

## ПІДХОДИ ДО ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ПРИКОРДОННИХ СТАНЦІЙ НА ОСНОВІ РОЗРОБКИ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Проаналізовано технологію роботи прикордонних станцій та визначені шляхи до її вдосконалення. На основі мереж Петрі розглянуто можливість формування системи підтримки прийняття рішень.

Проанализирована технология работы пограничных станций и определены пути к её совершенствованию. На основе сетей Петри рассмотрена возможность формирования системы поддержки принятия решений.

The technology of work of boundary stations is analysed and ways to its perfection are determined. On the basis of Petry networks the opportunity of formation of system of decision-making support is considered.

### Постановка завдання

Для забезпечення стійкої роботи залізничного транспорту необхідний пошук ефективних інструментів впливу на транспортний ринок. Успіх тут набагато залежить від впровадження нових технологій організації роботи станцій, застосування сучасного обладнання для досягнення найбільшої ефективності їх роботи. Виникає необхідність постійного вдосконалення організації експортно-імпортних і транзитних перевезень, які виконують залізниці з передачею вантажів через сухопутні прикордонні переходи та перевалкою їх у морських портах, оптимізації взаємодії залізниць з митними, прикордонними та іншими державними органами та з іноземними залізницями. Таким чином, треба проаналізувати існуючу технологію роботи прикордонних станцій з метою виявлення недоліків у роботі та розглянути сучасні підходи до її вдосконалення.

### Аналіз останніх досліджень

Питанням удосконалення роботи прикордонних станцій присвячені роботи [1, 2], в яких розглянуто використання нових технологій, а саме: інформаційно-аналітичної системи узгодженого підводу вагонів і вантажів до пунктів призначення «Грузовой експрес», нових версій автоматизованих систем управління прикордонними станціями з використанням сучасних мережевих протоколів обміну, WEB-технологій, системи попереднього декларування вантажів. Також запропоновано виконання комерційного та технічного огляду поїздів сумісно бригадами двох сусідніх держав (станція Печори-Псковські Російської залізниці). Така

технологія дозволила проводити огляд вагонів тільки один раз, виключаючи повторний огляд складів на території Естонії, а також забезпечила вирішення питань, пов'язаних із збереженням вантажів [2].

Згідно з [3], робота прикордонної передавальної станції являє собою взаємодію трьох технологічних ліній: переробку експортно-імпортного вагонопотоку, обробку перевізних документів та інформаційне забезпечення функціонування станції. Виявлено, що на абсолютну пропускну спроможність підсистем «приймання» та «відправлення» в цілому впливає система обробки документів, для вдосконалення якої запропонована організація максимальної паралельної обробки перевізних документів всіма причетними службами за допомогою об'єднаних робочих місць.

В той же час автори не враховували нечіткість вхідної інформації, яку обробляє людина. Виникає потреба в аналізі великого обсягу даних, що спричиняє ряд проблем, пов'язаних з можливостями людини оперувати з потоком інформації та оперативності прийняття відповідних рішень. Тут доцільне впровадження ситуаційної системи підтримки прийняття рішень, що дозволяє оптимізувати технологічний процес обробки складів на прикордонних станціях.

### Вирішення наукового завдання

Аналіз сучасної технології роботи прикордонних станцій показав, що на деяких прикордонних станціях (Куп'янськ-Сортувальний, Харків-Сортувальний) нещодавно пункти комерційного огляду були облаштовані автоматизованою системою комерційного огляду поїздів

і вагонів, яка дозволяє проводити комерційний огляд составів у процесі їх руху з моніторів, встановлених у приміщеннях працівників ПКО. Ця система дозволила скоротити комерційний огляд поїздів у середньому на 20 хвилин.

