

Формування автоматизованої технології управління вагонопотоками при здійсненні міжнародних перевезень

Ганна Бауліна

*Український державний університет залізничного транспорту
м. Харків, Україна*

I. ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ ПРИКОРДОННИХ СТАНЦІЙ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Ефективність організації міжнародних перевезень вантажів значною мірою залежить від злагодженої організації роботи прикордонних передавальних станцій, що мають забезпечувати раціональну технологію переробки експортно-імпортного вагонопотоку. При цьому потужність технічних засобів станції не просто повинна забезпечувати заданий обсяг роботи по переробці вагонопотоку, а й здійснити це в оптимальному техніко-економічному режимі, забезпечити умови для найкращого використання вагонів, маневрових локомотивів та інших засобів.

Прикордонним станціям належить важлива роль у забезпеченні нормальних взаємовідносин із закордонними країнами в умовах ринкової економіки, через які проходять близько 60% імпортних і більш ніж 40% експортних вантажів, перевезених у міжнародних сполученнях.

Залізниці України безпосередньо взаємодіють із залізницями Білорусі, Російської Федерації, Молдови, Словаччини, Польщі, Угорщини та Румунії, а через залізнично-морські переправи – з Болгарією та Туреччиною (рисунок 1). Для участі в міжнародних (транзитних) перевезеннях Україна має 22,3 тис. км експлуатаційної протяжності магістральних залізниць, які проходять через три міжнародні транспортні коридори.

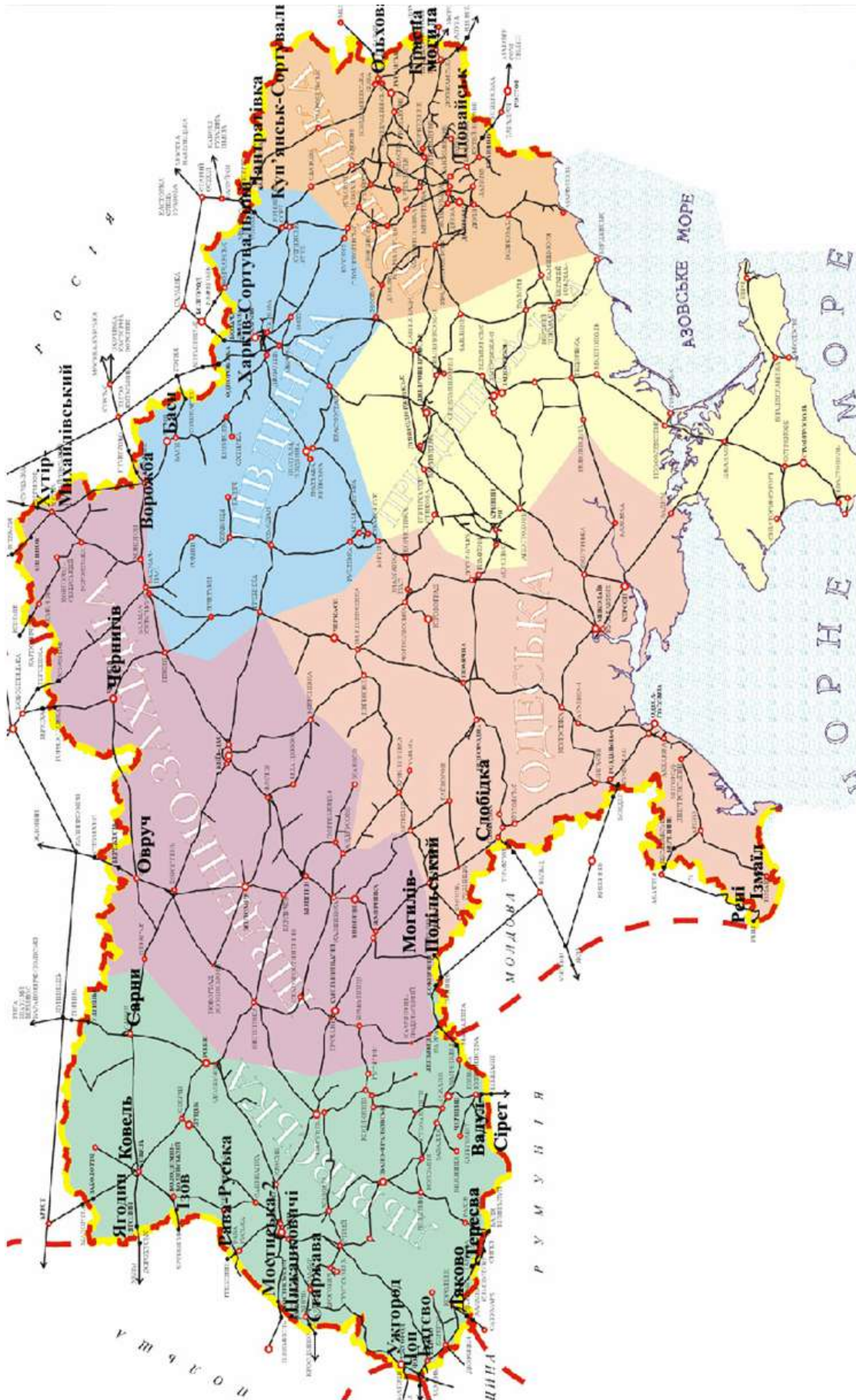


Рисунок 1 – Схема розташування прикордонних передавальних станцій на залізницях України

Майже 80% транзитних потоків входять в Україну саме через сухопутні залізничні переходи. В основному, це імпорتنі вантажі з Білорусі, Росії, Казахстану, які прямують у Словаччину, Угорщину, Австрію, Чехію, Румунію, а також через порти в інші країни світу.

На прикордонних передавальних станціях забезпечується виконання встановлених розмірів руху, операцій з прийому, відправлення, розформування і формування поїздів, технічного та комерційного оглядів і ремонту вагонів, перевантаження вантажів, перестановки візків, а також прикордонного, митного, ветеринарного, фітосанітарного, екологічного, санітарно-епідеміологічного контролів.

Передача вагонів і контейнерів з вантажами виконується щодня та цілодобово. Конкретний порядок передачі рухомого складу, перевірка перевізних документів і даних поїзної передавальної відомості, внесення змін, доповнень та узгодження передавальної відомості здійснюється протягом часу, встановленого технологічним процесом роботи прикордонної передавальної станції. Для здійснення зазначених функцій на передавальних станціях працюють контори передачі та прикордонні транспортно-експедиторські контори.

Скорочення часу приймання-передачі експортно-імпортного вагонопотоку через кордон можна досягти за рахунок проведення технічного, комерційного та митного оглядів лише один раз на території країни, що здає вантаж за участю працівників обох суміжних залізниць. Для втілення даних заходів на залізницях та митницях сусідніх держав мають існувати однакові вимоги та нормативи щодо контролю стану вагонів та вантажів.

На об'єднаних передавальних станціях технічні, комерційні, перевантажувальні операції, прикордонний та митний контроль виконуються спільно агентами обох країн, що прискорює обробку вагонів та скорочує їх простої. Аналіз сучасної технології роботи прикордонних станцій показав, що на багатьох станціях (Куп'янськ-Сортувальний, Харків-Сортувальний та інших) пункти комерційного огляду (ПКО) 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.

Прикордонні передавальні станції можуть бути безперевантажувальними (станції Куп'янськ-Сортувальний, Хутір-Михайлівський, Харків-Сортувальний) та перевантажувальними (станції Чоп, Мостиська-2, Ягодин). При безперевантажувальному способі передачі вагон з вантажем прослідує через прикордонну станцію без перевантаження незалежно від того, однакову або різну ширину колії мають суміжні залізниці.

Прикордонні перевантажувальні станції мають свої особливості, основною з яких є наявність перевантажувальних операцій із вагонів колії 1435 мм у вагони колії 1520 мм. Час обробки вагонів на таких станціях в 1,5 рази більший, ніж на вантажних. Передачу вантажів та вагонів, а також перевантаження вантажів із вагонів вузької колії у вагони колії 1520 мм і навпаки, перестановку візків виконують на прикордонній перевантажувальній станції приймаючої залізниці. В окремих випадках за взаємним погодженням обох країн ці операції можуть здійснюватись і на прикордонній станції сторони, що здає.

На перевантажувальних прикордонних станціях передача вантажів із колії 1435 мм на колію 1520 мм може здійснюватися різними способами:

- перевантаження у вагони іншої колії (найбільш розповсюджений спосіб);
- заміна візків у вагонів, які передаються на колію іншої ширини;
- застосування візків з саморегульованою колісною парою SUW 2000 та автоматичним коліспровідним пристроєм, що забезпечує зміну ширини колії колісної пари в автоматичному режимі в процесі руху поїзда.

Перший спосіб найбільш тривалий – середній час перевантаження вагонів, наприклад, на станції Чоп регіональної філії «Львівська залізниця» складає 387 хв. На деяких станціях (Ягодин, Мостиська-2) цей процес часто досягає декількох діб.

Заміна візків у складах найбільше поширення отримала при пасажирських перевезеннях. Але для вантажних вагонів цей засіб також використовують (станція Чоп), що займає, на відміну від пасажирських, багато часу. Якщо при пасажирських перевезеннях заміна візків проводиться відразу в усіх вагонах поїзда одночасно приблизно за 40 хвилин, то у вантажних поїздах ця процедура здійснюється послідовно для кожного вагона, що складає в сприятливих умовах біля 20 хвилин на один вагон. Загальна тривалість обробки поїзда з перестановкою візків складає в середньому 7 годин, в тому числі сама перестановка візків – 300 хв [1].

Проведенні дослідження доводять, що на прикордонних станціях існують значні простої вагонів. Обумовлено це переважно:

- виявленням та усуненням причин неприймання вагонів суміжною стороною;

- наднормативною тривалістю прикордонно-митних операцій;

- відсутністю чіткої взаємодії між залізничними, прикордонними, митними та іншими контролюючими органами;

- затриманням вагонів різними контролюючими службами;

- очікуванням виконання технологічних операцій;

- очікуванням навантажених вагонів колії 1435 мм підводу та подачі порожніх вагонів колії 1520 мм.

- невідповідністю сучасним вимогам програмного забезпечення автоматизованих робочих місць (АРМ) оперативного персоналу, що не дає змогу приймати раціональні оперативні рішення у складних непередбачуваних ситуаціях.

Простій затриманих вагонів на прикордонних передавальних станціях призводить до нераціонального невиробничого використання колійного розвитку станції, додаткового використання локомотивного і вагонного парку, сортувальних пристроїв, скорочення пропускної спроможності напрямів, що зв'язують сусідні держави або декілька країн СНД, збільшення часу обороту вагонів [2].

Величина простою вагона, яка безпосередньо впливає на ефективність використання вагонного парку, має суттєве значення для експлуатаційної діяльності регіональних філій. Динаміка простою транзитного та місцевого вагонів на прикордонній станції Чоп регіональної філії «Львівська залізниця» за місяцями за період з 2018 по 2020 роки наведена на рисунках 2 та 3. Аналіз наведених діаграм свідчить про зростання середнього показника простою транзитних та місцевих вагонів на прикордонній станції за відповідний період.

