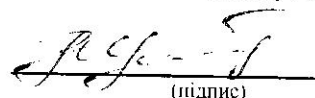


Державний університет інфраструктури та технологій  
Київський інститут залізничного транспорту  
Факультет «Управління залізничним транспортом»  
Кафедра «Технологій транспорту та управління процесами перевезень»

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

в.о. завідувача кафедри ТТУПІ,  
к.т.н., доцент

  
(підпис) Р.С. Щербина

« 7 » грудня 2020 року

## Пояснювальна записка


до кваліфікаційної (магістерської) роботи  
освітнього ступеня «Магістр»

на тему «Аналіз технології роботи прикордонних передавальних станцій та  
дослідження причин затримок вагонів»

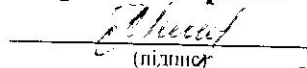
**Виконав:** студент 2 курсу, групи ТТ  
ОПП 275.02 «Транспортні технології  
(на залізничному транспорті)»

  
(підпис) Жабокрик Б.В.

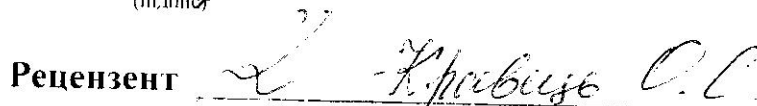
**Науковий керівник**

  
(підпис) Нестеренко Г.І.

**Нормоконтроль**

  
(підпис) Бердніченко Ю.А.

**Рецензент**

  
(прізвище та ініціали)

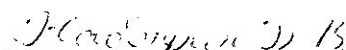
Київ – 2020 рік

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

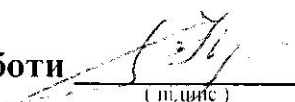
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної (магістерської) роботи	Період виконання етапів роботи
1	Розробка вступу, визначення мети та актуальності теми кваліфікаційної роботи; аналіз наукових досліджень	02.09.2020 р.– 12.09.2020 р.
2	Збір інформації та її аналіз, розробка розділу 1	13.09.2020 р. – 20.09.2020 р.
3	Дослідження взаємодії прикордонних передавальних станцій	21.09.2020 р. – 27.09.2020 р.
4	Аналіз та формалізація причин затримок вагонів на прикордонних передавальних станціях	28.09.2020 р. – 07.10.2020 р.
5	Дослідження пропозицій з удосконалення функціонування інформаційної підсистеми прикордонних передавальних станцій	08.10.2020 р. – 19.10.2020 р.
6	Розробка 4 розділу	20.10.2020 р. – 29.10.2020 р.
7	Розробка структурно–логічних схем обробки вагонів на прикордонних передавальних станціях	30.10.2020 р. – 04.11.2020 р.
8	Розробка розділу про охорону праці та безпеку в надзвичайних ситуаціях	05.11.2020 р. – 19.11.2020 р.
9	Оформлення висновку, додатків та списку використаних джерел	20.11.2020 р. – 30.11.2020 р.
10	Підготовка презентаційного матеріалу	01.12.2020 р. – 06.12.2020 р.
11	Подання роботи	07.12.2020 р.

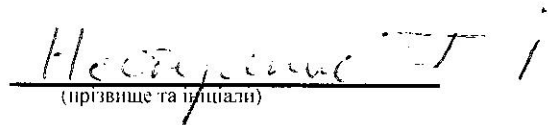
Студент

  
(підпис)

  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

  
(підпис)

  
(прізвище та ініціали)

**5. Перелік презентаційного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень).**


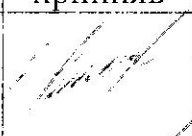

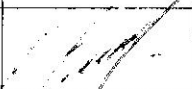
**В електронному вигляді:**

- 1 Аналіз технології роботи прикордонних передавальних станцій та дослідження причин затримок вагонів
- 2 Визначення мети, предмета та об'єкта дослідження
- 3 Сучасний стан відмов у роботі системи передачі міждержавного вагонопотоку між прикордонними передавальними станціями України та Росії
- 4 Кількість затриманих вагонів на прикордонній передавальній станції Харків–Сортувальний
- 5 Перелік етапів обробки міждержавного вагонопотоку на прикордонній передавальній станції
- 6 Загальний перелік причин затримок вагонів на прикордонних передавальних станціях
- 7 Пропозиції з удосконалення функціонування інформаційної підсистеми прикордонних передавальних станцій
- 8 Результат удосконалення передачі вагонопотоку між станціями
- 9 Перевірка адекватності результатів моделювання функціонування інформаційної підсистеми на прикордонній передавальній станції із зазначенням інтервалу відхилення
- 10 Структурно–логічна схема обробки вагону (вагонів) у випадку затримання з причини Х4 (технічна або комерційна несправність вагона)
- 11 Висновок – пропозиції з удосконалення інформаційної підсистеми ППС

**В паперовому вигляді:**

Немає

**6. Консультанти розділів роботи.**

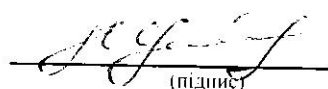
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона навколишнього середовища	к.і.н., доцент Сорочинська О.Л.		
Охорона праці	к.і.н., доцент Сорочинська О.Л.		

**7. Дата видачі завдання:** «01» вересня 2020 року.

Державний університет інфраструктури та технологій  
Київський інститут залізничного транспорту  
Факультет «Управління залізничним транспортом»  
Кафедра «Технологій транспорту та управління процесами перевезень»  
Освітній ступінь «Магістр»  
Галузь знань 27 «Транспорт»  
Освітньо-професійна програма «Транспортні технології (на залізничному транспорті)»

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

**в.о. завідувача кафедри ТТУПП,  
к.т.н., доцент**

  
(підпис) **Р.С. Щербина**  
«01» вересня 2020 року

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ (МАГІСТЕРСЬКУ) РОБОТУ**  
студента Жабокрика Богдана Валерійовича  
(прізвище, ім'я, по батькові)

- 1. Тема роботи** «Аналіз технології роботи прикордонних передавальних станцій та дослідження причин затримок вагонів»  
**науковий керівник** Нестеренко Г. І., кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри «Технологій транспорту та управління процесами перевезень»  
(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання)
- затверджені наказом Державного університету інфраструктури та технологій від «31» серпня 2020 року № \_\_\_\_\_
- 2. Строк подання студентом роботи** «11» грудня 2020 року
- 3. Вихідні дані до роботи:** – літературні джерела; – матеріал зібраний під час проходження практики; – матеріали попередніх наукових досліджень при участі в студентських наукових конференціях; – вихідні дані моделювання взаємодії прикордонних передавальних станцій.
- 4. Зміст пояснювальної записки (назва розділів основного змісту роботи):**
  - 1 Аналіз практичного досвіду та теоретичних розробок організації міжнародних вантажних перевезень
  - 2 Дослідження взаємодії прикордонних передавальних станцій
  - 3 Аналіз функціонування елементів інформаційної підсистеми прикордонної передавальної станції
  - 4 Аналіз зменшення затримок на прикордонних передавальних станціях
  - 5 Розробка структурно-логічних схем обробки вагонів на прикордонних передавальних станціях
  - 6 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	7
ВСТУП	8
1 АНАЛІЗ ПРАКТИЧНОГО ДОСВІДУ ТА ТЕОРЕТИЧНИХ РОЗРОБОК ОРГАНІЗАЦІЇ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	11
1.1 Аналіз сучасного стану функціонування пунктів переходу державних кордонів України	11
1.2 Аналіз досвіду удосконалення технології перевізного процесу суміжних країн та дослідження основних недоліків функціонування інформаційної підсистеми при організації міждержавних перевезень	13
1.3 Аналіз технології роботи прикордонних передавальних станцій та дослідження причин затримок вагонів	16
1.4 Аналіз попередніх досліджень з удосконалення роботи прикордонних передавальних сортувальних залізничних станцій	19
2 ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ПРИКОРДОННИХ ПЕРЕДАВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ	25
3 АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДСИСТЕМИ ПРИКОРДОННОЇ ПЕРЕДАВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ	45
4 АНАЛІЗ ЗМЕНШЕННЯ ЗАТРИМОК НА ПРИКОРДОННИХ ПЕРЕДАВАЛЬНИХ СТАНЦІЯХ	72
5 РОЗРОБКА СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНИХ СХЕМ ОБРОБКИ ВАГОНІВ НА ПРИКОРДОННИХ ПЕРЕДАВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ.	80
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	95
6.1 Аналіз шкідливих і небезпечних факторів та об'єктів підвищеної небезпеки	95
6.2 Організовані технічні заходи, направлені на забезпечення безпеки працівників станції	96
6.3 Загальні вимоги до безпеки на залізничних коліях	98
6.4 Безпека праці працівників під час виконання навантажувально-розвантажувальних робіт	99
6.5 Правила безпечного виконання робіт складачем поїздів станції	101
6.6 Дії працівників у разі виникнення надзвичайної ситуації, пов'язаних з ліквідацією наслідків аварійних ситуацій з небезпечними вантажами	103
ВИСНОВКИ	105
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	107
ДОДАТОК А Вихідні дані моделювання взаємодії прикордонних передавальних станцій Харків-Сортувальний та Белгород	112

ДОДАТОК Б	Можливість затримки вагонів при взаємодії двох прикордонних передавальних станцій Харків-Сортувальний та Белгород за емпіричними даними	116
ДОДАТОК В	Можливість затримки вагонів при взаємодії двох прикордонних передавальних станцій Харків-Сортувальний та Белгород за результатами моделювання	118
ДОДАТОК Г	Розрахунок ресурсів, що витрачаються при затримці вагонів на прикордонних передавальних станціях	124
ДОДАТОК Д	Економічний ефект від впровадження заходів з удосконалення взаємодії станцій Харків-Сортувальний – Белгород за результатами моделювання	128
ДОДАТОК Е	Вихідні дані моделювання взаємодії прикордонних передавальних станцій Куп'янськ-Сортувальний та Валуйки-Сортувальні	130
ДОДАТОК Ж	Можливість затримки вагонів при взаємодії двох прикордонних передавальних станцій Куп'янськ-Сортувальний та Валуйки-Сортувальні за емпіричними даними	134
ДОДАТОК К	Можливість затримки вагонів при взаємодії двох прикордонних передавальних станцій Куп'янськ-Сортувальний та Валуйки-Сортувальні за результатами моделювання	136
ДОДАТОК Л	Розрахунок ресурсів, що витрачаються при затримці вагонів на прикордонних передавальних станціях	142
ДОДАТОК М	Економічний ефект від впровадження заходів з удосконалення взаємодії станцій Куп'янськ-Сортувальний та Валуйки-Сортувальні за результатами моделювання	146

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ВМД – вантажна митна декларація;  
ВТО – Всесвітня торгова організація;  
ЕК – електронна копія;  
ЕОМ – електронна обчислювальна машина;  
КО – комерційний огляд;  
КОТІФ – конвенція про міжнародні залізничні перевезення;  
МК – митний контроль;  
МО – митний огляд;  
МСЗ – міжнародний союз залізниць;  
ОСЗ – організація співробітництва залізниць;  
ПВ – поїзна відомість;  
ПД – поїзні документи;  
ПКО – пункт комерційного огляду;  
ПМК – пункт митного контролю;  
ППС – прикордонна передавальна станція;  
ПрикордонТЕК – прикордонна товарно-експертна контора;  
ПТО – пункт технічного огляду;  
СТП – спеціальний технічний пункт;  
СТЦ – станційний технологічний центр;  
СЦБ – сигналізація, централізація та блокування;  
ТГНЛ – телеграма-натурний лист;  
ТО – технічний огляд;  
ТП – технічний пункт;  
ТТН – товарно-транспортна накладна;  
УЗ – Укрзалізниця;  
УМВС – Угода про міжнародне залізничне вантажне сполучення;  
ЦБД – Центральна база даних.

## ВСТУП

Пріоритетним завданням залізниць України є забезпечення конкурентоспроможності залізничного транспорту в умовах зростання обсягів вантажних перевезень.

Провідним напрямом розвитку галузі визначається необхідність адаптації Укрзалізниці до європейського рівня організації роботи залізниць. На даний момент залізниці в основному задовольняють потреби суспільного виробництва та населення у перевезеннях.

Найбільш вагомим показником якості перевезень при транспортуванні вантажів у міждержавному сполученні є швидкість доставки. Визначальним фактором зниження цього показника постає проблема перетину кордонів між країнами.

У процесі передачі вагонопотоку між країнами основну роль відведено прикордонним передавальним станціям (ППС). Для покращення роботи транспортної системи в цілому необхідно зосередити увагу на слабких ланках процесу передачі вагонів при взаємодії залізниць сусідніх країн.

При обслуговуванні поїздів на прикордонних передавальних станціях основною задачею, що потребує вирішення, є задача скорочення простоїв та уникнення затримань вагонів при мінімізації витрат ресурсів усіх видів. Вирішення її полягає у необхідності удосконалення процесу міжнародних вантажних перевезень, у тому числі в удосконаленні функціонування інформаційної підсистеми при взаємодії прикордонних передавальних станцій суміжних країн.

У зв'язку із вступом України до Всесвітньої торгової організації (ВТО), перспективами Євроінтеграції та розширенням зовнішніх торговельних кордонів, одним із пріоритетних напрямків визначено подальший розвиток мережі українських залізниць до рівня залізниць країн ЄС та Росії. Досвід країн-учасниць

Міжнародного союзу залізниць вказує на необхідність розробки та впровадження нових ресурсозберігаючих підходів до технології перевізного процесу та науково обґрунтованих рекомендацій щодо ефективної взаємодії інформаційних систем країн при міждержавних залізничних перевезеннях.

Враховуючи необхідність удосконалення функціонування інформаційної підсистеми на ППС, а також недостатній рівень дослідження проблеми взаємодії прикордонних передавальних сортувальних станцій суміжних країн, тему роботи можна кваліфікувати як актуальну.

**Метою роботи** є вирішення науково-прикладної задачі з удосконалення функціонування інформаційної підсистеми прикордонних передавальних станцій при міждержавних вантажних перевезеннях за рахунок раціоналізації технології взаємодії прикордонних передавальних станцій України та суміжних держав, що дозволить скоротити непродуктивні простої вагонів під митними операціями та зменшити витрати ресурсів усіх видів.

**Об'єкт дослідження** – процес функціонування транспортного комплексу міждержавних вантажних перевезень.

**Предмет дослідження** – функціонування інформаційної підсистеми прикордонних передавальних станцій.

**Методи дослідження.** При дослідженні функціонування прикордонних передавальних станцій використано принципи системного аналізу із застосуванням теорії множин, нечіткої логіки й теорії імовірності при дослідженні нечіткості впливу зовнішніх факторів на стан системи. При вирішенні задачі удосконалення роботи ППС використано методи теорії систем масового обслуговування. Моделювання процесу технологічної переробки вагонопотоку на ППС проведено з використанням методів теорії графів та мереж Петрі.

**Апробація теми дослідження:** «Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті», 33-я міжнародна науково-практична конференція (жовтень 2020 р., Україна); «Логістичне управління та безпека руху на транспорті»,

Всеукраїнська науково-практична конференція, (грудень 2020 р., м. Рубіжне, Луганська обл.), науковий керівник: к.т.н., доцент Нестеренко Г. І.

Дана кваліфікаційна робота складається з 6 розділів: Аналіз практичного досвіду та теоретичних розробок організації міжнародних вантажних перевезень; Дослідження взаємодії прикордонних передавальних станцій; Аналіз функціонування елементів інформаційної підсистеми прикордонної передавальної станції; Аналіз зменшення затримок на прикордонних передавальних станціях; Розробка структурно-логічних схем обробки вагонів на прикордонних передавальних станцій; Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях – які викладені на 147 сторінках тексту.

## **1 АНАЛІЗ ПРАКТИЧНОГО ДОСВІДУ ОРГАНІЗАЦІЇ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

### **1.1 Аналіз сучасного стану функціонування пунктів переходу державних кордонів України**

За оцінками розвитку світової економіки, на початку XXI сторіччя найбільш актуальними питаннями для підвищення конкурентоспроможності України на світовому ринку транспортних послуг є необхідність удосконалення системи міждержавних вантажних перевезень нашої держави [17]. На базі тенденцій розширення зовнішньоекономічних стосунків України, а також в контексті зміцнення торговельних відносин між Європою та Азією, географічного розташування товаровиробників та споживачів, наша країна займає вигідне положення [18].

Аналіз прогнозних оцінок показав, що в найближчі роки очікується зростання обсягів перевезень експортних вантажів на 30%, що складає приблизно 25 млн т/рік. Приріст обсягів транзитних вантажних перевезень на всіх видах транспорту може скласти 30-40%, тобто 10-15 млн т/ рік [17].

Зараз на залізниці припадає майже 44 % вантажообігу всіх видів транспорту загального користування. У той же час у роботі залізничного транспорту є чимало невирішених проблем і труднощів. В Україні, як і в інших державах, на перший план постають такі глобальні питання, як ресурсозбереження, оновлення інформаційної, технологічної та законодавчої бази.

Аналіз сучасного стану функціонування прикордонних передавальних станцій показав, що основним фактором зниження якості перевезень при транспортуванні вантажів у міждержавному сполученні постає проблема перетину кордонів між країнами.

Для того, щоб у сучасних умовах залізничний транспорт зберігав свою провідну позицію у транспортній системі країни необхідно вийти на інший, більш

високий рівень якості перевезень у міждержавному сполученні. Для посилення взаємодії країн, що співпрацюють між собою, особливу увагу слід приділити кордонам суміжних держав, а саме: покращенню технології роботи прикордонних передавальних станцій та удосконаленню функціонування інформаційних підсистем суміжних країн [5, 23-25].

Після дослідження взаємодії залізниць України та Росії за кожним напрямком прямування вагонів між двома суміжними ППС виявлено відмови у системі передачі вагонопотоку та відсоток затриманих вагонів, від загального вагонопотоку, що наведено на рисунку 1.1.

На прикладі двох пар станцій з російської та української сторін проаналізовано імпортні, експортні та транзитні потоки вагонів, що надходять або відправляються з однієї країни до іншої.

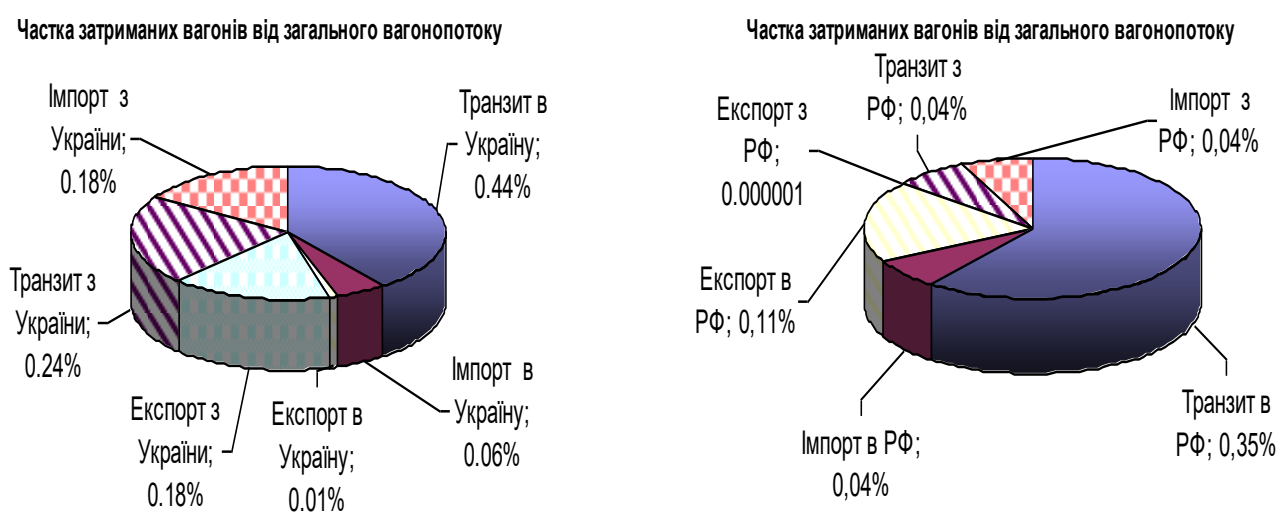


Рисунок 1.1 – Сучасний стан відмов у роботі системи передачі міждержавного вагонопотоку між ППС України та Росії

За останні роки прикордонні станції України поступово модернізуються: проводиться реконструкція колійного господарства, удосконалюються системи сигналізації і зв'язку. Проте західні кордони більш відповідають міжнародним стандартам. Якщо ж розглянути станції, що передають вантажний потік до Росії,

Білорусії та Молдови, слід зауважити, що вони не мають достатніх умов і технічних засобів. Це робить залізничний транспорт менш конкурентоспроможним на фоні вдосконалення і відкриття автомобільних пунктів переходу.

Відповідно до комплексної програми будівництва державних кордонів України перед залізничним транспортом поставлене завдання організації сполучення через прикордонні переходи, що включає питання будівництва й реконструкції об'єктів інфраструктури в пунктах пропуску поїздів, збільшення пропускної і переробної спроможності прилеглих до кордону ділянок. Згідно з цією програмою облаштовуються 49 залізничних пунктів пропуску через державний кордон у напрямку Російської Федерації, Білорусії, Молдови, Польщі, Румунії, Угорщини й Словаччини [17].

Існування недоліків у роботі прикордонних передавальних станцій та неадаптованість їх до світового рівня перевезень є суттєвим фактом. Незважаючи на намагання зміцнити технічну і вдосконалити технологічну базу, прикордонні передавальні станції залишаються найбільш вузькими місцями транспортної системи міжнародних перевезень.

## **1.2 Аналіз досвіду удосконалення технології перевізного процесу суміжних країн та дослідження основних недоліків функціонування інформаційної підсистеми при організації міждержавних перевезень**

Однією з вагомих перешкод на шляху взаємодії залізниць України з іншими країнами є те, що на території Європи та Азії співіснують дві системи міжнародного вантажного перевізного права, а саме: «Угода про міжнародне залізничне вантажне сполучення» (УМВС) та «Конвенція про міжнародні залізничні перевезення» (КОТІФ), невід'ємною частиною якої є «Єдині правила до договору про міжнародні перевезення вантажів» (ЦМ). Обидві правові системи мають однакову сферу застосування та регулюють суспільно-правові відносини

між сторонами договору перевезень вантажів. Проте вони суттєво відрізняються як за формою, так і за змістом окремих правових положень. У зв'язку із цим при організації міждержавних перевезень виникає багато труднощів, при технологічній обробці вагонопотоків. За час співіснування УМВС та КОТІФ проводилося три спроби уніфікувати та гармонізувати між собою ці правові системи, але вони не мали остаточного успіху. Зараз на території Євразії існують три зони застосування міжнародного залізничного права для вантажних перевезень. Перша зона охоплює всі країни Євросоюзу, Балканські країни та країни Близького Сходу, які є членами Міжурядової організації з міжнародних перевезень залізницею (ОТІФ) – організації, що веде справи стосовно КОТІФ (42 країни-учасниці), і в яких застосовуються положення ЦІМ. Друга зона охоплює країни, які є членами Організації співробітництва залізниць (24 країни-учасниці), в яких застосовуються положення УМВС. Третя зона – це країни, які є одночасно членами Організації співробітництва залізниць (ОСЗ) та ОТІФ, в яких, в залежності від виду сполучення, можуть застосовуватись як положення ЦІМ, так і УМВС. Це, як правило, країни, що знаходяться на стику двох транспортних правових систем (Польща, Україна, Латвія, Литва, Естонія, Словаччина, Угорщина, Румунія та Болгарія). Білорусь і Молдова на сьогодні активно вивчають документи, пов'язані з діяльністю ОТІФ, та розглядають можливість приєднання до КОТІФ. Таким чином, утворився «пояс» країн, на територіях яких одночасно застосовуються дві залізничні правові системи [20].

За весь час понад п'ятдесятирічної діяльності ОСЗ довела на практиці своєчасність і необхідність свого створення. Ця організація виконує роль провідного міжнародного залізничного товариства на територіях Євразійського континенту як з правових питань, так і з питань транспортної політики, стратегії розвитку залізниць, вирішення економічних, інформаційних, технічних проблем залізничного транспорту [15]. Тому проблеми, що розглядаються ОСЗ носять глобальний характер, і в їх вирішенні зацікавлені взаємодіючі країни. Сьогодні ця організація об'єднує 24 країни Європи й Азії. Проблемними питаннями

залишаються потреба у оновленні системи передачі даних між залізницями, а також у модернізації технології функціонування прикордонних станцій, що надасть змогу перевозити без перешкод вантажі між країнами-членами ОСЗ.

Незважаючи на всі попередні досягнення країн у спільному процесі перевезення вантажів майже на кожній прикордонній залізничній станції визначаються такі проблеми, як неправильне оформлення документів, необхідність додаткового митного оформлення, невідповідність даних у товарно-транспортній накладній (ТТН) та вантажній митній декларації (ВМД), відсутність рахунка-фактури та інші перешкоди при передачі імпортно-експортного вагонопотоку. Майже всі причини затримок вагонів виникають у зв'язку з недосконалою системою передачі поїзної інформації та різницею в оформленні вантажних документів. Причини затримок в Україні носять загальний характер і стають глобальною перешкодою у безперервному функціонуванні пунктів переходу.

Наступним суттєвим недоліком при перевезенні вантажів у міждержавному сполученні є відсутність єдиної електронної системи передачі даних між митницями двох взаємодіючих країн [23]. У зв'язку із цією проблемою виникають затримки вагонів за відсутністю електронного повідомлення митниці відправлення, при закритті коду експедитора, за відсутністю інформації в центральній базі даних та при порушенні маршруту прямування вагону.

Залізничному транспорту притаманний особливо тісний взаємозв'язок підрозділів, служб і ланок. Тому визначається необхідність глибокої регламентуючої системи всіх операцій, прямо чи побічно пов'язаних із здійсненням перевізного процесу [17]. Основні актуальні проблеми при взаємодії залізниць України та РФ полягають у неузгодженні співпраці станцій і додаткових служб, підпорядкованих іншим міністерствам, що разом здійснюють обробку поїзних документів та інформації.

При недостатній взаємодії митних, прикордонних, екологічних, фіто-санітарних, ветеринарних, санітарно-карантинних служб та самих прикордонних станцій з'являються перешкоди, спільні для багатьох пунктів передач, що

призводять до виникнення схожих причин затримок вагонів. А саме: затримки вагонів для митного огляду; затримки фітосанітарною, ветеринарною, санітарно-карантинною та прикордонною службами; затримання екологічною службою та службою радіаційного контролю; тимчасова заборона на вв'їз-вив'їз якогось з вантажів (у вигляді додаткового наказу). Наявність цих перешкод приносить чимало небажаних проблем при достатньо великих обсягах перевезень. Керівники Державної адміністрації залізничного транспорту України запевняють, що Україна має потенціал, щоб збільшувати обсяги до 100 млн. тонн щорічно. За словами генерального секретаря Координаційної ради з транссибірських перевезень, Росія серйозно розглядає питання про продовження залізничних маршрутів на територіях залізничних коридорів з шириною між рейками у 1520 мм і 1432 мм на рівні Російська Федерація – Австрія. Контейнери до Європи мають піти через Україну. Головне – налагодити технологію цих перевезень та максимально покращити умови перетину кордонів.

### **1.3 Аналіз технології роботи прикордонних передавальних станцій та дослідження причин затримок вагонів**

Для усунення проблемних місць при передачі вагонопотоку у міждержавному сполученні необхідно виявити причини затримки вагонів та можливі шляхи їх усунення. У роботі проаналізовано прикордонні передавальні станції, що взаємодіють між собою: Харків-Сортувальний та Белгород, а також Куп'янськ-Сортувальний та Валуйки-Сортувальні. При детальному аналізі затриманого вагонопотоку на ППС чітко визначились 14 основних причин затримок вагонів. Для більш наглядного аналізу кількості затримок вагонів на станціях у таблиці 1.1 наведена порівняльна характеристика затримань вагонів на прикордонній передавальній станції Харків-Сортувальний за декілька років.

З наданого переліку три причини пов'язані з діями митної служби й у звітності станцій визначені як затримки вагонів для митного огляду, для митного оформлення та затримки за відсутністю електронного повідомлення митниці відправлення. За статистичними спостереженнями 30% всіх затримок вагонів ініціюються митними органами.

Таблиця 1.1

## Кількість затриманих вагонів на ППС Харків-Сортувальний

№	Причини затримання вагонів.	2009 р.	2010 р.	2011 р.	2012 р.	2013 р.
1	2	3	4	5	6	7
1	Для митного огляду	0	1	0	2	0
2	Для митного оформлення	99	6	0	44	3
3	Відсутність електронного повідомлення митниці відправлення	2	0	0	0	0
4	Технічна або комерційна несправність вагона	3	0	0	42	59
5	Невідповідність даних у товарно-транспортній накладній (ТТН) та вантажній митній декларації (ВМД)	8	21	19	8	2
6	Затримання фітосанітарною, ветеринарною, санітарно-карантинною та прикордонною службами	2	28	38	2	3
7	Затримання екологічною службою та службою радіаційного контролю	0	1	0	0	0
8	Невірне оформлення документів	6	6	4	32	0
9	Відсутність чи закриття коду експедитора	0	8	0	0	0
10	Порушення маршруту прямування	0	16	0	0	52
11	Відсутність інформації в центральній базі даних	28	2	1	0	0
12	Відсутність рахунка-фактури	1	0	1	0	4
13	Інші причини	59	5	20	0	0
14	Конвенційна заборона (Наказ № 325 У)	0	0	1	0	0
Разом		208	94	84	130	123

Контроль за переміщенням товарів між митницями здійснюється відповідно до чинних нормативних актів Держмитслужби. Як правило, вантаж, що переміщається, упаковується і розміщається таким чином, щоб його не можна було вилучити з опечатаного вантажного місця або помістити в нього щось без залишення видимих слідів розпакування чи пошкодження митного забезпечення. При виявленні мінімально можливого порушення вагон буде затримано митницею до з'ясування. Також слід зауважити, що особливу увагу митні служби приділяють вантажу, перевезення якого здійснюється у піввагонах. Цей рід рухомого складу не може мати відповідних запірно-пломбових пристроїв (ЗПП). Саме через полегшений доступ до вантажу з такими вагонами виникає багато проблем та непорозумінь. Наприклад, за статистикою, найбільше претензій, вирішення яких відбувається у суді, виникає стосовно вагонів, завантажених металевим брухтом. Так складається у зв'язку із важкістю простеження збереженості цього вантажу на шляху прямування [20].

Останнім часом на більшості прикордонних передавальних станцій України для покращення їх функціонування впроваджується промислове телебачення. Ця система дає можливість вести спостереження за територією станції, прибуттям та відправленням поїздів. На багатьох станціях країн СНД це дозволило забезпечити паралельну обробку составів, скоротити штат прикордонників, зайнятих на охороні територій станцій для проведення прикордонного контролю поїздів. Також вдалося зменшити час простою експортного поїзда. Технологія спільного огляду поїздів та вагонів дозволяє проводити огляд вантажів тільки один раз, що виключає повторний огляд на території Естонії, а також оперативно приймати рішення відносно збереження вантажів і безпеки руху [3, 49-51]. Станція Печори-Псковські ще у 2003 році, була облаштована автоматизованою системою комерційного огляду, що дозволяє проводити огляд при прямуванні поїзда за допомогою моніторів, встановлених у приміщенні ПКО. Це впровадження дозволило скоротити час на проведення комерційного огляду експортно-імпортних поїздів у середньому на 20 хвилин [18].

У 2007 році промислове телебачення було встановлено на станції Харків-Сортувальний, Південної залізниці. Але, при порівнянні показників із затримок вагонів з причини комерційного або технічного браку (табл. 1.1) до нововведення і після можна побачити, що затриманих вагонів стало в декілька разів більше. В основному це пов'язано із збільшенням можливостей при огляді вагонів. Оператори ПКО отримали можливість виявляти, наприклад, такий комерційний брак, як нерівномірність навантаження у піввагонах. Контроль за вантажами, що надходять з-за кордону на станцію Харків-Сортувальний, став більш спрощеним, але більш детальним та пильним.

Основні технічні несправності вантажних вагонів, що прямують у міждержавному сполученні і підлягають усуненню, стосуються візків і колісних пар, амортизаторів, автозчеплень, кузовів, підлог, рам та бортів рухомого складу. У середньому орієнтовна кількість несправних вагонів складає 12% та залишається незмінною [37].

Працівниками «ПрикордонТЕК» вживаються відповідні заходи по кожному випадку затримок вагонів на станції передачі з повідомленням про це винних (станція відправлення, вхідна прикордонна станція і т.п.). Крім того, ведеться облік простою по кожному вантажовласнику, експедитору або залізничному підприємству для пред'явлення їм претензій. Довідка про неприйняті і затримані вагони ведеться на кожний поїзд, що обробляється, і формується в ПЕОМ «ПрикордонТЕК» [30–33].

