

УДК 656.212

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ВЗАЄМОДІЇ СОРТУВАЛЬНОЇ ТА ПРИПОРТОВОЇ СТАНЦІЙ ПРИ ОБСЛУГОВУВАННІ ЕКСПОРТНИХ ВАГОНОПОТОКІВ**

Асист. Г. І. Шелехань (УкрДУЗТ), М. В. Продащук (ХНУ ім. В. Н. Каразіна)

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СОРТИРОВОЧНОЙ И ПРИПОРТОВОЙ СТАНЦИЙ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ ЭКСПОРТНЫХ ВАГОНОПОТОКОВ**

Ассист. А. И. Шелехань (УкрГУЖТ), Н. В. Продащук (ХНУ им. В. Н. Каразина)

**IMPROVEMENT OF THE INTERACTION PROCESS OF MARSHALLING YARDS AND PORTSIDE STATIONS AT THE SERVICE OF EXPORTING TRAFFIC VOLUMES**

As. G. Shelekhan, M. Prodaschuk

*Розглянуто основні проблеми у взаємодії сортувальної та припортової станцій при обслуговуванні експортних вагонів. Виявлено, що процес взаємодії сортувальної та припортової станцій при обслуговуванні експортних вагонопотоків вимагає налагодженої технології роботи обох станцій з узгодженням використання технічних засобів та потужностей сортувальної станції як такої, на яку у процесі удосконалення переходить додаткова переробка вагонів експортного прямування призначенням у порт. Було побудовано імітаційні моделі роботи сортувальної та припортової станцій за удосконаленою технологією.*

**Ключові слова:** сортувальна станція, припортова станція, експортні вагонопотоки.

*Рассмотрены основные проблемы взаимодействия сортировочной и припортовой станции при обслуживании экспортных вагонов. Выявлено, что процесс взаимодействия сортировочной и припортовой станций при обслуживании экспортных вагонопотоков требует отлаженной технологии работы обеих станций с согласованием использования технических средств и мощностей сортировочной станции как такой, на которую в процессе усовершенствования переходит дополнительная переработка вагонов экспортного следования назначением в порт. Были построены имитационные модели работы сортировочной и припортовой станции по усовершенствованной технологии.*

**Ключевые слова:** сортировочная станция, припортовая станция, экспортные вагонопотоки.

*The current state of international transportation through Ukraine is characterized by the predominance of the part of cargo transported by sea in combination with railways. The share of goods export in the total amount increases annually.*

*The basic problems in collaboration marshalling yards and portside stations in servicing export cars were considered. Found that the process of their interaction requires an established technology of both stations agreed use of technology and facilities such as the sorting station to which the process moves further improving processing export cars in port origin destination.*

*It was built simulation models of marshalling yard and portside stations working for advanced technology. Despite the more time that will spent on picking up carriages at the marshalling yard in total time continuance of staying in the system is reduced due to reduction of*

*the duration of their time staying in portside station caused the exception of the need to conduct there-sorting cars for seaports.*

**Keywords:** *marshalling yards, portside station, exporting traffic volumes.*

**Вступ.** Для сучасного стану міжнародних перевезень територією України характерним є переважаюча частка вантажів, що транспортуються морським транспортом у комбінації із залізничним [1]. Такий спосіб перевезення має певну перевагу над іншими у вигляді відносно низької вартості перевезень, але, зважаючи на великі терміни доставки вантажів морем, є недостатньо конкурентоспроможним для тих випадків, коли великі обсяги перевезень вимагають якнайшвидшої доставки у пункт призначення. Такі випадки характерні для налагоджених торгових ліній між країнами, для транспортних маршрутів, основою яких є стабільно великий обсяг перевезень протягом тривалого часу, що є однією із суттєвих вимог для створення нових і доцільності існуючих міжнародних транспортних маршрутів та напрямків. Зазвичай на таких маршрутах транспортуються високотехнологічні товари та найбільш економічно затребувані вантажі, тому питання термінів доставки для них є актуальною складовою визначення найбільш вигідного варіанта транспортування для вантажовласників. Серед альтернативних морському способів перевезення міжнародних транспортних потоків доцільно розглянути залізничний транспорт, який має ряд значних переваг над морським, хоча значно програє йому у складовій вартості перевезення. Для зазначених вантажів різниця у вартості транспортування між морським і залізничним транспортом багаторазово компенсується набагато більш коротким терміном доставки і економією витрат на зберігання, що і є однією з тих переваг, яка визначає спосіб перевезення налагоджених великих потоків вантажів в умовах активного розвитку міжнародного торгового бізнесу.