Продовжуються значні простої вагонів і составів із зовнішньоторговельними вантажами в очікуванні подачі до фронту вивантаження в портах. 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 суден, відсутність вільних місць на причалах і в сховищах порту, а також незадовільна організація роботи за прямим варіантом перевантаження “вагон – борт судна”.

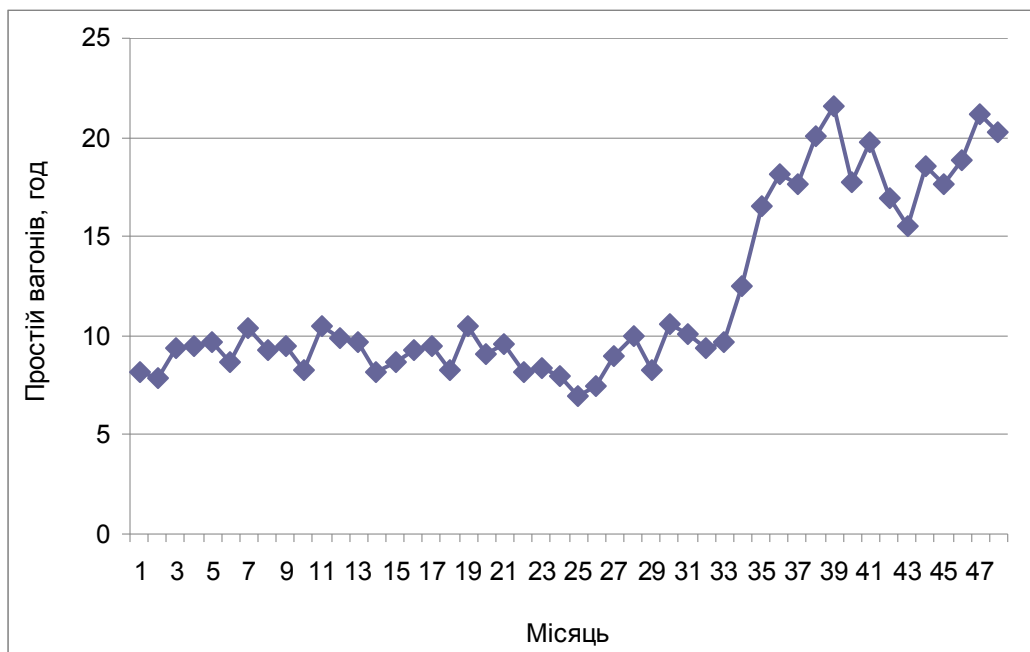


Рисунок 2 – Динаміка змінення часу простою транзитних вагонів по станції Чоп

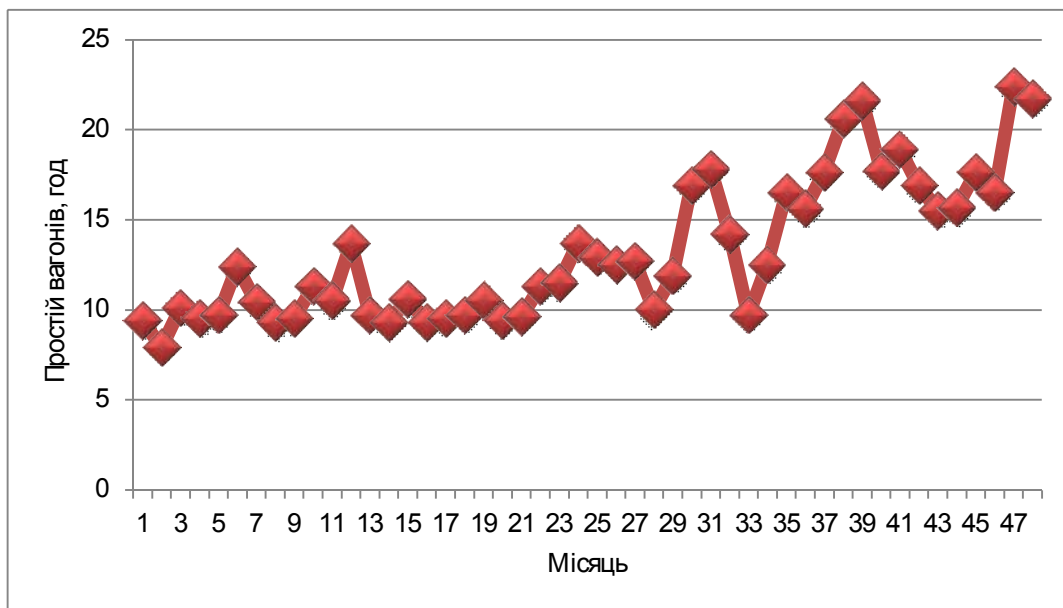


Рисунок 3 – Динаміка змінення часу простою місцевих вагонів по станції Чоп

Отже, проведені дослідження доводять необхідність удосконалення організації роботи прикордонних передавальних станцій за рахунок адаптації до зовнішніх умов.

II. ФОРМАЛІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ПРИКОРДОННОЇ ПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

На прикордонних перевантажувальних станціях значний час займають перевантажувальні, прийомоздавальні операції та прикордонно-митний огляд. Тому дуже суттєве значення має правильна та раціональна організація роботи, що забезпечить мінімальний час знаходження вагонів на станції. В свою чергу тривалість знаходження вагонів на станції справляють негативний вплив на термін доставки вантажу вантажоодержувачам. У таких умовах стратегія формування транспортного процесу повинна базуватися на впровадженні логістичних технологій у межах концепції логістики. До речі поступово зростаючий попит на комплексні логістичні послуги є однією з основних тенденцій

розвитку світового ринку транспортно-логістичних послуг в останні роки.

Для здійснення перевантаження вантажів безпосередньо із вагонів західноєвропейської колії у вагони колії АТ «Укрзалізниця» та навпаки необхідно одночасно подавати та прибирати вагони по обох коліях. При недодержанні цієї умови перевантаження вантажу буде затримуватись, що призведе до непродуктивних простоїв вагонів [3].

Перевезення вантажів у міжнародному сполученні здійснюється нерівномірно. Внаслідок непогодженого підводу до прикордонних перевантажувальних станцій завантажених вагонів по колії 1435 мм та порожніх по колії 1520 мм завантажені вагони через відсутність порожніх змушені простоювати в очікуванні перевантажувальної операції. Також завантажені вагони колії 1435 мм можуть бути затримані різними службами і тому теж простоювати в очікуванні перевантаження. Не допустити простій завантажених вагонів можливо при умові вивантаження їх у склад і, після подачі до складу порожніх вагонів по колії 1520 мм, – навантаженню зі складу.

Відповідно до статистичних досліджень, що були проведені на станції Чоп, час очікування вагонами колії 1435 мм перевантажувальної операції підпорядковано нормальному закону розподілу (рисунок 4) зі щільністю

$$f(t_{оч}) = 0.0189e^{-\frac{(t_{оч}-37,04)^2}{890,59}}. \quad (1)$$

Середня тривалість простою вагонів в очікуванні перевантаження складає 37,04 год.

Тому, відповідно до сучасних напрямків розвитку, на базі прикордонної перевантажувальної станції доцільно створити прикордонний транспортно-логістичний центр (ПТЛЦ), який буде мати необхідні пристрої для виконання вантажних операцій та тимчасового зберігання вантажів, що вивантажуються із вагонів колії 1435 мм. ПТЛЦ буде виступати в ролі регулятора вантажопотоків, що

надходять та відправляються зі станцій, у взаємодії з маневровим диспетчером, на якого покладено функції координатора дій, пов'язаних з підбиранням, подачею та прибиранням рухомого складу для виконання відповідних вантажних операцій. ПТЛЦ буде перевантажувальною базою, на якій розміщені склади тимчасового зберігання, споруди для технічного обслуговування контейнерів, відкриті площадки для їх зберігання. Весь комплекс доцільно забезпечити електронним документообігом. Передбачається, що у центрі можна буде оформити митну документацію на вантаж, що суттєво економитиме час. Створення такого комплексу забезпечить спрощення вантажного сполучення між Україною та країнами Європейського Союзу.

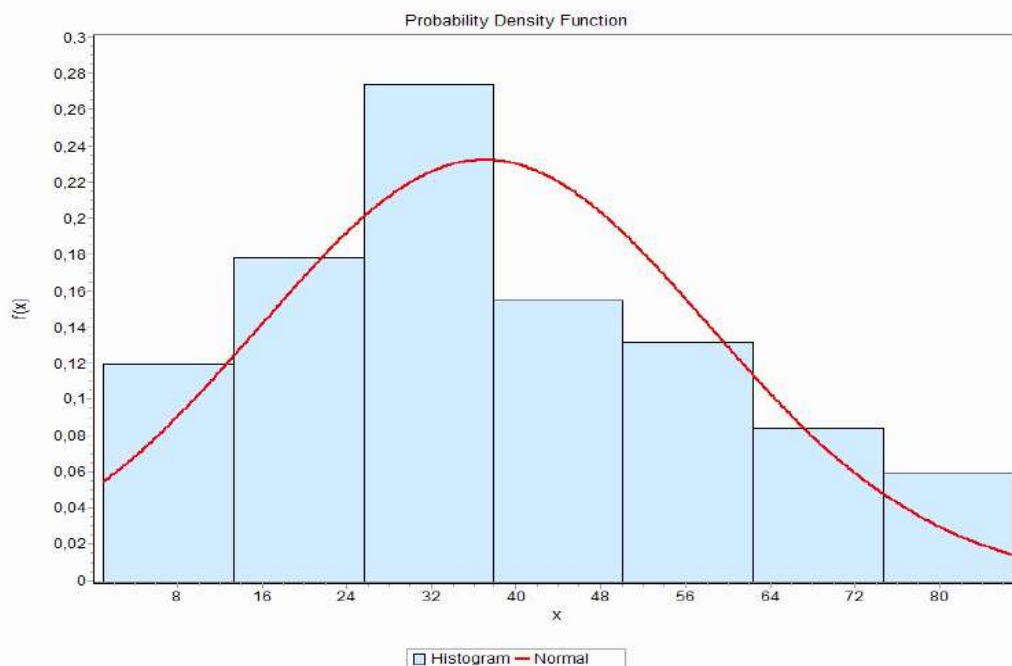


Рисунок 4 – Гістограма щільності розподілу тривалості простою вагонів колії 1435 мм в очікуванні перевантажувальної операції

Прикордонні транспортно-логістичні центри мають стати елементами міжнародної логістичної системи залізниць України в цілому. Доцільність створення таких об'єднань і привабливість їх для клієнтів обумовлено можливістю прискорення доставки вантажів до станції призначення за рахунок скорочення числа переробок вагонів

на шляху прямування [4]. Основна спрямованість ПТЛЦ полягає в наданні повного циклу якісних логістичних послуг клієнтам, які користуються залізничним транспортом, тим самим скорочуючи тривалість знаходження вагонів на прикордонних станціях і на шляху прямування, та в залученні додаткових вантажопотоків на залізниці України.