#### **1.4 Аналіз попередніх досліджень з удосконалення роботи прикордонних передавальних сортувальних залізничних станцій**

Проблемам міжнародних транспортно-економічних зв'язків Радянського Союзу ще у 50–60-ті роки було приділена значна увага у наукових працях Г. А. Циркунова. Саме він вперше поставив питання про необхідність координації

планів міжнародних перевезень та їх розвиток. У подальших дослідженнях приділялась увага таким питанням, як необхідність уніфікації й стандартизації транспортних засобів, сумісній побудові об'єктів та організації об'єднаних прикордонних станцій. У монографії [43] наведено результати досліджень функціонування основних процесів станцій перевантаження і надаються рекомендації з удосконалення міжнародних вантажних перевезень [41–43].

У працях таких вчених, як Аветикян М. А., Ветухов Е. А. запропоновано комплексні методи скорочення простоїв вагонів, у тому числі і на прикордонних станціях, за рахунок більш раціонального розподілу перевезень вантажів за видами транспорту. Достатня увага була приділена підвищенню ефективності виробничих фондів залізничного транспорту, збільшенню пропускної спроможності пунктів перетину кордонів, а також раціоналізації витрат паливно-енергетичних та матеріальних ресурсів за рахунок підвищення ефективності експлуатаційної діяльності станцій, посиленню використання резервів і технічної потужності залізниць [6].

Такими вченими, як Ветухов Е. А., Казовський І. Г., Хохорін А. І. розглянуто особливості перевезень вантажів у міждержавному сполученні [7]. Викладені основні відомості про прикордонні станції, наведена характеристика та схеми розташування основних пристроїв. Також розглянуто організацію роботи таких станцій і технічні норми проектування. Значна частина досліджень присвячена питанням планування перевезень у міждержавному сполученні, організації функціонування станцій перевантаження та методам маневрової роботи.

У [1, 8] при дослідженні потенціалу транзитності вагонопотоків було зроблено висновки щодо необхідності формування составів більш дальнього призначення. Вперше було запропоновано за рахунок автоматизованої системи управління залізничним транспортом мати у повному обсязі інформацію на кожний вагон по всьому шляху його прямування. Це дало змогу у подальшому покращити планування та прогнозування стосовно більш раціонального використання вагонопотоків та прискорило розрахунки зі збільшення їх транзитності. Результати

досліджень Аветикяна М. А. Волкова В. А., Левіна Д. Ю., Лермана В. Д сприяли подальшому удосконаленню сортувальних станцій, організації міждержавних перевезень і дали змогу суттєво скоротити експлуатаційні й виробничі витрати на одиницю перевізної праці.

У роботі Мироненка К. П. значна увага приділялась дослідженням умов роботи прикордонних перевантажних пунктів при переробці імпорتنих вантажів широкої номенклатури. Вченим були запропоновані методи підвищення пропускної спроможності прикордонних станцій, зменшення порожніх пробігів рухомого складу, а також підвищення ефективності обробки вантажних вагонів при перетині кордонів [22].

Найбільша увага при розгляді можливих шляхів удосконалення процесу міждержавних вантажних перевезень та функціонування прикордонних передавальних сортувальних залізничних станцій приділялась удосконаленню роботи технічних засобів та розрахункам відповідних витрат ресурсів [6–9]. Але у більшості наукових робіт не розглядаються у комплексі взаємодія станційних і митних, прикордонних та інших додаткових служб, що беруть безпосередню участь у переробці експортно-імпорتنих вагонопотоків. У деяких роботах недостатньо обґрунтовано можливість ресурсозбереження при організації міждержавних перевезень.

У дослідженнях Данька М. І. розроблено нові наукові основи формування ресурсозберігаючих технологій при організації вантажних перевезень на залізничному транспорті [13]. Особлива увага приділялась нормуванню витрат палива і зменшенню непродуктивних витрат часу рухомого складу. Загальні витрати енергоресурсів розраховуються з урахуванням обсягів перевезень і маневрової роботи.

У даній роботі прогнози витрати енергії визначаються за наступною формулою

$$e = e_0 \cdot \prod_{j=1}^{j=n} K_j \quad (1.1)$$

де  $e$  – очікувані витрати електроенергії або палива в заданий період часу;

$e_0$  – базові витрати електроенергії або палива, що визначаються за енергетичними паспортами локомотивів у залежності від заданих вагових норм і швидкості руху;

$K_j$  – коефіцієнти впливу нормоутворюючих факторів.

Згідно з [28] у роботі Похилка С. П. проводились удосконалення функціонування сортувальних станцій за допомогою технології розформування составів електричною тягою. У цій роботі було запроваджено ресурсозберігаючі режими підсистеми «парк приймання – сортувальна гірка». Автором отримані залежності витрат електроенергії від множини технологічних та конструктивних параметрів, що дозволило реалізувати оптимальні режими роботи гіркового комплексу. Витрати енергоресурсів розраховано таким чином

$$\Delta A = A_{\text{пр}} - A_{\text{ір}}, \quad (1.2)$$

$$\Delta t = t_{\text{пр}} - t_{\text{ір}} \quad (1.3)$$

де  $A_{\text{пр}}, A_{\text{ір}}$  – витрати електроенергії при повільному та інтенсивному режимах насуву та розпуску;

$t_{\text{пр}}, t_{\text{ір}}$  – час насуву та розпуску при повільному та інтенсивному режимах роботи.

У дослідженнях Топчієва М. П. покращити роботу сортувальних станцій пропонувалося за рахунок вибору шляхів адаптації технічного оснащення та розроблення нових засобів автоматизації технічних об'єктів [36]. У даній роботі для розрахунку техніко-економічного ефекту запропоновано коефіцієнт стійкості, що визначає якість проведення маневрових операцій

$$\hat{E}_{\text{НД}} = \frac{G_F}{G_I}, \in [1,0 ; 1,5] \quad (1.4)$$

де  $G_F$  – фактичні витрати палива при роботі на сортувальній гірці та в парках приймання;

$G_I$  – мінімальні витрати палива маневровим локомотивом при роботі на сортувальній станції.

Розроблення ресурсозберігаючої технології маневрової роботи дозволило зменшити витрати палива при роботі сортувальної гірки.

Згідно [47] Чекловим В. Ф. було запропоновано удосконалення технології розформування составів поїздів в умовах підвищення переробної спроможності сортувальних гірок. Скорочення часу знаходження вагонів на сортувальній станції досягалося за рахунок автоматизації процесів насуву та розпуску составів.

У роботі розраховано економічний ефект від використання нових технічних засобів і технологій. Виходячи з цього скорочено простої вагонів та локомотивів у парках приймання, а також час розформування составу і витрати пального.

У дослідженнях Луханіна М. І. здійснено моделювання процесу перевезень по залізничних транспортних коридорах [21]. Розглянуто модель двоканального коридора, у якій одночасно вирішено дві задачі моделювання: транспортного коридора та супутньої підмоделі формування поїздів на сортувальній станції, але недостатньо описано взаємодію прикордонних передавальних станцій у межах транспортного коридора.

Згідно [34] Тітовим М. Ф. прикордонні сортувальні станції розглядались як три взаємодіючі між собою технологічні лінії – обробка вагонів, обробка документів та обробка інформації. Основною метою роботи є розробка методології і системного дослідження функціонування прикордонних станцій для вибору варіантів розвитку і підвищення ефективності їх функціонування. На основі отриманих показників у роботі мінімізуються сумарні економічні витрати, а саме: середній час простою одного вагона  $t_{\text{пр}}^{\text{Ваг}}$ , середній час простою персоналу і-го виду  $t_{\text{перс}}$  та середній час простою j-го виду устаткування  $t_j^{\text{обп}}$ .

**Висновок до розділу 1.** Аналіз сучасного стану функціонування прикордонних передавальних станцій показав, що основним фактором зниження якості перевезень при транспортуванні вантажів у міждержавному сполученні постає проблема перетину кордонів між країнами. Це пояснюється недостатньою взаємодією митних, прикордонних, екологічних, фіто-санітарних, ветеринарних, санітарно-карантинних служб та самих прикордонних станцій, що в свою чергу призводять до виникнення затримок вагонів.

При детальному аналізі затриманого вагонопотоку на ППС (між станціями Харків-Сортувальний та Белгород, а також між Куп'янськ-Сортувальний та Валуйки-Сортувальні) чітко визначились 14 основних причин затримок вагонів – таблиця 1.1.

Під час аналізу наукових досліджень було встановлено, що найбільша увага при розгляді можливих шляхів удосконалення процесу міждержавних вантажних перевезень та функціонування прикордонних передавальних сортувальних залізничних станцій приділялась удосконаленню роботи технічних засобів та розрахункам відповідних витрат ресурсів. Але в той же час, в попередніх наукових дослідженнях аналіз взаємодії станційних, митних, прикордонних та інших додаткових служб, що беруть безпосередню участь у переробці експортно-імпортних вагонопотоків, практично відсутній, що підкреслює актуальність обраної теми кваліфікаційної роботи.

## 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ПРИКОРДОННИХ ПЕРЕДАВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ

Більшість сортувальних або дільничних станцій, найбільш близьких до кордонів, після утворення останніх, отримали статус прикордонних передавальних, та разом із цим своє нове призначення. Для виконання комплексу митних, прикордонних та інших операцій технічне оснащення і технологія роботи таких станцій потребувала суттєвих змін [29].

До набуття станціями статусу прикордонних, обробка поїзних документів та передача інформації проходила паралельно із технічним та комерційним оглядом і не перевищувала норм часу на виконання технічних операцій. Але після появи відповідних суміжних та додаткових служб на прикордонних станціях при передачі вантажопотоку у міждержавному сполученні велику кількість часу займає саме оформлення вантажів (особливо митне) та передача поїзної інформації між державами, що тягне за собою збільшення простоїв вагонів [35, 38, 39, 48].

Приймаючи до уваги цей факт, для визначення можливих заходів з покращення функціонування прикордонних передавальних станцій (ППС) необхідно дослідити роботу додаткових підрозділів та їх взаємодію, як в середині кожної станції, так і між станціями двох країн з ціллю мінімізації простоїв вагонів та скорочення витрат всіх відповідних ресурсів. Для дослідження цих процесів буде формалізовано процес взаємодії ППС та розроблено математичну модель функціонування таких станцій, що відобразить всі складові роботи в сучасних умовах.

Як зазначено в [2], основним інструментом при вирішенні задач, в тому числі і такого типу, постає математичне моделювання. А саме:

- формалізований опис процесів, які вивчаються;
- подальше дослідження процесів за допомогою зручних математичних апаратів.

Зазначене вище дозволить імітувати роботу системи і приймати попередні рішення про вибір її характеристик фактично не маючи об'єкта.

Встановлено, що на безперерйне функціонування станцій впливає взаємодія фахівців з обробки составів та перевізних документів. У багатьох випадках середній час обробки перевищує нормативи часу, які передбачені у технології роботи. Статистичний аналіз показав, що більшість затримок вагонів при перевезеннях, носять саме технологічний характер. Для досконалого вивчення системи функціонування транспортного комплексу (ТК) міжнародних вантажних перевезень доцільно формалізувати процес взаємодії двох ППС.

Затримку вагону при проходженні технологічної системи обробки на станції будемо вважати вірогідною подією. Для обчислення вірогідності затримки вагонів для кожного етапу обробки вагонів на прикордонних передавальних станціях наведено схему технологічної обробки поїзних документів і інформації у вигляді орто-графу (рис. 2.1) [4].

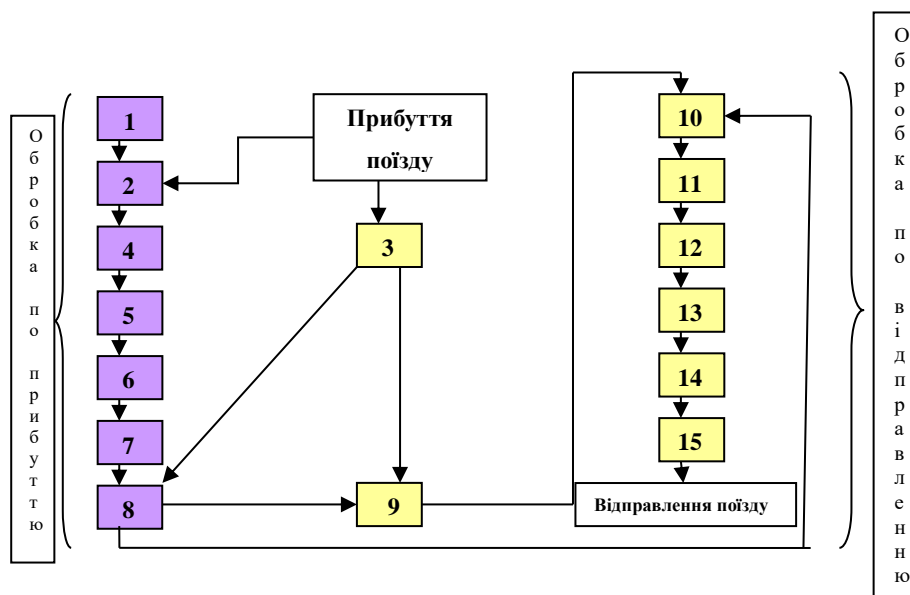


Рисунок 2.1 – Структурно-логічна схема обробки поїзних документів та інформації у вигляді орто-графу

При визначенні вірогідності затримок вагонів вершини будуть пройдені у порядку їх нумерації.

На рисунку 2.1 під нумерацією блоків маються на увазі операції що зведені до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

## Перелік етапів обробки міждержавного вагонопотоку на ППС

Код етапу обробки	Операції з обробки вагонопотоку на ППС
Y1	Надходження інформації в ЕОМ контори прибуття у формі телеграми натурального листа (ТГНЛ), та у ЕОМ ПрикордонТЕК у формі поїзної передавальної відомості (ППВ), списування або ідентифікація номерів вагонів у составі
Y2	Отримання поїзних документів (ПД) оператором станційного технологічного центру (СТЦ)
Y3	Комерційний та технічний огляд составу (КО та ТО)
Y4	Звіряння ПД згідно даних списування або ідентифікації вагонів
Y5	Перевірка даних ППВ, ТГНЛ згідно ПД, внесення за необхідністю корегувань
Y6	Перевірка ПД прикордонною, ветеринарною, фіто-санітарною, санітарно-карантинною, екологічною та радіаційною службами
Y7	Перевірка наявності сплати належних митних платежів, перевірка вірності та цілісності комплекту ПД для кожного вагону
Y8	Перевірка ПД приймальником поїздів або робітниками ПКО
Y9	Маневрові операції по переробці вагонів (сортування та формування рухомого складу, причеплення-відчеплення вагонів, навантаження, розвантаження чи перевантаження)
Y10	Передавання митними брокерами вантажної митної декларації (ВМД) та її електронної копії (ЕК) до митної служби
Y11	Перевірка експертами митниці ВМД та ЕК згідно ПД
Y12	Внесення в ЕОМ корегувань з урахуванням відчеплених вагонів для розробки ППВ
Y13	Перевірка ПД робітниками вантажної митниці
Y14	Внесення корегувань у ППВ агентом ПрикордонТЕК згідно ПД та ТГНЛ, перевіреної конторою відправлення
Y15	Передача ПД на готовий поїзд машиністу, надсилання відкоригованої інформації на наступну станцію

На рисунку 2.1 вершинами графа являються етапи технологічної обробки ( $y = 15$ ). Даний граф має одну вхідну вершину – вершина 1, та одну вихідну –

вершина 15. Дугами графу є перехід від одного етапу обробки до іншого. Граф має цикли, тим самим існує не єдиний шлях, що зв'язує вхідну та вихідну вершини.

Система технологічної обробки вагонопотоків, що прямують у міжнародному сполученні, являються частиною транспортної системи. При проходженні вагонопотоків через систему обробки виникають затримки вагонів, що розглядаються як випадкові події. Нехай  $n_j$  – вірогідність затримки з причини  $j$  затримок вагонів,  $m$  – їх кількість,  $\Pi$  – множина цих подій [10, 11].

$$\Pi = \{n_1, n_2, \dots, n_m\} = \{n_j\}_{j=1}^{j=m} \quad (2.1)$$

Нижче наведено загальний перелік причин затримок вагонів на прикордонних передавальних станціях:

- а) для митного огляду;
- б) для митного оформлення;
- в) відсутність електронного повідомлення митниці відправлення;
- г) технічна або комерційна несправність вагона;
- д) розбіжність інформації у товарно-транспортній накладній (ТТН) і вантажній митній декларації (ВМД);
- е) затримання одною із суміжних служб: прикордонною, фіто-санітарною, ветеринарною та санітарно-карантинною;
- ж) затримання службою екологічного та (або) радіаційного контролю;
- к) невірно оформлені документи;
- л) закриття або відсутність коду експедитора;
- м) порушення маршруту прямування;
- н) відсутність інформації в центральній базі даних;
- о) відсутність рахунку-фактури;
- п) інші причини;

р) конвенційна заборона (наказ № 325 У, тимчасова заборона на ввоз-вивіз якогось з вантажів).

У випадку, що досліджується, на кожній з двох прикордонних передавальних станцій визначено причини затримань вагонів ( $m=14$ ). За кожною з причин деякою вірогідністю відбуваються затримання вагонів. Дві затримки вагонів  $\pi_{j_1i}, \pi_{j_2i}$ , де  $j_1, j_2 = 1 \cdot m$ , як вірогідні події, можуть бути сумісні, або не сумісні, залежні або незалежні.

Для опису системи технологічної обробки міжнародних вагонопотоків на станціях необхідно з'ясувати попарну сумісність та залежність подій. Затримки вагонів  $\pi_{j_1i}, \pi_{j_2i}$ , де  $j_1, j_2 = 1 \cdot m, j_1 \neq j_2$  на будь якому з  $i$  ( $i = 1, \dots, y$ ) етапів можуть бути подіями залежними, що може змінити вірогідність події кожної наступної причини. Сумісність причин означає можливість виникнення затримки вагонів за двома причинами одночасно.

Результати дослідження сумісності та незалежності подій множини причин затримання зведено у таблицю 2.2.

Відповідно, знак «+» (зверху) означає сумісність, або (залежність) залежність даних подій, «-» – несумісність, або незалежність.

Для обчислення вірогідності затримки у всій системі, а також визначення кількості затриманих вагонів та вагоногодин, для обчислення функції вартості затримок визначимо вірогідність затримки вагону на кожному з етапів. На окремому етапі може виникнути одразу декілька причин затримок вагонів. Тому, подію, яка може відбутися, розглянемо як складну подію, яка є сумою декількох подій [38]. Якщо на деякому етапі не відбулось затримки вагонів, вірогідність вважається нульовою.

Якщо події несумісні

$$P(\pi_{j_1} + \pi_{j_2}) = P \cdot (\pi_{j_1}) + P \cdot (\pi_{j_2}) \quad (2.2)$$

Таблиця 2.2

Визначення сумісності та незалежності вірогідності виникнення затримок вагонів з кожної причини

$\Pi_i^{(c)} \backslash \Pi_i^{(н)}$	$\Pi_1$	$\Pi_2$	$\Pi_3$	$\Pi_4$	$\Pi_5$	$\Pi_6$	$\Pi_7$	$\Pi_8$	$\Pi_9$	$\Pi_{10}$	$\Pi_{11}$	$\Pi_{12}$	$\Pi_{13}$	$\Pi_{14}$
$\Pi_1^{(c\backslash н)}$		+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-
$\Pi_2^{(c\backslash н)}$	+		-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-
$\Pi_3^{(c\backslash н)}$	-	-		-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
$\Pi_4^{(c\backslash н)}$	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$\Pi_5^{(c\backslash н)}$	-	-	-	-		-	-	+	-	-	-	-	-	-
$\Pi_6^{(c\backslash н)}$	-	-	-	-	-		+	-	-	-	-	-	-	+
$\Pi_7^{(c\backslash н)}$	-	-	-	-	-	+		+	-	-	-	-	-	+
$\Pi_8^{(c\backslash н)}$	+	+	-	-	+	-	+		+	-	+	+	+	-
$\Pi_9^{(c\backslash н)}$	-	-	-	-	-	-	-	+		-	-	-	-	-
$\Pi_{10}^{(c\backslash н)}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-		+	-	-	-
$\Pi_{11}^{(c\backslash н)}$	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+		-	-	-
$\Pi_{12}^{(c\backslash н)}$	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-		-	-
$\Pi_{13}^{(c\backslash н)}$	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-		-
$\Pi_{14}^{(c\backslash н)}$	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	

У разі сумісності подій

$$P(\Pi_{j_1} + \Pi_{j_2}) = P \cdot (\Pi_{j_1}) + P \cdot (\Pi_{j_2}) - P \cdot (\Pi_{j_1} \cdot \Pi_{j_2}) \quad (2.3)$$

При цьому, вірогідність добутку двох подій розраховується для незалежних подій наступним чином

$$P(\Pi_{j_1} \cdot \Pi_{j_2}) = P \cdot (\Pi_{j_1}) \cdot P \cdot (\Pi_{j_2}) \quad (2.4)$$

Для залежних подій

$$P(\pi_{j_1} \cdot \pi_{j_2}) = P \cdot (\pi_{j_1}) \cdot P_{\pi_{j_1}}(\pi_{j_2}) = P(\pi_{j_2}) \cdot P_{\pi_{j_2}}(\pi_{j_1}) \quad (2.5)$$

У випадку, коли на етапі обробки виникає три події  $\pi_{j_1}$ ,  $\pi_{j_2}$ ,  $\pi_{j_3}$ , то подія є складною, і являється сумою трьох подій  $\pi_{j_1} + \pi_{j_2} + \pi_{j_3}$ , вірогідність цієї складної події обчислюється по наведеній нижче формулі, якщо подія сумісна

$$P(\pi_{j_1} + \pi_{j_2} + \pi_{j_3}) = P(\pi_{j_1}) + P(\pi_{j_2}) + P(\pi_{j_3}) - P(\pi_{j_1} \pi_{j_2}) - \\ - P(\pi_{j_1} \pi_{j_3}) - P(\pi_{j_2} \pi_{j_3}) + P(\pi_{j_1} \cdot \pi_{j_2} \cdot \pi_{j_3}) \quad (2.6)$$

Якщо деякі з трьох подій попарно несумісні, то вірогідність їх сумісної появи дорівнює нулю,  $P(\pi_{j_1} \cdot \pi_{j_2}) = 0$ . Якщо, взагалі на  $i$ -тому етапі обробки виникають вірогідності затримки  $\pi_{j_1}$ ,  $\pi_{j_2}$ , ...,  $\pi_{j_l}$ , то подія є складною, і являється сумою всіх подій  $\pi_{j_1} + \pi_{j_2} + \dots + \pi_{j_l}$ . Вірогідність цієї складної події обчислюється за формулою

$$P(\pi_{j_1} + \pi_{j_2} + \dots + \pi_{j_l}) = P(\pi_{j_1}) + P(\pi_{j_2}) + \dots + P(\pi_{j_l}) - P(\pi_{j_1} \pi_{j_2}) - \\ - P(\pi_{j_2} \pi_{j_3}) - P(\pi_{j_{l-1}} \pi_{j_l}) + \dots + (-1)^l P(\pi_{j_1} \pi_{j_2} \dots \pi_{j_l}) \quad (2.7)$$

Або у скороченому записі за наступними формулами

$$P(\sum_{v=1}^l \pi_{j_v}) = \sum_{v=1}^l P(\pi_{j_v}) - \sum_{\substack{V_1 V_2=1 \\ V_1 \neq V_2}} P(\pi_{j_{V_1}} \pi_{j_{V_2}}) + \\ + \sum_{\substack{V_1 V_2 V_3=1 \\ V_1 \neq V_2, V_1 \neq V_3 \\ V_2 \neq V_3}} P(\pi_{j_{V_1}} \pi_{j_{V_2}} \pi_{j_{V_3}}) + (-1)^k \sum_{\substack{V_1 \dots V_k=1 \\ V_i \neq V_k}} P(\pi_{j_{V_1}} \pi_{j_{V_2}} \dots \pi_{j_{V_k}}), \quad (2.8)$$

$$P(\sum_{\lambda=1}^l \pi_{j_\lambda}) = \sum_{\mu=1}^l (-1)^\mu \sum_{\substack{V_1 V_2 \dots V_\mu=1 \\ V_i \neq V_k, i \neq k}} P(\pi_{j_{V_1}} \pi_{j_{V_2}} \dots \pi_{j_{V_\mu}}) \quad (2.9)$$

Перейдемо до обчислення вірогідності затримань вагонів на різних етапах обробки. Затримка вагонів на двох послідовних етапах,  $P(\pi')$ ,  $P(\pi'')$ , є подією складною, яка складається з затримки на одному етапі технологічної обробки, на іншому, або на двох етапах одночасно. Затримка в цьому випадку є сума двох подій  $\pi' + \pi''$ . Нехай, вірогідність затримки на кожному з етапів відома. Якщо вірогідність затримань на одному з етапів не залежить від затримок на іншому, тоді

$$\begin{aligned} P(\pi' + \pi'') &= P(\pi') + P(\pi'') - P(\pi' \pi'') = P(\pi' + \pi'') = \\ &= P(\pi') + P(\pi'') - P(\pi' \pi'') \end{aligned} \quad (2.10)$$

За аналізом всієї системи, з'ясовано, що затримка на 15 етапах є подія складна та складена з затримок на деяких етапах. Протилежна до неї подія є незатримка вагонів на всіх етапах, що є добутком подій, тобто: не затримка на першому етапі обробки, на другому і т.д. Результати обчислюються за формулою

$$P(\sum_{i=1}^m \Pi_i) = [1 - \prod_{j=1}^m (1 - P(\Pi_j))] \quad (2.11)$$

де  $\Pi_i$  – затримка на  $i$ -тому етапі.

Обчислимо кількість затриманих вагонів за одиницю часу ( $M_{cp}$ )

$$M_{cp} = N_{cp} \cdot P(\sum_{i=1}^m \Pi_i) \quad (2.12)$$

де  $N_{cp}$  – кількість вагонів, які проходять крізь станцію, за одиницю часу;

$\sum_{i=1}^m \Pi_i$  – вірогідність затримання в системі.

Якщо вагон затримано, то позначимо через  $t_{cp}$  середній час затримки, та розрахуємо вагоно години затримки вагонів, що не пройшли кордон ( $T_{M_i}$ )

$$T_{M_i} = t_{cp} N_{cp} \cdot P(\sum_{i=1}^m \Pi_i) \quad (2.13)$$

Знаючи вартість вагоногодин простою, можна записати узагальнену функцію вартості затримок (F)

$$F = C_{\text{вг}} \cdot t_{\text{ср}} N_{\text{ср}} \cdot P(\sum_{i=1}^m \Pi_i) \quad (2.14)$$

де  $C_{\text{вг}}$  – вартість вагоногодин простою на прикордонних передавальних станціях.

За допомогою отриманої функції вартості затримок вагонів при технологічній обробці у системі передачі вагонопотоку між країнами у подальшому стає можливим обчислення витрат на обробку вагонів, що не пройшли кордон.

Розроблена вище методика надає можливість визначити найбільш слабкі місця в системі передачі імпортно-експортного вагонопотоку як для кожної окремої прикордонної передавальної станції, так і для цілого комплексу таких станцій та обрати найбільш суттєві заходи з удосконалення функціонування інформаційної підсистеми прикордонних передавальних станцій. Тобто такі, після втілення яких функцію витрат буде зменшено.

Однією з головних задач залізниць при міжнародних перевезеннях є своєчасна доставка вантажу до вантажоодержувача та збереження його по всьому маршруту прямування.

Для визначення існуючих проблем в обслуговуванні і переробці експортно-імпортних вантажів та розробка пропозицій щодо їх вирішення необхідно проаналізувати технологію взаємодії та результати спільної роботи прикордонних передавальних станцій двох будь-яких суміжних держав [38–40]. Для аналізу обрано взаємодію передавальних залізничних станцій України та Росії, в зв'язку з тим що між цими країнами по різних причинах (в першу чергу історичних та географічних) виконується найбільший товарообмін, що обслуговується залізничним транспортом [48].

Між двома прикордонними станціями суміжних країн передаються імпорتنі, транзитні та експортні вагонопотоки. Відповідно ІТР, ЕТР – це імпорتنі й транзитні та експортні й транзитні вагонопотоки, що прямують на територію Росії чи надходять з неї. В свою чергу ІТУ, ЕТУ – теж саме з української сторони.

Під системою функціонування ТК, що здійснює передачу вагонів за кордон слід розуміти множину елементів – служби, що виконують технологічну обробку вагонопотоків, передачу поїзної інформації, слідкують за технічним станом вагонів і мають функціональний зв'язок між собою.

ТК, або система передачі вагонів за кордон складається з двох підсистем:

- Технологічна обробка на станції України;
- Технологічна обробка на станції суміжної країни (у розглянутому випадку Російська Федерація (РФ)).

На основі зібраної та проаналізованої інформації очевидна однотипність обох підсистем. Основним елементом, як в системі так і в кожній з підсистем, є вагон, разом з пакетом документів на нього, інформацією, порядком обробки та іншими параметрами, що передбачає технологічна обробка імпортно-експортних вагонопотоків. Вхідними параметрами системи ( $C_1$ ) є необроблені вагони ( $V$ ), необроблені супровідні поїзні документи ( $D$ ) та інформація ( $I$ ). Вихідними – оброблені вагони, супровідні поїзні документи та інформація. В процесі технологічної обробки вагонів ( $O$ ) система несе витрати під впливом деяких факторів: обробка документів станційними службами ( $F1$ ); обробка інформації станційними службами ( $F2$ ); огляд вагонів співробітниками залізниці і суміжних станційних служб ( $F3$ ); обробка документів суміжними службами ( $F4$ ); обробка інформації суміжними службами ( $F5$ ). Значення вихідних параметрів системи  $C_2$  залежить від вхідних параметрів  $V$ ,  $D$ ,  $I$ .  $Y$  – зміни стану системи, що відбулись у процесі обробки.  $X1$ - $X14$  – критерії впливу відмов у системі (відповідно до нумерації причин затримок вагонів, що вказані вище). Формалізований опис системи наведено на рисунку 2.2.

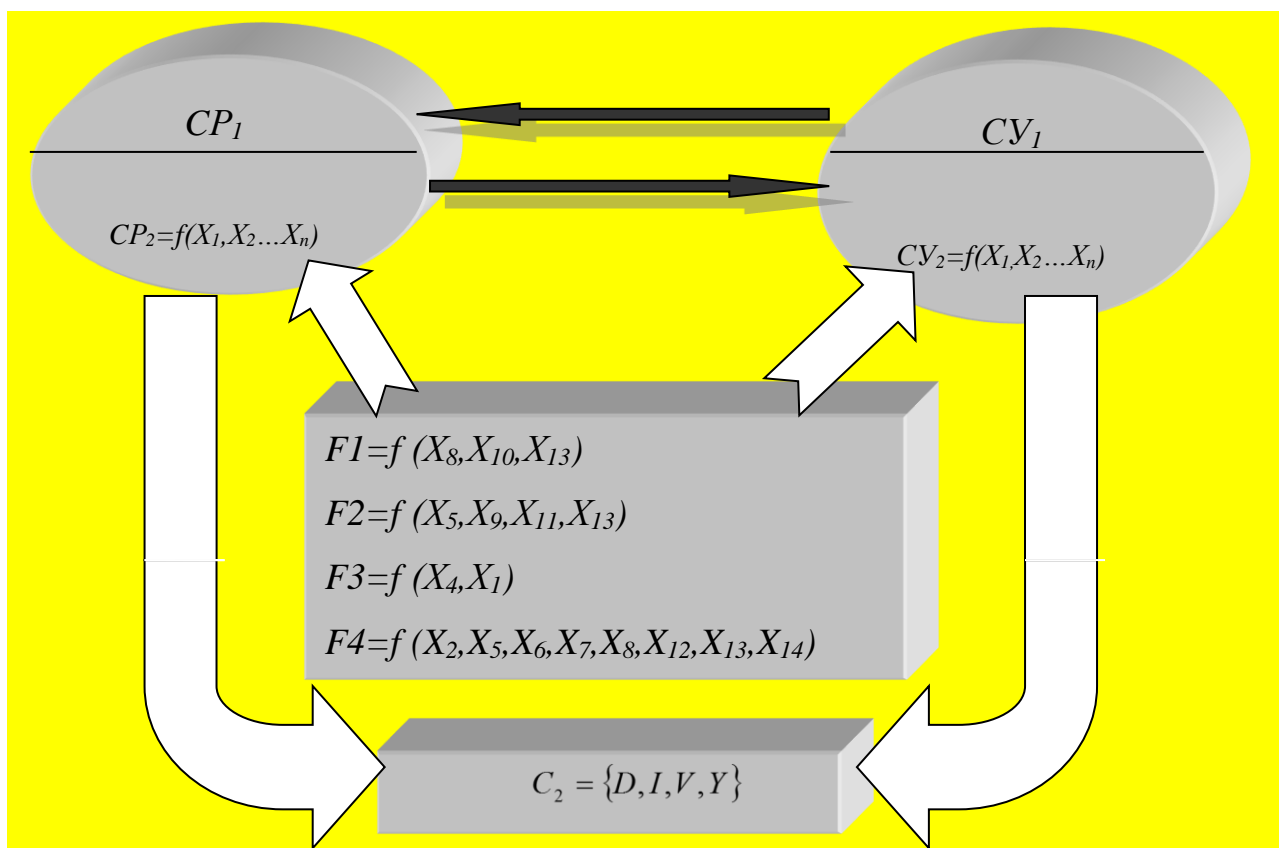


Рисунок 2.2 – Макрорівнева схема обробки імпортно-експортного вагонопотоку

Основним інструментом при вирішенні задач різних типів є математичне моделювання – формалізоване описання процесів що вивчаються, та їх подальше дослідження за допомогою математичних апаратів [2]. Моделювання дозволяє імітувати роботу системи, приймати попереднє рішення про вибір її характеристик, фактично не маючи реального об'єкта. До математичних моделей пред'являється ряд вимог:

- універсальність математичної моделі, що визначає ступінь повноти властивостей реального об'єкта;
- точність математичної моделі, що виражає ступінь збігу значень параметрів реального об'єкта з параметрами, отриманими при використанні математичної моделі;
- адекватність математичної моделі, що являє здатність моделі відобразити властивості реального об'єкта із заданою точністю;

– економічність математичної моделі, що оцінюється насамперед витратами обчислювальних ресурсів.