На рис. 1, 2 наведено статистичні дані щодо обсягів перевалки вантажів у морських портах України за останні 4 роки та в Одеському морському торговому порту (ОМТП) зокрема. Як видно з рисунків, тенденція зростання загальних обсягів перевалки дещо порушилась у 2016 році, але дані рис. 3 свідчать про стійкий рівень переробки вантажів в ОМТП, в якій переважає частка експортних вантажопотоків з чіткою тенденцією до зростання. Частково така незмінність пояснюється високим рівнем контейнеризації вантажів та його зростанням минулого року на 25 % на Одеському контейнерному терміналі.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Питанням розвитку транспортного комплексу, а також портового потенціалу України були присвячені праці багатьох вітчизняних вчених, але вони не враховують сучасний стан та ринкові умови, що визначають вимоги як до технологічних впроваджень, так і до технічних потужностей інфраструктури. У розробленні завдання управління вагонопотоками значний внесок зробили вчені сучасності та минулого сторіччя, але, зважаючи на орієнтацію України на залучення міжнародних вантажопотоків та стрімку зміну напрямків міжнародного співтовариства країн-учасників перевізного процесу, виникає необхідність створення таких транспортних технологій, які б задовольняли вимоги ефективного здійснення транспортування міжнародних потоків.

**Визначення мети та задачі дослідження.** Зростання обсягів експортних вагонопотоків, що із залізниць прямують морськими сполученнями, вимагає постановки мети розроблення і впровадження нових перспективних технологій функціонування об'єктів залізничного транспорту, приведення їх

технічного оснащення до рівня, що відповідає сучасним обсягам і характеру

вантажопотоків для ефективної взаємодії залізничного і морського видів транспорту.