Суттєво відзначити, що в останній час має місце тенденція скорочення часу огляду поїздів митними органами. Але поки ще нешироко застосовується вибіркового митний контроль на кордоні з використанням системи аналізу управління ризиками таким чином, щоб звести до мінімуму огляд вагонів на прикордонних станціях, а значить, зменшити їх простої, з одночасним посиленням митного контролю на станціях відправлення та призначення вантажів. Аналіз технології перетинання вагонами прикордонних станцій показав, що не завжди доцільно виконувати повторний митний огляд вантажів на шляху прямування та в місцях їх відправлення з митної території України на умовах пред'явлення перевізником акта митного огляду митників станції відправлення, цілісності контейнерів, кузовів, запірно-пломбувальних пристроїв (пломб), а також відсутності в перевізних документах незавірених виправлень або ознак підробки. Але, на жаль, це можливо застосувати тільки при внесенні відповідних змін до Митного кодексу України.

Аналіз технології залізничних вантажних перевезень при перетинанні кордону України показав, що сучасні методи передбачають перевантаження вантажів з вагонів колії 1435 мм у вагони колії 1520 мм і навпаки (ст. Чоп, Мостиська-2, Ягодин) та перестановку візків вагонів. У зв'язку з цим на таких прикордонних станціях виконується більше в порівнянні з вантажними станціями, що не передбачають перевантажувальні роботи, число додаткових технічних та вантажних операцій, більша частина з яких має значну тривалість. Так, час обробки вагонів на прикордонній перевантажувальній станції в 1,5 рази більший, ніж на вантажних. Це обумовлено особливостями організації міжнародних перевезень, в тому числі виконанням приймально-здавальних операцій з вантажами, великими витратами часу на перевантажувальні операції, простоями вантажних вагонів колії 1435 мм в очікуванні підводу порожніх вагонів колії 1520 мм.

Тривалість перевантаження вагонів, наприклад, на станції Чоп Львівської залізниці складає 387 хв. На деяких станціях (Ягодин, Мостиська-2) цей процес часто досягає декількох діб. Загальна тривалість обробки поїзда з пере-

становкою візків складає в середньому 7 годин, в тому числі сама перестановка візків – 300 хв.

В цій ситуації можливо розглянути застосування візків з саморегульованою колісною парою SUW 2000-1 та автоматичним колієпровідним пристроєм нового покоління, який забезпечує зміну ширини колії колісної пари в автоматичному режимі в процесі руху поїзда. Тут постає питання про розробку та впровадження нової технології – Intergauge, яка має зменшити тривалість виконання операцій, пов'язаних з перетином кордону вантажними поїздами. В результаті час на обробку поїзда з використанням розсувних колісних пар SUW-2000-1 складає 220 хв, що значно менше, ніж при застосуванні існуючих технологій [4].

При зростаючих обсягах перевезень продовжуються значні простої вагонів і составів із зовнішньоторговельними вантажами в очікуванні подачі до фронту вивантаження в порти. Основними причинами цих простоїв, які приносять залізницям значні збитки в умовах дефіциту вантажних вагонів, є відсутність узгодженої технології навантаження та підводу вантажів до портів, пов'язаної з підводом судів, відсутність вільних місць на причалах і в складах порту, а також незадовільна організація роботи за прямим варіантом перевантаження «вагон – борт судна».

Необхідно відмітити, що на роботу портів значно впливають природні явища, наприклад, різке посилення вітру або випадіння великих осадів, що призводить майже до припинення роботи порту і, у зв'язку з цим, до довготривалого очікування вагонами перевантаження на припортових станціях.

Одним із напрямків удосконалення роботи прикордонних станцій є впровадження електронного інформаційного обміну між митними та залізничними органами, що дозволить скоротити час, необхідний для обробки вантажів та здійснення митного контролю на залізничних пунктах пропуску, зменшити простої вагонів, пов'язаних з невірним або неточним оформленням транспортних документів, формувати на основі придбаної попередньої інформації необхідні для митних цілей документи

Вагомий ефект для збільшення пропуску поїздів через прикордонні станції дає використання промислового телебачення. Воно дозволяє вести спостереження за прибуттям і відправленням поїздів. Монітори спостереження встановлюють у приміщеннях прикордонної служби. Впровадження телеспостереження на

станціях дозволить організувати паралельну обробку составів, скоротити простої поїздів з експортними вантажами за рахунок вивільнення штату прикордонників, зайнятих на охороні території станції для виконання огляду поїздів. Час на обробку поїзда може зменшитися зі 100 до 10 хв. Систему відеоспостереження треба впроваджувати на всіх крупних прикордонних станціях.