Математична модель оптимального проектування технічного об'єкта являє собою формалізований опис критерію якості вимог, що пропонуються до цього об'єкта, й окремих параметрів [46].

На сьогодні вже існує достатня кількість математичних методів та моделей, що відображають раціональне функціонування прикордонних передавальних станцій.

При оптимізації технічних об'єктів, а також при відображенні процесів функціонування і взаємодії декількох об'єктів застосовується теорія оптимізації та задачі оптимального проектування. Але оптимальним називають таке проектування, мета якого полягає у створенні технічного об'єкта, що виконує задані функції і відповідає чітко встановленим вимогам. У випадку розробки математичної моделі, яка б враховувала виникнення причин затримань вагонів не існує чітко визначених параметрів.

Виникнення перешкод при передачі експортно-імпортного вагонопотоку приймає вірогідні значення. Можливість роботи з випадковими значеннями надає теорія вірогідності. Більшість вірогідностно-статистичних моделей, які використовуються на практиці, засновані на понятті незалежних випадкових величин. Так, результати спостережень, вимірювань та досліджень зазвичай моделюються незалежними випадковими величинами [24].

Застосування для оперування з невизначеними величинами апарату теорії вірогідності призводить до того, що фактично невизначеність, незалежно від її природи, прирівнюється до випадковості. Ключовим фактором невизначеності (при розгляді затримань вагонів на кордонах) у процесі прийняття рішення є нечіткість або «розпливчатість» [5].

Одним з математичних методів, який отримав широке застосування на залізничному транспорті є розгляд об'єднання деяких технологічних операцій

функціонування системи обробки вагонів, документів та інформації, як системи масового обслуговування [34].

Можна спробувати описати виникнення затримань вагонів на станціях як найпростіший потік і кількісно оцінити за допомогою закону Пуасона

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k e^{-\lambda t}}{k!}, k = 0, 1, 2 \dots \quad (2.15)$$

Використання цього математичного апарата дійсно дозволяє оцінювати якість в умовах черги на обслуговування та нерівномірності самого обслуговування. Модель системи масового обслуговування містить в собі моделі вхідних потоків, пристроїв, черг, пам'яті й вузлів. Побудова моделі вхідного потоку зводиться до вибору параметрів потоку заявок. Найчастіше використовується найпростіший потік, що володіє властивостями стаціонарності, ординарності й відсутності післядії [46]. Але затримання вагонів на прикордонних станціях не відповідають властивостям ординарності та стаціонарності тому, що вагони можуть затримуватись декілька разів на різних етапах обробки і одночасно можуть виникати декілька причин. Також, слід зауважити, що імовірнісний режим потоку носить змінний у часі характер.

Часто, коли інформація для прийняття рішень є непевною в умовах не визначення застосовують методи теорії прийняття рішень у цьому випадку для ухвалення обґрунтованого рішення про можливість затримань вагонів необхідно визначитись за допомогою вибору найкращого варіанту з множини можливих [19].

Вихідні данні для ухвалення рішення задаються у вигляді матриці. Зазвичай, рядки матриці відповідають діям, а стовпці – можливим станам системи. Передбачається, що є кінцеве число можливих дій  $a_i$ , ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) та кінцеве число можливих станів  $\theta_j$ , ( $j = 1, 2, \dots, n$ ). Кожен варіант дій і кожен можливий стан характеризуються деякими результатом –  $q(a_i, \theta_j)$ . Результат повинен допускати кількісну оцінку. Це може бути, наприклад, виграш (програш), корисність,

надійність та т.і. [14]. Але, такий метод не дає змогу врахувати можливість затримання вагонів на кожній, із взаємодіючих між собою, прикордонних станціях по одній або за різних причин, а також у цьому випадку два рази можуть бути пораховані вагони, що мали можливість затримки як на станції, що передає вагонопотік з одних причин, так і на станції, що приймає – з інших.

Достатньо широке застосування при вирішенні транспортних задач різних типів отримали математичні моделі лінійного програмування. Взаємодію прикордонних передавальних станцій та необхідність зменшення числа затриманих вагонів, а також ресурсів всіх видів можна віднести до транспортних задач оптимізації.

Якщо цільова функція й обмеження являють собою лінійні функції, у цьому випадку задача оптимізації називається задачею лінійного програмування.

В загальному виді задачу удосконалення можна сформулювати в такий спосіб

$$\begin{aligned}
 F = f(x_j) &\rightarrow \min, \\
 g_i(x_j) &\leq b_i, \\
 d_j &\leq x_j \leq D_j, \\
 i = 1, 2, \dots, m; j &= 1, 2, \dots, n
 \end{aligned}
 \tag{2.16}$$

Цей запис читається так: знайти значення  $x_j$ , при яких функція  $F=f(x_j)$  досягає мінімального значення. При цьому на  $x_j$  накладаються обмеження [44]. Якщо  $g_i(x_j)$  число вагонів, які затримано за якоюсь з причин, тоді  $b_i$  – загальний вагонопотік. Відповідно,  $D_j$  – кількість не затриманих вагонів,  $d_j$  – кількість вагонів одночасно затриманих на обох прикордонних передавальних станціях. Але, суттєвим є те, що при рішенні задачі в такий спосіб неможливо врахувати нечіткість даних прогнозних оцінок затримань вагонів.

Описувати подібні транспортні задачі можна за допомогою цілочислового програмування. Такі задачі зовні не чим не відрізняються від задач лінійного програмування з безперервними змінними. Єдина відмінність полягає в тому, що змінні повинні бути тільки цілими. Хоча методи рішення цілочислових задач істотно відрізняються від методів рішення безперервних задач у даному випадку за їх допомогою оптимальне рішення не буде знайдено [45].

При моделюванні роботи станцій останнім часом застосовується параметричне програмування та теорія керування запасами, тому що робота будь-якого виробничого підприємства вимагає витрат ресурсів.

Розроблено багато різних моделей керування запасами. Їх можна розділити на детерміновані й стохастичні. У детермінованих моделях на процес керування запасами не впливають випадкові фактори й, отже, його можна однозначно описати математично. Стохастичні моделі, навпаки, розглядають випадкові явища, в процесі керування запасами. Крім того, моделі поділяються на статичні й динамічні. У статичних моделях керування запасами не враховується фактор часу. Динамічні моделі враховують фактор часу й дозволяють одержати більш точне рішення [14]. У випадку взаємодії двох прикордонних передавальних станцій за допомогою параметричного програмування та теорії керування запасами можна передбачити зміни по витратах ресурсів після вдосконалення роботи, але неможливо відобразити всі властивості реального об'єкта у процесі передачі вагонопотоків між суміжними країнами.

Достатньої популярності при моделюванні різних об'єктів набула теорія ігор. Якщо відкинути деякі несуттєві фактори, можна побудувати модель, що називається грою. Ця теорія розглядає такі ситуації, коли є два або більше учасників виконання операцій. В ролі гравців можуть виступати колективи, технології, варіанти конструкцій та т.і. (наприклад, взаємодіючі між собою прикордонні станції). За цією теорією, заздалегідь невідомо, яку саме дію вибере кожний «гравець». Можна лише припустити, що він обере ту дію, яка йому найбільш вигідна. У цьому випадку дії кожної зі сторін залежать від того, яку дію

почала інша сторона [45]. Проте, при затриманні вагонів з одного боку кордону, цей факт може повторитись і на станції приймаючої сторони, і навіть, з тієї ж причини затримки, про що свідчать статистичні данні двох взаємодіючих ППС. Тому, залежність кожної із сторін одна від одної у цьому випадку можна спрогнозувати, а оброблені статистичні показники надають змогу більш певно та адекватно промодельовати процес міждержавних перевезень.

Чітко відтворити взаємозв'язок та залежність всіх елементів у комплексі при технологічній обробці вагонопотоків на ППС для кожного з етапів обробки дозволить система паралельної обробки інформації та система паралельно діючих об'єктів. Однією з найбільш підходящих систем, що відповідає складності даній задачі моделювання є теорія мереж Петрі. За допомогою цього математичного апарату пропонується проводити побудову імітаційної моделі функціонування ППС.

Основною метою розробки моделі функціонування прикордонної передавальної станції є відтворення виробничої ситуації для визначення прогнозної оцінки часу виконання основних операцій.

Для можливості проведення адекватного моделювання необхідно мати число вагонів, що з більшою чи з меншою вірогідністю підпадають під затримання. Тоді з'явиться можливість взагалі виключити раптовість деяких ситуацій. Найкращу можливість для отримання прогнозної оцінки надає використання математичного моделювання та зокрема методів нечіткої логіки [16]. Наприклад, для визначення можливості затримання вагонів, можна розробити шкалу, що наведена у таблиці 2.3.

Виходячи з того, що операції над нечіткими множинами базуються на використанні операцій *max* та *min*, можна детально описати цільову функцію, де до мінімуму, спрямовуються витрати ресурсів ( $R$ ), а разом із цим кількість затримок на прикордонних передавальних станціях за визначеними вище причинами ( $X$ ).

Таким чином, цільова функція матиме наступний вигляд

$$R(x) = \sum_{i=1}^{14} \sum_{j=1}^{15} R(X_{ij}) \rightarrow \min \quad (2.17)$$

При умові, що

$$\begin{cases} X_i \in [0; 1]; \\ i = [1; 14] \\ j = [1; 15]; \\ \sum R(X_{ij}) \geq 0. \end{cases}$$

де  $X_i$  – можливість затримання вагону (вагонів) з причини  $i$ ;

$i$  – номер причини затримки вагону (вагонів);

$j$  – етап технологічної обробки (табл. 2.1).

Таблиця 2.3

Визначення можливості впливу недоліків інформаційної підсистеми ППС на затримки вагонів

	Можливість	min	max
X1	Відсутність інформації в ЦБД	повна відсутність	часткова відсутність
X2	Порушення маршруту прямування	існує	ні
X3	Невірною оформлення документів	взагалі відсутні	у повному обсязі
X4	Відсутність електронного повідомлення митниці відправлення	повідомлення відсутнє	повідомлення надійшло своєчасно
Xn-1	...	...	...
Xn	Інші причини	МОЖЛИВО	НЕМОЖЛИВО

Цільова функція у розгорнутому виді має вигляд

$$\begin{aligned}
 R(X_i) &= \sum_{i=1}^{14} \sum_{j=1}^{15} (K_{ij} + L_{ij} + D_{ij} + Z_{ij} + I_{ij} + N_{ij}) + M_{\text{річ}} = \\
 &= \sum_{i=1}^{14} \sum_{j=1}^{15} (T_{M_i} \cdot C_{\text{в-г}} + n_{\text{в}} \cdot T_{\text{л}} \cdot C_{\text{п}} + n_{\text{в}} \cdot 0.2 \cdot Sd_i \cdot \kappa_{\text{в}} + Z_{\text{очік}} \cdot C_{\text{в-г}} + \\
 &\quad + n_{\text{в}} (E_{\text{к}} + \Pi_{\text{к}} + C_{\text{б}} + A_{\text{к}}) + n_{\text{в}} \cdot t_{\text{ср}} \cdot S_i) + M_{\text{річ}} \rightarrow \min \quad (2.18)
 \end{aligned}$$

де  $K_{ij}$  – витрати, що пов'язані з вагоно-годинами простою, грн;

$L_{ij}$  – витрати, що пов'язані з роботою маневрового локомотива, грн;

$D_{ij}$  – витрати на додаткове декларування, грн;

$Z_{ij}$  – витрати, що пов'язані з вагоно-годинами простою інших (не затриманих) вагонів на станції, грн;

$I_{ij}$  – витрати інформаційних ресурсів, грн;

$N_{ij}$  – витрати, що пов'язані з виконанням додаткової роботи працівниками станції, грн;

$M_{\text{річ}}$  – амортизаційні витрати на утримання окремих колій які використовуються для відставлення затриманих вагонів, грн;

$T_{M_i}$  – кількість годин простою затриманих вагонів з відповідної причини, год;

$C_{\text{в-г}}$  – вартість однієї вагоно-години простою, грн;

$n_{\text{в}}$  – кількість затриманих вагонів з причини, шт;

$T_{\text{л}}$  – час роботи маневрового локомотива, год;

$C_{\text{п}}$  – вартість однієї локомотиво-години маневрової роботи (для тепловозів), грн;

$Sd_i$  – погодинна ставка митного брокера (декларанта), грн;

$\kappa_{\text{в}}$  – коефіцієнт, який враховує можливість того, що було затримано декілька вагонів в одному поїзді, які йдуть груповою відправкою;

$Z_{\text{очік}}$  – вагоно-години очікування здійснення маневрової роботи, год;

$E_{\text{к}}$  – витрати електроенергії на роботу комп'ютера та принтера, грн;

$P_k$  – витрати на заправку картриджу принтеру, грн;

$C_6$  – вартість паперу для друку, грн;

$A_k$  – витрати на амортизацію оргтехніки, грн;

$t_{cp}$  – середній час роботи з одним затриманим вагоном всіх задіяних працівників, год;

$S_i$  – сума погодинних ставок всіх робітників задіяних додатково за конкретним випадком, грн.

Поширеним типом задачі при дослідженні математичної моделі є мінімізація цільової функції при вар'юванні деяких параметрів системи. У подальшому, цільову функцію будемо називати функцією витрат, підкреслюючи тим самим ціль поставленої задачі - мінімізація витрат на обробку вагонопотоку, що передається.

**Висновок до розділу 2.** На безперебійне функціонування станцій впливає взаємодія фахівців з обробки составів та перевізних документів. У багатьох випадках середній час обробки перевищує нормативи часу, які передбачені у технології роботи. Статистичний аналіз показав, що більшість затримок вагонів при перевезеннях, носять саме технологічний характер. Тому, для досконалого вивчення системи функціонування транспортного комплексу міжнародних вантажних перевезень було формалізовано процес взаємодії двох ППС - рисунок 2.1 і таблиця 2.1.

Оскільки система технологічної обробки вагонопотоків, що прямують у міжнародному сполученні, являються частиною транспортної системи, то, відповідно, при проходженні вагонопотоків через систему обробки виникають затримки вагонів, що розглядаються як випадкові події.

Для опису системи технологічної обробки міжнародних вагонопотоків на станціях необхідно з'ясувати попарну сумісність та залежність подій. Затримки вагонів на будь якому з етапів можуть бути подіями залежними, що може змінити вірогідність події кожної наступної причини. Сумісність причин означає можливість виникнення затримки вагонів за двома причинами одночасно.

Результати дослідження сумісності та незалежності подій множини причин затримання зведено у таблицю 2.2.

Для обчислення вірогідності затримки у всій системі, а також визначення кількості затриманих вагонів та вагоногодин, для обчислення функції вартості затримок було визначено вірогідність затримки вагону на кожному з етапів.

Так-як операції над нечіткими множинами базуються на використанні операцій  $\max$  та  $\min$ , було детально описано цільову функцію, де до мінімуму, спрямовуються витрати ресурсів, а разом із цим кількість затримок на прикордонних передавальних станціях за визначеними причинами.

### **3 АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДСИСТЕМИ ПРИКОРДОННОЇ ПЕРЕДАВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ**

Під елементами інформаційної підсистеми ППС слід розуміти станційні підрозділи, додаткові контролюючі організації, суміжні служби, що ініціюють затримки вагонів та приймають заходи з їх усунення.

Виникнення затримок вагонів викликаних митницею обумовлено тим, що, як правило, на прикордонних передавальних залізничних станціях посадові особи митних органів і працівники станції у встановленому порядку до чинного законодавства та технологічного процесу проводять перевірку кількості транспортних засобів, цілісність ЗПП, збереження товарів на відкритому рухомому складі. Якщо при даній перевірці виявлено невідповідності, приймається рішення про необхідність затримання вагонів для митного огляду. У цьому випадку працівниками станції складаються акти загальної форми, а у випадках, передбачених угодами, комерційні акти. Копії зазначених документів передаються до митних органів.

У випадку неможливості доступу співробітників митниці у вагон, наприклад, автономні рефрижераторні вагони (АРВ), рефрижераторні секції, вагони відставляються на окрему колію, про що складається акт загальної форми за підписом прийомоздавальника вантажу і співробітника митниці про затримку вагона. Огляд цього вагона робиться в присутності співробітника станції.

Якщо, для затримки вагонів митною службою є вагома причина, і у разі прийняття рішення про проведення детального огляду з розкриттям дверей, вагон подається на колії відстою відповідно до заявки посадової особи митної служби.

У разі потреби ретельного огляду (переогляду) вантажу у вагоні або контейнері з частковим або повним розвантаженням, вагон подається на підїзну колію митної зони, відповідно до заявки посадової особи митної служби.

Вагони, що підлягають огляду (переогляду), розставляються локомотивом станції або підприємства, на території якого знаходиться митна зона. Усі операції з вантажами зі зняттям пломб і відкриттям дверей вагонів здійснюються комісійно за участю відповідальних осіб станції, посадових осіб митниці, представника вантажовідправника або вантажоодержувача. У випадку неявки представника вантажовідправника або вантажоодержувача в термін 30 діб, вагон розкривається й оглядається без його участі.

При наявності достатніх підстав для вилучення вантажу як речового доказу представник митної служби вручає керівництву станції протокол про порушення митних правил з вказівкою на вилучення вантажу і документів.

Після закінчення огляду (переогляду) працівники митного органу пломбують вагон своїми пломбами і вносять відомості про нове накладання.

Посадова особа митного органу реєструє подані документи, перевіряє їх і приймає одне з таких рішень:

- а) про повернення товарів за кордон;
- б) про проведення митного оформлення товарів;
- в) про затримку товарів, документів на них та про додаткову перевірку або про вилучення цих товарів;
- г) про направлення товарів до митного органу призначення під митним контролем.

Рішення про вилучення або повернення вантажів за кордон підтверджується записом від руки в передавальній відомості і в залізничній накладній під найменуванням вантажу: «підлягає вилученню», «підлягає поверненню» із зазначенням підстав для вилучення або повернення. Запис засвідчується особистою номерною печаткою посадової особи митного органу. Крім того, на вилучений вантаж видається документ установленої митними органами форми.

У випадку, коли вагони затримано для повного або часткового митного оформлення, після сплати належних платежів та дотримання положень чинного

законодавства у частині сертифікації продукції, оформлення вантажу проводиться у випадках, встановлених чинним митним законодавством.

Рішення про затримку товарів, документів на них або про додаткову перевірку підтверджується відміткою на залізничній накладній «Пропуск заборонено» під найменуванням вантажу із зазначенням підстав прийняття такого рішення. Відмітка засвідчується відтиском особистої номерної печатки посадової особи митного органу. Перевізні документи на затримані вантажі знаходяться в митниці до прийняття відповідного рішення. Працівникам станції видається документ встановленої митними органами форми про відмову пропустити вантаж [30-33].

У разі прийняття рішення про направлення товарів до митного органу призначення під митним контролем, посадова особа оформляє ці товари відповідно до правил, що регламентують контроль за доставкою до митниць призначення.

Окремо можна виділити причину затримання у разі відсутності електронного повідомлення митниці відправлення.

У такому випадку вагони будуть затримані до тих пір, доки не прийде підтвердження до центральної бази даних (ЦБД) митниці про митне оформлення на станції відправлення або транзиту.

Наступний блок причин затримання вагонів, що погіршують функціонування прикордонних передавальних залізничних станцій можна об'єднати за принципом невідповідності даних у документах різних зразків. Сюди можна віднести:

а) невідповідність даних у товарно-транспортній накладній (ТТН) та вантажній митній декларації (ВМД). У разі виникнення такої ситуації необхідно отримати письмове підтвердження про достовірність одного з цих документів. Вагони затримуються на невизначений термін, поки не буде надано необхідне підтвердження;

б) невірне оформлення документів. Під цей вид затримки підпадає багато випадків, що пов'язані із складанням та оформленням документів. Як приклади можна навести такі випадки: розбіжність номерів вагонів у одному комплекті

документів, відсутність хоча б одного вагона у груповій ВМД, нестачу в комплекті одного або декількох обов'язкових документів чи відміток у них;

в) порушення маршруту прямування. Як різновид цієї причини може бути відзначені затримки вагонів у разі порушення плану формування. Наприклад, вагон повинен прямувати до країни призначення через визначений (як у документах так і у електронній базі даних) пункт переходу, а прибуває зовсім за іншим напрямком. Також може відбутися ситуація, коли вагон без документів і інформації випадково був відправлений з поїздом, який прямує за визначеним маршрутом, та зворотна ситуація – приходять документи та інформація, а самого вагона немає у наявності. У всіх цих випадках схожий алгоритм дій. У разі прибуття вагона без документів – його затримують, доки не будуть надіслані документи, або повертають на станцію відправлення. Якщо замість вагону прибув комплект документів на нього, станція прибуття отримує останню інформацію про місце знаходження цього вагона, після чого зв'язується із станцією відправлення і домовляється про передачу відсутнього вагона;

г) відсутність рахунка-фактури. Без цього документа митні брокери не зможуть зробити вантажну митну декларацію (ВМД), це стосується імпортного та транзитного потоків. У свою чергу митна служба також перевіряє наявність та зміст цього документа. Вагон затримується з цієї причини до тих пір, поки відправник не надасть рахунок-фактуру.

Як зазначалось вище, причини затримання вагонів можуть виникати при електронній передачі даних між прикордонними передавальними станціями. Загальними для розглянутих станцій є такі причини:

а) відсутність чи закриття коду експедитора. Зазвичай дійсність коду експедитора перевіряє агент прикордонної товарно-експертної контори (ПрикордонТЕК) звіряючи номер, вказаний на документі, та наявність номера в електронній базі даних. У разі виникнення невідповідності вагон буде затримано, поки не буде відновлено дійсність коду;

б) відсутність інформації в центральній базі даних (ЦБД). Інформація може бути відсутньою як на весь поїзд одразу, так і на один окремих вагон. Причин відсутності інформації може бути декілька: найчастіше недосконалість баз даних, помилка при внесенні інформації на станції відправлення. Також, зафіксовано випадки, коли після фактичної передачі поїзда, якщо його не було оброблено продовж 2 діб, інформація на нього зникала. Такі ситуації траплялись у 2005-2007 роках, у зв'язку із неможливістю обробити таку кількість вагонів станцією призначення. Після фактичного перетину кордону транзитний поїзд знаходився на прикордонній станції, доки не було отримано дозвіл на його подальше прямування, що і призводило до втрати інформації. Виникнення такої ситуації ще раз порушує глобальне питання недосконалості та неузгодженості взаємодії інформаційних систем двох суміжних прикордонних станцій.

Кожна прикордонна передавальна станція співіснує із додатковими службами, що виконують свої функції. Внаслідок цієї взаємодії виникає багато непорозумінь, що часто і стають причинами затримок вагонів. Одна із причин – заборона подальшого слідування вагонів екологічною службою і (або) службою радіаційного контролю.

Представники екологічної служби і (або) служби радіаційного контролю мають право оглядати вагони у пунктах пропуску через державний кордон, на митницях призначення та відправлення, з метою виявлення екологічно небезпечних і заборонених до вивезення з України та ввезення в Україну вантажів, у встановленому порядку зупиняти рухомий склад, перевіряти документи і проводити екологічний і радіаційний контроль вантажів. При виявленні порушень, в межах своєї компетенції, працівники цієї служби мають право тимчасово заборонити подальше прямування вагонів, що проводиться з порушенням встановлених правил, призупиняти дію виданих дозволів на ввезення та транспортування екологічно небезпечних вантажів при недотриманні визначених законодавством дозволів [25].

У випадку ініціювання затримання вагонів екологічною службою і (або) службою радіаційного контролю інспектор-еколог складає акти перевірок і протоколи про адміністративні правопорушення та розглядає справи про недотримання норм у сфері охорони навколишнього природного середовища. Вагони підлягають затримці до усунення порушень такого характеру.

Наступні перешкоди, що виникають при взаємодії додаткових служб і станцій, це затримки фітосанітарною, ветеринарною, санітарно-карантинною та прикордонною службами.

Основним завданням цих служб є недопущення проникнення на територію нашої країни, або несанкціонованого вивезення за її межі вантажів, що не мають на це відповідних дозволів або не відповідають встановленій якості.

Контролюючими органами на прикордонних передавальних станціях, кожен в межах своєї компетенції, є: державні інспектори з карантину рослин, санітарно-карантинного контролю, провідні лікарі ветеринарної медицини пункту ветеринарно-санітарного контролю. Вони здійснюють нагляд за виконанням карантинних заходів при експорті, імпорті й транзиті на залізничному транспорті. Узгоджують питання щодо знезараження відповідної продукції. Своєчасно здійснюють процедуру інспектування, огляду та аналізу підкарантинних матеріалів і об'єктів, що включає й оформлення відповідних документів [25-27]. У разі недотримання норм, що встановлені чинним законодавством, інспектори мають право накладати заборону на подальше прямування вантажів, тобто вагони буде затримано до відповідного розпорядження після здійснення карантинних заходів.

Ще одна причина затримання, що відзначена по одній з розглянутих станцій, Наказ 325У, або тимчасова заборона на ввіз-вивіз якогось з вантажів. Ця причина затримання виникає у вигляді доповнення на документально визначений період. Як її різновид, може бути вказано формулювання «Конвенційна заборона». У такому випадку відбувається затримка вагонів на період дії наказу чи постанови про неприймання однією з країн визначеного вантажу згідно із законодавством.

Наступна служба, що може затримувати вагони при передачі, це прикордонна служба станції. Мета прикордонників – здійснювати контроль та визначати підстави перетину державного кордону особами, транспортними засобами відповідно до чинного законодавства України та міжнародних угод з боротьби зі злочинністю, незаконним обігом наркотиків і зброї, а також протидіяти нелегальному в'їзду на територію країни [30-33]. Кожний рухомий склад, що надходить на станцію з-за кордону або відправляється, оглядають представники цієї служби. Обов'язково здійснюється перевірка локомотива та встановлюються особистості членів локомотивної бригади. Прикордонники в процесі перевірки фіксують найменування вантажу, відправника та одержувача. У разі виникнення підозр про порушення законодавства про перетин державного кордону прикордонна служба затримує вагони до з'ясування.

Невід'ємною частиною технології роботи кожної станції є технічний та комерційний огляд вагонів. Незважаючи на пильність співробітників та останні вдосконалення зі спрощення роботи цього виду діяльності, число затримань вагонів з причини «Технічна або комерційна несправність» не стає меншою. Вагон або групу вагонів, що визначені як несправні у технічному або комерційному відношенні, далі очікують вже на території іншої держави. Наступний або попередній огляд також здійснюється на станції іншої країни. Без усунення виявлених недоліків передача рухомого складу за кордон не відбудеться. Значна кількість комерційних і технічних браків, які доводиться усувати безпосередньо при передачі, могла бути виявлена і усунена на станціях навантаження, сортувальних або дільничних у разі забезпечення більш детального контролю до прибуття рухомого складу на кордон. Це б дозволило суттєво зменшити кількість затримань з цього приводу на прикордонних передавальних станціях та заощадити час. Але у даній ситуації для найскорішого виправлення браків необхідно визначити чіткий алгоритм дій.

Прикордонні передавальні станції зазвичай облаштовуються об'єднаним пунктом з усунення комерційних браків і технічних несправностей вантажних

вагонів, на якому передбачається дві спеціалізовані площадки: одна з усунення комерційних браків, друга з усунення технічних несправностей [12, 37, 44].

Суттєвий відсоток затримок вагонів вказується у станційній звітності як «Інші причини». Прикладом такого випадку може бути відсутність календарного штемпеля, навантаження понад вантажопідйомність або затримання для переваження. При перевірці поїзних документів агентами «ПрикордонТЕК» до інших причин затримання було віднесено такі поодинокі випадки, як неправильність заповнення в перевізних документах УМВС графі 20 «Відправником прийняті платежі за наступні транзитні дороги», невідповідність граф додаткової дорожньої відомості, нестачу додаткових екземплярів дорожніх відомостей або неправильність їх заповнення, чи відсутність відповідних печаток [35].

При затримці або поверненні вагонів за будь-якою з розглянутих причин затримок складається акт загальної форми в чотирьох примірниках, із вказівкою порушення в перевізних документах. Перший акт загальної форми додається до перевізних документів. Другий – залишається в справах станції для подання оперативного повідомлення на адресу станції відправлення, станції призначення, регіонального представництва залізниці, Укрзалізниці для вживання відповідних заходів. Третій надсилається для пред'явлення претензії за затримку вагона на стягнення штрафів і зборів вантажовідправникам або вантажоодержувачам через станцію відправлення або призначення. Четвертий екземпляр залишається в справах служби, що затримала вагон.

Пропозиції з удосконалення функціонування інформаційної підсистеми прикордонних передавальних станцій наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1  
 Пропозиції з удосконалення функціонування інформаційної підсистеми  
 прикордонних передавальних станцій

Пропозиція з удосконалення	Причини затримок на які впливають пропозиції з удосконалення	Описання вдосконалення	Математична інтерпретація
1	2	3	4
Введення електронної передачі митних документів (замість паперової) між країнами.	X3, X11, X13	У разі впровадження електронної передачі митних документів при розрахунку функції приналежності на всіх етапах обробки, де існувала можливість затримки з цих трьох причин, виключаються можливості затримок з причин X3 (відсутність електронного повідомлення митниці відправлення), X11 (відсутність інформації в ЦБД) та X13 (Інші причини)	$f(y_1) = \max(X3: X11) \rightarrow f(y_1) = 0$ $f(y_4) = \max X13 \rightarrow f(y_4) = 0$ $f(y_8) = \max X13 \rightarrow f(y_8) = 0$ $f(y_{13}) = \max X13 \rightarrow f(y_{13}) = 0$
Удосконалення функціонування лінії обробки інформації.	X10, X14	При реалізації цього прийому будуть виключені або значно зменшені всі затримки (крім вже врахованих X3 та X11) з причини X10 (порушення маршруту прямування). Крім того, в зв'язку з підвищенням рівня інформованості, повинно скоротитися число затримок з причини X14 (за додатковими наказами).	$f(y_4) = \max(X10: X14) \rightarrow f(y_4) = 0$

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4
Об'єднання операцій	X6, X7, X14	<p>Пропонується об'єднати (зробити паралельним) проведення операцій перевірки вагонів службами фітосанітарного, ветеринарного, екологічного, карантинного та радіаційного контролю відразу представниками двох країн. Це частково зменшить сумарну можливість затримок з причин X6 (затримка фітосанітарною, ветеринарною, санітарно-карантинною та прикордонною службами), X7 (затримка екологічною службою та службою радіаційного контролю) та X14 (за додатковими наказами).</p>	$f(y_6) = \max \left( \frac{(X6_A + X6_B)(X7_A + X7_B)}{(X14_A + X14_B)} \right) \rightarrow$ $f(y_6) = \max (X6_A X7_A X14_A) \hat{+} (X6_B X7_B X14_B)$
Розробка єдиних комплектів документів та єдиних тарифів для країн-партнерів.	X2, X8	<p>Пропонується розробити єдині комплекти документів та єдині тарифи для всіх країн-партнерів по міжнародним транзитним перевезенням. Після цього зменшиться частка затриманих вагонів за причин X2 (для митного оформлення) та X8 (невірно оформлені документи).</p>	$f(y_7) = \max (X2 : X8) \rightarrow f(y_7) = 0$

Після втілення запропонованих у таблиці 3.1 пропозицій з удосконалення функціонування інформаційної підсистеми прикордонних передавальних станцій стосовно кожної із розглянутих станцій отримаємо формулу

$$A_j = \sum_{j=1}^{15} f(y_j) \quad (4.1)$$

$$\text{де } f(y_1) = 0;$$

$$f(y_2) = 0;$$

$$f(y_3) = \max(X4);$$

$$f(y_4) = 0;$$

$$f(y_5) = \max(X5: X8: X9);$$

$$f(y_6) = 0;$$

$$f(y_7) = \max(X1);$$

$$f(y_8) = \max(X13);$$

$$f(y_9) = 0;$$

$$f(y_{10}) = \max(X7: X8);$$

$$f(y_{11}) = \max(X8: X11);$$

$$f(y_{12}) = 0;$$

$$f(y_{13}) = \max(X1: X2: X8: X13);$$

$$f(y_{14}) = 0;$$

$$f(y_{15}) = 0.$$

Після втілення всіх перерахованих пропозицій з удосконалення обробки вагонопотоку (табл. 3.1) на прикладі однієї зі станцій ( $A_i$ ) припустимо взагалі виключити можливість затримки вагонів на декількох етапах обробки. У такому випадку, приведені до нуля можливості затримок також можна виключити при розрахунку алгебраїчної суми

$$f(A_j; B_j) = A_j + B_j \quad (3.2)$$

$$\text{де } f(y_1) = 0;$$

$$f(y_2) = 0;$$

$$f(y_3) = (X4_A + X4_B);$$

$$f(y_4) = 0;$$

$$f(y_5) = \max(X5_A: X8_A: X9_A) + \max(X5_B: X8_B: X9_B);$$

$$f(y_6) = 0;$$

$$f(y_7) = X1_A + X1_B;$$

$$f(y_8) = X13_A + X13_B;$$

$$f(y_9) = 0;$$

$$f(y_{10}) = \max(X7_A: X8_A) + \max(X7_B: X8_B);$$

$$f(y_{11}) = \max(X8_A: X8_A) + \max(X8_B: X11_B);$$

$$f(y_{12}) = 0;$$

$$f(y_{13}) = \max(X1_A: X2_A: X8_A: X13_A) + \max(X1_B: X2_B: X8_B: X13_B);$$

$$f(y_{14}) = 0;$$

$$f(y_{15}) = 0.$$

Принципи раціоналізації функції приналежності по затриманих вагонах, що описані вище, є найбільш здійсненними в сучасних умовах. Навіть лише при їх застосуванні сумарна частка затриманих вагонів значно скоротиться [13].