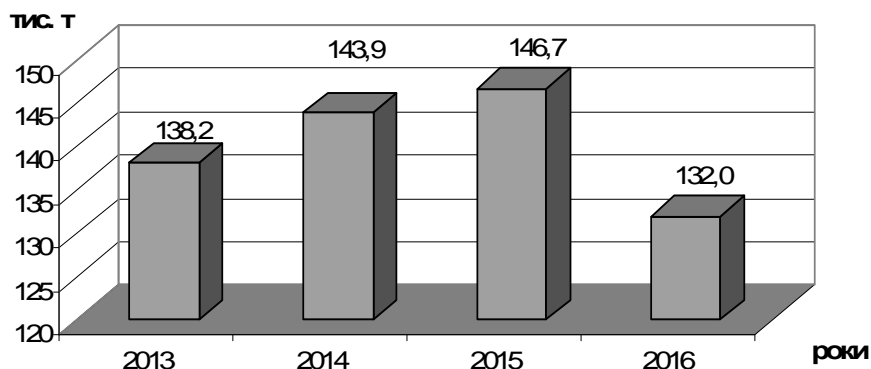


Рис. 1. Перевалка вантажів у морських портах України

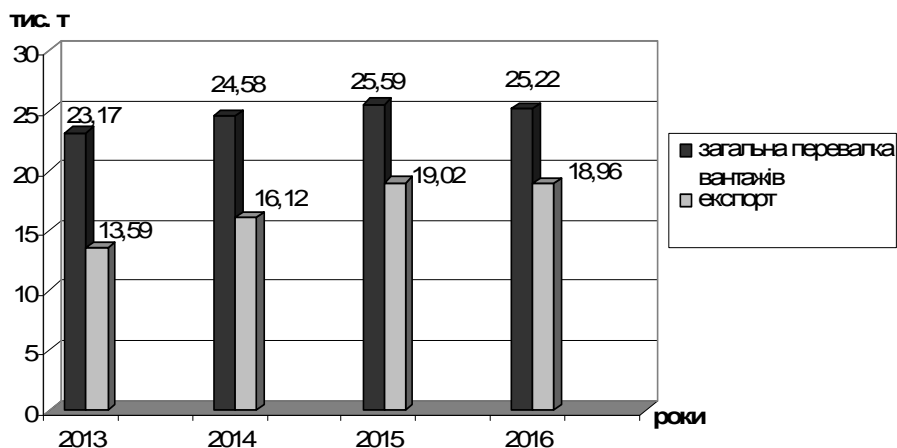


Рис. 2. Обсяги перевалки вантажів ОМТП

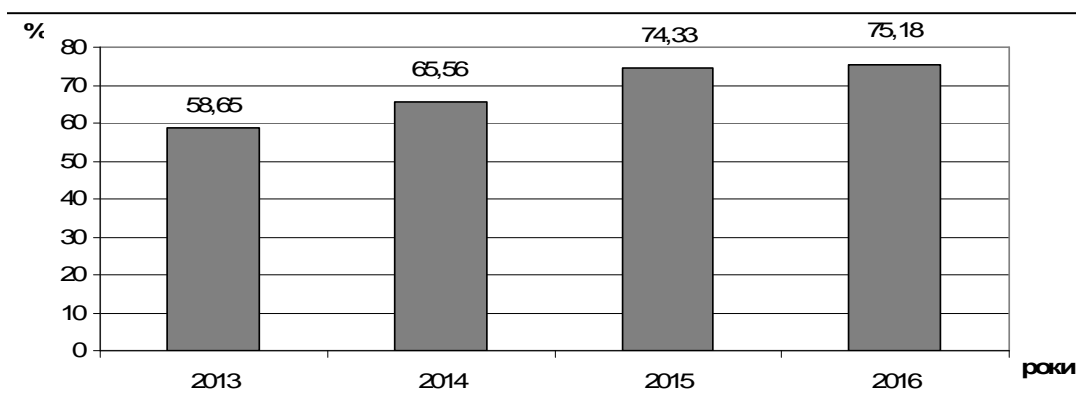


Рис. 3. Частка експортних вантажів у загальній переробці вантажів в ОМТП

Для реалізації поставленої мети необхідно розробити імітаційну модель роботи сортувальної та припортової станцій та визначити вхідні параметри, що формують умови функціонування зазначених станцій та дають можливість дослідити ефективність їх взаємодії у системі «сортувальна станція – припортова станція – районні парки порту».

**Основна частина.** При дослідженні процесів транспортування міжнародних вантажів на території України як морським і залізничним, так і тільки залізничним транспортом, слід особливу увагу приділити обробці експортних вантажів на залізничних станціях, оскільки їх частка у загальному вагонопотоці щорічно зростає, а політика залучення клієнтів до залізниць враховує якість та зручність обслуговування, що не завжди відповідає зручності роботи самої залізниці. Згідно з роботою [2] удосконалення технології роботи сортувальної станції у взаємодії із припортовою при обробці міжнародних вагонопотоків передбачає більш детальне підбирання вагонів на сортувальній гірці не тільки за призначенням на припортову станцію, а й за причалами та вантажними фронтами причалів з метою скорочення тривалості перебування вагонів міжнародного експортного призначення під маневровими операціями з розподілу вагонів на припортових станціях.

Тривале виконання таких операцій на припортових станціях через відсутність сортувальних пристроїв на них та значний вагонопотік, що прямує у порти, зумовлює значні простой вагонів та збільшення тривалості виконання технологічних процесів на станції [3, 4]. Задача визначення доцільності застосування таких заходів на сортувальних станціях зводиться до задачі визначення загальної тривалості перебування вагонів у системі «сортувальна станція – припортова станція – районні парки порту» за запропонованою технологією обробки, яка має бути меншою за тривалість перебування вагонів за

існуючою технологією. Це означає, що незважаючи на більший час, що буде витрачено на підбирання вагонів на сортувальній станції, сумарна тривалість перебування вагонів у системі зменшиться через скорочення тривалості їх перебування на припортовій станції, спричинене виключенням необхідності проводити повторне сортування вагонів для морських портів у загальній сукупності вагонів, які надходять та проходять переробку, а отже, скоротиться термін доставки вагонів до суден.