Як довів аналіз, по АТ «Укрзалізниця», як і в усьому світі, спостерігається тенденція до зростання обсягів перевезення вантажів у великотоннажних контейнерах, зокрема на Львівській залізниці, в межах якої знаходяться шість прикордонних перевантажувальних станцій, що працюють переважно з великотоннажними контейнерами довжиною 20 та 40 футів (Чоп, Д'якове, Батєве, Мостиська-2, Ужгород, Вадул-Сірет). Однак, на відміну від розвинених країн світу, їх частка в загальному залізничному потоці залишається не дуже великою. В Україні зростання контейнерних перевезень стримується загальними проблемами в економіці, орієнтованої на сировинне виробництво, і нестачею терміналів для перевантаження і зберігання вантажів. Не зважаючи на це, АТ «Укрзалізниця» вважає цей напрям пріоритетним і активно його розвиває.

Тому реалізувати задачу створення ПТЛЦ можна на базі контейнерних терміналів великих прикордонних перевантажувальних станцій (ППВС), що можуть працювати з 20 та 40 футовими контейнерами міжнародного класу. Прикладом такої станції може бути станція Чоп регіональної філії «Львівська залізниця», яка межує з Угорщиною та Словаччиною, з перенесенням до ПТЛЦ всіх операцій, пов'язаних з переробкою контейнерів, зі станцій Батєве та Мукачево з метою концентрації всієї роботи з переробки великотоннажних контейнерів в одному місці, а саме у ПТЛЦ (рисунок 5).

Отже, ПТЛЦ дозволять здійснювати прийом, накопичення, сортування, формування транспортних партій контейнерів, перевантаження контейнерів із західноєвропейських вагонів у вагони колії СНД, зберігання та переробку контейнерів на складі тимчасового зберігання, а також виконання митного та інших видів

контролю із забезпеченням виконання логістичних принципів: доставка “точно в строк”, “у повній схоронності” та “від дверей до дверей”.

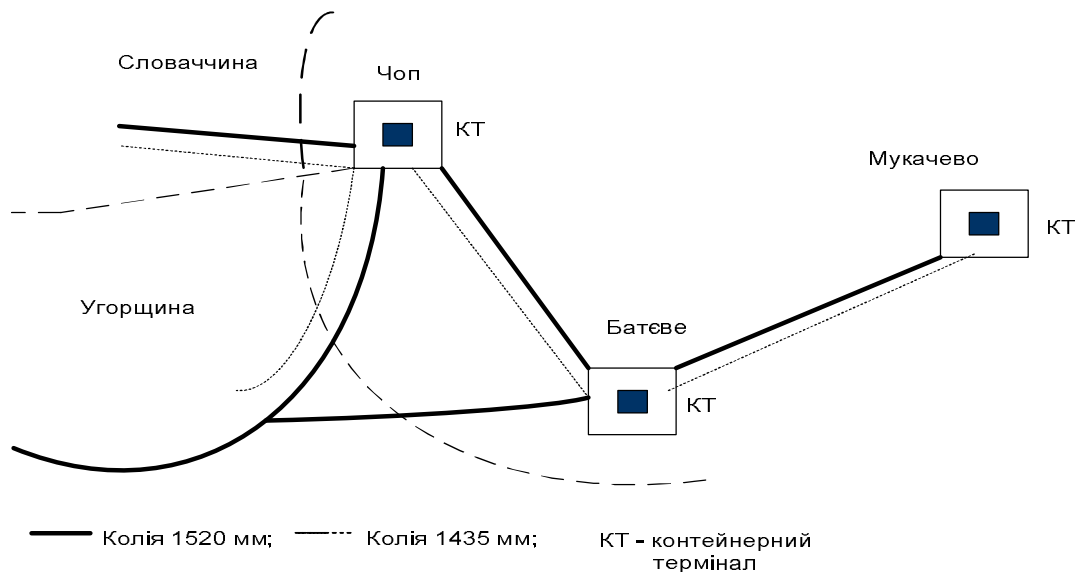
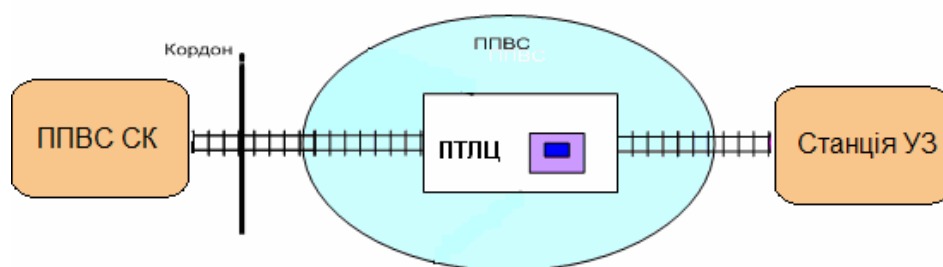


Рисунок 5 – Схема розташування станцій Чоп, Батєве, Мукачево

Технологія функціонування прикордонного транспортно-логістичного центру, яка наведена на рисунку 6, передбачає, що великотоннажні контейнери на платформах колії 1435 мм із прикордонної станції суміжної держави надходять у логістичний центр для вивантаження на площадки з подальшим накопиченням на партію для відправлення. Тимчасове накопичення вантажів у ПТЛЦ дозволить подолати часові, кількісні та якісні невідповідності між наявністю порожніх фітингових платформ та потребою в них.



ППВС СК – прикордонна перевантажувальна станція суміжної країни

Рисунок 6 – Структура взаємодії ПТЛЦ з ППВС СК

Партія великотоннажних контейнерів у ПТЛЦ для відправлення до станції УЗ може бути сформована з контейнерів, які надходять із суміжної країни по вузькій колії і вивантажуються на ділянку ПТЛЦ, якщо на ППВС немає в наявності необхідної кількості платформ для перевантаження контейнерів із рухомого складу колії 1435 мм на платформи колії 1520 мм.

У випадку прибуття платформ з контейнерами із-за кордону для ПТЛЦ постає задача раціонального регулювання вагонопотоку, тобто частина контейнерів може відразу перевантажуватися на платформи колії 1520 мм, при їх наявності, а інша частина – вивантажуватися на площадки ПТЛЦ для накопичення партії контейнерів по відправленню в залежності від станції призначення та вантажоодержувачів. Відповідно до цього, контейнери будуть прямувати без переробки до станції призначення на адресу відповідного одержувача. Тобто технологія функціонування ПТЛЦ в умовах ППВС дозволить забезпечити подальший прискорений пропуск платформ з партією контейнерів, що сформована в ПТЛЦ, з мінімальними зупинками на шляху прямування, тим самим скорочуючи терміни доставки вантажів у контейнерах та приваблюючи нових вантажовідправників.

Значний вплив на показники роботи прикордонної перевантажувальної станції надає характер розподілу вхідного потоку. Нерівномірність прибуття поїздів викликає нерівномірність їх надходження до обробки на станціях та перевантажувальних фронтах, що сприяє виникненню затримок або простою технічних засобів, а також значно впливає на інші показники роботи станції.

Для дослідження вхідного потоку поїздів з платформами у їх складі використаємо статистичні дані надходження поїздів до станції Чоп регіональної філії «Львівська залізниця» з боку Словаччини. Для визначення цих показників використано методи математичної статистики та теорії ймовірності [5], які передбачають збір статистичних даних по певних параметрах, що характеризують систему «прикордонна перевантажувальна станція», і подальшу їх математичну обробку.

Вибір виду розподілу, який найкраще відповідає статистичній вибірці даних, та розрахунок його параметрів проводилися з використанням програмного пакету EasyFit® 5.0 компанії MathWave®.

Як показали дослідження, кількість платформ з великотоннажними контейнерами у поїздах, що надходять на прикордонну перевантажувальну станцію з суміжної країни, є випадковою величиною. Враховуючи, що великотоннажні контейнери прибувають на ППВС із-за кордону переважно довжиною 20 та 40 футів, то потоки платформ з контейнерами двох типів та інших вагонів можна вважати підпорядкованими поліноміальному закону розподілу з імовірністю

$$P(x_1, x_2, x_3) = \frac{n_e!}{x_1! x_2! x_3!} p_1^{x_1} p_2^{x_2} p_3^{x_3}, \quad (2)$$

де x_1, x_2, x_3 – кількість платформ з великотоннажними контейнерами довжиною 20 і 40 футів та кількість вагонів інших типів у поїзді відповідно, що надходять на ППВС із суміжної країни;

n_e – загальна кількість вагонів у поїзді, що надходить із суміжної країни, причому $n_e = x_1 + x_2 + x_3$;

p_1, p_2, p_3 – імовірності надходження платформ з великотоннажними контейнерами довжиною 20 і 40 футів та вагонів інших типів відповідно на ППВС із суміжної країни, причому $p_1 + p_2 + p_3 = 1$.

Враховуючи, що поліноміальний закон розподілу є узагальненням біноміального закону, то закони розподілу кількості платформ з великотоннажними контейнерами довжиною 20 і 40 футів у поїздах, що надходять із-за кордону, можна навести як перетин цього закону у площині, тобто представити їх у сукупності двох біноміальних законів у різних системах координат.