Сучасні умови організації роботи прикордонних станцій передбачають масштабне використання систем електронного документообігу, завдяки яким можливо одержувати дані про поїзний стан на підходах до прикордонних станцій, стан накопичення вагонів на состав поїзда та інше. При великому масиві даних виникає питання оперативності прийняття доцільних рішень, які приймає людина-оператор, і разом з цим розглянути впровадження ситуаційної системи підтримки прийняття рішень. Завдяки таким системам в оперативному режимі видаються рішення у зрозумілому для людини форматі з урахуванням нечіткості в роботі та у зв'язку з цим зменшується час на аналіз відповідної ситуації, розроблення стратегії, наприклад, по відправленню поїзда з прикордонної станції до іншої держави.

В результаті аналізу технології роботи прикордонних станцій встановлено, що основні компоненти технологічного процесу на більшості таких станцій мають однакові риси. Тому запропоновано розглянути одну з ланок технологічного процесу – модель обробки транзитного вагонопотоку з переробкою по прибуттю на прикордонну станцію, що відображена в мережах Петрі (рис. 1). Модель дає можливість вивчення динаміки функціонування системи та її поведінки при різноманітних початкових умовах і відповідно організувати роботу таким чином, щоб зменшилися простої вагонів по окремих елементах системи.

Мережа Петрі є різновидом орієнтованого графа. Структура мережі задається згідно [5, 6] набором

$$N = (P, T, F, W, M_0),$$

де  $P$  – кінцева безліч позицій;  
 $T$  – кінцева безліч переходів;  
 $F$  – відношення інцидентності;  
 $W$  – кратність дуги;  
 $M_0$  – початкове маркування.

Модель обробки транзитного вагонопотоку з переробкою по прибуттю на прикордонну станцію має наступні умови:

$p_1$  – наявність поїздопотоку на коліях прийому;  
 $p_2$  – состав готовий до технічного огляду;  
 $p_3$  – состав готовий до комерційного огляду;  
 $p_4$  – состав готовий до митного огляду;  
 $p_5$  – пересилка перевізних документів до СТЦ по прибуттю;  
 $p_6$  – наявність вільного оператора СТЦ по прибуттю;  
 $p_7$  – документи обробляються в СТЦ по прибуттю;  
 $p_8$  – документи готові до обробки в ПрикордонТЕК;  
 $p_9$  – наявність вільної бригади технічного огляду;  
 $p_{10}$  – виконується технічний огляд вагонів;  
 $p_{11}$  – наявність вільної бригади комерційного огляду;  
 $p_{12}$  – виконується комерційний огляд вагонів;  
 $p_{13}$  – наявність вільних працівників митної служби;  
 $p_{14}$  – виконується митний огляд вагонів;  
 $p_{15}$  – наявність вільного оператора ПрикордонТЕК;  
 $p_{16}$  – документи обробляються в ПрикордонТЕК;  
 $p_{17}$  – документи готові до обробки в контролі передач;  
 $p_{18}$  – состав готовий до розформування після технічного огляду;  
 $p_{19}$  – состав готовий до розформування після комерційного огляду;  
 $p_{20}$  – состав готовий до розформування після митного огляду;  
 $p_{21}$  – наявність вільного оператора ЕОМ;  
 $p_{22}$  – документи обробляються в конторі передач;  
 $p_{23}$  – документи готові до обробки в карантинній службі;  
 $p_{24}$  – наявність вільного інспектора карантинної служби;  
 $p_{25}$  – документи обробляються в карантинній службі;  
 $p_{26}$  – документи готові до обробки в екологічній службі;

