переділах / Г. В. Маслак, В. Е. Парунакян // Транспортні системи та технології перевезень : зб. наук. праць Дніпровського нац. ун-ту залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро, 2020. – Вип. 19. – С. 68–75.

**Маслак А. В.**

### ЛОГИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ЭФФЕКТИВНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОТОКОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ТРАНСПОРТНО-ГРУЗОВОМ КОМПЛЕКСЕ ОТГРУЗКИ ПРОДУКЦИИ

*В работе рассматривается транспортно-грузовой комплекс прокатного цеха, обслуживание которого в части отгрузки готовой продукции осуществляется железнодорожным транспортом металлургического предприятия. Произведён анализ транспортной технологии отгрузки металлопроката, установлены характерные особенности процесса материалодвижения, выявлены существующие недостатки, которые приводят к значительным производственным потерям и издержкам транспорта. Обосновано применение логистических технологий при организации потоковых процессов в производственно-транспортных системах предприятий. Разработан и описан метод синхронизации потоковых процессов в транспортно-грузовых комплексах при грузопереработке основного материального потока. На основе разработанного алгоритма реализации данного метода обоснована продолжительность цикла потокового процесса в транспортно-грузовом комплексе цеха холодного проката, включающего производственный и транспортный такты. Для этого проведены исследования по определению параметров транспортного и производственного модулей, определена управляемая операция, имеющая наибольшую продолжительности и влияющая на продолжительность процесса материалодвижения в целом. Разработаны адаптационные решения, синхронизирующие взаимодействие производства и транспорта, а также оптимизирующие работу указанных тактов при фазовой трансформации «металлопоток – грузопоток – вагонопоток». Приведена графическая модель реализации предложенного логистического метода. Сделаны выводы о перспективе применения данного метода в существующих условиях отгрузки готовой продукции металлургических предприятий, позволяющего сократить продолжительность использования подвижного состава в транспортно-грузовом комплексе.*

**Ключевые слова:** прокатный цех, отгрузка готовой продукции, станция, обслуживающая прокатный цех, транспортно-грузовой комплекс, логистическое управление, фазовая трансформация, потоковый процесс, подвижной состав.

**Maslak G. V.**

### LOGISTIC METHOD OF EFFECTIVE INTERACTION OF FLOW PROCESSES IN THE TRANSPORT AND CARGO COMPLEX FOR SHIPPING PRODUCTS

*The paper deals with the transport and cargo complex of the rolling shop, which is serviced in terms of the shipment of finished products by railway transport of a metallurgical enterprise. The analysis of the transport technology for the shipment of rolled metal has been carried out, the characteristic features of the material movement process have been established, the existing shortcomings have been identified, which lead to significant production losses and transport costs. The use of logistics technologies in the organization of flow processes in the production and transport systems of enterprises has been substantiated. The method of synchronization of streaming processes in transport and cargo complexes during cargo handling of the main material flow has been*

*developed and described. On the basis of the developed algorithm for the implementation of this method, the duration of the flow process cycle in the transport and cargo complex of the cold-rolling shop, including production and transport cycles, is substantiated. For this, studies have been carried out to determine the parameters of the transport and production modules, a controlled operation has been determined that has the greatest duration and affects the duration of the material movement process as a whole. Adaptive solutions have been developed that synchronize the interaction of production and transport, as well as optimize the operation of these cycles during the phase transformation "metal flow - freight traffic - car traffic". A graphical model of the implementation of the proposed logistic method is presented. Conclusions are drawn about the prospect of using this method in the existing conditions for the shipment of finished products of metallurgical enterprises, which makes it possible to reduce the duration of the use of rolling stock in the transport and cargo complex.*

**Keywords:** *rolling shop, shipment of finished products, station serving the rolling shop, transport and cargo complex, logistics management, phase transformation, flow process, rolling stock.*

*Стаття надійшла 25.06.2021 р.*

УДК 658.233:658.286

[doi.org/10.31498/2522-9990242021250862](https://doi.org/10.31498/2522-9990242021250862)

Воропай В. С.

### АНАЛІЗ ПЛАНУВАЛЬНОГО РІШЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ОБ'ЄКТІВ І ТРАНСПОРТНИХ КОМУНІКАЦІЙ МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМБІНАТУ

*Стаття присвячена проблемам металургійних виробництв з точки зору транспортного обслуговування основних цехів. На прикладі металургійного комбінату імені Ілліча (м. Маріуполь) зазначені основні проблеми, а саме: розташування переділів на великих відстанях, що встановлює досить високу транспортну складову всього перевізного процесу; створення громіздких залізничних станцій, які є не тільки транспортними вузлами для обслуговування виробництв, а й існуючою проблемою, пов'язаною з пропускнуою спроможністю, високими витратами на утримання; втрата часу через простій залізничних вагонів в очікуванні на коліях відстою перед формуванням (розформуванням) поїздів, відсутність резерву виробничих потужностей, які не були передбачені забудовою при плануванні розташування основних, допоміжних цехів і які в даний момент часу не представляється можливим створити, що також перекладає роботу з агрегатів та виробничих механізмів на транспорт і транспорт починає виконувати крім основної функції функцію «складу на колесах».*

*Дослідження генерального плану підприємства базуючись на існуючій класифікації схем генеральних планів в залежності від напрямку виробничого потоку, внутрішньозаводських схем залізничних колій дозволило інтерпретувати у статті реальні схеми транспортного обслуговування основних цехів залізничним транспортом: аглодомений переділ характеризується планувальним рішенням з питомими недоліками - «розірваність» виробничої лінії, відсутність поточності і як наслідок технологічності етапу виробництва «агломерат-чавун»; схема розміщення доменного цеху по відношенню до киснево-конвертерного - під кутом, киснево-конвертерного по відношенню до прокатних цехів - з послідовним розміщенням; станція Западная знаходиться під кутом до прокатних цехів, Сортировочная – послідовно, перевага такої схеми в порівнянні, наприклад, з тупиковою*