Для наочного розгляду зазначеної технології було досліджено роботу станцій в Одеському транспортному вузлі, у якому розташовані вісім морських портів, три річкових і три міжнародні поромні переправи і який за наявними та прогнозованими обсягами вантажопотоків, що ним проходять, є одним із найбільших серед транзитних коридорів прямування з південних морів до країн Балтії та Скандинавії. Інтенсивні темпи розвитку акваторії та інфраструктури порту, у тому числі для глибоководних суден, а також спеціалізація порту з обробки контейнерних потоків та наявність технічних потужностей для спеціалізованих та насипних вантажів підвищують значення вузла у міжнародній транзитній транспортній системі країни. Схему Одеського вузла наведено на рис. 4.

Як видно зі схеми підходів до Одеського вузла, до припортової вантажної станції Одеса-Порт, яка обслуговує найбільший позакатегорійний на чорноморському узбережжі Одеський міжнародний торговий порт, надходять вагонопотоки з двох сортувальних станцій – Одеса-Застава I та Одеса-Сортувальна. Враховуючи обсяги вагонопотоків з кожної станції, найбільший інтерес для застосування удосконаленої технології роботи сортувальної станції становить найбільша станція у вузлі – позакласна вузлова сортувальна станція Одеса-Застава I, яка формує найбільші обсяги

вагонів на станцію Одеса-Порт, де відбувається їх подальше направлення як безпосередньо до порту, так і на контейнерний термінал та судноремонтний завод. Саме через наявність різнопланової сортувальної роботи на цій станції, а також через відсутність сортувального пристрою на станції виникає необхідність скорочення кількості технологічних операцій і

тривалості їх виконання з вагонами міжнародного значення, які прямують у порт. Слід зазначити, що з 2003 року припортова станція і порт працюють узгоджено за Єдиним технологічним процесом роботи на основі взаємної інформації та єдиної системи оперативного планування, контролю і аналізу роботи.

