

**С. М. Турпак**  
**О. Ф. Кузькін**  
**В. Е. Трушевський**  
**О. О. Острогляд**

## **ФОРМУВАННЯ КОМПЛЕКСНОГО ПІДХОДУ ДО ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ ТРАНСПОРТНО-ПРОМИСЛОВИХ ПРОЦЕСІВ НА СІТІ-ЛОГІСТИЧНІ СИСТЕМИ**

Національний університет «Запорізька політехніка»

*З огляду на необхідність післявоєнного відновлення одним із важливих питань є формування сіті-логістичних систем з урахуванням перспектив розвитку промисловості міст, передових досягнень науки і техніки, впровадження екологічних видів транспорту, забезпечення європейського рівня соціального та культурного розвитку населення. Між тим, підприємства металургійної галузі зазвичай є містотвірними у населених пунктах промислових регіонів, на них працюють десятки тисяч працівників. З огляду на неперервність основних виробничих процесів у металургії працівники таких підприємств мають цілодобову щоденну потребу у переміщенні з місця проживання до підприємства і у зворотному напрямку. Водночас на одному й тому ж підприємстві можуть бути відмінні у часі графіки початку та завершення робочих змін. За таких умов важливим є своєчасне та надійне забезпечення працівників транспортним сполученням із місцем роботи. Відповідно, міська транспортна система загалом та міський громадський транспорт зокрема повинні бути готовими забезпечити зростання попиту на перевезення пасажирів задля стійкого розвитку економіки та соціальної сфери міста. У статті підкреслено актуальність задач оптимізації тривалості сигналів як для порівняно простих конфігурацій вузлів вулично-дорожньої мережі, так і для складних перехресть вулиць із кількома проїзними частинами, розділеними бульваром. Запропонований авторами підхід організації управління сіті-логістичною системою в умовах міст промислових регіонів забезпечить зростання попиту на перевезення пасажирів із метою стійкого розвитку економіки та соціальної сфери міст. Доведено необхідність та запропоновано практичні рішення щодо підвищення рівня безпеки дорожнього руху, зменшення транспортних затримок та поліпшення режимів руху транспортних засобів у межах міст промислових регіонів, що дає змогу зменшити кількість дорожньо-транспортних пригод, забезпечує виконання задач сіті-логістики та зменшує рівень витрати енергетичних ресурсів транспортних засобів. Обґрунтовано розумне сполучення різних видів вуличного транспорту, зокрема й індивідуальних транспортних засобів, що забезпечить раціональне планування вуличного простору та збільшення ефективності транспортної системи міст.*

**Ключові слова:** сіті-логістика, післявоєнне відновлення, металургія, автомобілізація, міський громадський транспорт, світлофорне регулювання.

### **Вступ**

Внаслідок широкомасштабного військового вторгнення в Україну інфраструктура її населених пунктів зазнала значних ушкоджень. З огляду на необхідність післявоєнного відновлення одним із важливих питань є формування сіті-логістичних систем з урахуванням перспектив розвитку промисловості міст, передових досягнень науки і техніки, впровадження екологічних видів транспорту, забезпечення європейського рівня соціального та культурного розвитку населення.

Відомі підходи щодо оперативного управління транспортними потоками за наявних умов забудови та розташування інфраструктурних об'єктів міст [1] шляхом створення міських логістичних центрів. Проте зараз є необхідність зважати на тенденції розвитку та практичну реалізацію новітніх підходів у транспортній логістиці в Україні та світі задля врахування їх при розробці, відновленні та удосконаленні сіті-логістичних систем.

Однією з розвинутих галузей промисловості України є металургійна, тож на її прикладі розглянемо та визначимо головні напрями формування комплексного підходу до досліджень впливу транспортно-промислових процесів на сіті-логістичні системи.

Метою роботи є формування комплексного підходу до досліджень впливу транспортно-промислових процесів на сіті-логістичні системи.