Для визначення прогнозованої кількості затримок вагонів запропоновано методику розрахунку та розроблено програмний продукт з визначення можливостей затримок вагонів на ППС (додатки А, Б, В, Е, Ж, К). Інтерфейс робочого вікна програми наведено на рисунку 3.1.

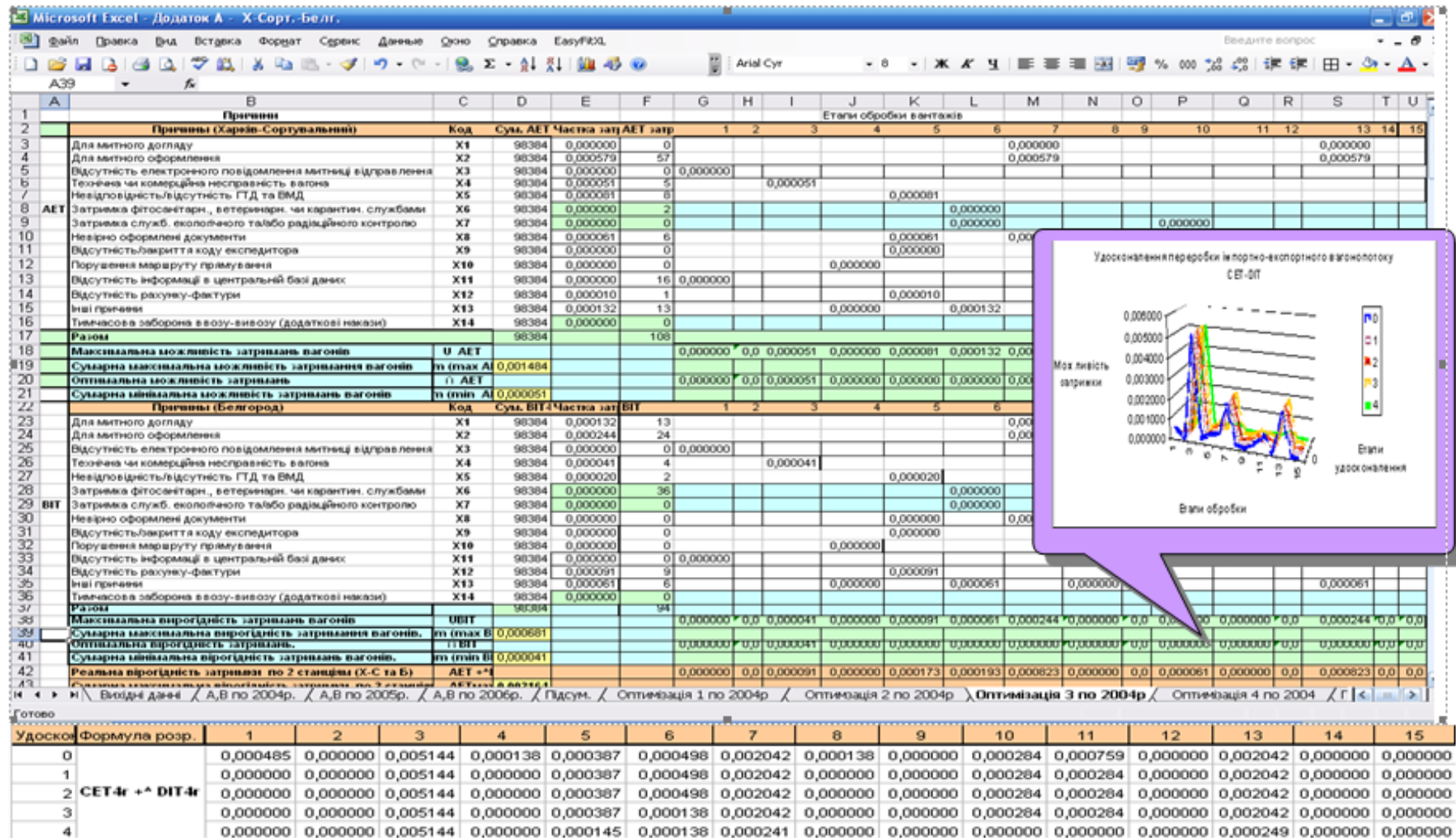


Рисунок 3.1 – Вікно програмного інтерфейсу із розрахунку можливостей затримок вагонів на ППС

Так при прогнозних розрахунках сумарної функції приналежності до і після удосконалення для станцій Харків-Сортувальний та Белгород було отримано результати, що наведені на рисунку 3.2.

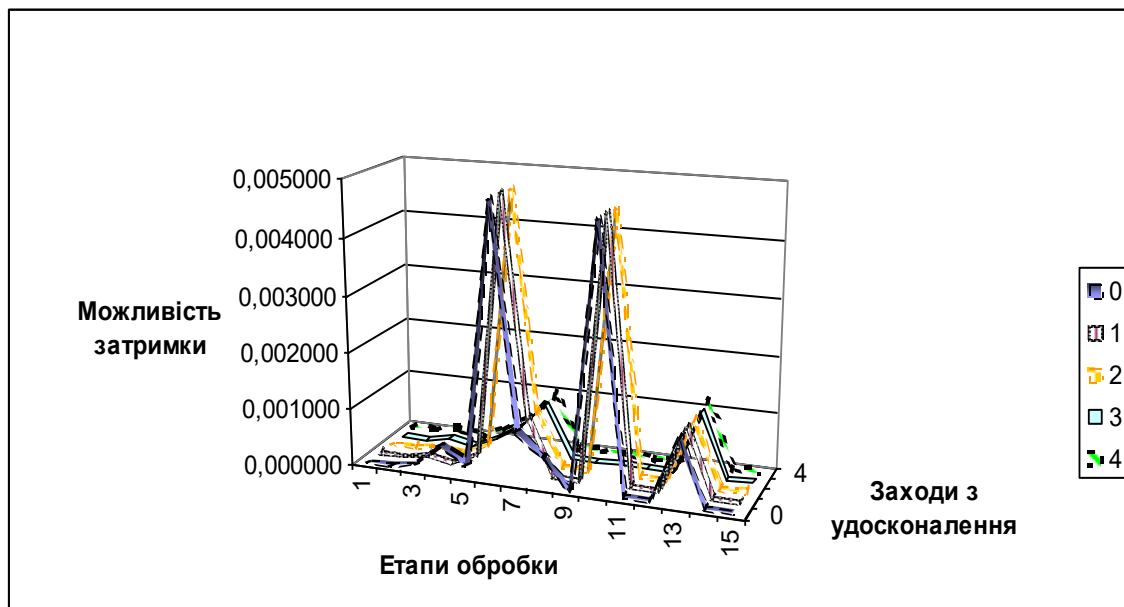


Рисунок 3.2 – Можливість затримки вагонів після поетапного удосконалення

Вагонопотоки, що надходять крізь пункти переходу поділяються на імпортні та експортні. У даному випадку транзитний потік не відокремлюється. Наприклад, експорт зі станції Белгород включає в себе транзит з російської сторони. В Україні цей вагонопотік може стати як імпортом так і транзитом. При удосконаленні функціонування інформаційної підсистеми ППС та при усуненні причин затримок, що носять технологічний характер це не є суттєвим. Тому у даній роботі в додатках А, Б, Е, Ж розрахунки проводились з врахуванням цього фактору. Відповідно, експорт позначено як Е, імпорт – І, транзит – Т.

За програмним продуктом, що розроблено для розрахунку прогнозних оцінок затримки вагонів отримано результати, які наведені у таблицях 3.2 – 3.7.

Таблиця 3.2

## Результати удосконалення по станції Харків-Сортувальний

Причини	Код	Загальний вагонопотік	Всього затриманих (А)	Етапи удосконалення			
				1	2	3	4
Для митного огляду	X1	190965	1	1	1	1	1
Для митного оформлення	X2	190965	6	6	6	6	0
Відсутність електронного повідомлення митниці відправлення	X3	190965	0	0	0	0	0
Технічна чи комерційна несправність вагона	X4	190965	0	0	0	0	0
Невідповідність або відсутність ГТД та ВМД	X5	190965	21	21	21	21	21
Затримка фітосанітарною, ветеринарною, карантинною. службами	X6	190965	28	28	28	0	0
Затримка служб. екологічного та/або радіаційного контролю	X7	190965	0	0	0	0	0
Невірно оформлені документи	X8	190965	6	6	6	6	0
Відсутність/закриття коду експедитора	X9	190965	8	8	8	8	8
Порушення маршруту прямування	X10	190965	16	16	0	0	0
Відсутність інформації в центральній базі даних	X11	190965	2	0	0	0	0
Відсутність рахунку-фактури	X12	190965	0	0	0	0	0
Інші причини	X13	190965	5	5	5	5	5
Тимчасова заборона ввозу-вивозу (додаткові накази)	X14	190965	0	0	0	0	0
Разом		190965	93	91	75	47	35

Таблиця 3.3

## Результат удосконалення обробки вагонопотоку по станції Белгород

Причини	Код	Загальний вагонопотік	Всього затриманих (В)	Етапи удосконалення			
				1	2	3	4
Для митного огляду	X1	200591	46	46	46	46	46
Для митного оформлення	X2	200591	174	174	174	174	0
Відсутність електронного повідомлення митниці відправлення	X3	200591	6	0	0	0	0
Технічна чи комерційна несправність вагона	X4	200591	52	52	52	52	52
Невідповідність або відсутність ГТД та ВМД	X5	200591	0	0	0	0	0
Затримка фітосанітарною, ветеринарною, карантинною службами	X6	200591	358	358	358	0	0
Затримка служб. екологічного та/або радіаційного контролю	X7	200591	0	0	0	0	0
Невірно оформлені документи	X8	200591	0	0	0	0	0
Відсутність/закриття коду експедитора	X9	200591	0	0	0	0	0
Порушення маршруту прямування	X10	200591	0	0	0	0	0
Відсутність інформації в центральній базі даних	X11	200591	0	0	0	0	0
Відсутність рахунку-фактури	X12	200591	0	0	0	0	0
Інші причини	X13	200591	2	2	2	2	2
Тимчасова заборона ввозу-вивозу (додаткові накази)	X14	200591	0	0	0	0	0
Разом		200591	638	632	632	274	100

Графічна інтерпретація розрахунків представлена на рисунку 3.3.

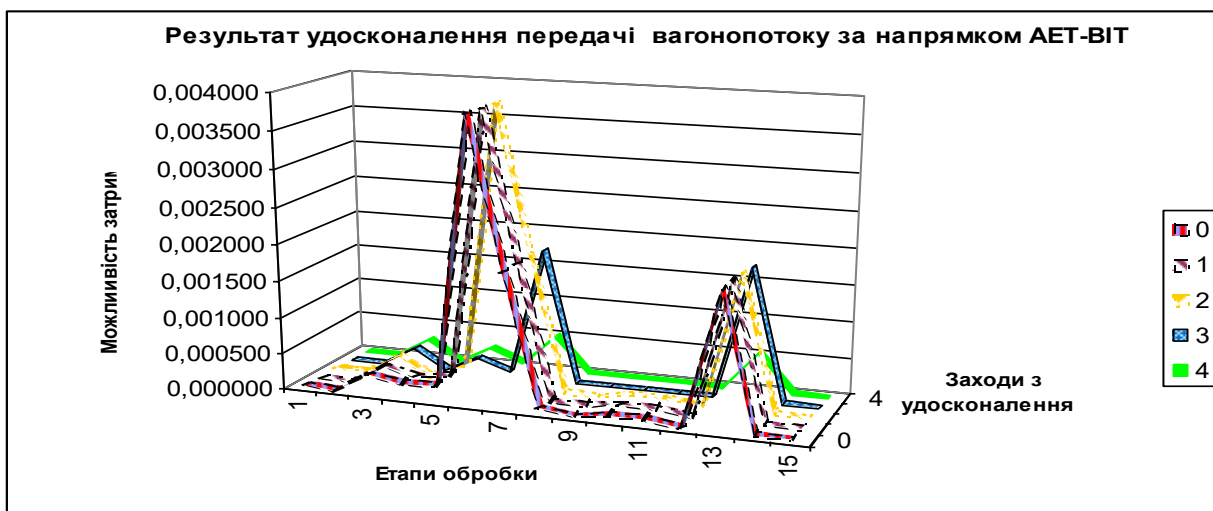


Рисунок 3.3 – Результат удосконалення передачі вагонопотоку між станціями Харків-Сортувальний та Белгород

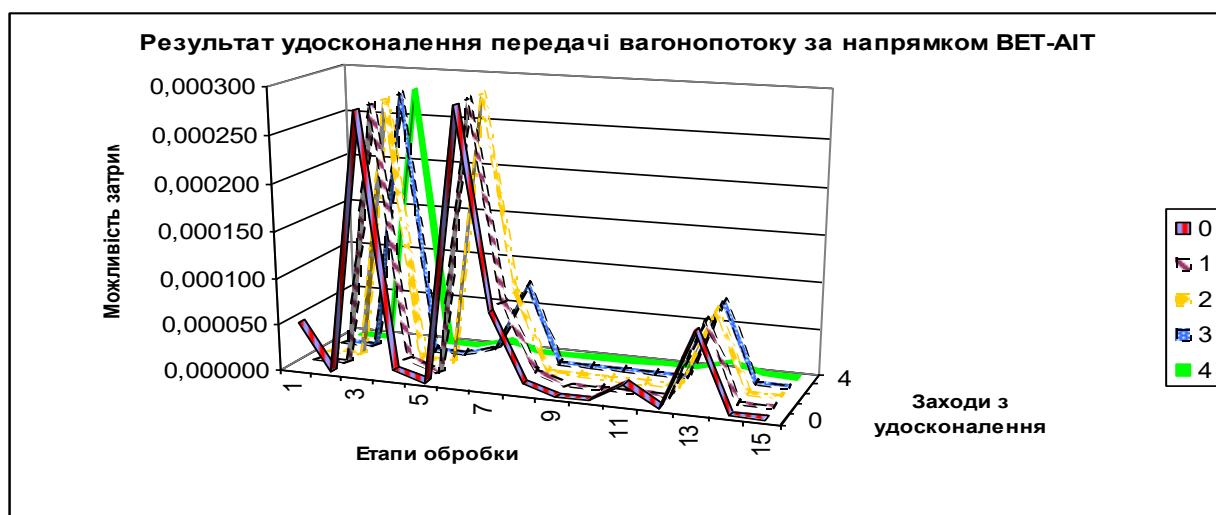


Рисунок 3.4 – Результат удосконалення передачі вагонопотоку між станціями Белгород та Харків-Сортувальний

За результатами удосконалення можна зробити наступні висновки. Після першого кроку удосконалення на етапах обробки 1 і 8 можливість затримки вагонів не виникає. На 4 етапі – значно зменшується. При другому удосконаленні на етапі 4 можливість затримань дорівнюватиме нулю. Після третього кроку – на 6 етапі обробки можливість затримань вагонів суттєво зменшується. Після четвертому кроку удосконалення можливість затримки на 7 етапі обробки також стає меншою.

За результатами удосконалення після першого заходу удосконалення, на етапах обробки 1 і 11 можливість затримки вагонів дорівнюватиме нулю. Після другого заходу удосконалення, на етапі 4 і 8, можливість затримань також стає нульовою. Після третього удосконалення, на етапі обробці 6, можливість затримань вагонів суттєво зменшується. На останньому кроці, на 7 етапі обробки вагонопотоку затримань не відбувається.

За результатами розрахунків (додатки А, Е) отримано максимальну можливість затримок по Станціям Харків-Сортувальний та Белгород.

Таблиця 3.4

Сумарна максимальна можливість затримки вагонів по станціям Харків-Сортувальний та Белгород за три розрахункові періоди

Сумарна максимальна можливість затримки вагонів по двом ст.	До удоско- налення	Етапи удосконалення			
		1	2	3	4
$AET1_{\max} \hat{+} BIT1_{\max}$	0,003179	0,002529	0,002529	0,002164	0,000854
$BET1_{\max} \hat{+} AIT1_{\max}$	0,002516	0,001371	0,001371	0,001371	0,000937
$AET2_{\max} \hat{+} BIT2_{\max}$	0,008408	0,008292	0,008123	0,004200	0,001580
$BET2_{\max} \hat{+} AIT2_{\max}$	0,000827	0,000755	0,000734	0,000455	0,000300
$AET3_{\max} \hat{+} BIT3_{\max}$	0,012678	0,011719	0,011719	0,002878	0,002813
$BET3_{\max} \hat{+} AIT3_{\max}$	0,000949	0,000938	0,000938	0,000601	0,000190

Наступні данні відображають результати удосконалення по станціям Куп'янськ-Сортувальний та Валуйки-Сортувальні.

Таблиця 3.5

Результат удосконалення обробки вагонопотоку по станції

Куп'янск-Сортувальний

Причини	Код	Загальний вагонопотік	Всього затриманих (С)	Етапи удосконалення			
				1	2	3	4
Для митного огляду	X1	1534348	0	0	0	0	0
Для митного оформлення	X2	1534348	2414	2414	2414	2414	0
Відсутність електронного повідомлення митниці відправлення	X3	1534348	0	0	0	0	0
Технічна чи комерційна несправність вагона	X4	1534348	4561	4561	4561	4561	4561
Невідповідність або відсутність ГТД та ВМД	X5	1534348	151	151	151	151	151
Затримка фітосанітарн., ветеринарн. чи карантин. службами	X6	1534348	274	274	274	0	0
Затримка службами екологічного та (або) радіаційного контролю	X7	1534348	0	0	0	0	0
Невірно оформлені документи	X8	1534348	20	20	20	20	0
Відсутність/закриття коду експедитора	X9	1534348	28	28	28	28	28
Порушення маршруту прямування	X10	1534348	0	0	0	0	0
Відсутність інформації в центральній базі даних	X11	1534348	529	0	0	0	0
Відсутність рахунку-фактури	X12	1534348	3	3	3	3	3
Інші причини	X13	1534348	16	16	16	16	16
Тимчасова заборона ввозу-вивозу (додаткові накази)	X14	1534348	0	0	0	0	0
Разом		1534348	7996	7467	7467	7193	4759

Таблиця 3.6

Результат удосконалення обробки вагонопотоку по станції Валуйки-Сортувальні

Причини	Код	Загальний вагонопотік	Всього затриманих (D)	Етапи удосконалення			
				1	2	3	4
Для митного огляду		1534348	1900	1900	1900	1900	1900
Для митного оформлення	X2	1534348	746	746	746	746	0
Відсутність електронного повідомлення митниці відправлення	X3	1534348	0	0	0	0	0
Технічна чи комерційна несправність вагона	X4	1534348	3582	3582	3582	3582	3582
Невідповідність/відсутність ГТД та ВМД	X5	1534348	0	0	0	0	0
Затримка фіто-санітарною., ветеринарною, карантинною службами	X6	1534348	0	0	0	0	0
Затримка службами екологічного та (або) радіаційного контролю	X7	1534348	0	0	0	0	0
Невірно оформлені документи	X8	1534348	539	539	539	539	0
Відсутність або закриття коду експедитора	X9	1534348	0	0	0	0	0
Порушення маршруту прямування	X10	1534348	0	0	0	0	0
Відсутність інформації в центральній базі даних	X11	1534348	0	0	0	0	0
Відсутність рахунку-фактури	X12	1534348	143	143	143	143	143
Інші причини	X13	1534348	248	248	248	248	248
Тимчасова заборона ввозу-вивозу (додаткові накази)	X14	1534348	464	464	0	0	0
Разом		1534348	7622	7622	7158	7158	5873

Графічна інтерпретація розрахунків представлена на рисунку 3.5.

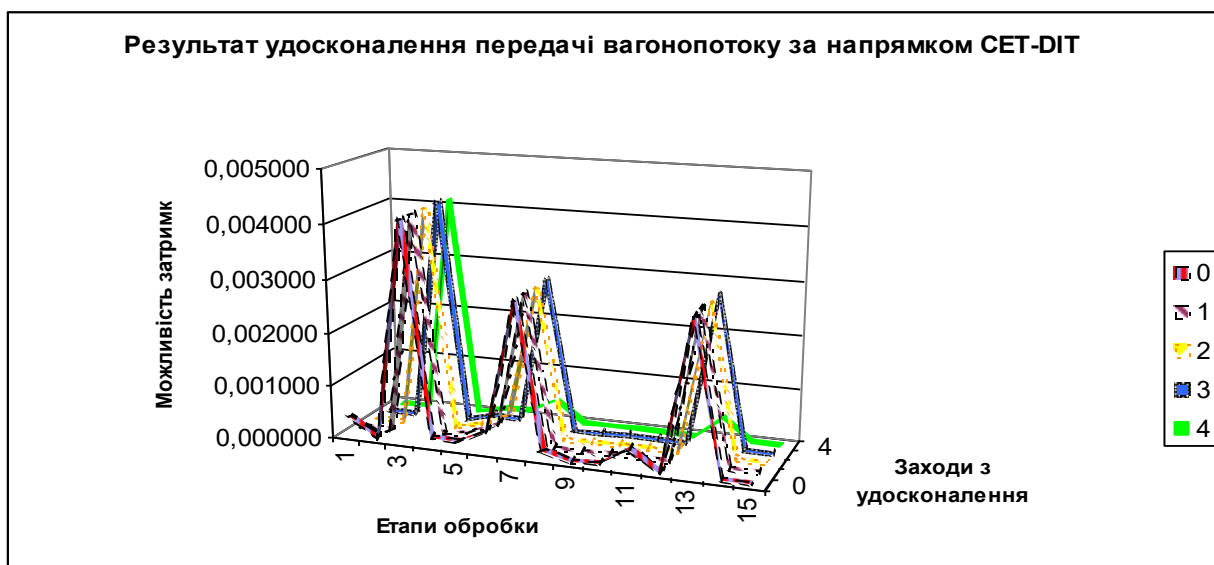


Рисунок 3.5 – Результат удосконалення обробки вагонопотоку напрямку  
Куп'янськ-Сортувальний – Валуйки-Сортувальні

На рисунку 3.5 відображені зміни після втілення заходів з удосконалення. У цьому випадку, після першого заходу удосконалення на етапах обробки 1, 4, 8 можливість затримань вагонів стає нульовою, на етапі 11 – суттєво зменшується. Наступна зміна спостерігається після третього заходу з удосконалення: на етапі обробки 6 – можливість затримки зменшується. Після четвертого заходу на 7 етапі можливість затримки стає меншою. На 10 та 11 – нульовою.

Графік, що наведено на рисунку 3.6 відображає, що після першого заходу з удосконалення – на етапі обробки 1 можливість затримки вагонів дорівнює нулю. На етапах 4, 8 і 11 – знижується. Після другої і третього заходу з удосконалення на шостому етапі обробки можливість затримки зменшена майже до нуля. Після четвертого заходу можливість затримки на 5 етапі стає нульовою. На етапах обробки 7, 10, та 11 – суттєво знижується.

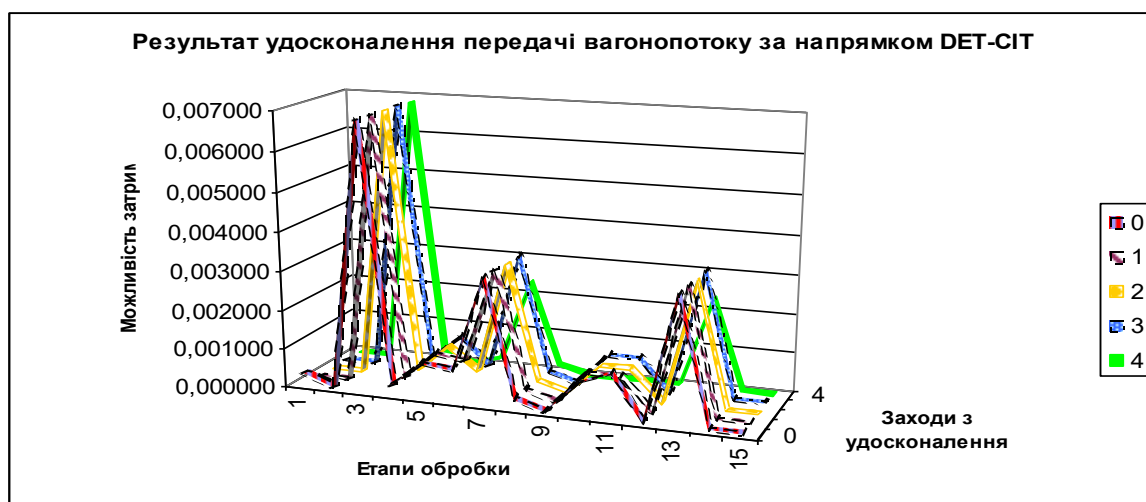


Рисунок 3.6. Результат удосконалення обробки вагонопотоку напрямку  
Валуйки-Сортувальні – Куп’янськ-Сортувальній

Таким чином сумарна максимальна можливість затримки вагонів за напрямками Куп’янськ-Сортувальний – Валуйки-Сортувальні та Валуйки-Сортувальні – Куп’янськ-Сортувальний після запропонованих вище заходів з удосконалення буде змінюватись (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Сумарна максимальна можливість затримки вагонів по станціям  
Куп’янськ-Сортувальний – Валуйки-Сортувальні за три розрахункові періоди

Сумарна максимальна можливість затримки вагонів по двом станціям	До удоско- налення	Етапи удосконалення			
		1	2	3	4
$СЕТ1_{\max} \hat{+} DIT1_{\max}$	0,011896	0,010664	0,010664	0,010306	0,005914
$DET1_{\max} \hat{+} CIT1_{\max}$	0,014585	0,013358	0,012725	0,012492	0,010900
$СЕТ2_{\max} \hat{+} DIT2_{\max}$	0,011262	0,010295	0,010295	0,010074	0,005187
$DET2_{\max} \hat{+} CIT2_{\max}$	0,017551	0,016910	0,016432	0,016335	0,012455
$СЕТ3_{\max} \hat{+} DIT3_{\max}$	0,007856	0,006579	0,006579	0,006579	0,004391
$DET3_{\max} \hat{+} CIT3_{\max}$	0,022835	0,021301	0,020739	0,020739	0,011125

За розрахунками, що наведені у додатках А, Е можливість затримки вагонів при операціях з обробки вагонів скоротиться на

$$D\forall x \in E_{A-B} = 0,028557 - 0,006674 = 0,021883,$$

$$D\forall x \in E_{C-D} = 0,085985 - 0,049972 = 0,036013$$

При приблизних середньорічних обсягах міжнародних перевезень, що перероблюються на цих станціях, хоча б 100 тисяч вагонів на рік, сумарне число затриманих вагонів буде зменшено на 347 ваг/рік, тобто на 42,1%  $((0,003470/0,008243) \cdot 100\%) = 42,096\%$ ).

Запропоновані вище принципи удосконалення інформаційної підсистеми функціонування на прикордонних передавальних станціях в подальшому можна удосконалювати таким чином, щоб можливість затримки вагонів постійно прагнула до нуля.

Розрахунок витрат ресурсів всіх видів, що тягнуть за собою затримки вагонів у кожному випадку залежить від часу знаходження вагонів на прикордонних передавальних станціях. У цільовій функції чітко встановлено вплив вагоночасів простою на кількість витрачених коштів. Тому доцільно дослідити число затриманих вагонів за конкретний період часу та визначити закон розподілу. Для дослідження великої кількості статистичних спостережень найбільш прийнятними є такі закони розподілення, як розподіл Ерланга, нормальний та експоненційний [10].

Для опису потоку подій, тобто затримок вагонів на визначений час потрібно визначити, що випадкова величина «час затримки» не перевищує деякого заданого значення  $t$ , тобто  $P(\Pi < t)$ , що є функцією розподілу  $F(t)$ . Розподілення випадкової величини відбувається за показовим законом, що є аналогом закону Пуассона.

Функція розподілу матиме наступний вигляд

$$F(t) = \begin{cases} 1 - e^{-\lambda t}, & \text{при } t \geq 0; \\ 0, & \text{при } t < 0. \end{cases} \quad (3.3)$$

де  $\lambda$  – середнє число подій за одиницю часу;

$t$  – значення величин, що досліджуються.

Математичне очікування величини  $\Pi$  з показовим розподілом матиме вигляд

$$M(t) = -te^{-\lambda t} \Big|_0^{\infty} + \int e^{-\lambda t} dt = \frac{e^{-\lambda t}}{\lambda} \Big|_0^{\infty} = \frac{1}{\lambda} \quad (3.4)$$

У випадку, що розглядається математичне очікування це середня величина часу затримки вагону на прикордонній передавальній станції.

Дисперсія знаходиться за формулою

$$D[t] = \frac{1}{\lambda^2} \quad (3.5)$$

Середнє квадратичне відхилення визначається за формулою

$$M[t] = \sigma_t = \frac{1}{\lambda} \quad (3.6)$$

Дослідження тривалості інтервалів часу затримок вагонів на прикордонній передавальній станції за емпіричними та теоретичними даними, що є результатом моделювання виконані за допомогою програмного продукту EasyFit. Отримані результати свідчать про підпорядкованість інтервалів часу затримок вагонів експоненціальному закону розподілу

$$D(t) = 1 - e^{-\mu t} \quad (3.7)$$

За емпіричними даними щільність розподілу за експоненціальним законом становить

$$f(t_{\text{вг}}^{\text{імп}}) = 0,32673e^{-0,32673t_{\text{вг}}}.$$

Функція розподілу визначена наступною рівністю

$$F(t_{\text{вг}}^{\text{імп}}) = 1 - e^{-0,32673t_{\text{вг}}}$$

де  $t_{\text{вг}}$  – інтервали часу затримок вагонів на прикордонній передавальній станції, год.

За теоретичними даними моделювання щільність розподілу становить

$$f(t_{\text{вг}}^{\text{теор}}) = 0,36241e^{-0,36241 \cdot (t_{\text{вг}}^{\text{теор}} - 0,35)}.$$

Функція розподілу визначена рівністю

$$F(t_{\text{вг}}^{\text{теор}}) = 1 - e^{-0,36241 \cdot (t_{\text{вг}}^{\text{теор}} - 0,35)}$$

де  $t_{\text{вг}}^{\text{теор}}$  – інтервали часу затримок вагонів на прикордонній передавальній станції за теоретичними даними, год.

Для оцінки ступеню узгодженості статистичних (емпіричних) та теоретичних розподілів доцільно застосувати критерій Пірсона [10]. В якості перевірки нульової гіпотези приймається випадкова величина

$$X^2 = \frac{\sum(n_i - n_i^{\text{теор}})^2}{n_i^{\text{теор}}} \quad (3.8)$$

де  $n_i$  – емпіричні частоти;

$n_i^{\text{теор}}$  – теоретичні частоти.

Число ступенів свободи дорівнюють

$$k = s - 1 - r \quad (3.9)$$

де  $s$  – число часткових інтервалів вибірки;

$r$  – число параметрів передбачуваного розподілу, що оцінюються за даними вибірки.

Для припущення справедливості нульової гіпотези будується правостороння критична область. Вірогідність потрапляння критерію в цю область у припущенні справедливості нульової гіпотези повинна дорівнювати рівню значимості  $\alpha$ :  $P(X^2 > X_{kp}^2(\alpha; k)) = \alpha$ . Правостороння критична область визначається нерівністю  $X^2 > X_{kp}^2(\alpha; k)$ . Область прийняття нульової гіпотези – нерівністю  $X^2 < X_{kp}^2(\alpha; k)$ . Для перевірки при заданому рівні значимості нульової гіпотези необхідно визначити величину відхилення емпіричних даних та теоретичних результатів моделювання. Після оцінки параметрів законів розподілу випадкової величини через інтервальну оцінку параметрів за допомогою програмного продукту EasyFit встановлено, що відхилення результатів при моделюванні не перевищує 5 %. На рисунку 3.7 наведено гістограму щільності розподілу часу затримок вагонів на прикордонній передавальній станції за емпіричними і теоретичними даними.