На основі аналізу репрезентативної вибірки по станції Чоп встановлено, що потоки платформ з великотоннажними

контейнерами довжиною 20 та 40 футів у поїздах, які надходять на ППВС із суміжної країни, підпорядковано біноміальному закону розподілу (рисунок 7, 8) з імовірністю відповідно:

$$P(x_1) = \frac{n_6!}{x_1!(n_6 - x_1)!} p_1^{x_1} (1 - p_1)^{n_6 - x_1}; \quad (3)$$

$$P(x_2) = \frac{n_6!}{x_2!(n_6 - x_2)!} p_2^{x_2} (1 - p_2)^{n_6 - x_2}. \quad (4)$$

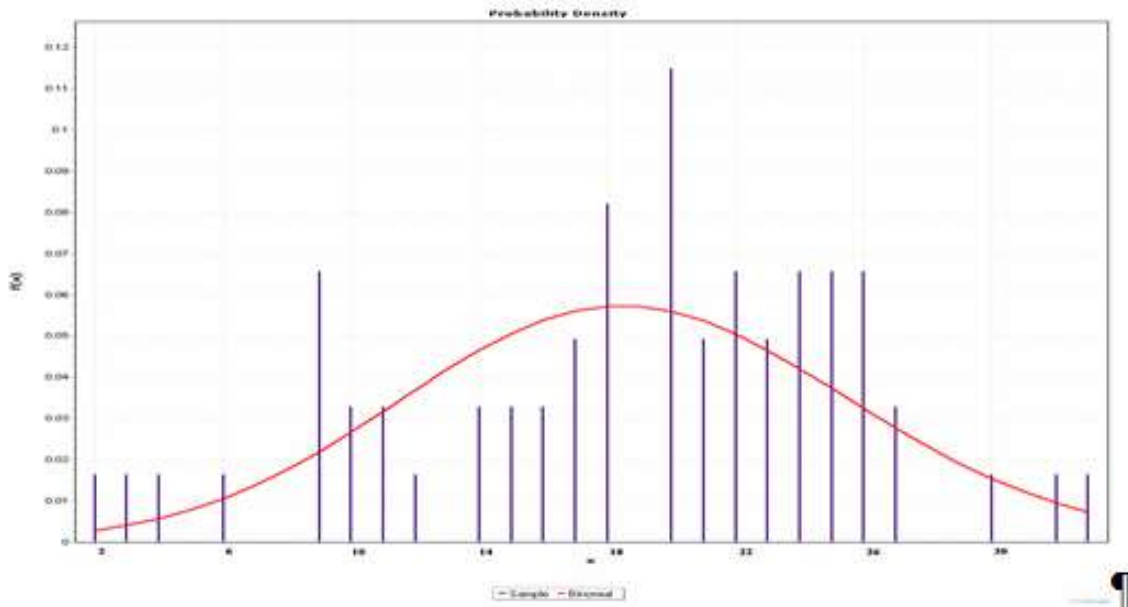


Рисунок 7 – Гістограма розподілу кількості платформ з контейнерами довжиною 20 футів у поїздах, що надходять із суміжної країни

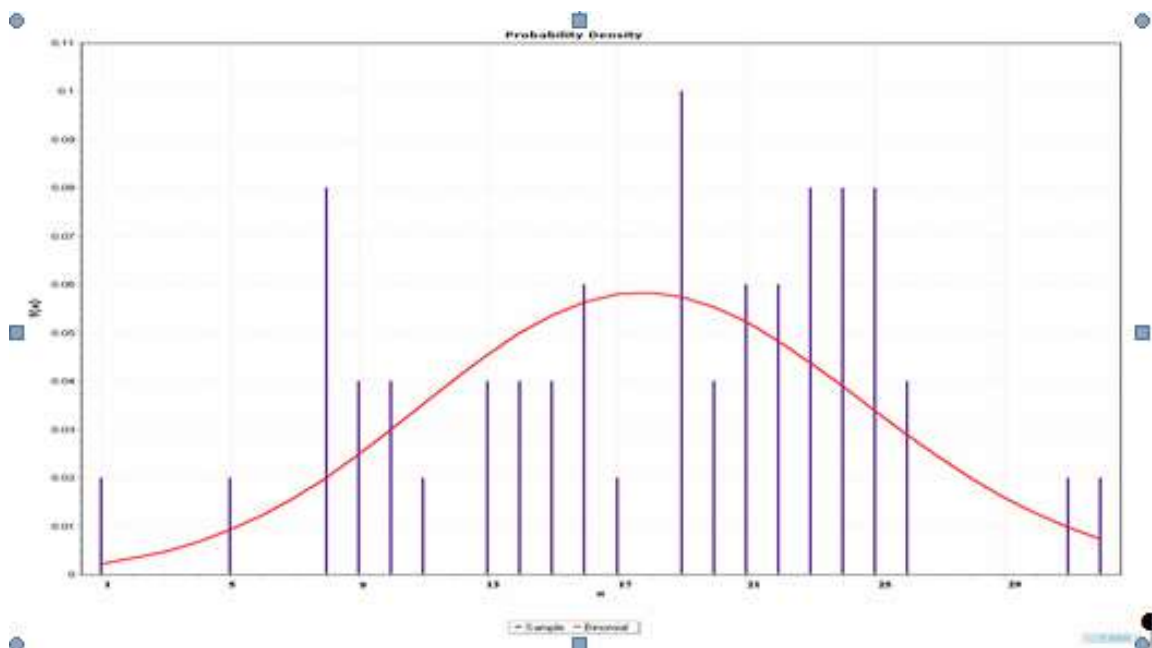


Рисунок 8 – Гістограма розподілу кількості платформ з контейнерами довжиною 40 футів у поїздах, що надходять із суміжної країни

Отже, як довів аналіз статистичних даних по станції Чоп, кількість платформ з великотоннажними контейнерами довжиною 20 та 40 футів, що надходять із суміжної країни під вивантаження на площадки, підпорядковано негативному біноміальному закону розподілу.

Таким чином, встановлено ймовірності того, що платформи з контейнерами довжиною 20 та 40 футів у поїздах, які надходять із суміжної країни, x_1, x_2 є платформами з 20 та 40 футовими контейнерами для вивантаження r_1 і r_2 на площадки:

$$P(x_1) = \binom{r_1 + x_1 - 1}{x_1} p_1^{r_1} (1 - p_1)^{x_1}; \quad (5)$$

$$P(x_2) = \binom{r_2 + x_2 - 1}{x_2} p_2^{r_2} (1 - p_2)^{x_2}. \quad (6)$$

Причому імовірності $P(x_1)$ та $P(x_2)$ будуть тим більше, чим більший буде контейнеропотік по прибуттю на ППВС.

У цілому весь процес, що проходить з вагонами безпосередньо на станції залежить від часу прибуття поїздів. Тому необхідно через інтервали між прибуттям дослідити закономірність надходження поїздів, в яких є платформи з великотоннажними контейнерами, до прикордонної перевантажувальної станції та визначити закон розподілу.

Дослідженнями встановлено, що інтервали між надходженням поїздів, у складі яких є платформи з 20 та 40 футовими контейнерами t_1 і t_2 , на ППВС із суміжної країни є також випадковими величинами підпорядкованими розподілу Ерланга 2-го порядку (рисунки 9, 10) зі щільністю відповідно:

$$f(t_1) = (2\lambda_1)^2 t_1 \cdot e^{-2\lambda_1 t_1}; \quad (7)$$

$$f(t_2) = (2\lambda_2)^2 t_2 \cdot e^{-2\lambda_2 t_2}, \quad (8)$$

де λ_1, λ_2 – інтенсивності надходження поїздів, у складі яких є платформи з великотоннажними контейнерами довжиною 20 та 40 футів, до ППВС із суміжної країни відповідно, поїздів за годину.

$$\lambda_1 = \frac{1}{\bar{t}_1}; \lambda_2 = \frac{1}{\bar{t}_2}, \quad (9)$$

де \bar{t}_1, \bar{t}_2 – математичні очікування інтервалів між надходженням поїздів, у складі яких є платформи з великотоннажними контейнерами довжиною 20 та 40 футів, до ППВС із суміжної країни.

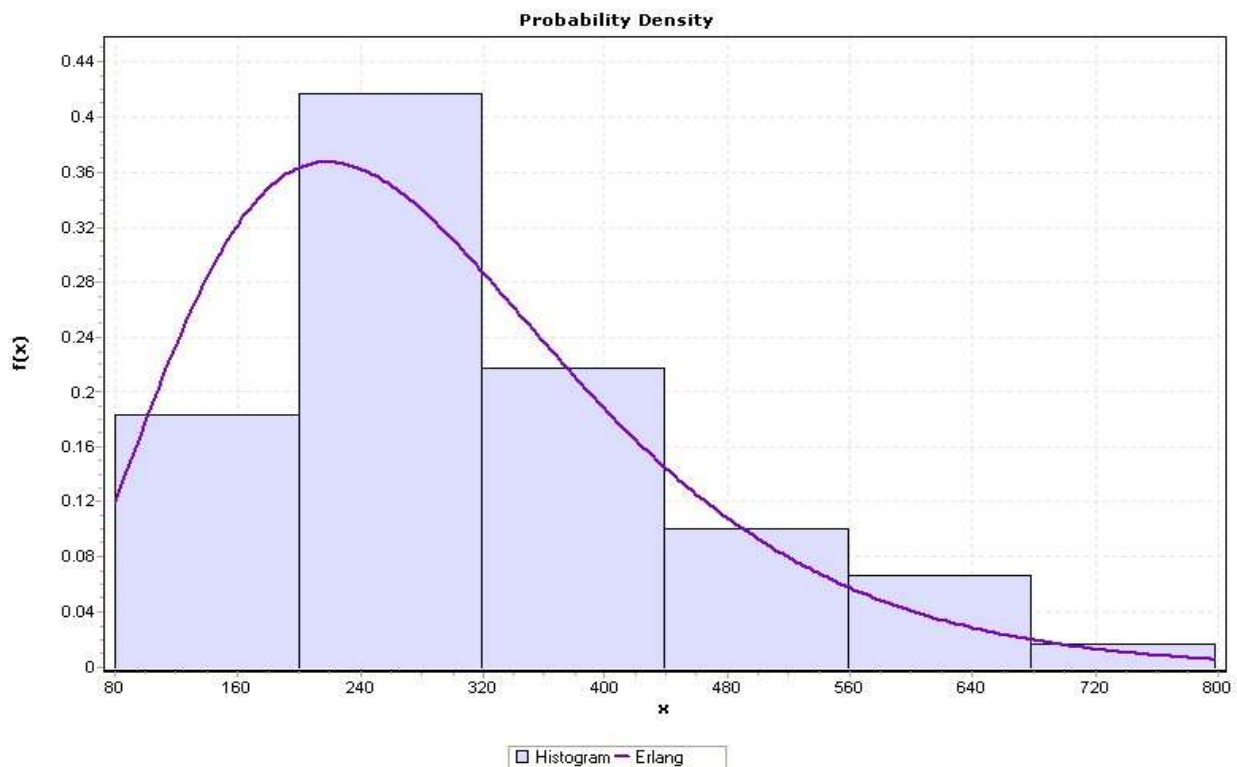


Рисунок 9 – Гістограма щільності розподілу інтервалів між надходженням поїздів на ППВС із-за кордону, у складі яких є платформи з великотоннажними контейнерами довжиною 20 футів