### **Результати дослідження**

Головна технологічна опора української економіки – металургійна галузь, яка перебуває у вкрай складній ситуації. Більшість металургійних підприємств історично були сконцентровані на сході та

півдні України [2], тобто в регіонах, які або знаходяться в окупації, або зазнають щоденних обстрілів. Зокрема, лише в Маріуполі розміщені одразу два потужні металургійні комбінати – Азовсталь і ММК ім. Ілліча, які в мирний час здійснювали приблизно 40 % виробництва металопродукції [2]. У 2014–2015 роках було втрачено цілу низку металургійних підприємств на окупованих територіях Луганської і Донецької областей. На сьогодні працюють потужні підприємства у місті Запоріжжя, Дніпро, Кам'янське, Кривий Ріг та ін.

Як приклад розглянемо тенденції до основних змін у транспортно-логістичних процесах, які спостерігаються протягом останніх двох десятиріч років на комбінаті «Запоріжсталь», та їх вплив на сіті-логістичну систему міста Запоріжжя. Такі ж тенденції характерні для більшості підприємств України.

Після проголошення незалежності України у кінці 90-х років беруть початок ринкові відносини та повною мірою постає економічний вектор формування транспортних потоків «Запоріжсталі».

Через попит на металопродукат у рулонах збільшеної ваги (у 2–3 рази більшої за стандартний) актуальною стала проблема забезпечення безпеки перевезень в універсальних напіввагонах, які були традиційним засобом забезпечення понад 90 % перевезень (через можливе концентроване навантаження на розвантажувальні люки). Наявні схеми навантаження потребували розміщення великовагових рулонів уздовж хребтової балки вагону із закріпленням дорогими пиломатеріалами (понад 1 м<sup>3</sup> на вагон), використання достатньо дефіцитних вагонів без розвантажувальних люків тощо.

У 2000-х роках вже скрізь на металургійних підприємствах популярною була тенденція використання багатооборотної тари – металевих піддонів, які приймали навантаження та розподіляли його по підлозі вагону. Це, незважаючи на необхідність накопичення у пунктах призначення металопродукції, суттєво зменшувало тривалість навантаження та витрати на незворотні дерев'яні засоби кріплення. А головне – повністю усувався вищезгаданий фактор небезпеки перевезень.

На рисунку 1 показано наявні варіанти організації перевезень продукції металургійного підприємства, які формувалися протягом останніх двох десятиріч.