**Висновок до розділу 3.** В розділі розглянуті причини затримання вагонів, що погіршують функціонування прикордонних передавальних залізничних станцій. Також визначені пропозиції з удосконалення функціонування інформаційної підсистеми прикордонних передавальних станцій – таблиця 3.1, які в подальшому

можна удосконалювати таким чином, щоб можливість затримки вагонів постійно прагнула до нуля.

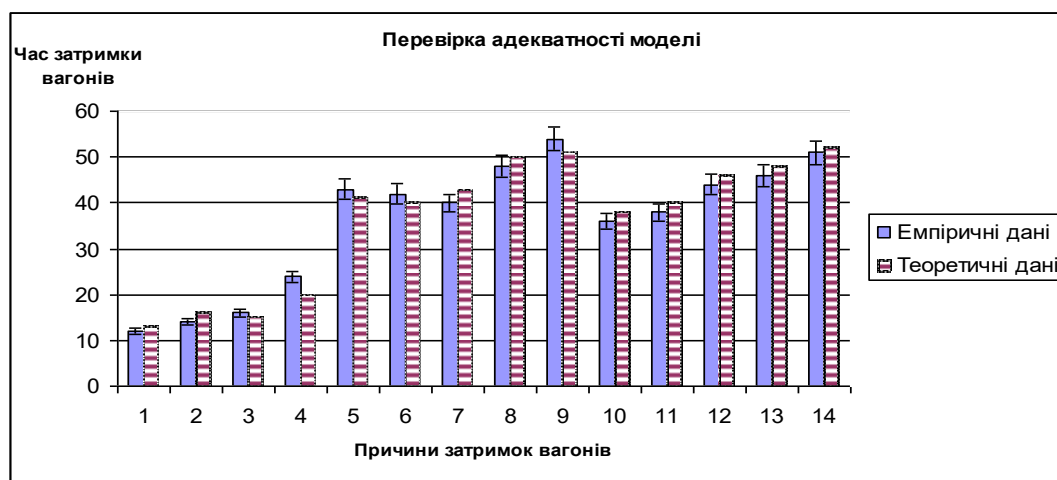


Рисунок 3.7 – Перевірка адекватності результатів моделювання функціонування інформаційної підсистеми на прикордонній передавальній станції із зазначенням інтервалу відхилення

Для визначення прогнозованої кількості затримок вагонів було запропоновано відповідну методика розрахунку та розроблено програмний продукт з визначення можливостей затримок вагонів на ППС (додатки А, Б, В, Е, Ж, К).

Виходячи з розрахунків, при удосконаленні інформаційної підсистеми прикордонних передавальних станцій двох сусідніх країн, частка затриманих вагонів для станцій Харків-Сортувальний та Белгород зменшилась на 0,022. По станціям Куп'янск-Сортувальний та Валуйки-Сортувальні кількість затриманих вагонів зменшилась на 0,036 (табл. 3.2–3.7).

Таким чином, вдосконалення функціонування інформаційної підсистеми на прикордонних передавальних залізничних станціях з використанням запропонованих прийомів раціоналізації, в подальшому приведе до зменшення кількості затриманих вагонів, а разом із цим і до суттєвого скорочення витрат ресурсів всіх видів.

#### 4 АНАЛІЗ ЗМЕНШЕННЯ ЗАТРИМОК НА ПРИКОРДОННИХ ПЕРЕДАВАЛЬНИХ СТАНЦІЯХ

Виходячи з розрахунків, при удосконаленні інформаційної підсистеми прикордонних передавальних станцій двох сусідніх країн, частка затриманих вагонів для станцій Харків-Сортувальний та Белгород зменшилась на 0,022. По станціям Куп'янск-Сортувальний та Валуйки-Сортувальні кількість затриманих вагонів зменшилась на 0,036 (табл. 3.2–3.7).

Отриманий результат має велике значення, тому що кожна затримка вагонів на прикордонних передавальних станціях призводить до збільшення витрат ресурсів всіх видів. У кожному випадку суттєво зростають витрати, що пов'язані з вагоно-годинами простою, а при затриманні вагонів на більш довгий термін визначальними стають витрати, що пов'язані з локомотиво-годинами маневрової роботи та витратами на амортизацію колій для відстоювання затриманих вагонів. Додатковий простій рухомого складу під проходженням митного контролю та іншими подібними операціями також призводять до значного збільшення витрат. Більшість із них пов'язана з витратами часу, інші слід віднести до паливно-енергетичних, технічних, людських, інформаційних, та, передусім, матеріальних ресурсів [14, 33].

Таким чином, вдосконалення функціонування інформаційної підсистеми на прикордонних передавальних залізничних станціях з використанням запропонованих прийомів раціоналізації, в подальшому приведе до зменшення кількості затриманих вагонів, а разом із цим і до суттєвого скорочення витрат ресурсів всіх видів [19].

Відокремлені вище причини затримок вагонів є самими слабкими місцями на шляху прямування іновагонів крізь прикордонні станції. Для того щоб визначити скільки конкретно було витрачено ресурсів необхідно розглянути кожну причину окремо на всіх мікрорівнях обробки. Далі наведені структурно-логічні схеми

обробки документів та інформації у випадках можливих затримань вантажу чи вагонів за різних причин, що були перераховані вище. На кожній схемі вказані ресурси, що витрачаються у зв'язку із затримками вагонів по конкретній причині. По кожній з визначених причин, окрім позначених на схемах, обов'язково враховуються наступні складові:

- а) кількість працівників, які виконуватимуть додаткову роботу;
- б) використання окремої колії для переставлення затриманих вагонів (амортизаційні витрати на підтримання колії у належному стані);
- в) інформаційні ресурси (обмін інформацією та складання необхідної документації) [14, 18].

Якщо відстежити послідовність дій відповідних служб, то складові загальних витрат ресурсів по кожній причині затримки вагонів можна описати наступною формулою

$$R(x) = \sum_{i=1}^{14} \sum_{j=1}^{15} (K_{ij} + L_{ij} + D_{ij} + Z_{ij} + I_{ij} + N_{ij}) + M_{\text{річ}} \rightarrow \min \quad (4.1)$$

Витрати, що пов'язані з вагоно-годинами простою затриманих вагонів розраховуються наступним чином

$$K_i = T_{M_i} \cdot C_{\text{в-г}} \quad (4.2)$$

де  $T_{M_i}$  – кількість годин простою затриманих вагонів по причині;  
 $C_{\text{в-г}}$  – вартість однієї вагоно-години простою.

Витрати, що пов'язані з роботою маневрового локомотива дорівнюють

$$L_i = n_{\text{в}} \cdot T_{\text{л}} \cdot C_{\text{л}} \quad (4.3)$$

де  $n_{\text{в}}$  – число затриманих вагонів з причини, шт.;

$T_{\text{л}}$  – час роботи маневрового локомотива, год.;

$C_{\text{п}}$  – вартість одного локомотиво-часу маневрової роботи (для тепловозів), грн..

Якщо прийняти, що в кожному поїзді експортного або імпортного потоку є один затриманий вагон і він був відставлений до з'ясування, тоді:

а) додаткові маневрові операції будуть здійснюватись для кожного затриманого вагону;

б) середній час, витрачений маневровим локомотивом на здійснення маневрових операцій із затриманими вагонами складатиме 80 хвилин (40 хвилин на викидання і відставлення затриманого вагону, 40 хвилин на повернення вагону після усунення причини затримання). Якщо прийняти, що в середньому за статистичними спостереженнями, один затриманий вагон приходить на один поїзд, можна вирахувати число не затриманих вагонів, що очікують здійснення маневрової роботи при зайнятості маневрового локомотива

$$Z_i = Z_{\text{очік}} \cdot C_{\text{в-г}} \quad (4.4)$$

де  $Z_{\text{очік}}$  – вагоно-години очікування здійснення маневрової роботи;

$C_{\text{в-г}}$  – вартість однієї вагоно-години простою, грн.

$$Z_{\text{очік}} = n_{\text{заг}} \cdot T_{\text{л}} \quad (4.5)$$

де  $n_{\text{заг}}$  – вагони які простоюють в очікуванні маневрової роботи (не затримані) з якоїсь причини;

$T_{\text{л}}$  – час роботи маневрового локомотива із затриманими вагонами, год..

$$n_{\text{заг}} = n_{\text{п}} \cdot (n_{\text{с}} - n_{\text{в}}) \cdot K_3 \quad (4.6)$$

де  $n_{\text{п}}$  – кількість поїздів за рік в яких є затримані вагони;

$(n_c - n_b)$  – кількість вагонів в поїзді, які не затримувались і простоюють в очікуванні маневрових операцій;

$k_3$  – коефіцієнт, який враховує вірогідність того, що в поїзді взагалі не було затриманих вагонів, а також те, що було затримано декілька вагонів в одному поїзді;

$n_c$  - середня кількість вагонів в одному поїзді на розглянутих прикордонних передавальних станціях (за спостереженнями - 50 вагонів в поїзді).

Витрати інформаційних ресурсів визначаються як

$$I_i = n_b \cdot (E_k + P_k + C_b + A_k) \quad (4.7)$$

де  $E_k$  – витрати електроенергії на роботу комп'ютера та принтера;

Якщо врахувати, що здійснення операцій із затриманим вагоном всіма причетними службами на ЕОМ в сумі складатиме 3 години, тоді  $E_k = 0,69$  грн.

$P_k$  – витрати на заправку картриджу принтеру (60 грн на 3000 сторінок).

В середньому на кожний затриманий вагон витрачається 10 листів. У такому випадку  $P_k = 0,2$  грн.;

$C_b$  – вартість паперу для друку (30 грн/ 500 листів). Відповідно, 10 листів коштуватимуть 0,6 грн.;

$A_k$  – витрати на амортизацію комп'ютера. Приймаються із розрахунку середньої первинної вартості комп'ютера 5000 грн. Якщо врахувати, що зношування ЕОМ приймається як 20% на рік, то по розрахунку отримуємо вартість годинної амортизації 0,0228 грн. Відповідно, за 3 години  $A_k = 0,0685$  грн.

Для розрахунку витрат, що пов'язані з виконанням додаткової роботи працівниками станцій ( $N_i$ ) необхідно врахувати наступні складові

$$N_i = n_b \cdot t_{cp} \cdot S_i \quad (4.8)$$

де  $t_{\text{cp}}$  – середній час роботи з одним затриманим вагоном всіх задіяних працівників;

$S_i$  – сума погодинних ставок всіх робітників задіяних додатково за конкретним випадком. Розрахунок витрат, що пов'язані з виконанням додаткової роботи працівниками станцій наведений у додатках.

Для розрахунку витрат на додаткове декларування ( $D_i$ ) за вихідні данні приймаємо кількість затриманих вагонів і погодинну ставку митного брокера (декларанта). Необхідність додаткового декларування виникає при затриманні вагонів з причин Х2 (для митного оформлення) та Х5 (невідповідність даних у транспортно-технічній накладній (ТТН) та вантажній митній декларації (ВМД)).

$$D_i = n_{\text{в}} \cdot 0,25 \cdot Sd_i \cdot \kappa_{\text{в}} \quad (4.9)$$

де 0,25 – норма часу на оформлення однієї декларації митним брокером, год.;

$Sd_i$  – погодинна ставка митного брокера (декларанта);

$\kappa_{\text{в}}$  – коефіцієнт, який враховує вірогідність того, що було затримано декілька вагонів в одному поїзді які йдуть груповою відправкою.

Детальний розрахунок витрат ресурсів наведений у додатках Г, Д, Л, М.

В усіх випадках одним із головних факторів впливу на сумарні витрати ресурсів буде час затримання вагонів. В таблиці 4.1 наведено можливі витрати по кожній із причин затримок вагонів. Також наведено середній загальний час на усунення всіх зауважень та час, витрачений на здійснення додаткових маневрових операцій, що тягне за собою додаткові простой інших підрозділів прикордонних станцій.

Таким чином, чим більше число вагонів буде затримано, тим більше буде сума витрачених ресурсів всіх видів.

Таблиця 4.1

Витрати ресурсів з кожної причини затримок вагонів

Причини затримок вагонів	Середній час на виконання маневрової роботи, год., $T_{M_{ij}}$	Ресурси, що витрачено з кожної причини затримок вагонів							Середній загальний час затримання, год., $T_i$
		$R(x) = \sum_{i=1}^{14} \sum_{j=1}^{15} ((K_{ij} + L_{ij} + D_{ij} + Z_{ij} + I_{ij} + N_{ij}) + M_{річ}) \rightarrow \min$							
		Витрати, що пов'язані з вагоно-годинидами простою, $K_{ij}$	Витрати, що пов'язані з роботою маневрового локомотива, $L_{ij}$	Витрати, що пов'язані з простояванням не затриманих вагонів, $Z_{ij}$	Витрати на додаткову роботу працівників	Витрати інформаційних ресурсів, $I_{ij}$	Витрати на додаткове декларування,	Амортизаційні витрати, $M_{річ}$	
X1	0,4+0,4	+	+	+	+	+	-	+	48
X2	0,4+0,4	+	+	+	+	+	+	+	52
X3	0,4+0,4	+	+	+	+	+	-	+	8
X4	0,4+0,4	+	+	+	+	+	-	+	24
X5	0,4+0,4	+	+	+	+	+	+	+	36
X6	0,4+0,4	+	+	+	+	+	-	+	36
X7	0,4+0,4	+	+	+	+	+	-	+	14
X8	0,4+0,4	+	+	+	+	+	-	+	24
X9	0,4+0,4	+	+	+	+	+	-	+	24
X10	0,4+0,4	+	+	+	+	+	-	+	14
X11	0,4+0,4	+	+	+	+	+	-	+	48
X12	0,4+0,4	+	+	+	+	+	-	+	62
X13	0,4+0,4	+	+	+	+	+	-	+	48
X14	0,4+0,4	+	+	+	+	+	-	+	24

Задача вибору ресурсозбережної методики функціонування для прикордонних передавальних станцій на наступному етапі зводиться до вибору такої раціональної технології роботи, при якій час знаходження вагонів на станції був би мінімальним, а частка затриманих вагонів прагнула б до нуля [38]. Для визначення витрат ресурсів всіх видів в грошовому еквіваленті розроблено програмний продукт із розрахунку вартості затримок вагонів. Вікно програмного інтерфейсу наведено на рисунку 4.1.

**Висновок до розділу 4.** Відокремлені в попередніх розділах причини затримок вагонів є самими слабкими місцями на шляху прямування вагонів крізь прикордонні станції. Для того, щоб визначити скільки конкретно було витрачено ресурсів необхідно розглянути кожну причину окремо на всіх мікрорівнях обробки. Таким чином, в даному розділі наведені структурно-логічні схеми обробки документів та інформації у випадках можливих затримань вантажу чи вагонів за різних причин, що були попередньо перераховані. На кожній схемі вказані ресурси, що витрачаються у зв'язку із затримками вагонів по конкретній причині.

Також були досліджені всі складові загальних витрат ресурсів по кожній причині затримки вагонів.

Встановлено, що головним фактором впливу на сумарні витрати ресурсів є час затримання вагонів. Тому, в таблиці 4.1 наведено можливі витрати по кожній із причин затримок вагонів, а також середній загальний час на усунення всіх зауважень та час, витрачений на здійснення додаткових маневрових операцій, що тягне за собою додаткові простої інших підрозділів прикордонних станцій.

Таким чином, чим більше число вагонів буде затримано, тим більше буде сума витрачених ресурсів всіх видів. Задача вибору ресурсозберігаючої методики функціонування для прикордонних передавальних станцій на наступному етапі зводиться до вибору такої раціональної технології роботи, при якій час знаходження вагонів на станції був би мінімальним, а частка затриманих вагонів прагнула б до нуля.

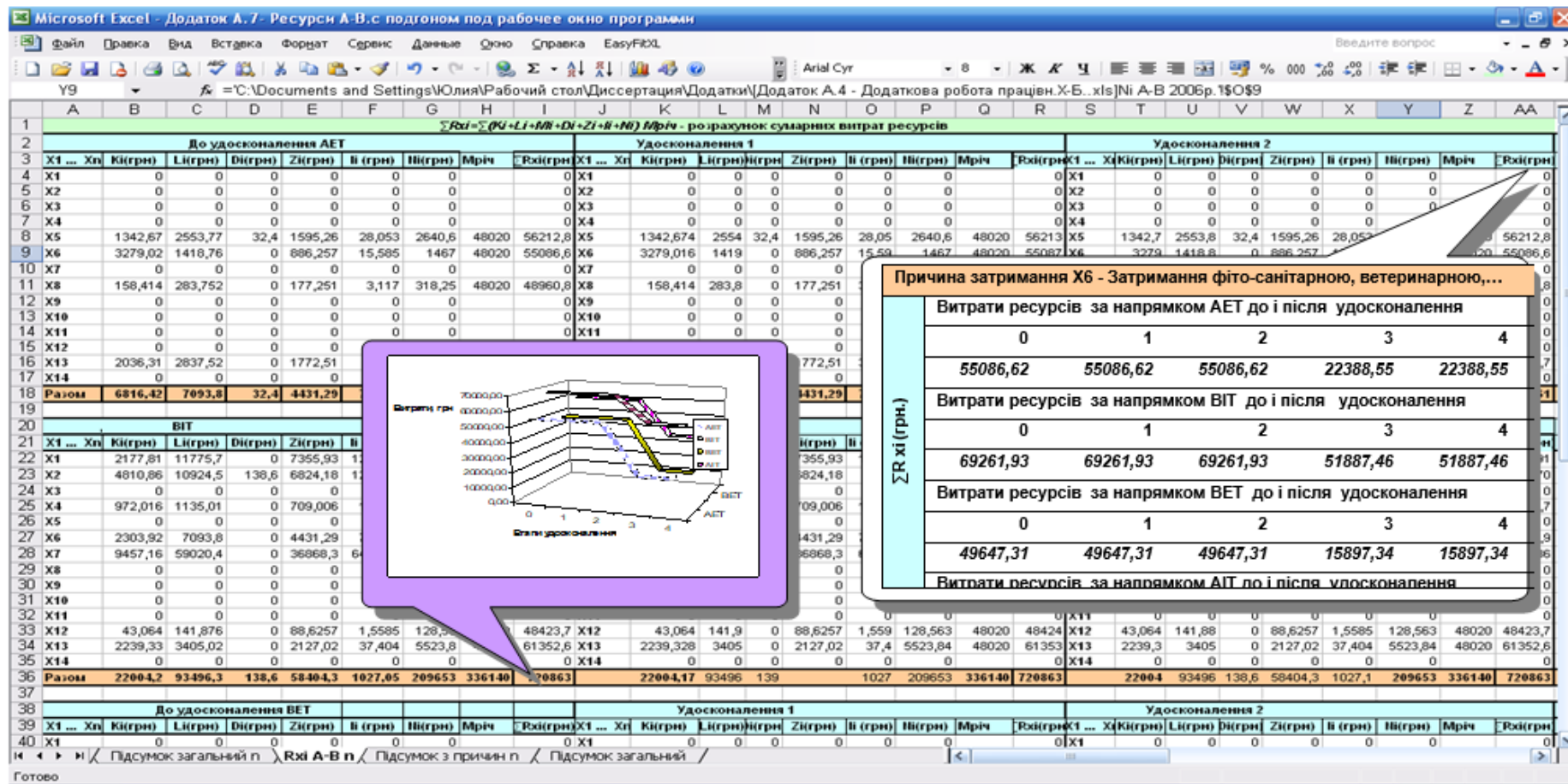


Рисунок 4.1 – Вікно програмного інтерфейсу розрахунку витрат ресурсів при затримках вагонів

## 5 РОЗРОБКА СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНИХ СХЕМ ОБРОБКИ ВАГОНІВ НА ПРИКОРДОННИХ ПЕРЕДАВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ

Для визначення кількості витрачених ресурсів по кожній окремій причині (на мікрорівнях) розроблена методика розрахунку для кожного окремого випадку затримки вагону.

При виникненні першої причини затримки відбувається послідовність дій, наведена на рисунку 5.1.

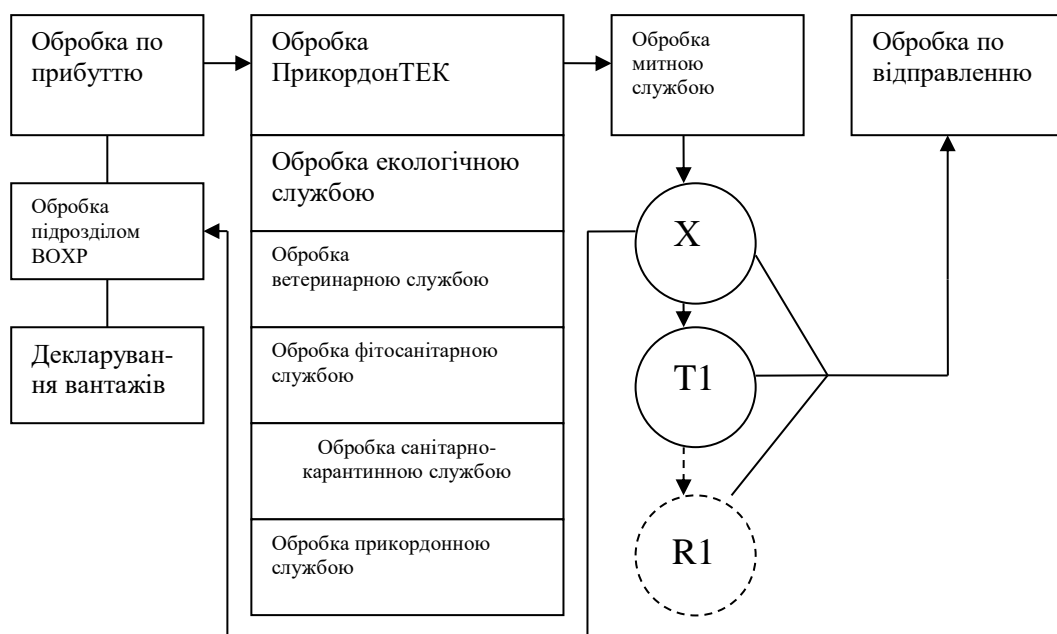


Рисунок 5.1 – Структурно-логічна схема обробки вагону (вагонів) у випадку затримання з причини  $X_1$  (для митного огляду)

На рисунку 5.1 позначено: а)  $X_i$  – затримання вагону (вагонів) по  $i$ -тій причині; б)  $T_i$  – затрачений час на проведення додаткового митного огляду; в)  $R_i$  – витрачені ресурси.

Розрахунок  $R_1$  проводиться за формулою (4.2) та на підставі вихідних даних таблиці 4.2.

Аналогічно розроблено структурно-логічні схеми обробки вагонів при виникненні інших причин затримання.

Структурно-логічні схеми для кожної причини затримання наведено на рисунках 5.1 – 5.11.

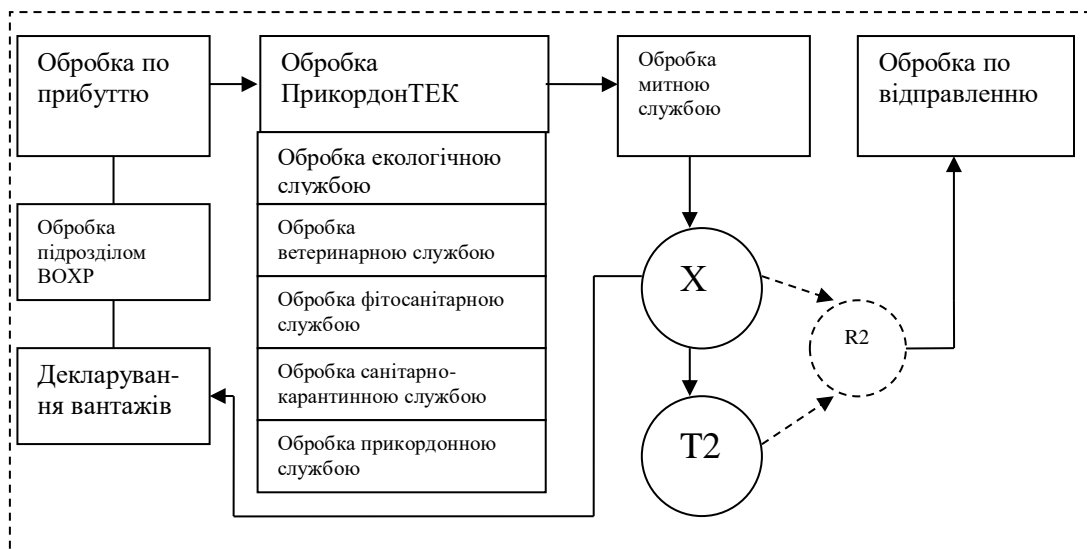


Рисунок 5.2 – Структурно-логічна схема обробки вагону (вагонів) у випадку затримання з причини X2 (для митного оформлення)

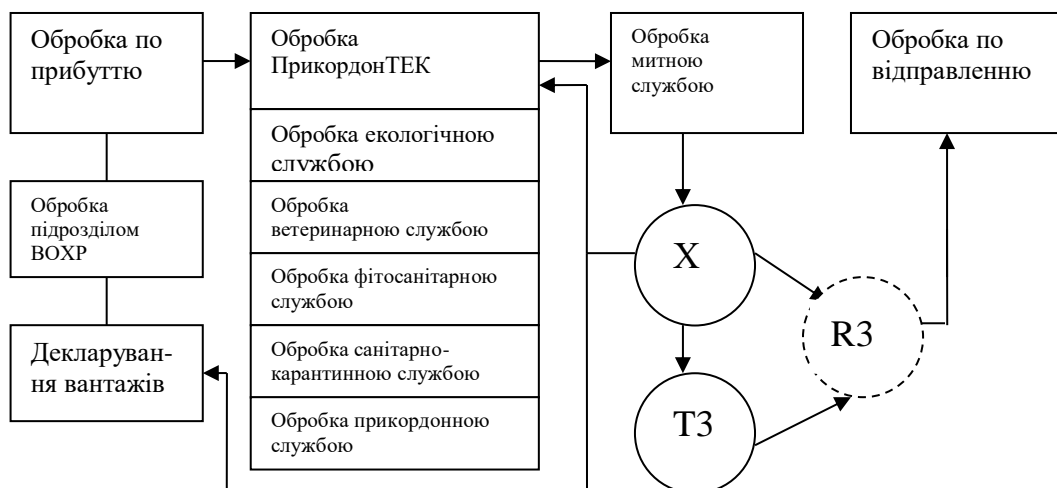


Рисунок 5.3 – Структурно-логічна схема обробки вагону (вагонів) у випадку затримання причини X3 (відсутність електронного повідомлення митниці відправлення)

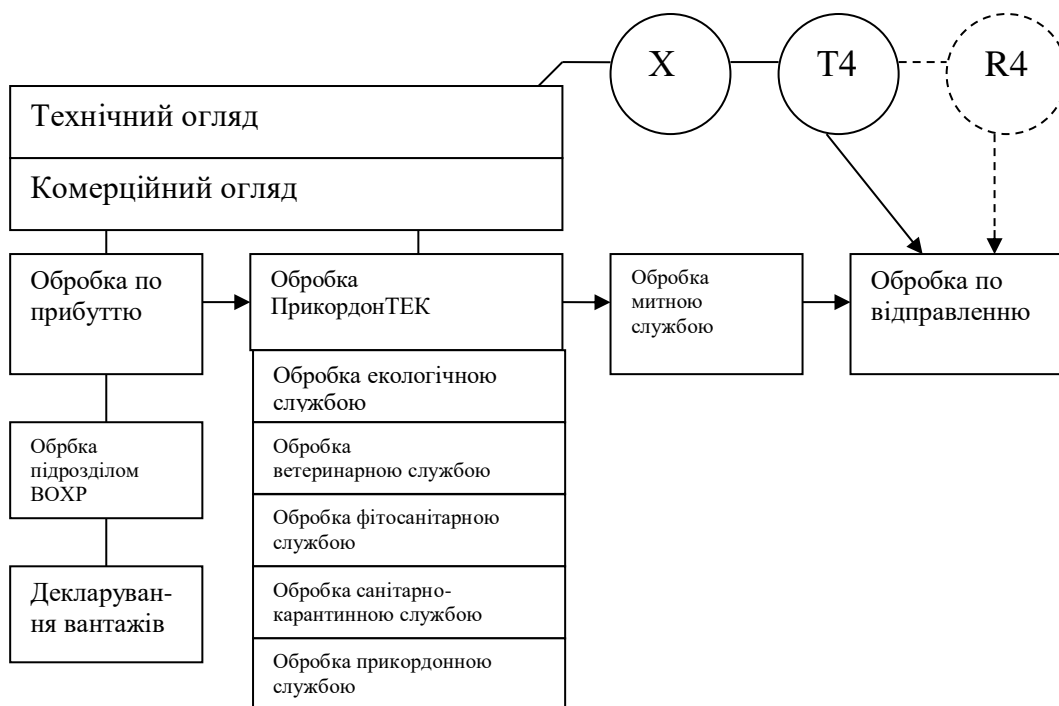


Рисунок 5.4 – Структурно-логічна схема обробки вагону (вагонів) у випадку затримання з причини X 4 (технічна або комерційна несправність вагона)

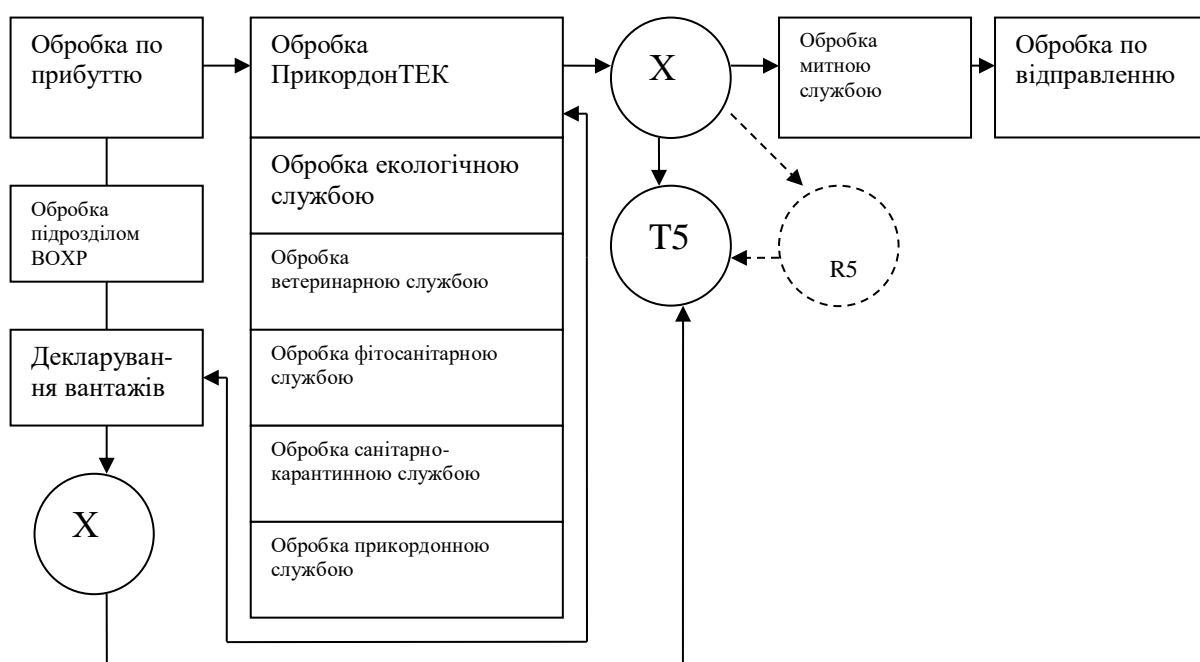


Рисунок 5.5 – Структурно-логічна схема обробки вагону (вагонів) у випадку затримання з причини X5 (невідповідність даних у транспортній технічній накладній та внутрішній митній декларації)

Причиною затримання багатьох вагонів на всіх прикордонних передавальних станціях є заборона для подальшого перевезення однією із контролюючих служб (фітосанітарної, санітарно-карантинною, ветеринарною або прикордонною службами). Враховуючи паралельність обробки документів, і те що у кожному окремому випадку вантаж може цікавити тільки одну з трьох служб, можна об'єднати ці випадки в один. Алгоритм дій при виникненні причини затримання з кодом Х14 (додатковий наказ № 325У) буде однаковим, тому що ці затримання пов'язані із тимчасовими заборонами вищевказаними службам на ввезення-вивезення окремого вантажу. Наприклад, заборона на приймання м'ясо-або молокопродуктів однією із сторін. Незалежно від того якою із служб затримується вагон (вагони) послідовність дій у такому випадку однакова та наведена на рисунку 5.6.