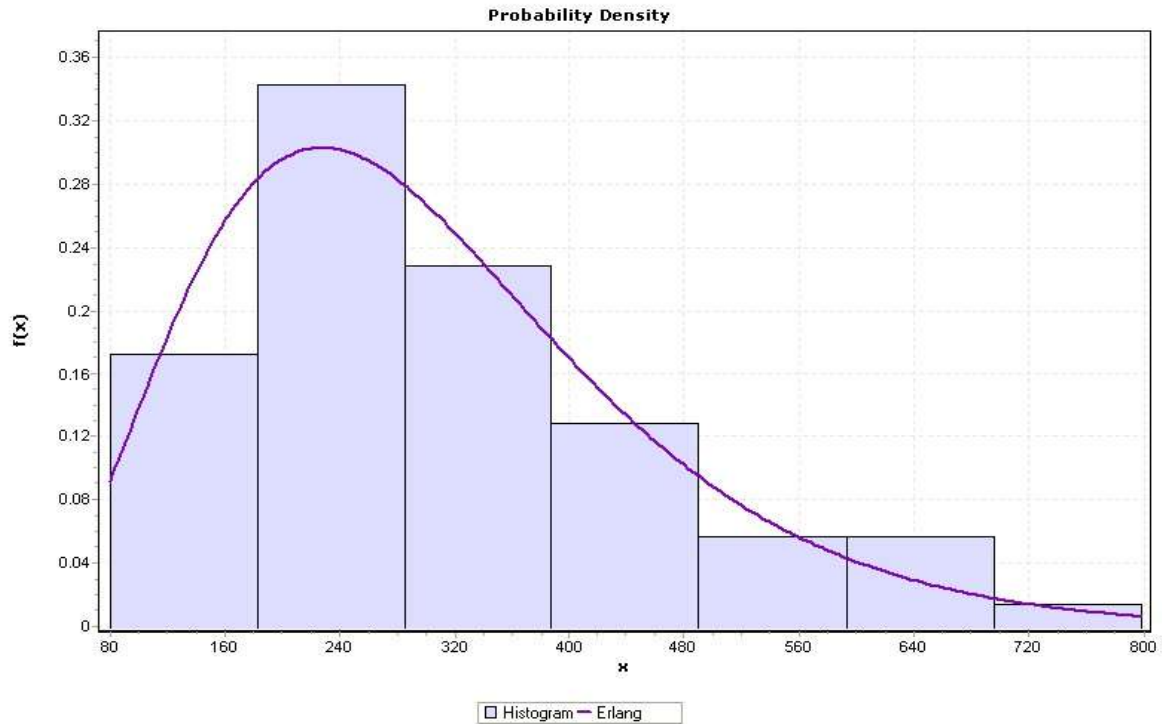


Рисунок 10 – Гістограма щільності розподілу інтервалів між надходженням поїздів на ППВС із-за кордону, у складі яких є платформи з великотоннажними контейнерами довжиною 40 футів

Будемо вважати, що кількість платформ з великотоннажними контейнерами у поїздах, що надходять на прикордонну перевантажувальну станцію із-за кордону, кількість із них з контейнерами для вивантаження та час між надходженням таких поїздів є незалежними випадковими величинами. Тоді кількість контейнерів довжиною 20 та 40 футів, що накопичується на станції, наприклад, за добу, можна визначити як добуток цих досліджених величин і навести у такому вигляді:

$$R_1 = 2n_g \frac{n_g!}{x_1!(n_g - x_1)!} p_1^{x_1} (1 - p_1)^{n_g - x_1} \cdot \binom{n_1 + x_1 - 1}{x_1} p_1^{n_1} (1 - p_1)^{x_1} \times \times (2\lambda_1)^2 \int_0^{24} t_1^2 \cdot e^{-2\lambda_1 t_1} dt; \quad (10)$$

$$R_2 = n_6 \frac{n_6!}{x_2!(n_6 - x_2)!} p_2^{x_2} (1 - p_2)^{n_6 - x_2} \cdot \binom{r_2 + x_2 - 1}{x_2} p_2^{r_2} (1 - p_2)^{x_2} \times \\ \times (2\lambda_2)^2 \int_0^{24} t_2^2 \cdot e^{-2\lambda_2 t_2} dt. \quad (11)$$

З метою оптимізації технології функціонування та управління вагонопотоками на прикордонних перевантажувальних станціях при здійсненні міжнародних перевезень доцільно сформувавши відповідну математичну модель, що відтворює гнучку логістичну технологію.

Для формалізації логістичної технології в умовах прикордонної перевантажувальної станції доцільно представити цільову функцію як суму приведених витрат на виконання операцій з формування транспортної партії контейнерів R , що може складатися із деякої кількості великотоннажних контейнерів довжиною 20 та 40 футів при виконанні відповідної системи обмежень. Для відправлення такої партії працівники ПТЛЦ взаємодіють з маневровим диспетчером прикордонної перевантажувальної станції, на якого покладено функції координатора дій, пов'язаних з підбиранням, подачею та прибиранням рухомого складу для виконання відповідних вантажних операцій у логістичному центрі.

При вирішенні задачі формування логістичної технології враховуємо такі припущення:

- інтенсивністю виробництва будемо вважати інтенсивність надходження великотоннажних контейнерів на прикордонну перевантажувальну станцію із суміжної країни;
- відстанню транспортування партії контейнерів будемо вважати відстань між прикордонною перевантажувальною станцією України і станцією призначення УЗ.

Оптимальна партія контейнерів, що формується у ПТЛЦ, визначається виходячи з досягнення мінімальних витрат, що залежать від цієї партії.

Витрати на подавання-прибирання платформ

$$C_1 = 2C_{л-з} t_n K_n, \quad (12)$$

де $C_{л-г}$ – вартість локомотиво-години маневрової роботи, грн;
 t_n – час на подавання та прибирання однієї подачі платформ, год;
 K_n – кількість подач платформ у ПТЛЦ за добу.

$$K_n = \frac{Nl_{nl}}{l_\phi}, \quad (13)$$

де N – кількість платформ;
 l_{nl} – довжина платформи, м;
 l_ϕ – довжина вантажно-розвантажувального фронту, м.

Кількість подач платформ у ПТЛЦ і час на подавання-прибирання однієї подачі визначаємо з урахуванням кількості та тривалості переміщення порожніх платформ необхідних для навантаження партії великотоннажних контейнерів та платформ завантажених партією контейнерів для відправлення (подача до парку відправлення).

Підбір платформ для розміщення на них великотоннажних контейнерів довжиною 20 та 40 футів виконується в залежності від довжини платформи, її вантажопідйомності та маси брутто контейнерів [6]. Як довів аналіз, контейнери довжиною 20 футів в основному мають масу брутто до 34 тонн, а довжиною 40 футів – до 42 тонн, тому можна вважати, що одна платформа довжиною 14,62 м подається під навантаження двох контейнерів довжиною 20 футів або одного – довжиною 40 футів.

Таким чином, кількість платформ, що подається в ПТЛЦ та прибирається з нього можна визначити за формулою

$$N = \frac{\alpha R}{2} + (1 - \alpha)R, \quad (14)$$

де α – частка контейнерів довжиною 20 футів від загальної кількості контейнерів у транспортній партії.

Отже,

$$C_1 = \frac{2C_{л-э}t_n l_{nl} R}{l_\phi} \left(\frac{\alpha}{2} + (1 - \alpha) \right). \quad (15)$$

Витрати на збереження контейнерів у ПТЛЦ при накопиченні на транспортну партію

$$C_2 = \frac{C_{зб} R}{\lambda}, \quad (16)$$

де $C_{зб}$ – вартість зберігання одного великотоннажного контейнера при накопиченні на транспортну партію, грн;

λ – інтенсивність надходження великотоннажних контейнерів до ПТЛЦ залізницею із суміжної країни для накопичення на транспортну партію, контейнерів за годину.

З урахуванням виконаних раніше досліджень

$$\begin{aligned} C_2 = C_{зб} R / n_e & \left(2 \frac{n_e!}{x_1!(n_e - x_1)!} p_1^{x_1} (1 - p_1)^{n_e - x_1} \times \right. \\ & \times \binom{r_1 + x_1 - 1}{x_1} p_1^{r_1} (1 - p_1)^{x_1} / (2\lambda_1)^2 \int_0^{24} t_1^2 \cdot e^{-2\lambda_1 t_1} dt + \\ & + \frac{n_e!}{x_2!(n_e - x_2)!} p_2^{x_2} (1 - p_2)^{n_e - x_2} \times \\ & \left. \times \binom{r_2 + x_2 - 1}{x_2} p_2^{r_2} (1 - p_2)^{x_2} / (2\lambda_2)^2 \int_0^{24} t_2^2 \cdot e^{-2\lambda_2 t_2} dt \right) \quad (17) \end{aligned}$$

Витрати на виконання вантажних операцій з великотоннажними контейнерами визначаємо з урахуванням того, що контейнери навантажуються на платформи та вивантажуються з них

$$C_3 = 2C_{э-э} R \left(\frac{\alpha}{2} + (1 - \alpha) \right) \left(\frac{P_n}{ZQ_e} + t_{n3}^n \right), \quad (18)$$

де $C_{э-э}$ – вартість однієї години простою вагона, грн;

P_n – середнє завантаження платформи у контейнерах;

Z – кількість одиниць вантажно-розвантажувальної техніки;

Q_e – продуктивність однієї одиниці техніки, т/год;

t_{nz}^n – час на підготовчо-завершальні операції з платформою (відкривання та закріплення бортів платформи, закріплення контейнерів на платформі), год;

Витрати на технічний, комерційний та митний огляди транспортної партії контейнерів

$$C_4 = \frac{C_{oz}}{R}, \quad (19)$$

де C_{oz} – вартість огляду транспортної партії контейнерів працівниками пунктів технічного і комерційного оглядів та інспекторами митниці, грн.

Витрати на оформлення документів, в тому числі на митне оформлення партії контейнерів

$$C_5 = \frac{C_{of}}{R}, \quad (20)$$

де C_{of} – вартість оформлення документів на партію великотоннажних контейнерів, грн.

Витрати на переміщення платформ з партією великотоннажних контейнерів до станції призначення

$$C_6 = \frac{C_{nep}}{R}, \quad (21)$$

де C_{nep} – вартість переміщення групи платформ з транспортною партією контейнерів до станції призначення, грн.

Остаточна модель технології функціонування та управління вагонопотоками на прикордонній перевантажувальній станції при здійсненні міжнародних перевезень має такий вигляд:

$$\begin{aligned}
 C(R) = R & \left\{ \frac{2C_{л-з} t_n l_{nl}}{l_\phi} \left(\frac{\alpha}{2} + (1 - \alpha) \right) + C_{зб} \times \right. \\
 & \times 1 / \left[n_\epsilon \left(2 \frac{n_\epsilon!}{x_1!(n_\epsilon - x_1)!} p_1^{x_1} (1 - p_1)^{n_\epsilon - x_1} \binom{r_1 + x_1 - 1}{x_1} p_1^{r_1} (1 - p_1)^{x_1} / \right. \right. \\
 & / \left. \left. (2\lambda_1)^2 \int_0^{24} t_1^2 \cdot e^{-2\lambda_1 t_1} dt + \frac{n_\epsilon!}{x_2!(n_\epsilon - x_2)!} p_2^{x_2} (1 - p_2)^{n_\epsilon - x_2} \binom{r_2 + x_2 - 1}{x_2} p_2^{r_2} (1 - p_2)^{x_2} / \right. \right. \\
 & / \left. \left. (2\lambda_2)^2 \int_0^{24} t_2^2 \cdot e^{-2\lambda_2 t_2} dt \right) \right] + 2C_{\epsilon-з} \left(\frac{\alpha}{2} + (1 - \alpha) \right) \left(\frac{P_n}{ZQ_\epsilon} + t_{nz}^n \right) \left. \right\} + \\
 & + \frac{1}{R} (C_{oz} + C_{оф} + C_{пер}) \rightarrow \min \quad (22)
 \end{aligned}$$

У ході оптимізації необхідно враховувати певні обмеження:

$$\left\{ \begin{array}{l} R \left(\frac{\alpha}{2} + (1 - \alpha) \right) l_{nl} \leq l_\phi \\ \lambda \leq Q_\phi \\ T_{нв} + T_{нак} + T_\epsilon + T_{пер} \leq T_\delta \end{array} \right. \quad (23)$$

де Q_ϕ – переробна спроможність вантажного фронту ПТЛЦ, конт/год;

$T_{нв}$ – час на виконання операцій з прибуття та відправлення, год;

$T_{нак}$ – час на накопичення партії контейнерів у ПТЛЦ, год;

T_ϵ – час на виконання вантажних операцій з партією контейнерів, год;

$T_{пер}$ – час на перевезення партії контейнерів до станції призначення, год;

T_δ – термін доставки вантажів у контейнерах, год;

Запропонована модель дозволить визначити оптимальну партію контейнерів, що сформована у ПТЛЦ для відправлення з ППВС до станції призначення. Також використання моделі дозволить зменшити непродуктивні простої вагонів на ППВС, а маневровому диспетчеру та черговому по парку перевантаження надасть можливість раціонально організувати роботу з підбору, подавання, прибирання платформ з ПТЛЦ з мінімальними витратами вагоно- та локомотиво-годин.