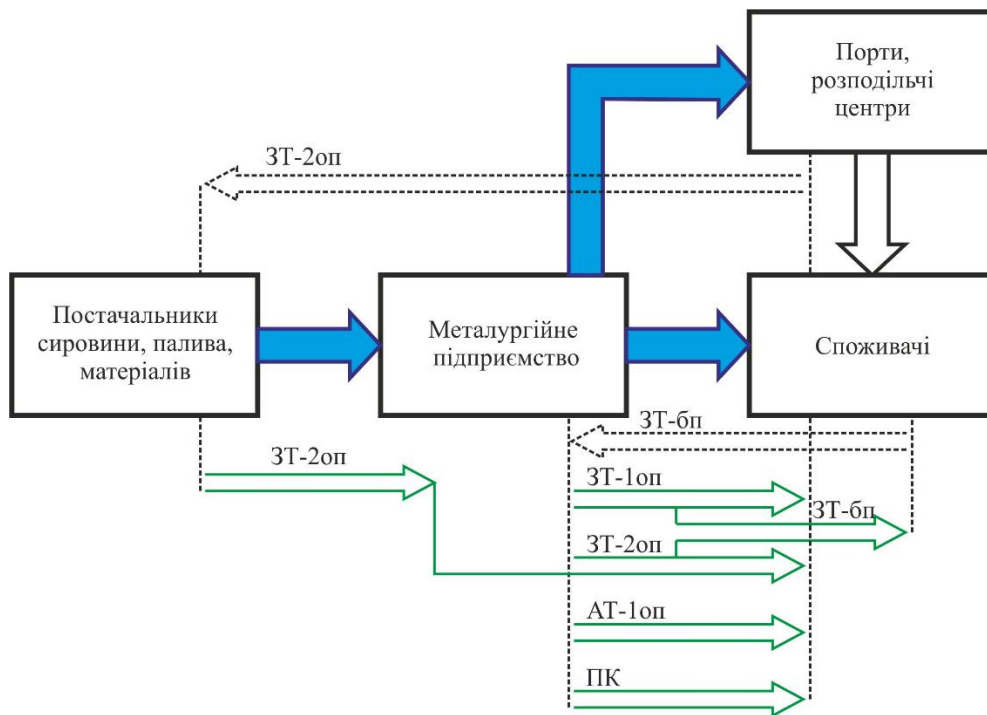


Рис. 1. Варіанти організації перевезень продукції металургійного підприємства

На рисунку показані:

- традиційний історичний варіант організації перевезень залізничним транспортом із двома вантажними операціями (ЗТ-2оп), коли сировина, паливо, інші матеріали доставляються в універсальних напіввагонах, а, після вивантаження цих вантажів вони завантажуються металургійною продукцією;
- перевезення з однією операцією навантаження (ЗТ-1оп), вагони подаються зі станції примикання у порожньому стані;
- перевезення з використанням багатооборотних піддонів (ЗТ-бп), можливі як з двома, так і з

однією вантажною операцією;

- перевезення автотранспортом (АТ-1оп);
- перевезення у контейнерах (ПК).

Підприємства активно вкладали власні активи у придбання власного залізничного рухомого складу: як напіввагонів, які використовували переважно на кільцевих маршрутах із завантаженням у зворотному напрямку сировиною; так і використовували спеціальний рухомий склад, пристосований для перевезень рулонного прокату.

Щодо доставки автомобільним транспортом, ПАТ «Запоріжсталь» відновив інтенсивну взаємодію із Запорізьким річковим портом у кінці 2012 року, обсяг перевезень становив приблизно 600 тисяч тонн продукції на рік. Така тенденція зберігалася до початку військових дій [3]. Відповідно, суттєво збільшилося навантаження на міську транспортну систему.

Враховуючи низьку вартість перевезень водним транспортом та тенденції щодо його використання у світовій практиці, практика доставки вантажів промислових підприємств через порт із використанням автотранспорту, який є більш ефективним на невеликих відстанях порівняно із залізничним, буде спостерігатися й надалі.

Це означає, що мережа та стан автомобільних шляхів міста повинні бути готовими до таких викликів. Зростання кількості транспортних засобів на міських дорогах може бути і незначним, у разі використання автомобілів великої вантажопідйомності (40 тонн), але при використанні дво- або однополосних доріг, через невисоку технічну швидкість такого транспорту, можливі затори.

Крім того, процеси навантаження можуть виконуватись одночасно на кількох вантажних пунктах, а можуть бути розподілені за часом, також можуть здійснюватися цілодобово, або у визначений період часу.

Все це треба врахувати при формуванні комплексного підходу до досліджень впливу транспортно-промислових процесів на сіті-логістичні системи. Найбільш універсальним інструментом для проведення цих досліджень є імітаційне моделювання [4–6].

Підприємства металургійної галузі зазвичай є містотвірними у населених пунктах промислових регіонів, на них працюють десятки тисяч працівників. З урахуванням неперервності основних виробничих процесів у металургії працівники таких підприємств мають цілодобову щоденну потребу у переміщенні з місця проживання до підприємства і у зворотному напрямку. Водночас на одному й тому ж підприємстві можуть бути відмінні у часі графіки початку та завершення робочих змін. За таких умов важливим є своєчасне та надійне забезпечення працівників транспортним сполученням із місцем роботи.