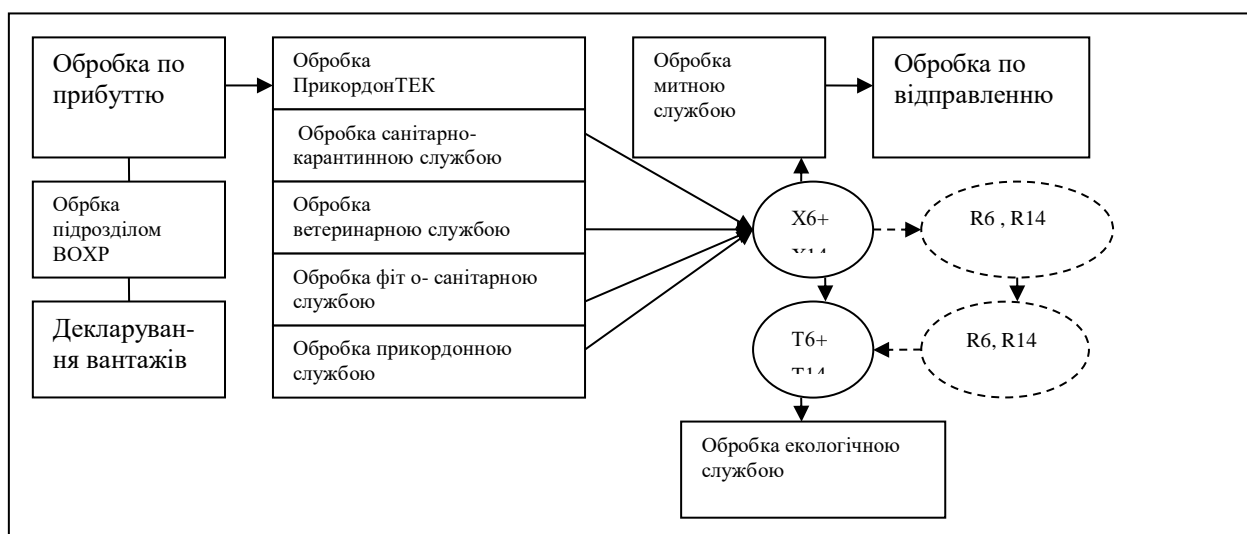


Рисунок 5.6 – Структурно-логічна схема обробки вагону (вагонів) у випадку затримання з причини Х6 (затримання фіто-санітарною, ветеринарною, санітарно-карантинною та прикордонною службами) та Х14 (додаткові накази на заборону)

Особливість обробки за цією схемою полягає в тому, що екологічний контроль буде здійснюватись після врегулювання зауважень трьох інших служб. Здійснення митного контролю також буде чекати своєї черги.



Затримання вагонів у разі відсутності або закриття коду експедитора (X9) має розповсюджений характер і є найбільш характерною для станцій Куп'янськ-Сортувальний та Харків-Сортувальний. Ця причина затримання вагонів також виникає при обробці вагонів службою ПрикордонТЕК.

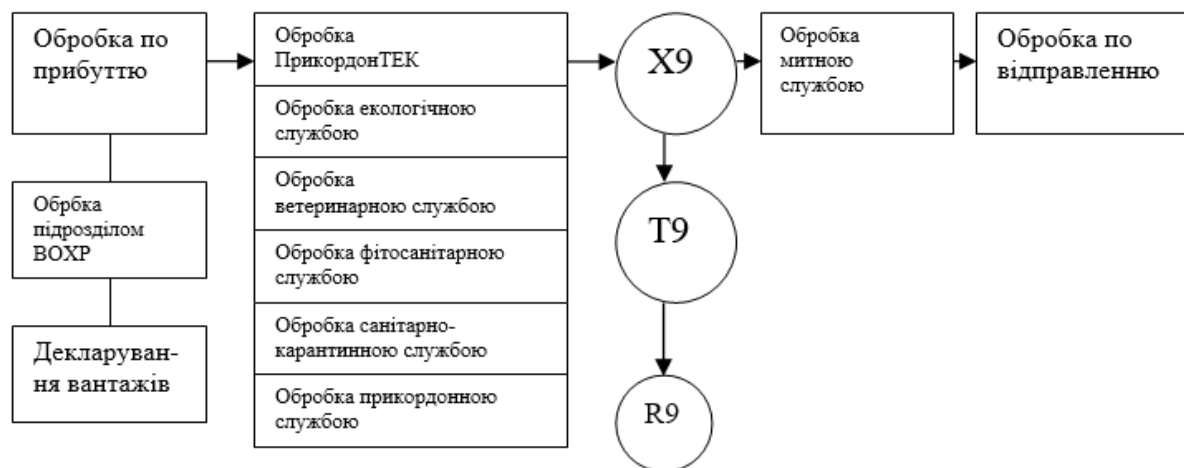


Рисунок 5.9 – Структурно-логічна схема обробки вагону (вагонів) причина X9 (закриття коду експедитора)

У наступному випадку розглянуто послідовність дій при порушенні вагоном маршруту прямування ( причина затримання X10), тобто вагон прийшов помилково не за своїм напрямком, а також, при відсутності інформації у центральній базі даних (X11). Структурно-логічна схема обробки вагону (вагонів) зображена на рисунку 5.10.

При відсутності рахунку-фактури (причина затримки X12) стає неможливим декларування вантажу та його митне оформлення. Схема послідовності дій розглянута на рисунку 5.11.

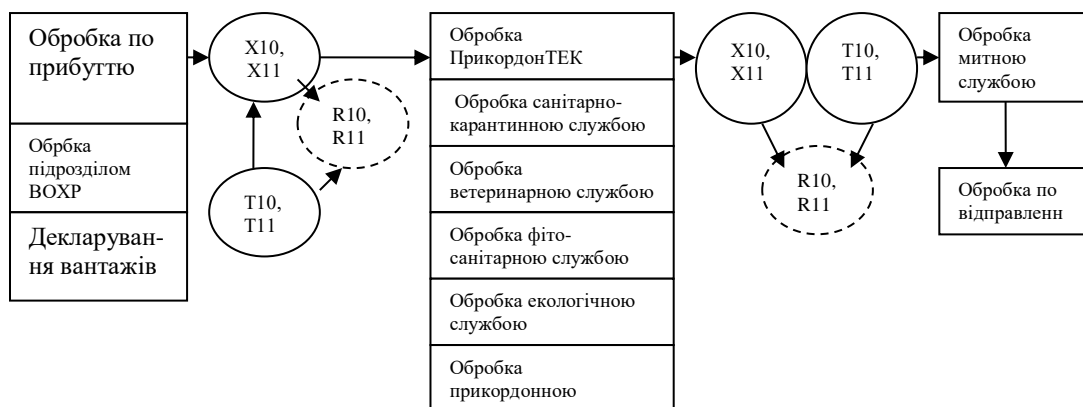


Рисунок 5.10 – Структурно-логічна схема обробки вагону (вагонів) при порушенні маршруту прямування або відсутності інформації в центральній базі даних

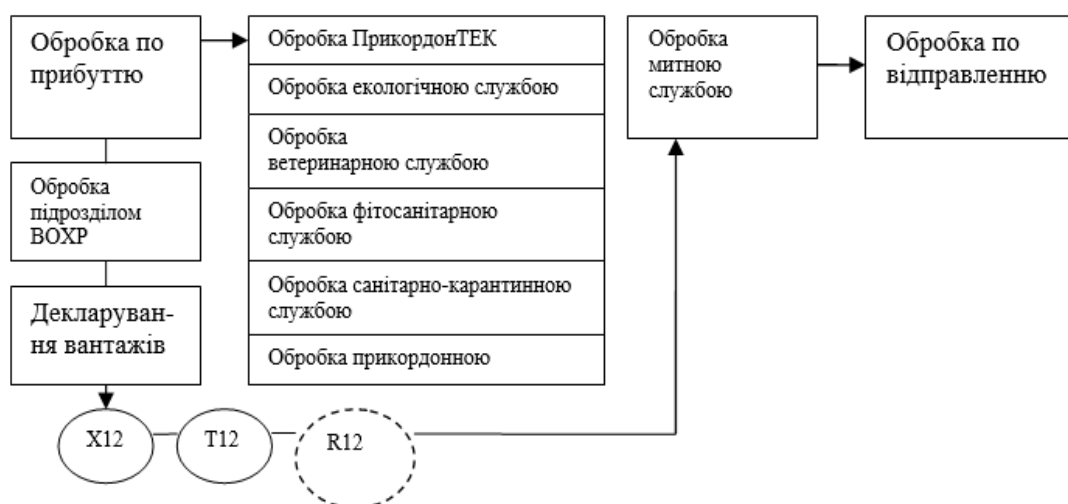


Рисунок 5.11 – Структурно-логічна схема обробки вагону (вагонів) у разі відсутності рахунку-фактури (X12)

Вихідні данні для розрахунку  $R_i$  наведені в таблиці 5.1.

Підсумки розрахунків витрат ресурсів за напрямком з максимальною кількістю затриманих вагонів зведено до таблиці 5.2.

Таблиця 5.1

## Розрахунок витрат часу працівників станції на обробку затриманих вагонів

Працівники	Причини затримок вагонів																											
	X1		X2		X3		X4		X5		X6		X7		X8		X9		X10		X11		X12		X13		X14	
	Норма, год	Затра-ти, год	Норма, год	Затра-ти, год	Норма, год	Затра-ти, год	Норма, год	Затра-ти, год	Норма, год	Затра-ти, год	Норма, год	Затра-ти, год	Норма, год	Затра-ти, год	Норма, год	Затра-ти, год	Норма, год	Затра-ти, год	Норма, год	Затра-ти, год	Норма, год	Затра-ти, год	Норма, год	Затра-ти, год	Норма, год	Затра-ти, год	Норма, год	Затра-ти, год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Митник (2 чол.)	1	2	1	2	1	1																						
Декларант	1	1	1	1	1	1			1	1															0,5	0,5		
Прийомо-здавальник (2 чол.)	1	2	1	2	1	2	1	2	0,5	1	1	2	1	2	0,5	1	0,5	1	1	1	1	1	0,5	1	0,5	1	1	1
Старший прийомо-здавальник							0,2	0,2																				
Оглядачі вагонів							1	2																				
Складач поїздів	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Агент Прикордон ТЕК	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Оператор СТЦ	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	0,5	0,5	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,2	0,2
Маневров. диспетчер	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Машиніст	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Представни к контрол. служб											1	1															1	1
Еколог													1	2														
ВОХР (2 чол.)	1	2	1	2																								
Разом		9,4		9,4		6,4		7,4		4,2		5,4		6,4		4,2		3,7		4,2		4,2		4,2		4,2		4,4

Таблиця 5.2

Розрахунок витрат ресурсів для станцій Харків-Сортувальний та Белгород (А-В), Куп'янськ-Сортувальний та Валуйки-Сортувальні (С-Д), грн

Причини затримок		$K_i$	$L_i$	$D_i$	$Z_i$	$I_i$	$N_i$	$M_{pic}$	$R_i$	Напрямок
X1	А-В	2177,8	11775,7	-	7355,9	129,4	63631,9	48020,0	133090,8	Імпорт-транзит
	С-Д	26922,7	51075,4	-	31905,3	561,1	27599,4	48020,0	434478,4	Експорт-транзит
X2	А-В	4810,9	10924,5	138,6	6824,2	120,0	59032,1	48020,0	129870,2	Імпорт-транзит
	С-Д	16248,9	52068,5	660,6	32525,6	571,9	281360,6	48020,0	431456,2	Імпорт-транзит
X3	А-В	36,9	425,6	-	265,9	4,7	1057,5	48020,0	49810,6	Імпорт-транзит
	С-Д	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X4	А-В	1870,2	2411,9	-	1506,6	26,5	4099,6	48020,0	57934,8	Експорт-транзит
	С-Д	148152,5	482236,5	-	301238,8	5297,3	819668,8	48020,0	1804613,9	Експорт-транзит
X5	А-В	1342,7	2553,8	32,4	1595,3	28,1	2640,6	48020,0	56212,8	Експорт-транзит
	С-Д	3042,2	6951,9	88,2	4342,7	76,4	7188,3	48020,0	69709,6	Імпорт-транзит
X6	А-В	1498,1	3972,5	-	2481,5	43,6	4107,6	48020,0	60123,3	Імпорт-транзит
	С-Д	2729,9	6526,3	-	4076,8	71,7	6748,2	48020,0	68172,9	Експорт-транзит
X7	А-В	9457,2	59020,4	-	36868,3	648,3	72072	48020,0	226086,2	Експорт-транзит
	С-Д	103,1	283,6	-	177,3	3,1	346,5	48020,0	48933,7	Експорт-транзит
X8	А-В	49,2	283,8	-	177,3	3,1	318,6	48020,0	48851,6	Імпорт-транзит
	С-Д	24074,3	50933,5	-	31816,6	559,5	57125,9	48020,0	212529,8	Експорт-транзит
X9	А-В	964,3	1135,1	-	709,1	12,5	807	48020,0	51647,8	Експорт-транзит
	С-Д	2668,4	13336,3	-	8330,8	146,5	9482,3	48020,0	81984,3	Експорт-транзит
X10	А-В	319,9	2270,1	-	1418,1	24,9	2057	48020,0	54109,9	Експорт-транзит
	С-Д	2668,4	13336,3	-	8330,8	146,5	9482,3	48020,0	81984,3	Експорт-транзит
X11	А-В	210,7	141,9	-	88,6	1,6	128,6	48020,0	48591,3	Імпорт-транзит
	С-Д	46945,9	80585,6	-	50339,4	885,2	73023,5	48020,0	299799,6	Експорт-транзит
X12	А-В	6,2	141,9	-	88,6	1,6	128,6	48020,0	48386,8	Імпорт-транзит
	С-Д	1553,4	3405,1	-	2127,0	37,4	3085,5	48020,0	58228,3	Експорт-транзит
X13	А-В	324,5	567,5	-	354,5	6,2	920,6	48020,0	50193,4	Експорт-транзит
	С-Д	12908,4	20572	-	12850,7	225,9	33373,2	48020,0	127950,4	Експорт-транзит
X14	А-В	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	С-Д	2340,8	65830,5	-	41122,4	723,1	83195,2	48020,0	241231,9	Експорт-транзит

Детальний розрахунок ресурсів наведено у додатках Г, Л. На рисунку 5.12 наведена графічна інтерпретація витрат ресурсів по причині затримки вагонів X6.

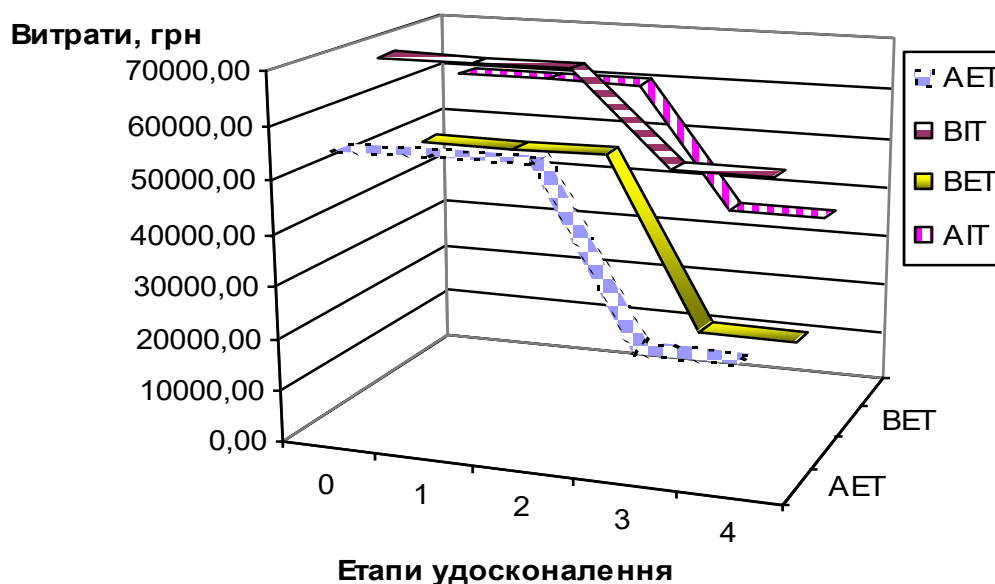


Рисунок 5.12 – Витрати ресурсів з причин затримання вагонів Х6 по станціям Харків-Сортувальний – Белгород.

На рисунку 5.12 наведено динаміку змін витрат (грн) при затримці вагонів на ППС з причини Х6 та Х14. Після проведення розрахунків витрати ресурсів зменшуються у середньому на 40 % на рік за кожним напрямком перевезень.

Основною задачею дослідження є зведення до мінімуму як числа затриманих вагонів так і витрат, що з ними пов'язані. Економічна ефективність результатів дослідження наведена в таблицях 5.3 та 5.4.

Необхідно зазначити, що після 4-х кроків удосконалення витрати при затриманні вагонів відповідно для станцій Харків-Сортувальний – Белгород лише за один рік скоротяться на

$$\Delta(AET1 - AET4) = 219560,88 - 115513,47 = 104047,41 \text{ грн (47,4 \%)},$$

$$\Delta(BIT1 - BIT4) = 720863,05 - 295644,75 = 425218,3 \text{ грн (59,0 \%)},$$

$$\Delta(BET1 - BET4) = 173255,11 - 57934,78 = 115320,33 \text{ грн (66,6 \%)},$$

$$\Delta(AIT1 - AIT4) = 205789,90 - 96815,02 = 108974,88 \text{ грн (52,9\%)}$$

Таблиця 5.3

## Економія ресурсів при удосконаленні технології роботи станцій

## Харків-Сортувальний та Белгород, грн

$\Sigma Rxi$ (грн) до удосконалення	$\Sigma Rxi$ (грн) після I удосконалення	$\Sigma Rxi$ (грн) після II удосконалення	$\Sigma Rxi$ (грн) після III удосконалення	$\Sigma Rxi$ після IV удосконалення
АЕТ				
219560,88	219560,88	219560,88	164474,26	115513,47
ВІТ				
720863,05	720863,05	720863,05	425514,90	295644,75
ВЕТ				
173255,11	173255,11	173255,11	123607,79	57934,78
АІТ				
254381,23	205789,90	205789,90	145666,61	96815,02

Таблиця 5.4

## Економія ресурсів при удосконаленні технології роботи станцій

## Куп'янськ-Сортувальний та Валуйки-Сортувальні, грн

$\Sigma Rxi$ (грн) до удосконалення	$\Sigma Rxi$ (грн) після I удосконалення	$\Sigma Rxi$ (грн) після II удосконалення	$\Sigma Rxi$ (грн) після III удосконалення	$\Sigma Rxi$ (грн) після IV удосконалення
СЕТ				
2585510,55	2285710,94	2285710,94	164474,26	1956074,55
DІТ				
941268,65	941268,65	941268,65	941268,65	459761,67
DEТ				
3550870,02	3550870,02	3301508,16	3301508,16	2565855,23
СІТ				
1452563,51	1233551,14	1233551,14	1179852,93	1050360,78

Для станцій Куп'янськ-Сортувальний – Валуйки-Сортувальні витрати також можна зменшити

$$\Delta(CET1 - CET4) = 2585510,55 - 1956074,55 = 629436 \text{ грн (24,3\%)},$$

$$\Delta(DIT1 - DIT4) = 941268,65 - 459761,67 = 481506,98 \text{ грн (51,2\%)},$$

$$\Delta(DET1 - DET4) = 3550870,02 - 2565855,23 = 785014,79 \text{ грн (22,1\%)},$$

$$\Delta(CIT1 - CIT4) = 1452563,51 - 1050360,78 = 402202,73 \text{ грн (27,7\%)}$$

Для більш чіткого уявлення динаміки поступового зменшення значень після проведення удосконалення, на рисунках 5.13 та 5.14 наведено приклад підсумкових діаграм за даними одного із розглянутих років.

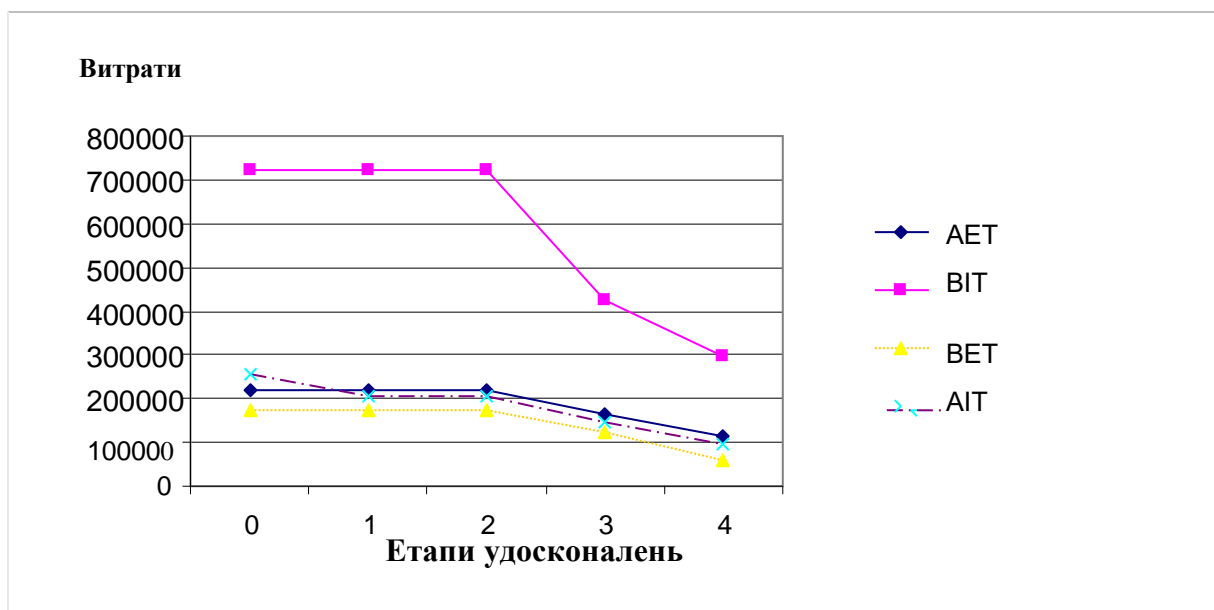


Рисунок 5.13 – Витрати до і після удосконалення функціонування інформаційної підсистеми по станціям Харків-Сортувальний – Белгород.

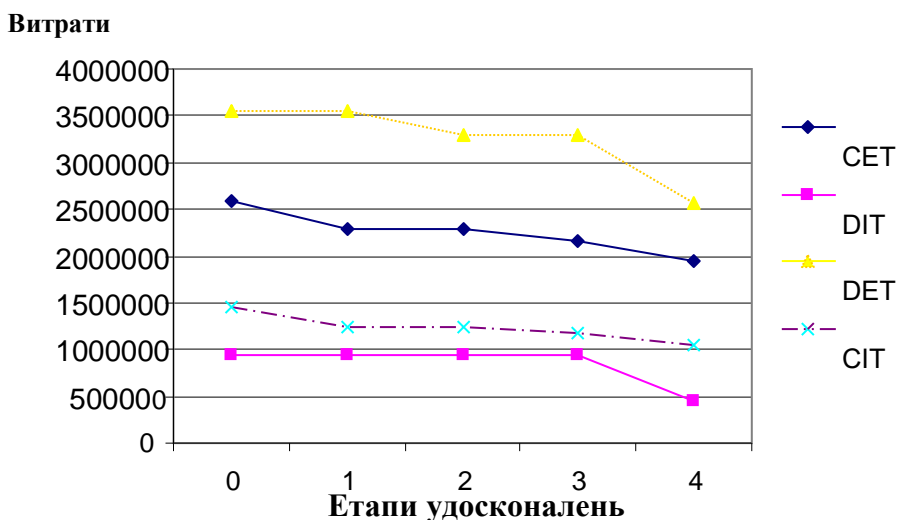


Рисунок 5.14 – Витрати до і після удосконалення функціонування інформаційної підсистеми по станціям Куп'янськ-Сортувальний – Валуйки-Сортувальні

Економічний ефект від впроваджень наведено на рисунках 5.15 та 5.16.

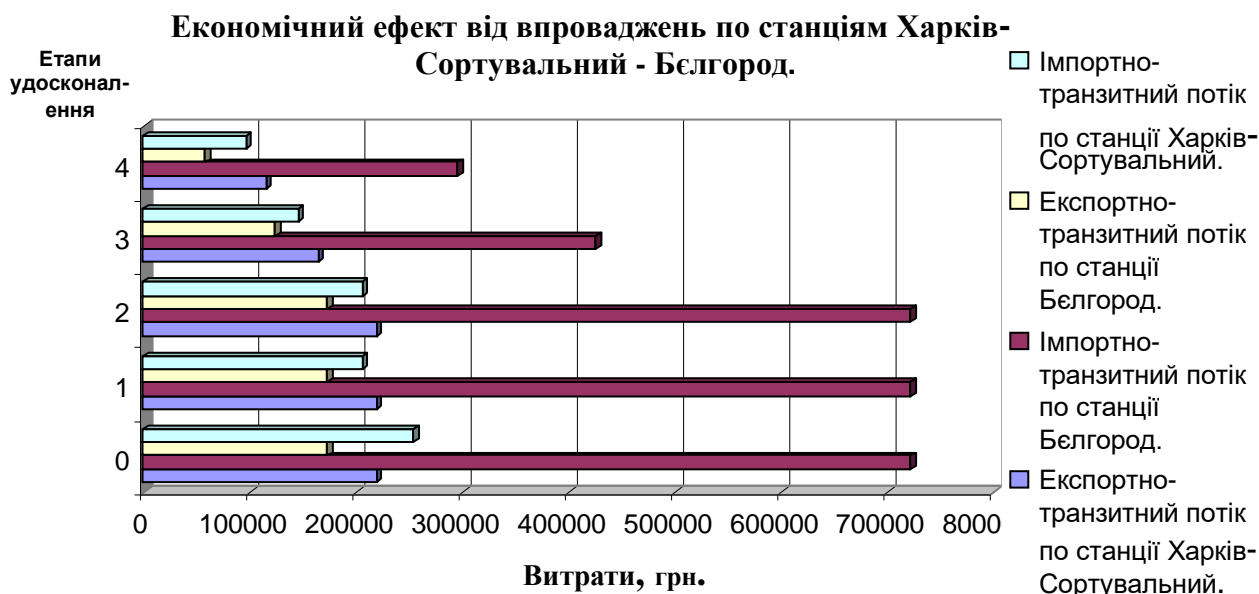


Рисунок 5.15 – Економічний ефект від впровадження запропонованих заходів з вдосконалення взаємодії прикордонних передавальних станцій

Харків-Сортувальний – Белгород



Рисунок 5.16 – Економічний ефект від впровадження запропонованих заходів з вдосконалення взаємодії прикордонних передавальних станцій Куп'янськ-Сортувальний – Валуйки-Сортувальні

Як видно з наведених вище розрахунків та інших прикладів, що представлені у додатках Г, Л найбільш вагомими є 3 та 4 кроки вдосконалень. Отримані результати вказують на необхідність переходу до паралельного проведення всіх основних операцій з обробки вагонів, а також до необхідності концентрування всіх операцій, що проводяться додатковими контролюючими службами в одному місці. Як зазначалося, це можливо зробити завдяки наданню приміщень та робочих місць наприклад російським митникам на території України (та навпаки). При цьому, митні та супутні операції можна проводити паралельно представниками обох сторін (наприклад, лише в країні, з якої товари вивозяться) [20, 21].

Також, стає очевидною необхідність подальшого впровадження єдиних комплектів документів та необхідності єдиних тарифів для всіх країн-партнерів по міжнародним транзитним перевезенням.

Таким чином, завдяки вдосконаленню функціонування інформаційної підсистеми ППС кількість затриманих вагонів значно скорочується, тим самим скорочуються простої та перепробіги рухомого складу і, відповідно, зменшуються витрати ресурсів всіх видів.

**Висновок до розділу 5.** Для визначення кількості витрачених ресурсів по кожній окремій причині (на мікрорівнях) була розроблена методика розрахунку для кожного окремого випадку затримки вагону – створення структурно-логічних схем для кожної причини затримання (рис. 5.1 – 5.11).

В процесі дослідження був здійснений розрахунок:

- а) витрат часу працівників станції на обробку затриманих вагонів;
- б) витрат ресурсів для станцій Харків-Сортувальний та Белгород (А–В), Куп'янськ-Сортувальний та Валуйки-Сортувальні (С–D).

Визначено, що основною задачею дослідження є зведення до мінімуму як числа затриманих вагонів так і витрат, що з ними пов'язані. Саме тому була визначена економічна ефективність результатів дослідження – таблиці 5.3 та 5.4.

Отже, отримані результати вказують на необхідність переходу до паралельного проведення всіх основних операцій з обробки вагонів, а також до необхідності концентрування всіх операцій, що проводяться додатковими контролюючими службами в одному місці. Також, стає очевидною необхідність подальшого впровадження єдиних комплектів документів та необхідності єдиних тарифів для всіх країн-партнерів по міжнародним транзитним перевезенням.

Таким чином, завдяки вдосконаленню функціонування інформаційної підсистеми ППС кількість затриманих вагонів значно скорочується, тим самим скорочуються простої та перепробіги рухомого складу і, відповідно, зменшуються витрати ресурсів всіх видів.

## **6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності (згідно з ДСТУ 2293-99 Охорона праці: терміни та визначення основних понять).

### **6.1 Аналіз шкідливих і небезпечних факторів та об'єктів підвищеної небезпеки**

Всі працівники, що пов'язані з роботою безпосередньо на коліях станції, зайняті обслуговуванням станційних пристроїв і обробкою поїздів, в умовах руху поїздів і маневрової роботи наражають себе на серйозну небезпеку, яка збільшується при русі составів вагонами вперед.

Інтенсивні шуми заглушають сигнали, які сповіщають про небезпеку (ДСН 3.3.6-037-99 Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку). Наявність великої кількості вагонів на коліях, рух поїздів і маневрових составів погіршують локомотивним і складацьким бригадам умови видимості людей, що знаходяться на колії. Недостатня освітленість території посилює небезпеку наїзду і травмування робітників (ДБН В2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення»). В вагонах, що оброблюються на станції, перевозять легкозаймисті, вибухові і отруйні речовини, негабаритні, пиловидні та інші вантажі, які у разі аварії можуть завдати непоправної шкоди, як працівникам станції, так і навколишньому середовищу. Негативний вплив на здоров'я працівників станції чинить таке явище як вібрація. Все це дає обставини вважати, що робота на

станційних коліях пов'язана з підвищеною небезпекою, а діяльність управлінського сектору – з психоемоційною напруженістю.

Перевезення залізної руди, супроводжується утворенням подрібнених частинок (пилу) твердої речовини, які можуть потрапляти в повітря робочої зони і тривалий час знаходиться там, що може викликати різні захворювання.

Потрапляння пилу до слизової носа може призвести до хронічної запальної реакції, а при вдиханні великої кількості пилу можуть розвинути катари верхніх дихальних шляхів та бронхів. При потраплянні пилу в шкіру, може розвинути запальний процес, дерматити чи інші захворювання. Під впливом виробничого пилу можуть виникати захворювання очей. Особлива небезпека виникає під час вдихання пилу і попадання його в легені, що призводить до запалення легень різної інтенсивності.

Робота складача поїздів пов'язана з рухом поїздів і відноситься до робіт із підвищеною небезпекою та пов'язана з шкідливими та небезпечними умовами праці.

## **6.2 Організовані технічні заходи, направлені на забезпечення безпеки працівників станції**

На станції Д здійснюється робота з вагонами, завантаженими навальносипучими вантажами (руда), лісоматеріалами та вибуховими (для потреб ЗЗРК), а також виконуються операції з зачищення напіввагонів від залишку вантажу, що перевозився.

Під час виконання маневрової роботи з вагонами, що подаються на вантажні fronti ЗЗРК, працівники зобов'язані дотримуватися вимог безпеки руху, викладених у розділі 16 Інструкції з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України та місцевих інструкцій, у яких викладено порядок та регламент виконання маневрових операцій.

Під час виконання навантажувально-розвантажувальних робіт працівники залізничного транспорту повинні дотримуватись «Правил охорони праці під час виконання навантажувально-розвантажувальних робіт на залізничному транспорті».

Ці правила поширюються на всі підприємства та організації, які виконують навантажувально-розвантажувальні роботи на станціях, контейнерних майданчиках, перевалочних базах, вантажних дворах, перегонах та на під'їзних коліях промислових підприємств.

Інструкції з охорони праці та пожежної безпеки повинні бути на кожному робочому місці, а також у працівників відповідних професій.

Навчання та перевірка знань з питань охорони праці працівників підприємств проводиться відповідно до вимог «Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці», з питань пожежної безпеки відповідно до переліку посад, при призначенні на які особи зобов'язані проходити навчання і перевірку знань з питань пожежної безпеки, та порядок їх організації. Попередній (під час прийняття на роботу) і періодичний (протягом трудової діяльності) медичні огляди працівників проводяться у встановлені терміни відповідно до вимог НПАОП 0.03-4.02-94 «Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій». Усі працівники, зайняті на навантажувально-розвантажувальних роботах, забезпечуються безкоштовно спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту відповідно до вимог НПАОП 60.1-3.01-04 «Норм безкоштовної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам залізничного транспорту України».

### 6.3 Загальні вимоги до безпеки на залізничних коліях

До робіт, пов'язаних з рухом поїздів, і до керівництва ними допускаються особи, які пройшли медичний огляд і відбір, витримали перевірку знань «Правил технічної експлуатації залізниць» [12], «Інструкції з сигналізації» [13], «Інструкції з руху поїздів і маневрової роботи» [14], посадових інструкцій та інших документів, які встановлюють обов'язки працівників, правил та інструкцій з охорони праці та Положення про дисципліну працівників залізничного транспорту.