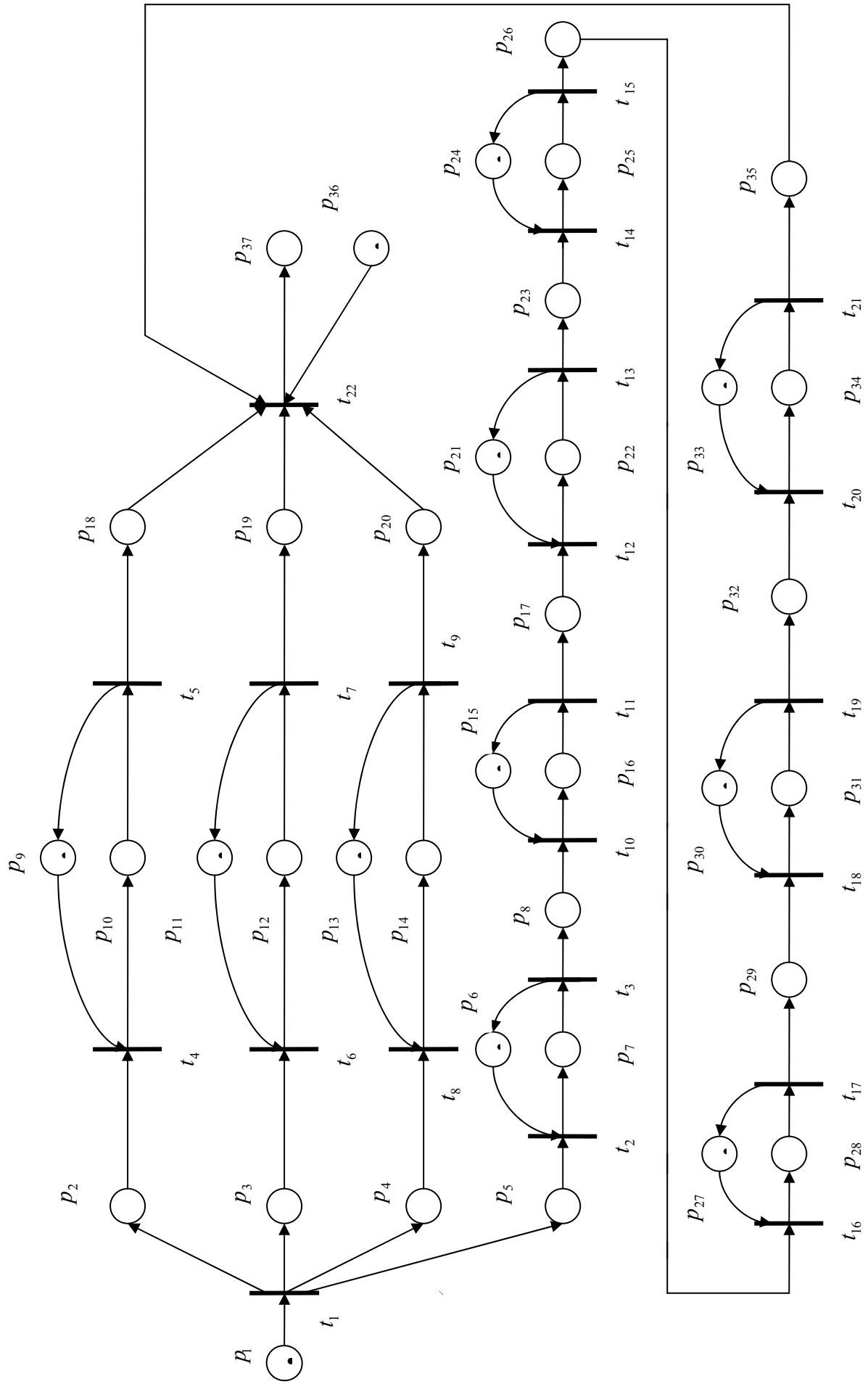


Рис. 1. Модель обработки транзитного вагонопотоку з переробкою по прибуттю на прикордонну станцію