У більшості міст України працівники промислових підприємств, установ та організацій, що мешкають поза зоною пішої доступності місця роботи, можуть дістатися до своїх робочих місць одним із традиційних способів:

1) з використанням приватного транспортного засобу – власного або транспортного засобу співробітника;

2) з використанням відомчого транспорту, організованого безпосередньо підприємством для підвезення працівників до робочих місць, або транспорту, орендованого підприємством для таких цілей;

3) з використанням міського транспорту загального користування.

Збільшення використання приватного автомобіля для здійснення трудових поїздок є тенденцією останніх десятиліть. Рівень автомобілізації в Україні невинно збільшується і у 2021 році сягнув 245 автомобілів на 1000 мешканців країни (для порівняння: у 1990 році цей показник становив 63 автомобілі на 1000 мешканців, а у 2000 році – 104 автомобілі на 1000 мешканців) [7]. Водночас рівень концентрації легкового автопарку у містах є суттєво вищим, ніж в середньому по країні, а мешканці приміської зони великих міст активно користуються приватними автомобілями для трудових поїздок до міста. Такому способу реалізації трудових кореспонденцій властива висока надійність, оскільки працівник може з великою точністю спрогнозувати час, який він витратить на поїздку, та заздалегідь її спланувати.

Втім, окрім відносно більшої вартості порівняно з іншими зазначеними способами пересування, такий спосіб має низку негативних чинників: необхідність виділення площ для паркування автомобілів поблизу території підприємства, збільшення навантаження на вулично-дорожню мережу міста та забруднення його повітряного басейну. Також необхідно зауважити, що деякі працівники підприємства не мають власного автомобіля або не мають можливості (фізичної або права) ним керувати. Важливим чинником, що впливає на рівень автомобілекористування, є вартість та доступність палива. Якщо у довоєнному 2021 році середній рівень вартості 1 л бензину та дизельного палива був на рівні 30–

32 грн/л, то на початку воєнних дій ціна палива сягнула 60 грн/л та виник його дефіцит. Станом на червень 2023 року вартість палива на автозаправних станціях в Україні дещо зменшилася (45–47 грн/л), але все ж залишається у 1,5 рази вищою ніж до початку воєнних дій.

Підвезення працівників до робочих місць відомчим транспортом (зазвичай автобусами) промислових підприємств є загальнопоширеною практикою для великих підприємств промислових регіонів України. Для цих потреб промислове підприємство утримує парк автобусів різної пасажиромісткості, які працюють на регулярних маршрутах спеціальних перевезень. Зазвичай відомча маршрутна мережа охоплює більшу територію міста, на якій проживають працівники підприємства, а графіки роботи автобусів на цих маршрутах скоординовані із графіками роботи на підприємстві. Такий спосіб є надійним та зручним для працівників, але вимагає від підприємства утримання та витрат на відомчі пасажирські перевезення. Незважаючи на те, що проїзд для працівників у відомчому транспорті є платним (зазвичай за місячним проїзним квитком), ця плата не покриває усіх витрат підприємства на такі перевезення. З урахуванням того, що потужності трудових пасажирських потоків у напрямку підприємства та у напрямку місць проживання працівників є спрямованими зустрічно та не співпадають у часі, складно забезпечити ефективне використання пасажиромісткості рухомого складу на відомчих маршрутах. Наслідками цього є значна частка порожніх та нульових пробігів автобусів, організація відстоювання автобусів безпосередньо у міських зонах проживання працівників, додаткові витрати працівників на очікування транспорту при поверненні з місця роботи до місця проживання, необхідність утримання надлишкової кількості рухомого складу або укладання договорів оренди (найму) транспорту у міських автотранспортних підприємств, що працюють у сфері пасажирських перевезень. Водночас орендовані автобуси можуть обслуговувати усі або частину відомчих маршрутів підприємства.