Розроблену модель можна вважати достатньо універсальною за своєю структурою і використовувати її при надходженні на прикордонну перевантажувальну станцію із суміжної країни великотоннажних контейнерів довжиною 20 та 40 футів. При цьому будуть змінюватися тільки параметри моделі, що залежать від особливостей виконання маневрових і вантажних операцій та місцевих умов.

Сформовану модель ПТЛЦ в умовах прикордонної перевантажувальної станції доцільно інтегрувати як додаткову задачу до автоматизованих робочих місць (АРМ) оперативних працівників.

Реалізація моделі, що відтворює логістичну технологію в умовах ППВС, показала, що для усереднених вихідних даних можливо отримати оптимальне значення. З урахуванням системи обмежень для станції Чоп оптимальне значення партії контейнерів, що відправляється з ПТЛЦ, складає 10 контейнерів при мінімальних витратах 10245,38 грн.

Для перевірки системи на гнучкість отримано поверхню відгуку сукупних витрат у залежності від партії контейнерів, що формується у ПТЛЦ прикордонної перевантажувальної станції та інтенсивності надходження контейнерів (рисунок 11). Поверхня відгуку надає можливість визначити при різних січеннях точки оптимуму та відповідні їм значення сукупних витрат і партії контейнерів при певних значеннях інтенсивності надходження контейнерів у ПТЛЦ.

Реалізація транспортних технологій при здійсненні міжнародних перевезень з використанням ПТЛЦ дозволить збільшити переробну

спроможність прикордонних станцій, забезпечити підвищення ефективності перевізного процесу та знизити транспортні витрати.

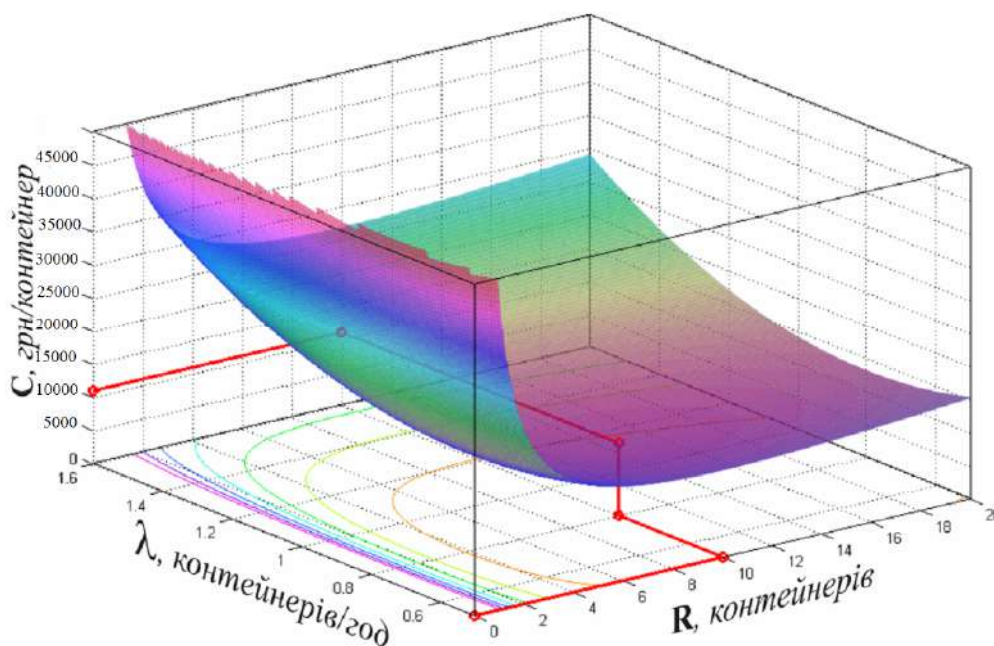


Рисунок 11 – Поверхня відгуку сукупних витрат у залежності від партії контейнерів, що формується у ПТЛЦ прикордонної перевантажувальної станції, та інтенсивності надходження контейнерів

III. ФОРМУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ ПРИКОРДОННОЇ ПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ

Перейти на якісно новий рівень в організації ефективної роботи прикордонних передавальних станцій із забезпеченням мінімальних простоїв вагонів дозволить впровадження нових інформаційних технологій. Це надає можливість впроваджувати нові методи роботи, відмовлятися від зайвих виробничих операцій, оптимізувати технологічні процеси.

Відповідно до проведеного аналізу існуючого програмного забезпечення АРМ маневрового диспетчера, постає задача розширення його функціональних можливостей за рахунок інтегрування розробленої моделі. Особлива роль відводиться управлінню маневровою роботою при виконанні маневрових

операцій на ППВС з мінімальними витратами вагоно- та локомотивогодин при подачі та прибиранні вагонів, формуванні транспортної партії в ПТЛЦ в умовах прикордонної перевантажувальної станції. Подібна задача може бути впроваджена також і на АРМ логіста ПТЛЦ.

У зв'язку з цим, пошук раціонального варіанту виконання відповідної маневрової операції може бути досягнуто при застосуванні машинного рішення задач управління маневровою роботою за допомогою запропонованої у розділі 2 моделі, що допоможе оперативним керівникам раціонально організувати роботу та ліквідувати непродуктивні простой рухомого складу.

Отже, сучасна спрямованість при формуванні АРМ повинна базуватись на розробці та впровадженні інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень (ІСППР) оперативного персоналу в режимі реального часу, що забезпечує високий рівень інтелектуалізації діяльності під час прийняття рішень у проблемних ситуаціях, які характеризуються великою складністю, невизначеністю та слабкою структурованістю. ІСППР допомагає людині використовувати дані та моделі для ідентифікації та вирішення задач і прийняття рішень. Ця система буде не тільки накопичувати інформацію та видавати результати, а й аналізувати комплекс даних для надання конкретних варіантів дій у певній ситуації [7]. Ціллю впровадження такої системи є підвищення ефективності рішень, що приймає маневровий диспетчер та логіст.

Запропонована інтелектуальна система моделює інтелектуальну діяльність на основі компоненти, що акумулює знання професіоналів, тобто бази знань, яка являє собою сукупність знань з технології роботи прикордонних станцій, що записані на машинний носій у формі, зрозумілій людині, інтерфейс користувача, блок логічного висновку, редактор бази знань та динамічну базу даних (рисунок 12). Блок логічного висновку – це програма, що відповідає за порядок та засоби актуалізації алгоритмічної частини бази знань. Редактор бази знань – це програма, що дозволяє видаляти, додавати та модифікувати факти й правила, які містяться у базі знань і

здійснювати перевірку на несуперечність при зміненнях у базі [8, 9]. Динамічна база даних (ДБД) містить оперативну інформацію про ситуацію на прикордонній станції. У ДБД зберігається необхідна для функціонування ІСППР конкретна формалізована інформація про станційні об'єкти та їх властивості: обсяги надходження вагонопотоків, інформація про перевізний процес за минулий період і теперішній час та ін. Інформація в ДБД оновлюється по мірі вводу працівниками станції повідомлень про виконання технологічних операцій.

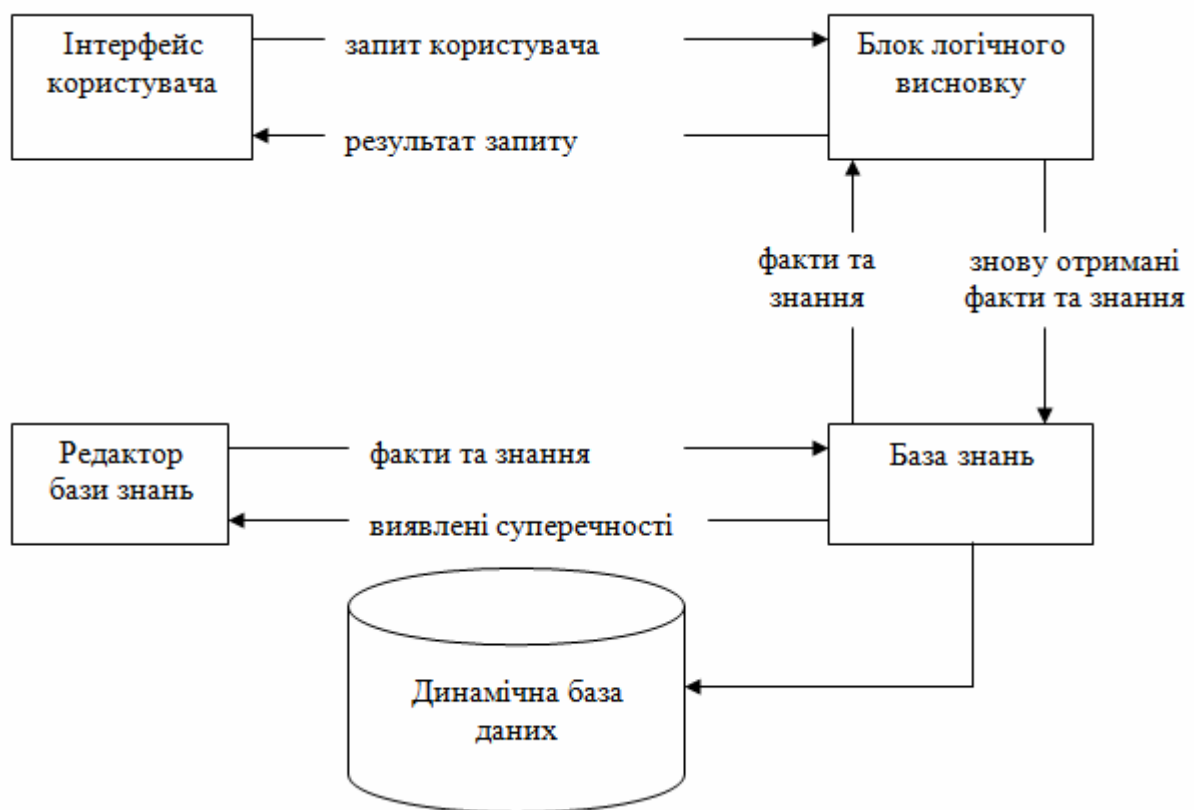


Рисунок 12 – Структура інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень

При прийнятті рішень людині надається можливість: виконувати візуалізацію необхідної інформації, формалізувати процес надходження рішень, використовуючи запропоновані ІСППР варіанти; використовувати формальні процедури узгодження при прийнятті колективних рішень.