$p_{27}$  – наявність вільного інспектора екологічної служби;

$p_{28}$  – документи обробляються в екологічній службі;

$p_{29}$  – документи готові до обробки деклараціями;

$p_{30}$  – наявність вільного декларанта;

$p_{31}$  – документи обробляються декларантами;

$p_{32}$  – документи готові до обробки в митній службі;

$p_{33}$  – наявність вільного інспектора митної служби;

$p_{34}$  – документи обробляються в митній службі;

$p_{35}$  – наявність документів оброблених усіма причетними службами;

$p_{36}$  – наявність вільного локомотива;

$p_{37}$  – наявність складу, що насувається на витяжку.

При цьому можуть відбуватися наступні події:

$t_1$  – відчеплення локомотива, огороження складу;

$t_2$  – початок обробки документів у СТЦ;

$t_3$  – обробку документів у СТЦ закінчено;

$t_4$  – початок технічного огляду складу;

$t_5$  – технічний огляд закінчено;

$t_6$  – початок комерційного огляду складу працівниками ПКО;

$t_7$  – комерційний огляд закінчено;

$t_8$  – початок митного огляду складу працівниками митниці;

$t_9$  – митний огляд закінчено;

$t_{10}$  – початок обробки документів у ПрикордонТЕК;

$t_{11}$  – обробку Документів у ПрикордонТЕК закінчено;

$t_{12}$  – початок обробки документів у конторі передач;

$t_{13}$  – обробку документів у конторі передач закінчено;

$t_{14}$  – початок обробки документів у карантинній службі;

$t_{15}$  – обробку документів у карантинній службі закінчено;

$t_{16}$  – початок обробки документів в екологічній службі;

$t_{17}$  – обробку документів в екологічній службі закінчено;

$t_{18}$  – початок обробки документів декларантами;

$t_{19}$  – обробку документів декларантами закінчено;

$t_{20}$  – початок обробки документів у митній службі;

$t_{21}$  – обробку документів у митній службі закінчено;

$t_{22}$  – зняття огороження, заїзд локомотива.

### Висновки

Таким чином, запропоновано вдосконалення технології роботи прикордонних станцій шляхом розробки системи підтримки прийняття рішень, що дозволяє оптимізувати процес приймання та відправлення поїздів з таких станцій, використовуючи існуючі потужності та зменшити простої вагонів. Одну з ланок технологічного процесу формалізовано на основі мереж Петрі, що дає можливість вивчення структури та динамічного поводження системи.

### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Ивлев, С. Л. На основе реконструкции и новых технологий. Опыт станции Печоры-Псковские [Текст] / С. Л. Ивлев // Железнодорожный транспорт. – 2006. – № 7. – С. 17-21.
2. Ромашкова, Г. М. Совершенствование передачи грузов через пограничный переход [Текст] / Г. М. Ромашкова, Д. В. Железнов, Н. О. Азбукин // Железнодорожный транспорт. – 2006. – № 7. – С. 28-30.
3. Титов, Н. Ф. Повышение эффективности функционирования технических пограничных станций железных дорог Украины [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / Н. Ф. Титов. – Х.: ХарДАЗТ, 1999.
4. Intergauge-технологія – шлях інтеграції залізниць країн СНД та Європейського Співтовариства [Текст] / В. О. Шиш та ін. // Залізничний транспорт. – 2006. – № 4. – С. 3-8.
5. Питерсон, Д. Теория сетей Петри и моделирование систем [Текст] / Д. Питерсон. – М.: Мир, 1984. – 254 с.
6. Котов, В. Е. Сети Петри [Текст] / В. Е. Котов. – М.: Наука, 1984. – 157 с.

Надійшла до редколегії 16.07.2008.