Незважаючи на зростання рівня автомобілізації, автомобілекористування та наявності відомчого транспорту, значна частка працівників промислових підприємств використовують для трудових поїздок міський пасажирський транспорт загального користування. Такий спосіб пересування, порівняно зі згаданими вище, є найбільш дешевим, хоча у сучасних умовах найменш надійним. Причому проблеми надійності міського громадського транспорту лежать не лише у площині організації його роботи (дотримання графіків руху на маршрутах, відповідність провізних спроможностей попиту на перевезення у різні періоди доби), а й у дії зовнішніх чинників.

Повне припинення роботи, обмеження у рівні наповнення салону рухомого складу міського громадського транспорту без збільшення його провізних спроможностей поставили перед багатьма працівниками підприємств проблему дістатися до місця роботи на початку пандемії коронавірусу COVID-19 в Україні у 2020 році [8]. За таких умов значна частина працівників були змушені придбати автомобіль, збільшити рівень власного автомобілекористування або шукати інших способів дістатися до роботи. Після початку воєнних дій та масових обстрілів об'єктів енергетичної інфраструктури виникли проблеми в експлуатації міського електричного транспорту (трамвая, тролейбуса, метрополітену). Такі зовнішні чинники непереборної сили спричинили зменшення попиту на перевезення пасажирів громадським транспортом у містах та підвищенню рівня автомобілізації населення. Крім того, навантаження на міський громадський транспорт зменшилося внаслідок виїзду частини мешканців населених пунктів промислових регіонів, близьких до зони бойових дій, у більш безпечні місця західної частини України або за межі країни.

Отже, можна спрогнозувати, що після завершення воєнних дій в Україні та під час переходу до відбудови зруйнованої війною інфраструктури та житлових об'єктів буде відбуватися поступове повернення мешканців міст промислових регіонів до місць постійного проживання з одночасним виходом виробничих потужностей підприємств різних галузей промисловості принаймні на довоєнний рівень. З надходженням інвестицій для відбудови України очікується зростання рівня виробництва у металургії, машинобудуванні, будівництві, на транспорті та інших галузях промисловості. Відповідно, міська транспортна система загалом та міський громадський транспорт зокрема повинні бути готовими забезпечити зростання попиту на перевезення пасажирів задля стійкого розвитку економіки та соціальної сфери міста.

Пропонується структура управління сіті-логістичною системою (рис. 2).

Оскільки у системах сіті-логістики невід'ємною складовою частиною виступає автомобільний транспорт, то наближення границь оптимізації основних техніко-економічних показників роботи систем до теоретично можливих значень можливе лише за умови ефективного функціонування вулично-дорожньої мережі міста. Можна виділити два основні напрями поліпшення функціонування вулично-дорожньої мережі: забезпечення безпеки дорожнього руху та забезпечення необхідної пропускної спроможності мережі. Ці два напрями тісно пов'язані між собою та напругу впливають на

регулярність руху транспортних засобів громадського користування, прогнозованість термінів доставки вантажів у межах міста, швидкість сполучення на маршрутах громадського транспорту та розрахункову швидкість руху, що застосовується для визначення кількості та типів транспортних засобів для доставки вантажу та при плануванні маршрутів руху.



Рис. 2. Структура управління сіті-логістичною системою

Підвищення безпеки дорожнього руху, крім прямого ефекту, що виражається у зменшенні кількості дорожньо-транспортних пригод та зниженні тяжкості їх наслідків, забезпечує також, з огляду на задачі сіті-логістики, більшу надійність виконання транспортних операцій шляхом зниження ризику виникнення позаштатних ситуацій, які призводять до необхідності коригування розкладу руху транспортних засобів, задіяних у виконанні логістичних операцій. Забезпечення належної пропускну здатності вулично-дорожньої мережі гарантує утримання на мережі достатніх рівнів зручності руху та забезпечення необхідної розрахункової швидкості. Крім того, оптимізація режимів руху автомобільних транспортних засобів позитивно впливає на ресурс їх силових агрегатів, трансмісії, зменшуючи витрати на утримання транспортних засобів. Крім того, скорочення кількості та тривалості непродуктивних зупинок транспортного засобу при виконанні перевезення забезпечує заощадження палива або збільшення інтервалів часу між необхідним зарядом акумуляторної батареї у разі застосування електромобілів.