Кожний працівник залізничного транспорту зобов'язаний подавати сигнал зупинки поїзду чи маневровому составу, а також вживати інших заходів для їх зупинки у випадках, які загрожують життю та здоров'ю людей або безпеці руху. При виявленні несправностей споруд чи пристроїв, які створюють загрозу безпеці руху або забруднення навколишнього природного середовища, працівник повинен негайно вжити заходів для огороження небезпечного місця та усунення несправності.

Не допускається виконання обов'язків працівникам залізничного транспорту, які перебувають у стані алкогольного, токсичного або наркотичного сп'яніння. Особи, виявлені в такому стані, негайно усуваються від роботи й притягуються до відповідальності.

Кожний працівник залізничного транспорту, пов'язаний з рухом поїздів, несе в межах своїх обов'язків особисту відповідальність за виконання ПТЕ, вимог охорони праці й безпеку руху.

Кожний працівник залізничного транспорту має прибути на визначений Правилами внутрішнього трудового розпорядку час і місце, в працездатному стані, в справному спеціальному чи форменому одязі. Працівники, які зайняті безпосередньо на залізничних коліях, мають бути одягнені в сигнальні жилети помаранчевого кольору.

В темний час доби і під час несприятливих умов необхідно проявляти особливу пильність. Спершу, ніж вийти на колію, необхідно переконатися в тому, що на небезпечній відстані немає рухомого складу, який рухається чи готовий до руху.

Забороняється сідати на рейки, кінці шпал, баластну призму для відпочинку.

Взимку необхідно стерегтися ожеледі, снігу, заметів, а головний убір не повинен знижувати чутності звукових сигналів і команд.

На час виконання робіт, що спричиняють перерву руху, а також для виконання яких за графіком руху передбачають вікна, керівник робіт зобов'язаний налагодити постійний зв'язок (телефонний або по радіо) з поїзним диспетчером. На ділянках, де вікна в графіку руху поїздів передбачаються в темний час доби, керівник робіт зобов'язаний забезпечити освітлення місця виконання робіт.

Будь-які перешкоди для руху (місце, що вимагає зупинки) на перегоні і станції, а також місце виконання робіт, небезпечне для руху і працівників, що вимагає зупинки чи зменшення швидкості мають бути огорожені сигналами з обох боків незалежно від того, очікується поїзд (маневровий состав) чи ні.

#### **6.4 Безпека праці працівників під час виконання навантажувально-розвантажувальних робіт**

Технологічні процеси навантаження та розвантаження розробляються з урахуванням таких вимог:

- навантаження (розміщення) та закріплення вантажів на рухомому складі повинні забезпечувати можливість їх подальшого безпечного розвантаження;
- розвантажені або підготовлені до навантаження біля колії вантажі укладаються та закріплюються так, щоб не порушувався габарит наближення споруд.

Не дозволяється виконувати навантажувально-розвантажувальні роботи під час маневрів.

Дозволяється переміщення вручну одного завантаженого або двох порожніх зчеплених між собою вагонів на горизонтальній ділянці колії під керівництвом відповідальної особи, призначеної наказом начальника відповідного структурного підрозділу.

Не дозволяється під час переміщення вагонів вручну:

а) переміщувати вагони зі швидкістю більше 3 км/год, причому вагони повинні бути обов'язково зчеплені;

б) викочувати їх за граничний стовпчик у напрямку головної та приймально-відправних колій;

в) починати переміщення, не маючи гальмівних башмаків;

г) підмоцувати для гальмування під колеса шпали, каміння, ломи та інші предмети;

д) переміщувати вагони з людьми, вагони з негабаритними вантажами, вантажами завдовжки більше ніж 18 м та небезпечними вантажами всіх класів небезпеки.

Порядок переміщення вагонів кабестанами, електрошпилями й іншими механічними засобами залежно місцевих умов устанавлюється інструкціями, затвердженими роботодавцем.

У місцях виконання навантажувально-розвантажувальних робіт із застосуванням механізмів розробляються та вивіщуються схеми стропування вантажів та перелік вантажів, що навантажуються або розвантажуються, із зазначенням їх маси.

Під час підймання маса вантажу не повинна перевищувати вантажопідймальність крана.

Навантажувально-розвантажувальні роботи та складування вантажів із застосуванням вантажопідймальних кранів і машин на стаціонарних складах,

майданчиках, базах мають виконуватися за технологічними картами, розробленими та затвердженими підприємством, що проводить зазначені роботи.

Працівники, зайняті на роботах із шкідливими умовами праці, за рахунок підприємства забезпечуються лікувально-профілактичним харчуванням відповідно до вимог нормативно-технічних документів.

Переміщення вантажів масою більше ніж 20 кг здійснюється, як правило, за допомогою підйомно-транспортних пристроїв або засобів механізації.

## **6.5 Правила безпечного виконання робіт складачем поїздів станції**

До роботи складачем поїздів залучаються особи, не молодше 18 років, що пройшли навчання по даній професії.

Складачі поїздів повинні знати в установленому об'ємі «Правила технічної експлуатації», «Інструкції по сигналізації», «Інструкції з руху поїздів та маневрової роботи», «Інструкції з охорони праці».

При виконанні службових обов'язків складач поїздів повинен знаходитись в спецодязгу, спецвзутті, сигнальному жилеті та мати посвідчення з охорони праці.

При знаходженні «на залізничній колії» робітники повинні дотримуватись наступних вимог:

а) ходити уздовж колії тільки по узбіччю або посередині між колійного простору, звертаючи увагу на рухомий склад, що рухається по суміжній колії;

б) переходити колії, що зайняті рухомим складом тільки через перехідні площадки вагонів;

в) переходити колії під прямим кутом, попередньо переконавшись у відсутності рухомого складу, що рухається;

г) обходити групу вагонів або локомотивів на відстані не менш 5-ти метрів від автозчепу;

д) переходити між розщепленими вагонами, якщо відстань між автозчепами цих вагонів не менше 10 м;

е) виходячи на колію з-за рухомого складу або приміщення обігріву, інших споруд, які погіршують видимість колії, необхідно попередньо переконатись у відсутності рухомого складу, що рухається;

ж) забороняється переходити колію через стрілочні переводи;

к) проводити огляд або ремонт на неогороженій колії;

л) категорично заборонено підлазити під вагонами;

м) не наступати на рейки.

Перед початком роботи складач поїздів зобов'язаний одягнути спецодяг та спецвзуття. Не допускається носити порваний спецодяг, взуття без задників. Перед початком зміни він зобов'язаний перевірити справність інструментів, електричних ліхтарів, зарядку та роботу переносної радіостанції.

Складач поїздів приступає до роботи тільки після отримання завдання на зміну та проходження інструктажу.

Під час виконання своїх обов'язків складач поїздів повинен бути дуже обережним, оскільки він багато свого робочого часу знаходиться на вагоні, що збільшує ризик для здоров'я.

Після закінчення роботи складач поїздів повинен доповісти старшому зміни, про всі випадки порушення технологічного процесу та покинути територію підприємства.

Працівники в разі поганого самопочуття повинні припинити роботу, доповісти про це старшому оглядачеві вагонів та звернутись до медпункту.

## **6.6 Дії працівників у разі виникнення надзвичайної ситуації, пов'язаних з ліквідацією наслідків аварійних ситуацій з небезпечними вантажами**

Надзвичайна ситуація – порушення нормальних умов життя і діяльності людей на об'єкті або території, спричинене аварією, катастрофою, стихійним лихом або іншими чинниками, що призвели (можуть призвести) до загибелі людей, тварин і рослин, значних матеріальних збитків та (або) завдали шкоди довкіллю (наказ № 567 від 16.10.2000 Про затвердження Правил безпеки та порядку ліквідації наслідків аварійних ситуацій з небезпечними вантажами при перевезенні їх залізничним транспортом).

Відповідно до наказу №1322 від 21.12.2009 «Про затвердження правил пожежної безпеки на залізничному транспорті», а також наказу № 567 від 16.10.2000 «Про затвердження Правил безпеки та порядку ліквідації наслідків аварійних ситуацій з небезпечними вантажами при перевезенні їх залізничним транспортом» начальник кожної станції, незалежно від її класу, складає інструкцію з організації гасіння пожеж у рухомому складі на станції, яка погоджується начальником загону ВПО, начальником дистанції колії, сигналізації та зв'язку, електропостачання і затверджується начальником дирекції залізничних перевезень.

Відповідно до вимог ЦУО-0022 зазначені інструкції регламентують дії працівників станцій у разі виникнення пожежі або аварії, а також порядок виклику додаткових сил і засобів інших відомств для ліквідації пожежі або аварії.

Згідно з цими інструкціями у разі витоків, розливу та розсипу вантажу, при пожежі у діях загального характеру зазначається: вивести сторонніх, триматися з навітряного боку, уникати низьких місць, ізолювати небезпечну зону, у зону аварії входити повністю одягненому в захисний одяг і захисні засоби, дотримуватися правил пожежної безпеки, не палити, потерпілим надати першу допомогу, відправити людей з осередку ушкодження на медобстеження, відвести вагон у безпечне місце, усунути джерела вогню та іскор.

Щодо дій у разі витоків, розливу та розсипу вантажу зазначається: припинити рух поїздів та маневрові роботи у небезпечній зоні, не доторкатися до розлитої або розсипаної речовини, викликати газорятувальну службу району, а у разі повільного витікання газу усунути течу з дотриманням запобіжних заходів; при інтенсивному витіканні газу за узгодженням із фахівцями (пожежної охорони, з надзвичайних ситуацій) газ, що виходить, підпалити і дати вигоріти під контролем; ізолювати район, поки газ не розсіється; перекачати вміст у справну ємкість або ємкість для зливання з дотриманням умов змішування рідин; розливу рідину захистити земляним валом, засипати інертним матеріалом; не допускати попадання речовини у водоймища, підвали, каналізацію.

Щодо дій у разі пожежі зазначається: не наближатися до ємкостей, що горять; охолоджувати водою з максимальної відстані; не гасити доти, доки не буде усунено витікання; не використовувати воду; гасити великою кількістю води; гасити водопінними, газовими вогнегасними речовинами; гасити вогнегасними порошками; гасити тонко розпиленою водою, повітряно-механічною піною.

Нейтралізація наслідків аварії передбачає дії щодо зменшення впливу наслідків аварійної ситуації на довкілля, технічні засоби та ін.

**Висновок до розділу 6.** В розділі були розглянуті шкідливі й небезпечні фактори та об'єкти підвищеної небезпеки; організація технічних засобів, спрямованих на забезпечення безпеки працівників станції; визначені загальні вимоги до безпеки на залізничних коліях; досліджено питання безпеки праці працівників під час виконання навантажувально-розвантажувальних робіт; розглянуті правила безпечного виконання робіт складачем поїздів станції; визначені дії працівників у разі виникнення надзвичайної ситуації, пов'язаної з ліквідацією наслідків аварійних ситуацій з небезпечними вантажами.

## ВИСНОВКИ

Аналіз теоретичних досліджень та тенденцій розвитку міждержавних перевезень показав недосконалість взаємодії пунктів передач імпортно-експортного вагонопотоку. Це викликає необхідність удосконалення інформаційної підсистеми функціонування прикордонних передавальних станцій. Встановлено, що існуюча технологія передачі вагонопотоків між суміжними країнами є недосконалою та не відповідає сучасним потребам якості та швидкості транспортування вантажів. Дослідження сучасного стану функціонування ППС виявили загальні фактори впливу, що перешкоджають безперебійному функціонуванню системи обробки імпортно-експортних вагонопотоків. Неузгодженість дій додаткових підрозділів, що здійснюють передачу вагонів разом із залізничними станціями призводять до збільшення часу обробки вагонів та затримці їх значного відсотку. Виявлено характерність збоїв у системі передачі вантажів при обробці іновагонів.

Для реалізації заходів із зменшення кількості затриманих вагонів на станціях формалізовано вихідні данні процесу технологічної переробки вагонів та визначено залежності складових міждержавних вантажних перевезень.

Надані пропозиції з удосконалення інформаційної підсистеми ППС, а саме:

а) введення електронної передачі митних документів (замість паперової) між країнами;

б) удосконалення функціонування лінії обробки інформації;

в) об'єднання операцій;

г) розробка єдиних комплектів документів та єдиних тарифів для країн-партнерів, за допомогою яких частка затриманих вагонів для станцій Харків-Сортувальний та Белгород зменшилась майже в 2,58 рази а по станціям Куп'янск-Сортувальний та Валуйки-Сортувальні – в 1,53 рази.

Встановлено, що після запропонованих заходів з удосконалення витрати ресурсів скорочуються для станцій Харків-Сортувальний та Белгород в середньому на 56 %. Для станцій Куп'янськ-Сортувальний та Валуйки-Сортувальні – в середньому на 31 %.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Аветикян А. А. Потенциал транзитности вагонопотоков : уч. пособие. Москва : Транспорт, 1981. 190 с.
2. Ашманов С. А. Линейное программирование / Главная редакция физико-математической литературы. Москва : Наука, 1981. 340 с.
3. Баттисс Ф. Грузовые перевозки на железных дорогах мира. *Железные дороги мира*. 1993. №2. С. 13–27.
4. Берж К. Теория графов и ее применения : уч. пособие. Москва : Издательство иностранной литературы, 1962. 320 с.
5. Божко Н. П. Исследование конструкций плана и профиля сортировочных горок с помощью ЭВМ. *Совершенствование технологи перевозок и увеличение пропускной способности железных дорог : Труды МИИТа*. Москва, 1983. №736. С. 14–16.
6. Ветухов Е. А. Перегрузочные станции : уч. пособие. Москва : Транспорт, 1966. 202 с.
7. Ветухов Е. А., Аветикян М.А. Комплексные методы сокращения простоя вагонов. Москва : Транспорт, 1986. 206 с.
8. Волков В. А. Совершенствование эксплуатации железных дорог : науч. пособие. Москва : Транспорт, 1984. 208 с.
9. Габасов Р. Ф. Методы оптимизации : науч. пособие. Минск : БГУ, 1981. 350 с.
10. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : пособие. Москва : Высшая школа, 1977. 257 с.
11. Гмурман В. Е. Введение в теорию вероятностей и математическую статистику : уч. пособие. Москва : Статистика, 1963. 238 с.
12. Грау Б. Проектирование железнодорожных станций : уч. пособие. Москва : Транспорт, 1978. 488 с.

13. Данько М. І. Удосконалення планування перевізних процесів на залізничному транспорті методами нечіткої логіки. *Новини науки Придніпров'я*. 2005. №2. С. 55–58.

14. Економіка міжнародних транспортних перевезень : підручник / Х. ТОВ «Олант» ЧП Чиженко, 2004. 352 с.

15. Задворнов В. Спільними зусиллями забезпечити стійкий розвиток залізниць континенту. *Рабочее слово*. Випуск 20.

16. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений : уч. пособие. Москва : Мир, 1976. 165 с.

17. Кірпа Г. М. Інтеграція залізничного транспорту України у європейську транспортну систему : монографія. Дніпропетровськ : вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залін. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2004. 248 с.

18. Кіхтева Ю. В. Вдосконалення технології роботи прикордонних станцій в умовах зростання об'ємів експортно-імпортних перевезень : зб. наук. праць УкрДАЗТ. Харків : УкрДАЗТ, 2006. Випуск 72. С. 52–56.

19. Кіхтева Ю. В. Принципи логістичного дослідження прикордонних передавальних станцій. *Восточно-европейский журнал передовых технологий*. Харків, 2007. № 1/2 (25). С. 96–99.

20. Легенький Г. М. Міжнародні організації, конвенції та багатосторонні угоди в галузі транспорту. *Залізничний транспорт*. 2006. № 3. 216 с.

21. Луханін М. І. Моделювання залізничних транспортних коридорів на базі поширених мереж Петрі : дис. канд. техн. наук / 05.22.20. Харків : УкрДАЗТ, 2003. 220 с.

22. Мироненко К. П. Исследование условий работы пограничных перегрузочных пунктов при переработке импортных грузов широкой номенклатуры : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук. Харків, 1975. 30 с.

23. Научно-технический отчет «Исследование оптимальных параметров железнодорожных переходов через государственные границы Украины со

странами СНГ и разработка рекомендаций по их обустройству» : УкрНДІДІПРОТРАНС, 1996.

24. Основы технологии работы межгосударственной передаточной станции. Киев : Государственная администрация железнодорожного транспорта Украины, 1997. 13 с.

25. Посадова інструкція головного спеціаліста – державного інспектора з охорони навколишнього природного середовища відділу екологічного контролю та радіаційної безпеки на державному кордоні. 2007.

26. Посадова інструкція завідувача ППКР – Державного інспектора з карантину рослин. 2006.

27. Посадова інструкція провідного лікаря ветеринарної медицини пункту державного ветеринарно-санітарного контролю та нагляду на державному кордоні та транспорті. 2006.

28. Похилко С. П. Забезпечення ресурсозбереження шляхом удосконалення технології роботи технічних засобів підсистеми розформування сортувальних станцій : дис. канд. техн. наук / 05.22.20. Харків, 2005. 21 с.

29. Тенденции и перспективы развития транспорта и перевозок в странах Западной Европы : под общ. ред. Л.И. Василевского, А.Г. Шлихтера. Москва : Транспорт, 1973. 223 с.

30. Технологічний процес роботи залізничної станції Харків-Сортувальний Південної залізниці. Харків, 2007.

31. Технологічний процес роботи залізничної станції Белгород Російської Федерації. 2006.

32. Технологічний процес роботи залізничної станції Куп'янськ-Сортувальний Південної залізниці. Куп'янськ, 2006.

33. Технологічний процес роботи залізничної станції Валуйки-Сортувальні Російської Федерації. 2006.

34. Тітов М. Ф. Підвищення ефективності функціонування технічних прикордонних передавальних станцій залізниць України : дис. кандидата технічних наук / 05.22.07. Харків, 1999. 18 с.

35. Типовий технологічний процес роботи сортувальної станції. Київ : Транспорт України, 1998. 201 с.

36. Топчієв М. П. Удосконалення технології роботи технічних засобів сортувальних станцій на основі ресурсозбереження : дис. канд. техн. наук / 05.22.20. Харків, 2004. 246 с.

37. Торопов Б. І. Проектування та технологія роботи передавальної станції у взаємодії з митними та іншими контролюючими органами. Ч.1: Основи технології. Вимоги до основних пристроїв. Київ : КІЗТ, 2001. 201 с.

38. Транспортная стратегия Российской Федерации до 2010 года «Интермодальные технологии и контейнеризация системы товародвижения». URL: [www.mintrans.ru](http://www.mintrans.ru) (дата звернення 15.10.2020).

39. Транспортная стратегия Российской Федерации до 2010 года «Совершенствование транспортных технологий как основа повышения производительности труда на транспорте». URL: [www.mintrans.ru](http://www.mintrans.ru) (дата звернення 15.10.2020).

40. Транспортная система мира : под общ. ред. С.С. Ушакова и Л.И. Василевского. Москва : Транспорт, 1971. 216 с.

41. Циркунов Г. А., Редько Р. Г. Стабилизация работы пограничных перегрузочных станций. *Железнодорожный транспорт*. 1993. № 9. С 15–21.

42. Циркунов Г. А. Организация работы станций перегруза. Москва : Трансжелдориздат, 1957. 123 с.

43. Циркунов Г. А. Исследование режима работы и технической оснащенности пограничных перегрузочных станций : уч. пособие. Гомель, 1969. 167 с.

44. Шавкин Г. Б. Схемы и оснащение сортировочных станций железных дорог США и Западной Европы : уч. пособие. 1960. 64 с.

45. Шевченко В. В. Дослідження операцій у виробництві, ремонті та експлуатації вагонів : навч. посіб. Харків : УкрДАЗТ, 2006. 171 с.
46. Шевченко В. В. Автоматизоване проектування вагонів : навч. посіб. Харків : УкрДАЗТ, 2008. 214 с.
47. Чеклов В. Ф. Розробка нових технічних засобів автоматизованого регулювання швидкості відчепів на сортувальних гірках : дис. кандидата технічних наук / 05.22.20. Харків, 2004. 21 с.
48. Яловой Ю. Г. Организация перевозок на промышленном транспорте : учебное пособие. Минск : Высшая школа, 1982. 248 с.
49. Bragdon C. R. Transportation Research Board, Distance Learning and Transportation Education. *Twenty-first Century Intermodal Transportation Education. Seventy-seventh Annual Meeting*, 1997. Pp. 1–9.
50. Ferreira L., Sigut J. Measuring the Performance of Intermodal Freight Terminals. *Transportation Planning and Technology*. 1993. Vol. 17. Pp. 269–280.
51. Murata T. Petri nets: properties, analysis and applications. *Proceedings of the IEEE*. 1989. Vol. 77, № 4. Pp. 541–580.

## ДОДАТОК А

### Вихідні дані моделювання взаємодії прикордонних передавальних станцій Харків-Сортувальний та Белгород

Таблиця А.1

Визначення частки затриманих вагонів при експорті й транзиті зі станції Харків-Сортувальний (АЕТ) та імпорту й транзиті на станцію Белгород (ВІТ)

АЕТ	Код при-чини	Загаль-ний вагоно-потік	Частка затри-маних вагонів	Кіл-сть затри-маних вагонів	Етапи технологічної обробки														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	X1	98384	0,000000	0							0							0	
	X2	98384	0,000579	57							0,000579							0,000579	
	X3	98384	0,000000	0	0														
	X4	98384	0,000051	5			0,000051												
	X5	98384	0,000081	8				0,000081											
	X6	98384	0,000020	2						0,000020									
	X7	98384	0,000000	0						0				0					
	X8	98384	0,000061	6				0,000061		0,000061				0,000061	0,000061		0,000061		
	X9	98384	0,000000	0				0											
	X10	98384	0,000000	0			0												
	X11	98384	0,000163	16	0,000163											0,000163			
	X12	98384	0,000010	1				0,000010											
	X13	98384	0,000132	13			0,000132		0,000132		0,000132							0,000132	
	X14	98384	0,000000	0					0										
	<b>Разом</b>	<b>98384</b>		<b>108</b>															
	<b>max АЕТ</b>				0,000163	0	0,000051	0,000132	0,000081	0,000132	0,000579	0,000132	0	0,000061	0,000163	0	0,000579	0	0
	<b>Σ max АЕТ</b>		0,002074																

КвР – 275.02 – ДУІТ – КІЗТ – УЗТ – ТТУШП – ПЗ

Продовження таблиці А.1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
BIT	X1	98384	0,000132	13							0,000132						0,000132		
	X2	98384	0,000244	24							0,000244						0,000244		
	X3	98384	0,000000	0	0														
	X4	98384	0,000041	4			0,000041												
	X5	98384	0,000020	2					0,000020										
	X6	98384	0,000366	36							0,000366								
	X7	98384	0,000000	0							0,000000			0					
	X8	98384	0,000000	0					0			0		0	0		0		
	X9	98384	0,000000	0					0										
	X10	98384	0,000000	0				0											
	X11	98384	0,000000	0	0											0			
	X12	98384	0,000091	9						0,000091									
	X13	98384	0,000061	6				0,000061			0,000061		0,000061					0,000061	
	X14	98384	0,000000	0							0								
<b>Разом</b>	<b>98384</b>			<b>94</b>															
	<b>max BIT</b>				0	0	0,000041	0,000061	0,000091	0,000366	0,000244	0,000061	0	0	0	0	0,000244	0	0
	<b>Σ max BIT</b>	0,001108																	
	<b>AET <math>\hat{+}</math> BIT</b>				0,000163	0	0,000091	0,000193	0,000173	0,000498	0,000823	0,000193	0	0,000061	0,000163	0	0,000823	0	0
	<b>max AET <math>\hat{+}</math> + max BIT</b>	0,003179																	

Таблиця А.2

Визначення частки затриманих вагонів при експорті й транзиті зі станції Харків-Сортувальний (АЕТ) та імпорту й транзиті на станцію Белгород (ВІТ) після першого кроку удосконалення

Код причини	Загальний вагонопотік	Частка затриманих вагонів	Кіл-сть затриманих вагонів	Етапи технологічної обробки														
				5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
X1	98384	0,000000	0								0						0	
X2	98384	0,000579	57							0,000579							0,000579	
X3	<b>98384</b>	<b>0,000000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>														
X4	98384	0,000051	5			0,000051												
X5	98384	0,000081	8					0,000081										
X6	98384	0,000020	2						0,000020									
X7	98384	0,000000	0						0				0					
X8	98384	0,000061	6					0,000061		0,000061			0,000061	0,000061			0,000061	
X9	98384	0,000000	0					0										
X10	98384	0,000000	0				0											
X11	<b>98384</b>	<b>0,000163</b>	<b>16</b>	<b>0</b>										<b>0</b>				
X12	98384	0,000010	1					0,000010										
X13	<b>98384</b>	<b>0,000132</b>	<b>13</b>				<b>0</b>		<b>0,000132</b>		<b>0</b>						<b>0,000132</b>	
X14	98384	0,000000	0						0,000000									
<b>Разом</b>	<b>98384</b>		<b>108</b>															
<b>max АЕТ</b>				0	0	0,000051	0	0,000081	0,000132	0,000579	0	0	0,000061	0,000163	0	0,000579	0	0
<b>Σ max АЕТ</b>		0,001545																

КВР – 275.02 – ДУІТ – КІЗТ – УЗТ – ТТУШІІІ – ПЗ

Продовження таблиці А.2

КвР – 275.02 – ДУГТ – КІЗТ – УЗТ – ТТУШІ – ПЗ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
ВІТ станція Белгород	X1	98384	0,000132	13							0,000132						0,000132			
	X2	98384	0,000244	24							0,000244						0,000244			
	X3	<b>98384</b>	<b>0,000000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>															
	X4	98384	0,000041	4			0,000041													
	X5	98384	0,000020	2					0,000020											
	X6	98384	0,000366	36						0,000366										
	X7	98384	0,000000	0						0,000000					0					
	X8	98384	0,000000	0					0		0				0	0		0		
	X9	98384	0,000000	0					0											
	X10	98384	0,000000	0				0												
	X11	<b>98384</b>	<b>0,000000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>											<b>0</b>				
	X12	98384	0,000091	9					0,000091											
	X13	<b>98384</b>	<b>0,000061</b>	<b>6</b>				<b>0</b>		<b>0,000061</b>		<b>0</b>						<b>0,000061</b>		
	X14	98384	0,000000	0						0										
<b>Разом</b>	<b>98384</b>			<b>94</b>																
	<b>max ВІТ</b>				0	0	0,000041	0	0,000091	0,000366	0,000244	0	0	0	0	0	0,000244	0	0	
	<b>Σ max ВІТ</b>		0,000986																	
	<b>АЕТ <math>\hat{+}</math> ВІТ</b>				0	0	0,000091	0	0,000173	0,000498	0,000823	0	0	0,000061	0,000061	0	0,000823	0	0	
	<b>max АЕТ <math>\hat{+}</math> + max ВІТ</b>		<b>0,002529</b>																	

## ДОДАТОК Б

### Можливість затримки вагонів при взаємодії двох прикордонних передавальних станцій

#### Харків-Сортувальний та Белгород за емпіричними даними

Таблиця Б.1

#### Можливість затримки вагонів до удосконалення процесу взаємодії ППС

Формула розрахунку	Етапи технологічної обробки міжнародного вагонопотоку														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$AET_1 \hat{+} BIT_1$	0,000163	0,000000	0,000091	0,000193	0,000173	0,000498	0,000823	0,000193	0,000000	0,000061	0,000163	0,000000	0,000823	0,000000	0,000000
$BET_1 \hat{+} AIT_1$	0,000118	0,000000	0,000030	0,000454	0,000000	0,000454	0,000424	0,000454	0,000000	0,000000	0,000118	0,000000	0,000464	0,000000	0,000000
$AET_2 \hat{+} BIT_2$	0,000032	0,000000	0,000265	0,000191	0,000223	0,003841	0,001835	0,000064	0,000000	0,000064	0,000064	0,000000	0,001835	0,000000	0,000000
$BET_2 \hat{+} AIT_2$	0,000052	0,000000	0,000279	0,000010	0,000000	0,000290	0,000083	0,000010	0,000000	0,000000	0,000021	0,000000	0,000083	0,000000	0,000000
$AET_3 \hat{+} BIT_3$	0,000000	0,000000	0,000088	0,000482	0,000208	0,004773	0,000931	0,000482	0,000000	0,004577	0,000022	0,000000	0,001128	0,000000	0,000000
$BET_3 \hat{+} AIT_3$	0,000011	0,000000	0,000179	0,000000	0,000021	0,000337	0,000179	0,000000	0,000000	0,000021	0,000021	0,000000	0,000179	0,000000	0,000000

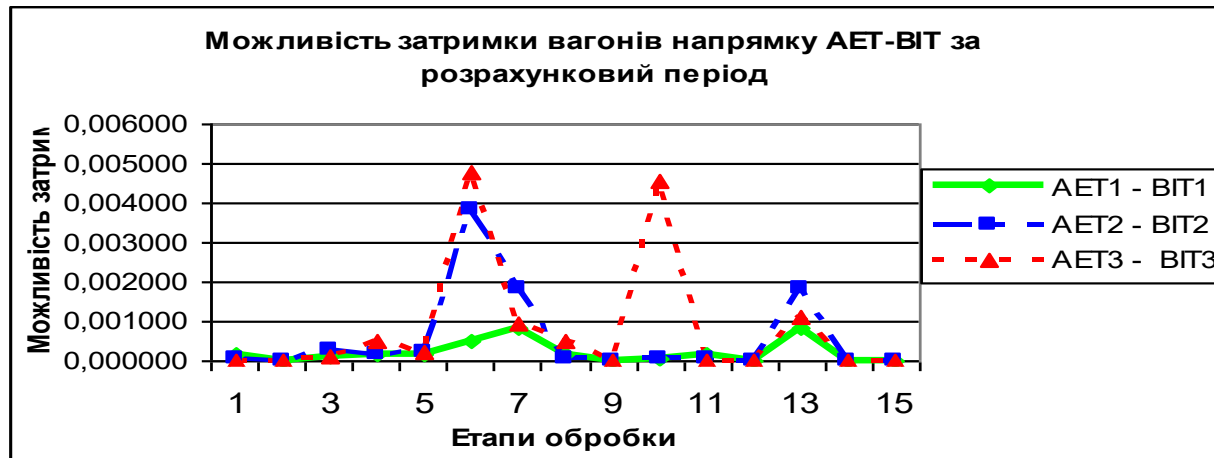


Рисунок Б.1 – Можливість затримки вагонів при експорті й транзиті

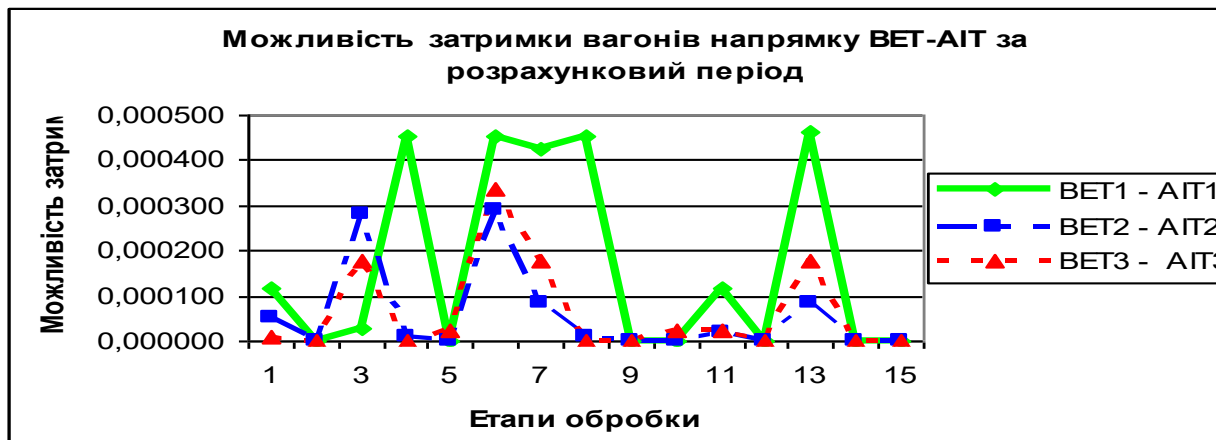


Рисунок Б.2 – Можливість затримки вагонів при імпорті й транзиті

## ДОДАТОК В

### Можливість затримки вагонів при взаємодії двох прикордонних передавальних станцій Харків-Сортувальний та Белгород за результатами моделювання

Таблиця В.1

Можливість затримки вагонів після удосконалення процесу взаємодії ППС за розрахунковий період 1

Етапи удосконалення	Формула розрахунку	Етапи технологічної обробки міжнародного вагонопотоку														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	АЕТ1 + ВІТ1	0,000163	0,000000	0,000091	0,000193	0,000173	0,000498	0,000823	0,000193	0,000000	0,000061	0,000163	0,000000	0,000823	0,000000	0,000000
1		0,000000	0,000000	0,000091	0,000000	0,000173	0,000498	0,000823	0,000000	0,000000	0,000061	0,000061	0,000000	0,000823	0,000000	0,000000
2		0,000000	0,000000	0,000091	0,000000	0,000173	0,000498	0,000823	0,000000	0,000000	0,000061	0,000061	0,000000	0,000823	0,000000	0,000000
3		0,000000	0,000000	0,000091	0,000000	0,000173	0,000193	0,000823	0,000000	0,000000	0,000061	0,000000	0,000000	0,000823	0,000000	0,000000
4		0,000000	0,000000	0,000091	0,000000	0,000173	0,000193	0,000132	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000264	0,000000	0,000000