В ІСППР використовуються сучасні математичні методи і комп'ютерні технології, які дозволяють людині, яка приймає рішення, вирішувати слабоструктуровані задачі, та такі, що вимагають обробки значних обсягів інформації для пошуку обґрунтованих рішень.

Людино–машинна процедура прийняття рішень за допомогою ІСППР являє собою циклічний процес взаємодії людини й комп'ютера. Цикл складається з фази аналізу та постановки задачі для комп'ютера, що проводить людина, яка приймає рішення, і фази оптимізації (пошуку рішення), яку проводить комп'ютер.

Принципи функціонування інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень повинні забезпечувати:

- сполучення ІСППР з автоматизованими системами керування реального часу;
- раціональний вибір мови подання й опрацювання знань;
- ІСППР використовує і дані, і моделі;
- можливість поповнення бази знань;
- генерацію можливих рішень (сценарії дій);
- здійснення оцінки сценаріїв, вибір кращого.

Такий підхід до людино-машинної процедури прийняття рішень за допомогою ІСППР допомагає уніфікувати множину процесів, що лежить в основі механізмів пошуку в уявній моделі керуючої діяльності, і співвіднести їх з логікою роботи людини. Якщо вдається перенести в комп'ютер знання людини з області управління системою, забезпечивши їй можливість зв'язку з комп'ютером, а моделі зв'язати з об'єктом управління, то в результаті можна отримати якісні та ефективні рішення від оперативних працівників.

Технологічні процеси, що проходять на прикордонній станції, залежать від взаємодії великого числа різноманітних компонент, об'єктів, умов, які, в свою чергу, можуть вести себе по різному, в залежності від ситуації, що склалася. У відносно невеликому обсязі пам'яті інтелектуальні системи повинні зберігати велику кількість інформації про задачі, що вирішуються в системі в процесі її функціонування. Вирішення цієї проблеми можливо лише при

спеціальній організації бази знань, однією з видів якої є фреймова організація, яку створив відомий американський вчений Марвін Мінський.

Мінський розглядає два види фреймів: статичні (або просто фрейми) та динамічні (фрейм-сценарії). Фрейм любого виду – це мінімально необхідна структурована інформація, яка однозначно визначає даний клас об'єктів [10].

На основі теорії фреймів дані про поїзний стан подаються у вигляді достатньо великої сукупності відповідним чином структурованих даних. Всебічне відображення кожної ситуації здійснюється за допомогою не одного, а системи фреймів. Кожний фрейм системи відповідає одній з можливих точок зору на ситуацію, що наведена системою фреймів. Різні фрейми відображають різноманітні шляхи використання однієї і тієї ж інформації, що зосереджена в базі знань.

Блок логічного висновку в запропонованій інтелектуальній системі складається з двох частин. Перша відповідає за те, щоб події, які відбуваються в системі фреймів, ставали відомими всім фреймам одночасно або в деякій послідовності. Друга частина – це обробники подій самих фреймів, що вирішують, який із методів треба актуалізувати у відповідь на отримане повідомлення щодо події, яка відбулася.

Графічно фрейм можна зобразити у вигляді мережі, що складається з вузлів і зв'язків між ними. Кожний вузол повинен бути заповнений своїм завданням, що являє собою різні характерні риси ситуації, якій він відповідає. Кожен вузол являє собою певне поняття, яке може бути, а може і не бути задано в явному вигляді. В останньому випадку воно може бути конкретизовано в результаті процесу узгодження даного фрейму з деякою конкретною ситуацією. Незадані в явному вигляді вузли називаються терміналами [10]. Вони утворюють нижні рівні графової структури, тоді як на верхніх рівнях розташовуються поняття, які завжди справедливі щодо представленої даними фреймами ситуації. Таким чином, сукупність заданих в явному вигляді вузлів – понять утворює основу для "розуміння" будь-

якої конкретної ситуації з визначеного для даного фрейму класу ситуацій. "Розуміння" відбувається шляхом конкретизації терміналів та узгодженням можливих для кожного з них понять з цілком визначеною, існуючою ситуацією. Важливим моментом є використання одних і тих же терміналів різними фреймами, що дозволяє координувати інформацію, яка збирається з різних джерел. Групи пов'язаних між собою фреймів об'єднуються в системи, які можуть відображати дії, причинно-наслідкові зв'язки та інше.

Враховуючи те, що процес обробки вагонів на прикордонних передавальних станціях є динамічним, тому базу знань у системі пропонується подати у вигляді фрейм-сценаріїв, що являють собою моделі стереотипних ситуацій.

Кожний фрейм-сценарій має свій заголовок, що визначає обставини, за яких звертаються до даного сценарію. Спосіб формалізації фрейм-сценарію запропоновано на графовій структурі. Вершина верхнього рівня ототожнюється з заголовком сценарію. Її дочірні вершини "ТА" являють собою схему дій маневрового диспетчера (ДСЦ) прикордонної станції і логіста ПТЛЦ при формуванні партії контейнерів (рисунок 13). Дочірні вершини "АБО" являють собою більш конкретні схеми дій маневрового диспетчера, а вершини "ТА" ще більше конкретизують дії ДСЦ, надані вершинами "АБО". Вибір кожної з них залежить від значення тесту, що наводиться списком питань. У залежності від відповіді на запитання обирається той чи інший вузол мережі, що визначає наступне питання тесту. В результаті має місце просування по мережі різними шляхами у залежності від характеру відповіді. Воно закінчується попаданням в один з можливих замикаючих вузлів, кожний з яких відповідає рекомендованій дії. При такому зображенні всі вершини "ТА/АБО" графа, що формалізує фрейм-сценарій, відповідають діям, причому тим більш конкретизованим, чим нижче за ієрархією вершина.

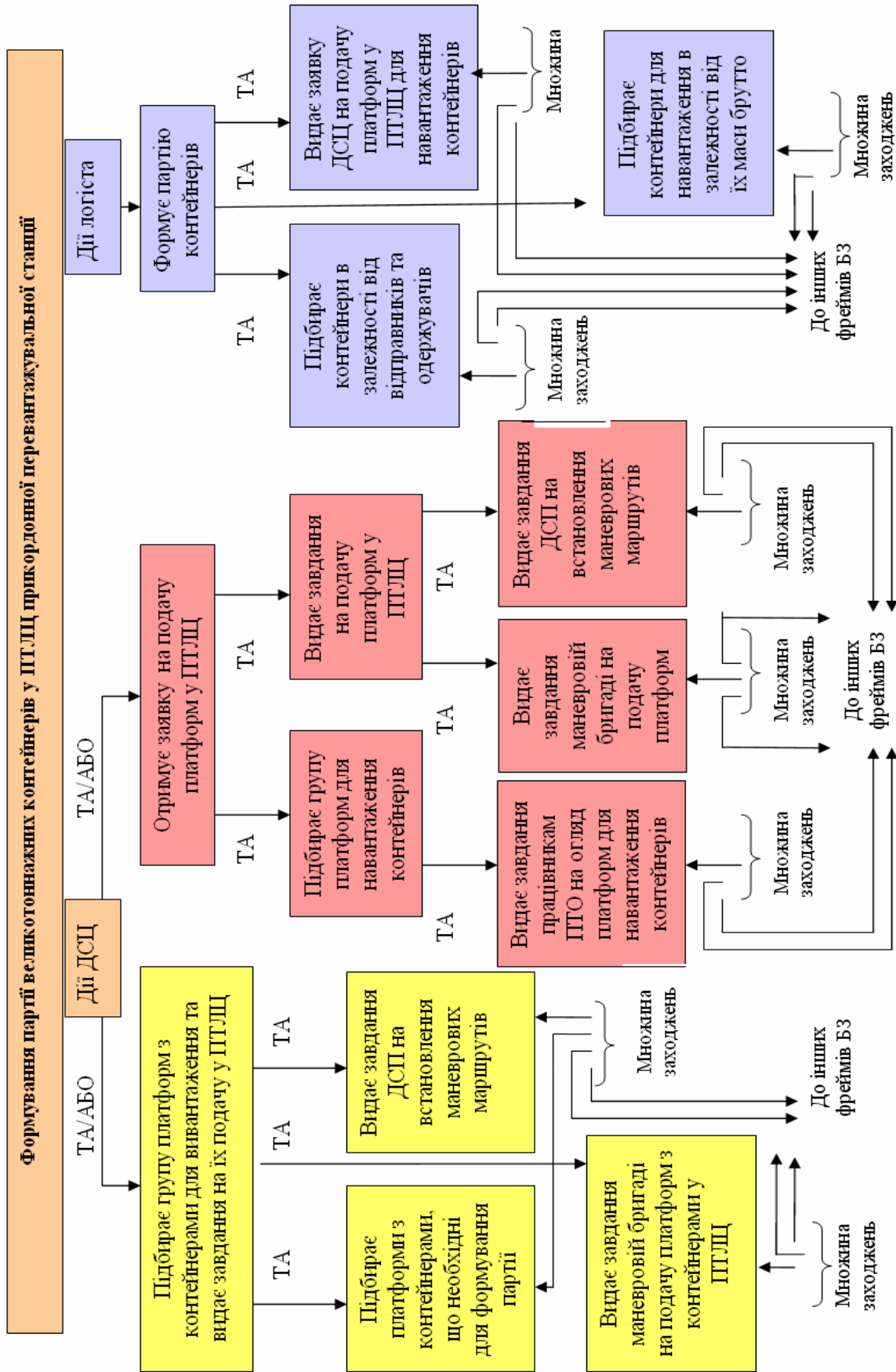


Рисунок 13 – Фрейм-сценарій “Формування партії великотоннажних контейнерів у ПТЛЦ

Треба відзначити, що ймовірна можливість багатократного заходження одних і тих самих схем дій у різні фрейм-сценарії. Ця ймовірність тим більша, чим більшу кількість фреймів включає база знань. Для використання цієї обставини з метою економії пам'яті потрібно зв'язати кожен схему дій з кожним своїм заходженням у фрейми за допомогою “множини заходжень”, яка надає вказівки на всі ті місця в базі знань, де є посилання на дану схему (рисунк 13).