Отже, інвестування коштів у підвищення рівня безпеки дорожнього руху, зменшення транспортних затримок та поліпшення режимів руху транспортних засобів окупаються також завдяки зменшенню логістичних витрат, пов'язаних із постачанням товарів для мешканців міста, сировини для підприємств, що забезпечує розвиток економіки міста, зростання промисловості, збільшення валового внутрішнього продукту, а також надає можливості для конкуренції з більш розвиненими економіками.

У міських умовах дуже поширеним способом організації дорожнього руху є введення світлофорного регулювання. Цей спосіб є порівняно дешевим і забезпечує розподіл у часі конфліктуючих потоків транспортних засобів та пішоходів. Оптимізація режимів світлофорного регулювання слугує обом напрямам поліпшення дорожньо-транспортної ситуації: як забезпеченню безпеки дорожнього руху, так і зменшенню непродуктивних затримок учасників дорожнього руху, транспортних засобів, вантажів.

Задачі оптимізації тривалості сигналів є актуальними як для порівняно простих конфігурацій вузлів вулично-дорожньої мережі, так і для складних перехресть вулиць із кількома проїзними частинами, розділеними бульваром [9, 10]. Пішоходи є максимально вразливими учасниками дорожнього руху, найбільш незахищеними від ризиків, що пов'язані з наслідками дорожньо-транспортних пригод. Крім того, серед цієї категорії учасників дорожнього руху доволі активними користувачами вулично-дорожньої мережі є діти шкільного віку, які часто не можуть об'єктивно оцінити дорожню транспортну ситуацію та побачити можливі ризики для себе при перетині проїзної частини. Чинні нормативні документи у сфері міського дорожнього будівництва визначають необхідність широкого застосування регульованих пішохідних переходів через багатосмугові проїзні частини. Однак, за умов високих рівнів завантаження рухом смуг, особливо на магістральних вулицях загальноміського та районного значення, повсюдне застосування жорсткого регулювання за умов нестабільного пішохідного потоку

приведе до значного зростання непродуктивних затримок транспортних засобів, збільшення втрат машино-годин, часу доставки вантажів у міських логістичних системах. З метою уникнення такої ситуації слід широко застосовувати, і в системах координованого регулювання також, гнучкі світлофорні режими на пішохідних переходах із застосуванням датчиків та пішохідних табло виклику. В таких умовах, за відсутності координованого регулювання, набуває значної актуальності задача оптимізації тривалості дозволяючих сигналів для транспортних засобів на регульованих пішохідних переходах. Запропонований у [9] підхід дає змогу вирішити цю задачу, а також визначити пріоритетні заходи організації дорожнього руху, що дозволять наблизити параметри режиму регулювання конкретного переходу до оптимальних за критерієм мінімізації затримок усіх учасників дорожнього руху.

На шляху поліпшення транспортної безпеки у вузлах вулично-дорожньої мережі міста введення світлофорного регулювання не повинно призводити до значного зниження рівнів зручності руху, оскільки таке зниження напряму пов'язане зі зростанням частки логістичних витрат у ціні продукції. Водночас залишення у зонах світлофорного регулювання неповних конфліктів між потоками за умов інтенсивного руху створює не лише очевидні передумови для аварійних ситуацій, а й негативно впливає на щільність транспортного потоку, створюючи перманентну передзаторову ситуацію. Критичними з цього погляду є вузли зі складною організацією дорожнього руху, кількома послідовними стоп-лініями та кількома перетинами проїзних частин у межах одного перехрестя. Наведений у [10] підхід до визначення параметрів перехідних інтервалів на бульварних перехрестях дає змогу скоригувати світлофорні режими у години-пік, аби уникнути загромодження транспортом зони складного перехрестя між додатковими стоп-лініями. Особливо актуальним це питання є на перехрестях, де у транспортному потоці значна частка припадає на вантажні транспортні засоби з притаманними для них високими значеннями коефіцієнтів приведення та низьким динамічним фактором.