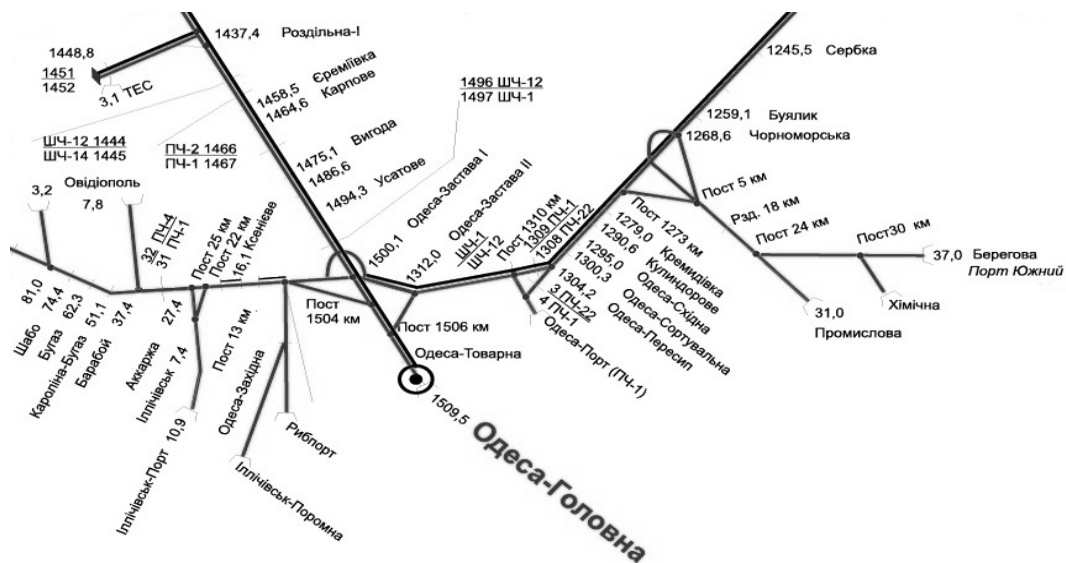


Рис. 4. Схема Одеського вузла

При будівництві припортових станцій їх технічне оснащення у першу чергу спеціалізувалось для переробки імпортних вантажів, кількість яких переважала у другій половині минулого сторіччя над експортними. Але сучасний характер роботи портів змінився із переробки імпорту на експорт. Особливо різко змінився характер роботи на основних портах країни — Південному, Одеському, Іллічівському і Миколаївському. Така різка зміна характеру роботи портів не могла не позначитися негативно на роботі станцій, що їх обслуговують. Окремі припортові вантажні станції наразі не справляються з переробкою необхідних обсягів вантажів. Значно розширилася номенклатура вантажів, що розвантажуються в морських портах. У результаті на залізниці різко

збільшилися обсяги сортувальної і маневрової роботи з підбору і розстановки вагонів на численних фронтах і дільницях портів.

Як показує аналіз [5], технічні потужності припортових станцій при середніх величинах затримок вагонів можуть забезпечити безперебійну роботу лише на 50-70 %, що спричиняє незадовільне забезпечення порту вагонами з урахуванням одночасної обробки суден при їх згущеному підході. У цьому випадку залізницею слід забезпечити достатню кількість вагонів з вантажами виходячи з умови, що судна не повинні простоювати. Ця умова виникає через високу вартість простою суден в очікуванні обробки у порівнянні з вартістю простою вагона приблизно у 10000 разів.

Сортувальна станція Одеса-Застава I має великий колійний розвиток, який складається з 4 приймально-відправних парків, сортувально-відправного парку, парку відстою та шлюзового парку. Місце розташування станції зумовлює характер її роботи – формування поїздів за напрямками Усатове, Одеса-Застава II, Одеса-Товарна, і далі по станціях вузла відбувається обслуговування великої кількості під'їзних колій. Розташування приймально-відправних парків відносно сортувально-відправного та їх спеціалізація щодо напрямків поїздів, що у них обслуговуються, дає змогу відокремити виконання сортувальної роботи з вагонами місцевого призначення від вагонів за іншими напрямками. Так, з 24 колій сортувально-відправного парку (з них 2 ходові та 1 несправна) 12 колій мають спеціалізацію, у тому числі напрямку Одеса-Порт, з яких 4 використовуються тільки для цього призначення, а решта – і на інші напрямки.

Процес функціонування сортувальної станції Одеса-Застава I, характер роботи якої дозволяє розглядати її як і будь-яку іншу сортувальну станцію, яка формує поїзди на припортову станцію, було покладено в основу створення імітаційної моделі у мережах Петрі з метою дослідження як технологічних процесів на станції, так і визначення тих технологічних параметрів, значення яких формують основу визначення доцільності впровадження удосконаленої технології обробки міжнародних вагонопотоків на цій станції. До таких параметрів належать ті, що кількісно залежать від проведення удосконаленої технології і за своїми значеннями відрізняються від аналогічних, визначених при існуючій технології: загальна тривалість перебування експортних вагонів у системі «сортувальна станція – припортова станція – районні парки порту» (зокрема тривалість перебування вагонів на сортувальній станції під сортуванням,  $t_{обр}^{cc}$ ; тривалість

обробки вагонів на вантажній припортовій станції,  $t_{обр}^{cc}$ ), зайнятість колій сортувального парку сортувальної станції,  $z$ ; резерв переробної спроможності припортової станції,  $N_{рез}$ ; кількість груп для подачі та величина кожної групи призначенням на причали та вантажні fronti порту, відповідно  $n_{под}, m_{под}$ ). Визначення цих параметрів проводиться шляхом задання умов функціонування станції та дослідження їх змін, викликаних застосуванням тих умов, що формують процес застосування удосконаленої технології роботи станції.