Розглянемо тепер можливі механізми вибору з пам'яті фрейма і пристосування його до реальної ситуації. Як зазначено у М. Мінського, саме цей процес лежить в основі розуміння людиною реальної ситуації. У разі ж машинної бази знань цей процес відкриває доступ до знань, що матеріалізовані в пам'яті ЕОМ у вигляді сукупності системи фреймів. Цей механізм приводиться в дію двома доповнюючими одна одну потребами. Перша – полягає в необхідності знаходження завдань терміналами фрейму, що задовольняє маркери цих терміналів. Друга – обумовлена вимогою, щоб розглянутий фрейм задовольняв маркери терміналу більш загального фрейму. Іншими словами, кожен фрейм вважається пристосованим до ситуації, якщо він включений в більший фрейм як завдання його терміналу і якщо його термінали заповнені завданнями, що задовольняють маркери.

Встановлення розробленої інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень передбачається на автоматизованому робочому місці маневрового диспетчера прикордонної перевантажувальної станції та логіста ПТЛЦ для управління технологічними процесами.

Отже, при вирішенні задачі підбирання платформ для навантаження транспортної партії для пошуку порожніх платформ під навантаження великотоннажних контейнерів маневровий диспетчер обирає залізничний вузол, станцію, де зосереджено порожні платформи та задає їх необхідну кількість. Також вказує дату та час, на який потрібні вагони. ІСППР здійснює пошук та видає його результати, тобто на екрані монітора з'являється інформація про загальну кількість порожніх платформ на обраній станції, а також про число платформ, що можливо забрати на прикордонну

перевантажувальну станцію для навантаження партії великотоннажних контейнерів, подавання яких забезпечить мінімальні витрати вагоно- та локомотиво-годин.

Важливим засобом підвищення ефективності роботи прикордонних передавальних станцій є впровадження нових методів управління технологічними процесами на базі інформаційно-керуючих технологій, принципи функціонування яких і будуть розглядатися далі. Актуальність удосконалення ІКС (інформаційно-керуючої системи) особливо зростає в період реформування залізничного транспорту.

ІКС ППВС складається з двох частин: інформаційної та керуючої. Підсистеми інформаційної частини ІКС отримують інформацію з оперативних баз даних, здійснюють комплексну її обробку та передачу за затвердженим форматом як відповідним керівникам (особам, які приймають рішення), так і керуючим задачам, що працюють в автоматизованому режимі. Керуюча частина складається із сукупності керуючих задач, що охоплюють усі складові елементи оперативного керування. При формуванні ІКС ППВС центральною частиною залишається вирішення задач планування, прогнозу й аналізу експлуатаційної роботи ППВС [11].

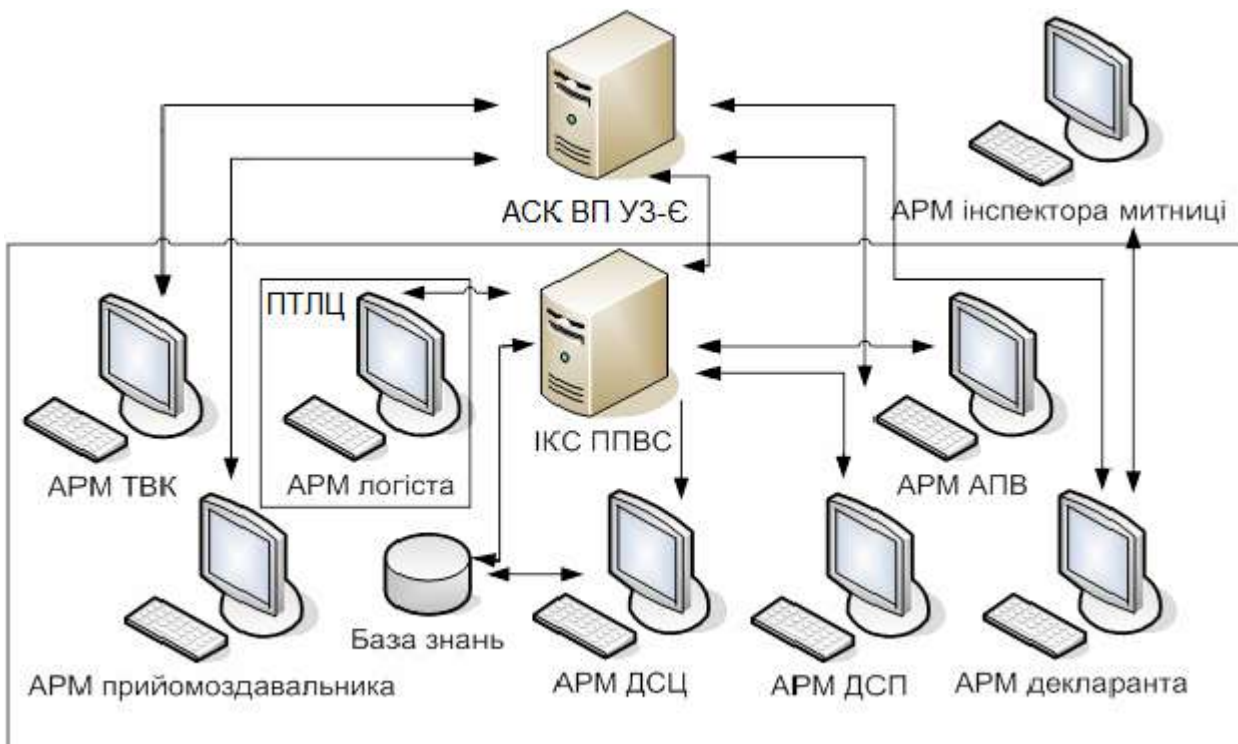
Стратегічними аспектами розробки ІКС ППВС є: оптимізація у реальному часі управлінських рішень з організації технологічних процесів на ППВС, спрямованих на мінімізацію витрат; збільшення доходів за рахунок використання маркетингових досліджень; підвищення рівня рентабельності та максимізація прибутку. Цю стратегію можна реалізувати за допомогою сукупності функцій, що виконуються в ІКС ППВС:

- формування необхідної інформації для Єдиної автоматизованої системи керування вантажними перевезеннями (АСК ВП УЗ-Є);
- оперативний контроль та аналіз процесу обробки експортно-імпортного вагонопотоку на ППВС;
- економічна оцінка варіантів оперативних планів організації роботи ППВС (за допомогою системи підтримки прийняття рішень);

- контроль за просуванням вагонопотоку з дотриманням технологічних норм на виконання операцій;
- прогнозування змін в оперативній ситуації на станції;
- контроль за обсягом передачі вагонів через кордон;
- прийняття рішень щодо керуючого впливу на перевізний процес на ППВС;
- контроль за виконанням перевантаження вантажів із вагонів вузької колії у вагони широкої колії, а також формуванням та відправленням партії великотоннажних контейнерів з ПТЛЦ.

До ІКС ППВС входить значна кількість АРМ, кожне з яких має доступ до потрібної інформації про стан перевізного процесу відповідно до статусу користувача та обсягу роботи, яку він виконує. В свою чергу інформація з АРМ ДСЦ може використовуватись поїзним диспетчером при плануванні поїзної роботи з надходження поїздів до ППВС з іншої держави, накопичення та відправлення зі станції.

При формуванні удосконаленої структури ІКС ППВС потрібно враховувати зв'язки між АРМ працівників станції та автоматизованими системами різних рівнів та обмін інформацією між ними. На рисунку 14 наведена структура ІКС прикордонної перевантажувальної станції при застосуванні прикордонного транспортно-логістичного центру. Запропоновано впровадити лінію інформаційного обміну між АРМ декларанта та АСК ВП УЗ-Є, що дозволить декларантам отримувати інформацію щодо транзитних та імпорتنих вагонопотоків для попереднього оформлення митних декларацій. Таке впровадження сприятиме зменшенню простоїв вагонів на прикордонних станціях.



ТВК – товарний касир товарної контори, АПВ – агент передачі вагонів, ДСП – черговий по станції

Рисунок 14 – Структура ІКС ППВС за участю ПТЛЦ при використанні бази знань

З метою удосконалення інформаційної взаємодії з митницею запропоновано ввести лінію передачі всієї необхідної для митниці інформації через автоматизовану систему в електронному вигляді. Та ж сама кількість працівників зможе обробляти за добу більшу кількість поїздів – час обробки скоротиться в середньому на 2 години.

Отже, удосконалено структуру та комплекс задач інформаційно-керуючої системи прикордонної перевантажувальної станції за участю ПТЛЦ, що реалізує автоматизовану технологію управління вагонопотоками при здійсненні міжнародних перевезень, за рахунок інтегрування інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень з використанням бази знань до автоматизованих робочих місць оперативного персоналу.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] В.О. Шиш, М.Ф. Тітов, В.І. Крячко, В.К. Мироненко та М.І. Луханін, "Intergauge-технологія – шлях інтеграції залізниць країн СНД та Європейського Співтовариств", *Залізничний транспорт*, 2006, № 4, С. 3–8.
- [2] Є.С. Альошинський та О.С. Пестременко-Скрипка, "Аналіз впливу простою міжнародного вагонопотоку на оборот вагонів", *Збірник наукових праць УкрДАЗТ*, Харків, Вип. 137, 2013, С. 24-29.
- [3] Г.С. Бауліна, П.О. Дідух, А.М. Карпаш та І.І. Федорняк, "Удосконалення технології функціонування перевантажувального комплексу прикордонної перевантажувальної станції", *Збірник наукових праць Укр. держ. унів. залізнич. трансп.*, Харків: УкрДУЗТ, 2016, Вип. 162, С. 182–188.
- [4] М.І. Данько, А.М. Котенко, В.І. Шевченко та П.С. Шилаєв, "Транспортна логістика": навч. посіб., Харків: ПП видавництва "Нове слово", 2010, 256 с.
- [5] В.М. Руденко, "Математична статистика": навч. посіб., К.: Центр учбової літератури, 2012, 304 с.
- [6] Збірник № 25 Правил перевезень і тарифів залізничного транспорту України, К.: Укрзалізниця, 2008.
- [7] L. Skyttner, "General Systems Theory: Problems, Perspectives, Practice", World Scientific Publishing Company; 2 edition, 2006, 536 p.
- [8] K. Bladon, D. Rennison, G. Izbinsky, R. Tracy and T. Bladon, "Predictive condition monitoring of railway rolling stock", *CORE-Conference On Railway Engineering*, 20-23 June 2004, Darwin, Australia.
- [9] Т.А. Гаврилова и В.Ф. Хорошевский. "Базы знаний интеллектуальных систем", СПб.: Питер, 2000. – 384 с.
- [10] М. Мински, "Фреймы для представления знаний, М.: Энергия, 1979.
- [11] Г.С. Бауліна, "Удосконалення інформаційно-керуючої системи прикордонної передавальної станції на основі застосування інтелектуальних технологій", *Збірник наукових праць*, Донецьк: ДонІЗТ, 2011, Вип. 25, С. 39 – 45.