Сучасні великі міста на шляху свого діалектичного розвитку продукують і випробовують різні адміністративно-технологічні моделі регулювання функціонування різних видів вуличного транспорту. Теорія і практика ХХ століття довела, що розвиток великого міста шляхом забезпечення повного задоволення попиту на користування індивідуальними транспортними засобами призводить до колапсу міської транспортної інфраструктури, зростання кількості дорожньо-транспортних пригод, зниження швидкості сполучення та виділення величезних територій для автостоянок, сервісних центрів та іншої інфраструктури для обслуговування парку індивідуальних транспортних засобів.

Тому розумне сполучення різних видів вуличного транспорту, зокрема і велосипедів та індивідуальних електротранспортних засобів, забезпечує більш раціональне планування вуличного простору та більш ефективну роботу транспортної системи міста. Широка інтеграція велосипедної інфраструктури у загальну вулично-дорожню мережу забезпечує зниження транспортного навантаження на проїзні частини завдяки перерозподілу учасників дорожнього руху [11].

### Висновки

Запропонований авторами підхід організації управління сіті-логістичною системою в умовах міст промислових регіонів забезпечить зростання попиту на перевезення пасажирів з метою стійкого розвитку економіки та соціальної сфери міст.

Доведено необхідність та запропоновано практичні рішення щодо підвищення рівня безпеки дорожнього руху, зменшення транспортних затримок та поліпшення режимів руху транспортних засобів у межах міст промислових регіонів, що дає змогу зменшити кількість дорожньо-транспортних пригод, забезпечує виконання задач сіті-логістики та зменшує рівень витрати енергетичних ресурсів транспортних засобів.

Обґрунтовано розумне сполучення різних видів вуличного транспорту, й індивідуальних транспортних засобів також, що забезпечить раціональне планування вуличного простору та збільшення ефективності транспортної системи міст.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Губенко В. К., Лямзин А. А. Городская логистика. *Вісник Приазовського державного технічного університету*. 2009. № 19. С. 271–275.
- [2] Що відбувається з українською металургією. Як війна вплинула на галузь: URL: <https://finance.ua/ua/saving/shcho-vidbuvaetsia-z-ukrainskou-metalurgieju> (дата звернення: червень 06, 2023).
- [3] Запоріжсталь сьогодні: офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь». URL: <https://www.zaporizhstal.com/pidpriemstvo/> (дата звернення: червень 06, 2023).
- [4] Турпак С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств: монографія.

Херсон: Грінь Д. С., 2015. 264 с.

[5] Підвищення експлуатаційної стійкості та ефективності роботи промислового транспорту в умовах металургійного підприємства: монографія / Б. П. Серета та ін. Кам'янське: ДДТУ, 2021. 272 с.

[6] Турпак С. М. Методи та моделі управління вагонопотоками на металургійних підприємствах: монографія. Херсон: Грінь Д. С., 2014. 146 с.

[7] Кузькін О. Ф. Теоретичні основи організації транспортних процесів в системах міських масових пасажирських перевезень: дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.01. Харків, 2020. 412 с.

[8] Rossolov A, Kuzkin O., Rossolova H. Emergency supplies purchase patterns during COVID-19 outbreak in the developing economy: Frequency and stockpiling drivers' assessment. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*. 2022. No 12(1). P. 106–128.

[9] Improving the efficiency of vehicle operation and its environmental friendliness within the controlled crossings / S. Turpak et al. *Transport problems*. 2021. Volume 16, issue 3. P. 119–130. Doi: 10.21307/tp-2021-046.