Розглядаючи такий параметр, як тривалість руху вагонопотоків, як зовнішній некерований параметр для системи «сортувальна станція – припортова станція – районні парки порту» доцільним є управління таким параметром, як тривалість перебування вагонів у переробці на сортувальній станції. Тому ефективність роботи системи накладає допустимі межі значень цієї величини як на зовнішній керований параметр техніко-технологічних характеристик функціонування сортувальної станції.

Дослідження функціонування системи доцільно проводити у два етапи: спочатку проводити моделювання роботи сортувальної станції з аналізом отриманих значень, а потім окремо припортової. Такий спосіб зумовлений особливостями побудови моделей у мережах Петрі при необхідності отримання результатів моделювання на кожному його етапі, що має принципове значення. Так, деякі вихідні параметри при моделюванні роботи сортувальної станції є вхідними даними для проведення моделювання роботи припортової вантажної станції (зокрема, кількість та склад поїздів, сформованих на сортувальній станції призначенням на припортову).

Процес імітаційного моделювання передбачає наявність вихідних даних, що формують умови для проведення моделю-

вання. Серед сукупності технічних та технологічних показників роботи станцій для проведення моделювання роботи сортувальної станції вхідними параметрами є:

- 1) розмір вхідного поїздопотоку на станцію,  $N_{ex}^{cc}$ ;
- 2) частка експортних вагонів у цих поїздах призначенням у порти через припортову станцію,  $\delta$ ;
- 3) кількість парків та колій у них для приймання поїздів, відповідно  $p^{cc}$  та  $n_p^{cc}$ ;
- 4) кількість маневрових локомотивів, які працюють на сортувальній станції,  $L_{cc}$ ;
- 5) кількість колій у сортувальному парку станції, на які можливий розпуск составів,  $n_c^{cc}$ .

Для проведення моделювання роботи припортової станції вхідними параметрами є:

- 1) розмір вхідного поїздопотоку на припортову станцію,  $N_{ex}^{6c}$ ;
- 2) частка експортних вагонів у цих поїздах призначенням у порти через припортову станцію,  $\delta$ ;
- 3) кількість колій для приймання поїздів, та  $n_p^{6c}$ ;
- 4) кількість маневрових локомотивів, які працюють на припортовій станції,  $L_{6c}$ ;
- 5) кількість колій у сортувальному парку станції, на які можливий розпуск составів,  $n_c^{6c}$ .

Фрагменти імітаційних моделей наведено на рис. 5, а, б.

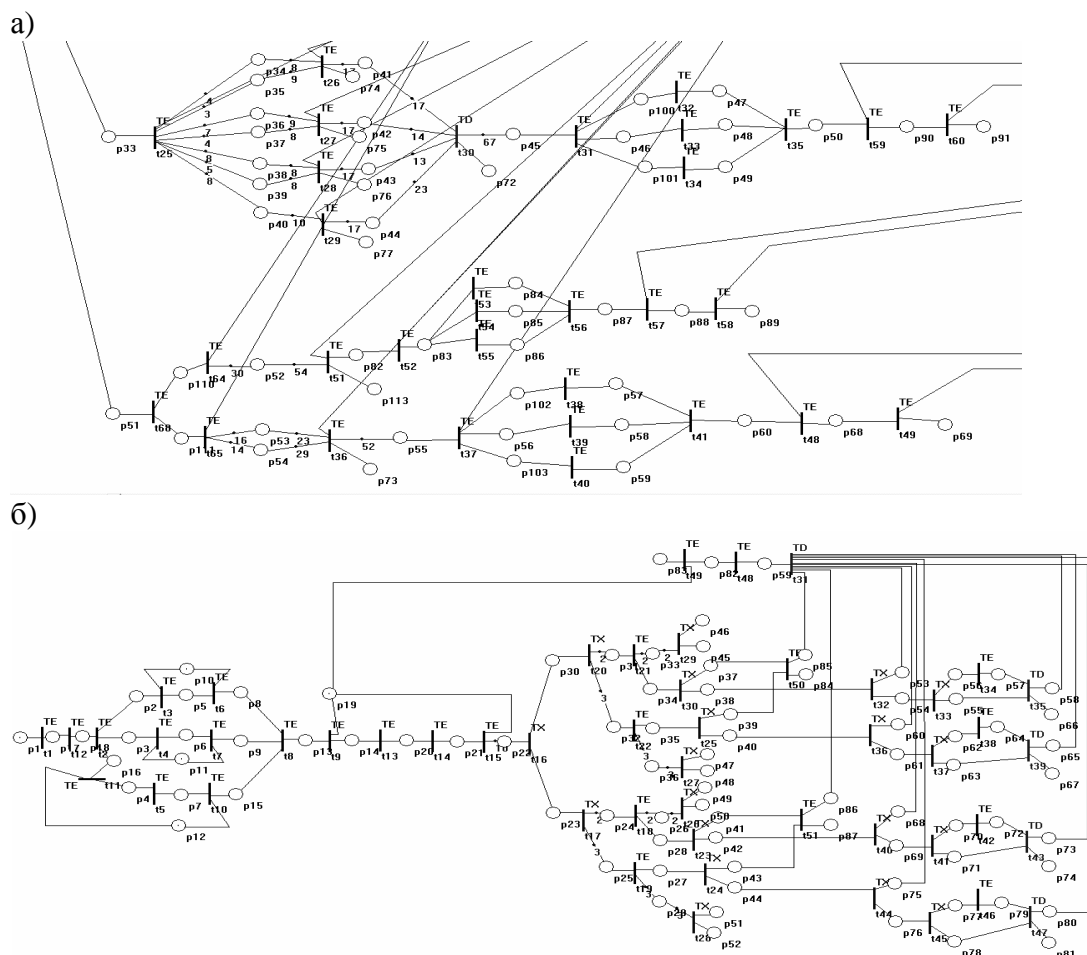


Рис. 5. Фрагменти імітаційної моделі роботи:  
а – сортувальної станції, б – припортової станції

Існуюча технологія роботи припортової станції передбачає відокремлення сортувальної роботи з місцевими вагонами та вагонами призначенням у порт ще під час обслуговування состава поїзда у парку приймання, коли оператор СТЦ та диспетчер залізничної служби порту окремо один від одного проводять розмітку вагонів згідно з поїзними документами та натурним листом. Із загальних 109 хв обробки поїзда по прибутті, які відводяться технологічним процесом роботи припортової станції, операції з обробки документів на вагони призначенням у порт, що можна проводити тільки послідовно з іншими технологічними операціями, проводяться протягом 30-40 хв. Це означає, що підбір груп експортних вагонів для порту на сортувальній станції та подальше їх транспортування окремими передаточними поїздами не тільки прискорить процес переробки таких вагонів у системі «сортувальна станція – припортова станція – районні парки порту», а й значно скоротить простої місцевих вагонів на припортовій станції завдяки виключенню очікування та безпосередньо виконання операцій з обробки документів на експортні вагони. У свою чергу, збільшення подач на вантажні фронти порту збільшить розрахункову тривалість перебування вагонів на вантажному фронті у користуванні портом, але зменшить кількість таких подач, а отже, приведе до скорочення обсягів маневрової роботи на припортовій станції з моменту закінчення операцій по прибутті до моменту подавання груп вагонів на вантажні фронти порту та обсягів маневрової роботи у самому порту завдяки зменшенню кількості перестановок груп вагонів.

Геополітичне розташування Одеської залізниці та станцій на ній дає змогу гнучко змінювати технологію роботи сортувальних станцій на основі оптимального завантаження технічних пристроїв та розвитку інформаційної взаємодії з припортовими станціями і клієнтурою. В