[10] Трушевський В. Е., Веремєнко Л. А., Калмиков Т. А. Визначення мінімальної тривалості зеленого сигналу вихідної стоп-лінії на перехрестях з бульваром. *Транспортні технології та безпека дорожнього руху: збірник тез доповідей Четвертої всеукраїнської науково-практичної конференції 13–14 квітня 2023 р.* Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2023. С. 128–133.

[11] Ходан В. І., Трушевський В. Е., Тарасенко А. В. Дослідження доцільності впровадження велосипедної інфраструктури в містах України. *Sworldjournal*. 2022. № 13–01. С. 29–33.

**Турпак Сергій Миколайович** – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри «Транспортні технології», e-mail: [sergeyturpak@gmail.com](mailto:sergeyturpak@gmail.com)

**Кузькін Олексій Феліксівич** – д-р техн. наук, професор, декан транспортного факультету, e-mail: [horz@ukr.net](mailto:horz@ukr.net)

**Трушевський Вячеслав Едуардович** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри «Транспортні технології», e-mail: [aspirerzp@gmail.com](mailto:aspirerzp@gmail.com)

**Острогляд Олена Олександрівна** – канд. техн. наук, доцент кафедри «Транспортні технології», e-mail: [elenaostrohyad@gmail.com](mailto:elenaostrohyad@gmail.com)

Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя

**S. Turpak**  
**O. Kuzkin**  
**V. Trushevskiy**  
**O. Ostrohliad**

## Formation of an integrated approach to research on the impact of transport and industrial processes on city-logistic systems

National University “Zaporizhzhia Polytechnic”

*Taking into account the need for post-war reconstruction, one of the important issues is the formation of city-logistics systems taking into account the prospects for the development of urban industry, advanced achievements of science and technology, and the introduction of ecological modes of transport. , ensuring the European level of social and cultural development of the population. Meanwhile, enterprises of the metallurgical industry, as a rule, are city-forming in the settlements of industrial districts, they employ tens of thousands of workers. Taking into account the continuity of the main production processes in metallurgy, employees of such enterprises have a need for round-the-clock daily movement from their place of residence to the enterprise and back. At the same time, the schedules of the beginning and end of work shifts may be different at the same enterprise. Under such conditions, it is important to provide employees with timely and reliable transportation to the workplace. Accordingly, the city's transport system as a whole and the city's public transport in particular must be ready to ensure the growth of demand for passenger transportation for the sustainable development of the city's economy and social sphere. The article emphasizes the relevance of the tasks of optimizing the duration of signals both for relatively simple configurations of street network nodes and for complex street intersections with several sections of the road separated by a boulevard. The approach proposed by the authors to the management of the city-logistics system in the conditions of the cities of industrial regions will ensure the growth of demand for passenger transportation for the purpose of sustainable development of the economy and social sphere of cities. The need has been proven and practical solutions have been proposed for increasing the level of road safety, reducing traffic jams, and improving traffic modes within the cities of industrial areas, which allows to reduce the number of traffic accidents, ensures the fulfillment of urban logistics tasks, and also reduces the level of energy consumption of vehicles. expedient connection of various types of street transport, including individual ones, which will ensure rational planning of street space and increase the efficiency of the transport system of cities.*

**Key words:** city logistics, post-war reconstruction, metallurgy, motorization, city public transport, traffic light regulation.

**Turpak Serhii** – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Transport Technologies, e-mail: [sergeyturpak@gmail.com](mailto:sergeyturpak@gmail.com)

**Kuz'kin Olexiy** – Dr. Sc. (Eng.), Professor, the Dean of the Transport Department; e-mail: [horz@ukr.net](mailto:horz@ukr.net)

**Trushevskiy Vjacheslav** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Chair of Transport Technologies [aspirerzp@gmail.com](mailto:aspirerzp@gmail.com)

**Ostrohliad Olena** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Chair of Transport Technologies [elenaostrohyad@gmail.com](mailto:elenaostrohyad@gmail.com)