основу інформаційної взаємодії сортувальної станції з припортовою слід покласти електронний документообіг натурного листа та електронної накладної, які на даний час є основою для сортування і розподілу вагонопотоків на обох станціях. Це дозволить під час сортування вагонів підбирати подачі з вагонів не тільки у порт, а й під окремий причал і навіть судно. В одному інформаційному просторі необхідно задіяти сортувальні та припортові станції. Це значно підвищить пропускну спроможність припортових станцій і збільшить обробку експортних вагонів у портах. Таким єдиним інформаційним середовищем для обох станцій можуть стати автоматизовані робочі місця маневрового диспетчера сортувальної станції та диспетчера залізничної служби порту припортової станції, створені на основі електронного документообігу між ними з базою, яка також поєднає у собі інформацію про стан обробки кожного експортного вагона у системі та інформацію про причал або вантажний фронт, на який прямує вагон. Згідно з Угодою про міжнародне вантажне сполучення при перевезенні експортних та імпорتنих вантажів, які прямують через морські порти або прикордонні передавальні станції залізниць України в непрямому міжнародному сполученні, у графі 4 накладної відправник має зробити, а працівник припортової станції, який оформляє перевізні документи, перенести у дорожню відомість і корінець дорожньої відомості у графу «Одержувач» одну з таких позначок:

- при перевезенні експортних вантажів через морські порти – «Для вивезення водним транспортом у ... (зазначається країна і порт призначення)»;

- при перевезенні імпорتنих вантажів через морські порти – «ввезено водним транспортом з ... (вказується країна, порт відправлення)».

Вантажовідправник має право робити у графі 4 інші, не встановлені відповідними



правилами перевезень вантажів на залізничному транспорті, позначки.

Тому для забезпечення якісного підбору груп вагонів за причалами та вантажними фронтами пропонується використання цієї графі для заповнення в єдиному інформаційному просторі.

**Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку.** Процес взаємодії сортувальної та припортової станції при обслуговуванні експортних вагонопотоків вимагає налагодженої технології роботи обох станцій з узгодженням використання

технічних засобів та потужностей сортувальної станції як такої, на яку у процесі удосконалення переходить додаткова переробка вагонів експортного походження призначенням у порт. Рациональне використання кількості та місткості колій сортувального парку, маневрових локомотивів, скорочення тривалості виконання технологічних операцій у системі «сортувальна станція – припортова станція – районні парки порту» визначають ефективність функціонування самої системи та залізниці в цілому.

### *Список використаних джерел*

1. Стратегія розвитку морських портів України на період до 2038 року [Електронний ресурс]: розпорядження Кабінету Міністрів України 11.07.2013 р. № 548. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua>.
2. Шелехань, Г. І. Удосконалення підходу до розрахунку раціональних параметрів процесу обробки вагонопотоків у системі «Сортувальна станція – вантажна станція – районні парки порту» [Текст] / Г. І. Шелехань // Транспортные системы и технологии перевозок. – 2015. – № 9. – С. 72-78.
3. Lu Zhen. Modeling of yard congestion and optimization of yard template in container ports [Text] / Lu Zhen // Transportation Research Part B: Methodological, 2016. - Volume 90. – P. 83-104.
4. Óscar Álvarez-SanJaime, The impact on port competition of the integration of port and inland transport services [Text] / Óscar Álvarez-SanJaime, Pedro Cantos-Sánchez, Rafael Moner-Colonques, José J. Sempere-Monerris // Transportation Research Part B: Methodological, 2016. - Volume 80. – P. 291-302.
5. Болотный, В. Я. Совершенствование схем и технологии работы железнодорожных станций [Текст]: учеб. пособие для вузов / В. Я. Болотный. – М.: Транспорт, 1986. – 280 с.

---

Шелехань Ганна Ігорівна, асистент кафедри залізничних станцій та вузлів Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (066) 141-54-05. E-mail: shelekhan@email.ua.

Продашук Микола Вікторович, студент факультету математики і інформатики Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Тел. (095) 449-71-18. E-mail: np2099@mail.ru.

Anna Shelekhan, Assistant of the Railway Stations and Junctions Department, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel. 066-141-05 E-mail: shelekhan@email.ua.

Mikola Prodaschuk, student of Faculty of Mathematics and Informatics in V.N. Karazin Kharkiv National University. Tel. (095) 449-71-18. E-mail: np2099@mail.ru.

Стаття прийнята 27.03.2017 р.