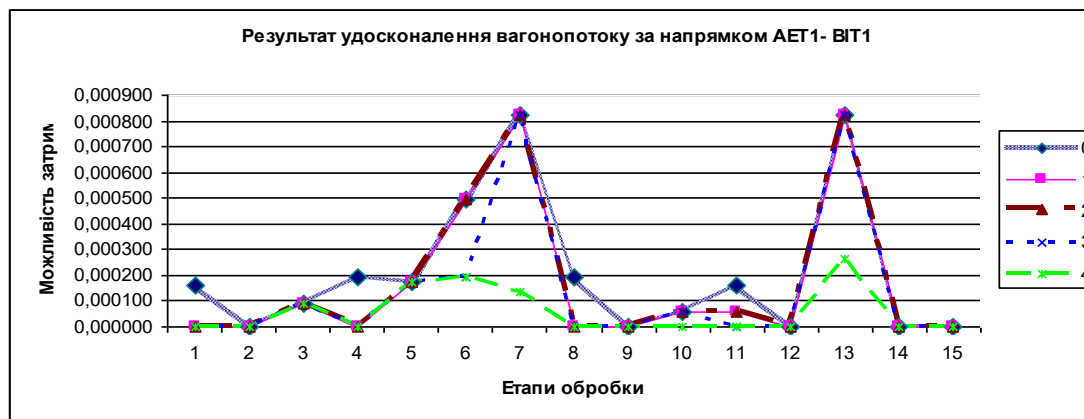


Рисунок В.1 – Можливість затримки вагонів після 4-х кроків удосконалення при експорті й транзиті зі станції  
Харків-Сортувальний

Таблиця В.2

Можливість затримки вагонів після удосконалення процесу взаємодії ППС за розрахунковий період 1

Етапи удосконалення	Формула розрахунку	Етапи технологічної обробки міжнародного вагонопотоку														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0	<b>ВЕТ1 + АІТ1</b>	0,000118	0,000000	0,000030	0,000454	0,000000	0,000454	0,000424	0,000454	0,000000	0,000000	0,000118	0,000000	0,000464	0,000000	0,000000
1		0,000000	0,000000	0,000030	0,000000	0,000000	0,000454	0,000424	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000464	0,000000	0,000000
2		0,000000	0,000000	0,000030	0,000000	0,000000	0,000454	0,000424	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000464	0,000000	0,000000
3		0,000000	0,000000	0,000030	0,000000	0,000000	0,000454	0,000424	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000464	0,000000	0,000000
4		0,000000	0,000000	0,000030	0,000000	0,000000	0,000454	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000454	0,000000	0,000000

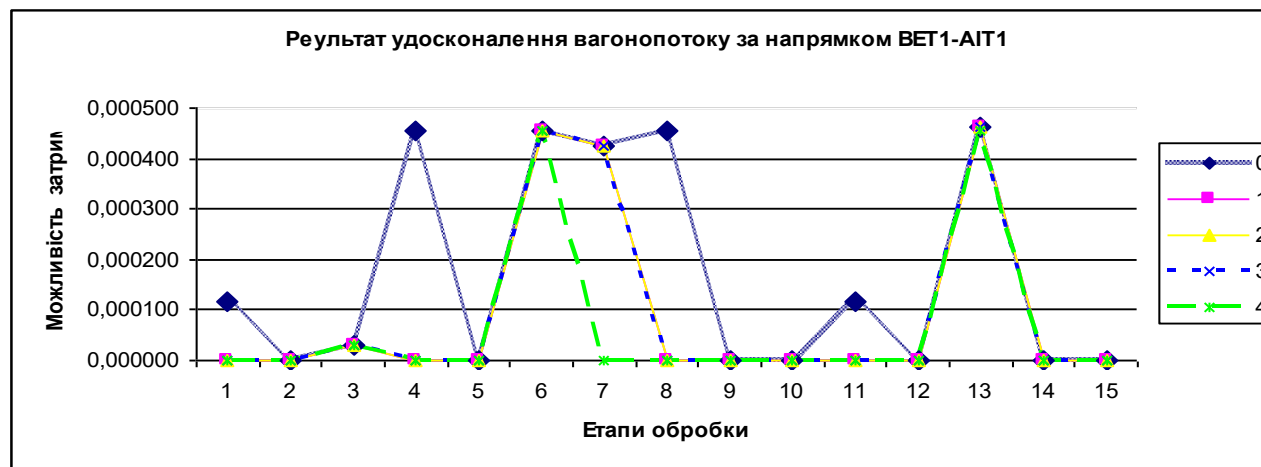


Рисунок В.2 – Можливість затримки вагонів після 4-х кроків удосконалення при експорті й транзиті зі станції Белгород

Таблиця В.3

Можливість затримки вагонів після удосконалення процесу взаємодії ППС за розрахунковий період 2

Етапи удосконалення	Формула розрахунку	Етапи технологічної обробки міжнародного вагонопотоку														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0	АЕТ2 ⊕ ВІТ2	0,000032	0,00000	0,000265	0,000191	0,000223	0,003841	0,001835	0,000064	0,00000	0,000064	0,000064	0,00000	0,001835	0,00000	0,0000
1		0,000000	0,00000	0,000265	0,000170	0,000223	0,003841	0,001835	0,000000	0,00000	0,000064	0,000064	0,00000	0,001835	0,00000	0,0000
2		0,000000	0,00000	0,000265	0,000000	0,000223	0,003841	0,001835	0,000000	0,00000	0,000064	0,000064	0,00000	0,001835	0,00000	0,0000
3		0,000000	0,00000	0,000265	0,000000	0,000223	0,000064	0,001825	0,000000	0,00000	0,000000	0,000000	0,00000	0,001825	0,00000	0,0000
4		0,000000	0,00000	0,000265	0,000000	0,000223	0,000064	0,000499	0,000000	0,00000	0,000000	0,000000	0,00000	0,000530	0,00000	0,0000



Рисунок В.3 – Можливість затримки вагонів після 4-х кроків удосконалення при експорті й транзиті зі станції Харків-Сортувальний

Таблиця В.4

Можливість затримки вагонів після удосконалення процесу взаємодії ППС за розрахунковий період 2

Етапи удосконалення	Формула розрахунку	Етапи технологічної обробки міжнародного вагонопотоку															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
0	ВЕТ2 + АІТ2	0,000052	0,00000	0,000279	0,000010	0,00000	0,000290	0,000083	0,000010	0,00000	0,000000	0,000021	0,00000	0,000083	0,00000	0,0000	
1		0,000000	0,00000	0,000279	0,000010	0,00000	0,000290	0,000083	0,000010	0,00000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00000	0,000083	0,00000	0,0000
2		0,000000	0,00000	0,000279	0,000000	0,00000	0,000290	0,000083	0,000000	0,00000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00000	0,000083	0,00000	0,0000
3		0,000000	0,00000	0,000279	0,000000	0,00000	0,000010	0,000083	0,000000	0,00000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00000	0,000083	0,00000	0,0000
4		0,000000	0,00000	0,000279	0,000000	0,00000	0,000010	0,000000	0,000000	0,000000	0,00000	0,000000	0,000000	0,00000	0,000010	0,00000	0,0000

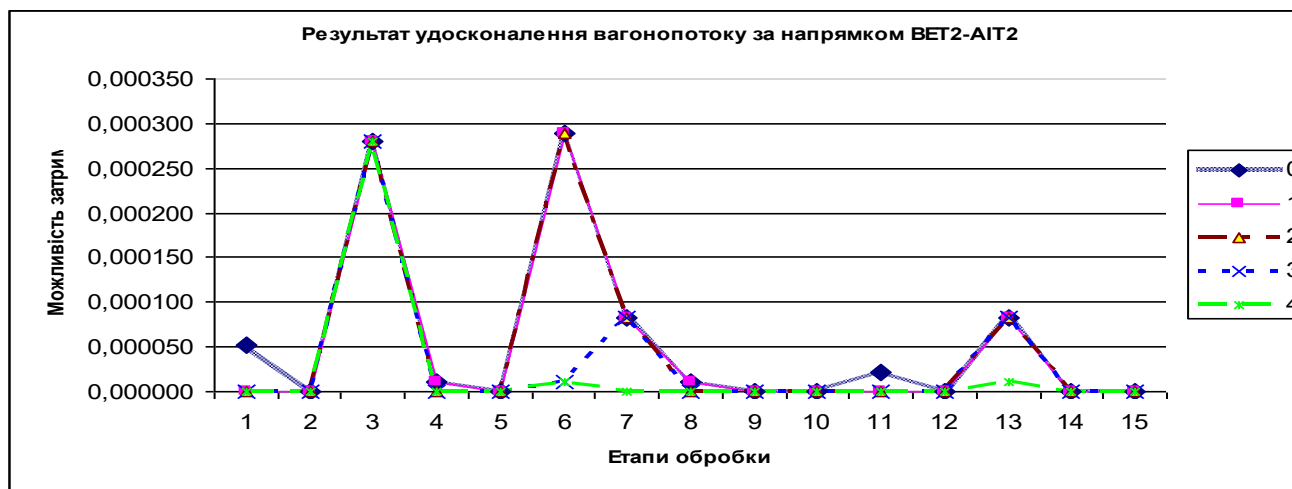


Рисунок В.4 – Можливість затримки вагонів після 4-х кроків удосконалення при експорті й транзиті зі станції

Белгород

Таблиця В.5

Можливість затримки вагонів після удосконалення процесу взаємодії ППС за розрахунковий період 3

Етапи удосконалення	Формула розрахунку	Етапи технологічної обробки міжнародного вагонопотоку														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0	АЕТЗ + ВІТЗ	0,00000	0,00000	0,000088	0,000482	0,000208	0,004773	0,000931	0,000482	0,00000	0,004577	0,000022	0,00000	0,001128	0,00000	0,00000
1		0,00000	0,00000	0,000088	0,000000	0,000208	0,004773	0,000931	0,000000	0,00000	0,004577	0,000022	0,00000	0,001128	0,00000	0,00000
2		0,00000	0,00000	0,000088	0,000000	0,000208	0,004773	0,000931	0,000000	0,00000	0,004577	0,000022	0,00000	0,001128	0,00000	0,00000
3		0,00000	0,00000	0,000088	0,000000	0,000208	0,000482	0,000931	0,000000	0,00000	0,000022	0,000022	0,00000	0,001128	0,00000	0,00000
4		0,00000	0,00000	0,000088	0,000000	0,000208	0,000482	0,000909	0,000000	0,00000	0,000000	0,000000	0,00000	0,001128	0,00000	0,00000

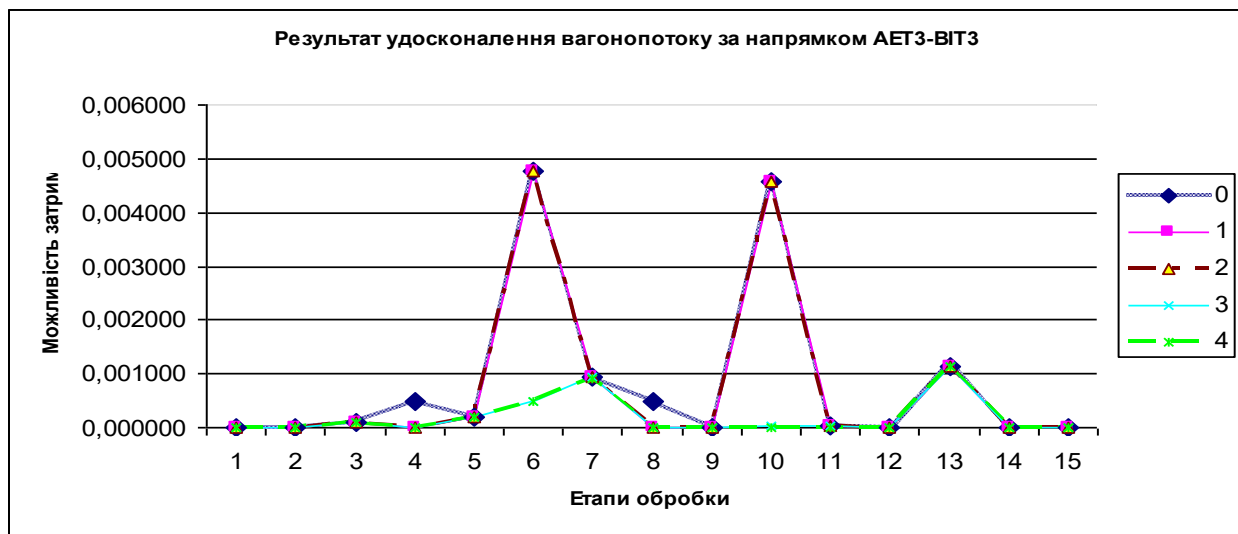


Рисунок В.5 – Можливість затримки вагонів після 4-х кроків удосконалення при експорті й транзиті зі станції Харків-Сортувальний

КВР – 275.02 – ДУІГ – КІЗГ – УЗГ – ТТУШІ – ПЗ

Таблиця В.6

Можливість затримки вагонів після удосконалення процесу взаємодії ППС за розрахунковий період 3

Етапи удосконалення	Формула розрахунку	Етапи технологічної обробки міжнародного вагонопотоку														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0	<b>ВЕТ2</b> $\hat{+}$ <b>АІТ2</b>	0,000011	0,00000	0,000179	0,00000	0,000021	0,000337	0,000179	0,000000	0,00000	0,000021	0,000021	0,00000	0,000179	0,00000	0,00000
1		0,000000	0,00000	0,000179	0,00000	0,000021	0,000337	0,000179	0,000000	0,00000	0,000021	0,000021	0,00000	0,000179	0,00000	0,00000
2		0,000000	0,00000	0,000179	0,00000	0,000021	0,000337	0,000179	0,000000	0,00000	0,000021	0,000021	0,00000	0,000179	0,00000	0,00000
3		0,000000	0,00000	0,000179	0,00000	0,000021	0,000000	0,000179	0,000000	0,00000	0,000021	0,000021	0,00000	0,000179	0,00000	0,00000
4		0,000000	0,00000	0,000179	0,00000	0,000011	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

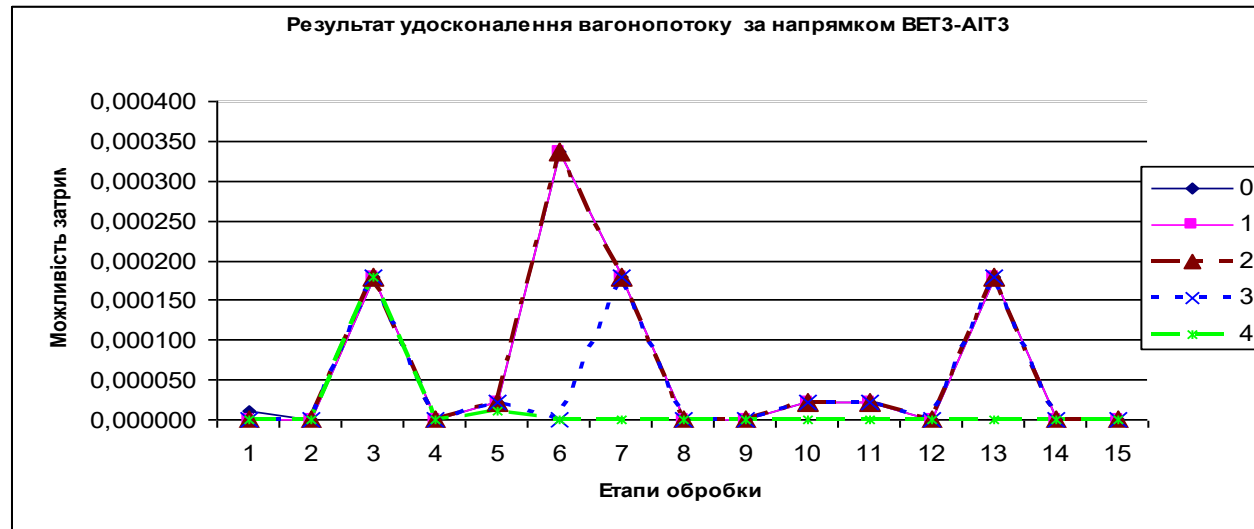


Рисунок В.6 – Можливість затримки вагонів після 4-х кроків удосконалення при експорті й транзиті зі станції  
Белгород

## ДОДАТОК Г

### Розрахунок ресурсів, що витрачаються при затримці вагонів на прикордонних передавальних станціях

Таблиця Г.1

Вартість вагоно-годин простою затриманих вагонів при експорті й транзиті зі станції Харків-Сортувальний, (АЕТ)

До удосконалення				Після 4-х етапів удосконалення			
Код причини	<i>Tm<sub>n</sub></i>	<i>C<sub>вг</sub></i>	<i>K<sub>n</sub></i>	Код причини	<i>Tm<sub>n</sub></i>	<i>C<sub>вг</sub></i>	<i>K<sub>n</sub></i>
X1	0	1,538	0	X1	0	1,538	0
X2	4042	1,538	6216,6	X2	0	1,538	0
X3	0	1,538	0	X3	0	1,538	0
X4	443	1,538	681,33	X4	443	1,538	681,33
X5	377	1,538	579,83	X5	377	1,538	579,83
X6	62	1,538	95,36	X6	0	1,538	0
X7	0	1,538	0	X7	0	1,538	0
X8	80	1,538	123,04	X8	0	1,538	0
X9	0	1,538	0	X9	0	1,538	0
X10	0	1,538	0	X10	0	1,538	0
X11	541	1,538	832,06	X11	0	1,538	0
X12	81	1,538	124,58	X12	81	1,538	124,58
X13	63	1,538	96,89	X13	63	1,538	96,89
X14	0	1,538	0	X14	0	1,538	0
<b>Разом</b>	<b>5689</b>		<b>8749,69</b>	<b>Разом</b>	<b>964</b>	<b>1,538</b>	<b>1482,63</b>

Таблиця Г.2

Вартість вагоно-годин простою затриманих вагонів при імпорті й транзиті на станцію Белгород, (ВІТ)

До удосконалення				Після 4-х етапів удосконалення			
Код причини	$Tm_n$	$C_{вг}$	$K_n$	Код причини	$Tm_n$	$C_{вг}$	$K_n$
X1	312	1,538	479,86	X1	312	1,538	479,86
X2	408	1,538	627,50	X2	0	1,538	0,00
X3	0	1,538	0,00	X3	0	1,538	0,00
X4	120	1,538	184,56	X4	120	1,538	184,56
X5	72	1,538	110,74	X5	72	1,538	110,74
X6	1056	1,538	1624,13	X6	0	1,538	0,00
X7	0	1,538	0,00	X7	0	1,538	0,00
X8	0	1,538	0,00	X8	0	1,538	0,00
X9	0	1,538	0,00	X9	0	1,538	0,00
X10	0	1,538	0,00	X10	0	1,538	0,00
X11	0	1,538	0,00	X11	0	1,538	0,00
X12	240	1,538	369,12	X12	240	1,538	369,12
X13	0	1,538	0,00	X13	0	1,538	0,00
X14	0	1,538	0,00	X14	0	1,538	0,00
<b>Разом</b>	<b>2208</b>		<b>3395,90</b>	<b>Разом</b>	<b>744</b>		<b>1144,27</b>

Таблиця Г.3

Визначення сумарних витрат ресурсів при затримках вагонів в експортному й транзитному вагонопотоках зі станції  
Харків-Сортувальний, (АЕТ)

До удосконалення									Після 4-х етапів удосконалення								
Код при- чини	$K_i$	$L_i$	$D_i$	$Z_i$	$I_i$	$N_i$	$M_{річ}$	$\sum R x_i$	Код при- чини	$K_i$	$L_i$	$D_i$	$Z_i$	$I_i$	$N_i$	$M_{річ}$	$\sum R x_i$
X1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	X1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X2	6216,6	8086,9	102,6	5051,7	88,8	43699,1	48020,0	111265,7	X2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	X3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X4	681,3	709,4	0,0	443,1	7,8	1205,8	48020,0	51067,4	X4	681,3	709,4	0,0	443,1	7,8	1205,8	48020,0	51067,4
X5	579,8	1135,0	14,4	709,0	12,5	1173,6	48020,0	51644,3	X5	579,8	1135,0	14,4	709,0	12,5	1173,6	48020,0	51644,3
X6	95,4	283,8	0,0	177,3	3,1	293,4	48020,0	48872,9	X6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	X7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X8	123,0	851,3	0,0	531,8	9,4	954,8	48020,0	50490,2	X8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	X9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	X10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X11	832,1	2270,0	0,0	1418,0	24,9	2057,0	48020,0	54622,0	X11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X12	124,6	141,9	0,0	88,6	1,6	128,6	48020,0	48505,2	X12	124,6	141,9	0,0	88,6	1,6	128,6	48020,0	48505,2
X13	96,9	1844,4	0,0	1152,1	20,3	2992,1	48020,0	54125,8	X13	96,9	1844,4	0,0	1152,1	20,3	2992,1	48020,0	54125,8
X14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	X14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
<b>Разом</b>	<b>8749,7</b>	<b>15322,6</b>	<b>117,0</b>	<b>9571,6</b>	<b>168,3</b>	<b>52504,2</b>	<b>384160,0</b>	<b>470593,4</b>	<b>Разом</b>	<b>1482,6</b>	<b>3830,7</b>	<b>14,4</b>	<b>2392,9</b>	<b>42,1</b>	<b>5500,0</b>	<b>192080,0</b>	<b>205342,7</b>

КвР – 275.02 – ДУІГ – КІЗГ – УЗГ – ТТУШП – ПЗ

Таблиця Г.4

Визначення сумарних витрат ресурсів при затримках вагонів в імпортному й транзитному вагонопотоках на станцію Белгород, (ВІТ)

До удосконалення									Після 4-х етапів удосконалення								
Код при- чини	$K_i$	$L_i$	$D_i$	$Z_i$	$I_i$	$N_i$	$M_{річ}$	$\sum R x_i$	Код при- чини	$K_i$	$L_i$	$D_i$	$Z_i$	$I_i$	$N_i$	$M_{річ}$	$\sum R x_i$
X1	479,9	1844,4	0,0	1152,1	20,3	9966,5	48020,0	61483,1	X1	479,9	1844,4	0,0	1152,1	20,3	9966,5	48020,0	61483,1
X2	627,5	3405,0	43,2	2127,0	37,4	18399,6	48020,0	72659,7	X2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	X3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X4	184,6	567,5	0,0	354,5	6,2	964,6	48020,0	50097,4	X4	184,6	567,5	0,0	354,5	6,2	964,6	48020,0	50097,4
X5	110,7	283,8	3,6	177,3	3,1	293,4	48020,0	48891,9	X5	110,7	283,8	3,6	177,3	3,1	293,4	48020,0	48891,9
X6	1624,1	5107,5	0,0	3190,5	56,1	5281,2	48020,0	63279,5	X6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	X7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	X8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	X9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	X10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	X11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X12	369,1	1276,9	0,0	797,6	14,0	1157,1	48020,0	51634,7	X12	369,1	1276,9	0,0	797,6	14,0	1157,1	48020,0	51634,7
X13	0,0	851,3	0,0	531,8	9,4	1381,0	48020,0	50793,3	X13	0,0	851,3	0,0	531,8	9,4	1381,0	48020,0	50793,3
X14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	X14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
<b>Разом</b>	<b>3395,9</b>	<b>13336,3</b>	<b>46,8</b>	<b>8330,8</b>	<b>146,5</b>	<b>37443,3</b>	<b>336140,0</b>	<b>398839,6</b>	<b>Разом</b>	<b>1144,3</b>	<b>4823,8</b>	<b>3,6</b>	<b>3013,3</b>	<b>53,0</b>	<b>13762,5</b>	<b>240100,0</b>	<b>262900,4</b>

## ДОДАТОК Д

### Економічний ефект від впровадження заходів з удосконалення взаємодії станцій Харків-Сортувальний – Белгород за результатами моделювання

Таблиця Д.1

Економія ресурсів при удосконаленні технології роботи станцій Харків-Сортувальний – Белгород

АЕТ 1				
$\sum R_{xi}$ (грн) до удосконалення	$\sum R_{xi}$ (грн) після I удосконалення	$\sum R_{xi}$ (грн) після II удосконалення	$\sum R_{xi}$ (грн) після III удосконалення	$\sum R_{xi}$ (грн) після IV удосконалення
470593,38	415971,36	415971,36	367098,48	205342,65
ВІТ 1				
$\sum R_{xi}$ (грн) до удосконалення	$\sum R_{xi}$ (грн) після I удосконалення	$\sum R_{xi}$ (грн) після II удосконалення	$\sum R_{xi}$ (грн) після III удосконалення	$\sum R_{xi}$ (грн) після IV удосконалення
398839,6	398839,6	398839,6	335560,1	262900,4
ВЕТ 1				
$\sum R_{xi}$ (грн) до удосконалення	$\sum R_{xi}$ (грн) після I удосконалення	$\sum R_{xi}$ (грн) після II удосконалення	$\sum R_{xi}$ (грн) після III удосконалення	$\sum R_{xi}$ (грн) після IV удосконалення
49315,8	49315,8	49315,8	49315,8	0,0
АІТ 1				
$\sum R_{xi}$ (грн) до удосконалення	$\sum R_{xi}$ (грн) після I удосконалення	$\sum R_{xi}$ (грн) після II удосконалення	$\sum R_{xi}$ (грн) після III удосконалення	$\sum R_{xi}$ (грн) після IV удосконалення
268187,0	214220,0	214220,0	214220,0	119620,0

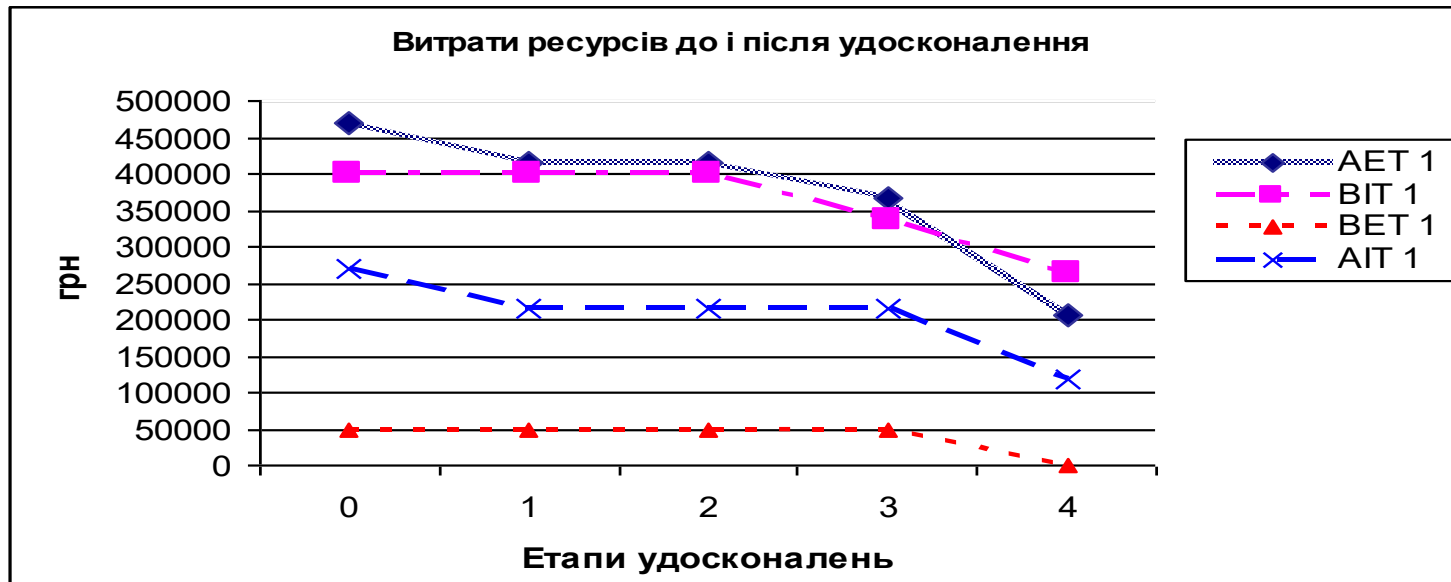


Рисунок Д.1 – Витрати ресурсів до і після удосконалення взаємодії станцій Харків-Сортувальний та Белгород

## ДОДАТОК Е

### Вихідні дані моделювання взаємодії прикордонних передавальних станцій Куп'янськ-Сортувальний та Валуйки-Сортувальні

Таблиця Е.1

Визначення частки затриманих вагонів при експорті й транзиті зі станції Куп'янськ-Сортувальний (СЕТ) та імпорту  
й транзиті на станцію Валуйки-Сортувальні (DIT)

СЕТ	Код причини	Загальний вагонопотік	Частка затриманих вагонів	Кількість затриманих вагонів	Етапи технологічної обробки														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	X1	881215	0,000001	1							0,000001							0,000001	
	X2	881215	0,001768	1558							0,001768							0,001768	
	X3	881215	0,000000	0	0														
	X4	881215	0,003646	3213			0,003646												
	X5	881215	0,000112	99					0,000112										
	X6	881215	0,000369	325						0,000369									
	X7	881215	0,000000	0						0					0				
	X8	881215	0,000009	8					0,000009		0,000009			0,000009	0,000009			0,000009	
	X9	881215	0,000016	14					0,000016										
	X10	881215	0,000000	0				0											
	X11	881215	0,000485	427	0,000163										0,000485				
	X12	881215	0,000002	2					0,000002										
	X13	881215	0,000009	8				0,000009		0,000009		0,000009						0,000009	
	X14	881215	0,000000	0						0									
	<b>Разом</b>	881215		<b>108</b>															
	<b>max СЕТ</b>				0,000485	0	0,003646	0,000009	0,000112	0,000369	0,001768	0,000009	0	0,000009	0,000485	0	0,001768	0	0
	<b>Σ max СЕТ</b>	0,008660																	

КвР – 275.02 – ДУІТ – КІЗТ – УЗТ – ТТУШП – ПЗ

Продовження таблиці Е.1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
DIT	X1	881215	0,000239	211							0,000239						0,000239			
	X2	881215	0,000168	148							0,000168							0,000168		
	X3	881215	0,000000	0	0															
	X4	881215	0,001504	1325			0,001504													
	X5	881215	0,000000	0					0											
	X6	881215	0,000000	0						0										
	X7	881215	0,000000	0						0				0						
	X8	881215	0,000275	242					0,000275		0,000275				0,000275	0,000275		0,000275		
	X9	881215	0,000000	0					0											
	X10	881215	0,000000	0				0												
	X11	881215	0,000000	0	0											0				
	X12	881215	0,000033	29					0,000033											
	X13	881215	0,000129	114				0,000129		0,000129		0,000129						0,000129		
	X14	881215	0,000000	0						0										
<b>Разом</b>	881215			2069																
	<b>max DIT</b>				0	0	0,001504	0,000129	0,000275	0,000129	0,000275	0,000129	0	0,000275	0,000275	0	0,000275	0	0	
	<b>Σ max DIT</b>		0,003265																	
	<b>СЕТ <math>\hat{+}</math> DIT</b>				0,000485	0	0,005144	0,000138	0,000387	0,000498	0,002042	0,000138	0	0,000284	0,000759	0	0,002042	0	0	
	<b>max СЕТ <math>\hat{+}</math> + max DIT</b>		0,011896																	

Таблиця Е.2

Визначення частки затриманих вагонів при експорті й транзиті зі станції Куп'янськ-Сортувальний (СІТ) та імпорту й транзиті на станцію Валуйки-Сортувальні (ДЕТ) після першого кроку удосконалення

Код причини	Загальний вагонопотік	Частка затриманих вагонів	Кіл-сть затри- маних вагонів	Етапи технологічної обробки															
				5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
X1	881215	0,000001	1							0,000001							0,000001		
X2	881215	0,001768	1558							0,001768							0,001768		
X3	881215	0,000000	0	0															
X4	881215	0,003646	3213			0,003646													
X5	881215	0,000112	99					0,000112											
X6	881215	0,000369	325						0,000369										
X7	881215	0,000000	0						0					0					
X8	881215	0,000009	8					0,000009		0,000009			0,000009	0,000009			0,000009		
X9	881215	0,000016	14					0,000016											
X10	881215	0,000000	0				0												
X11	881215	0,000000	427	0											0				
X12	881215	0,000002	2					0,000002											
X13	881215	0,000009	8				0		0,000009		0						0,000009		
X14	881215	0,000000	0						0										
<b>Разом</b>	881215		5655																
<b>max СЕТ</b>				0	0	0,003646	0	0,000112	0,000369	0,001768	0	0	0,000009	0,000009	0	0,001768	0	0	
<b>Σ max СЕТ</b>		0,007681																	

КвР – 275.02 – ДУГТ – КІЗТ – УЗТ – ГТУШІ – ПЗ

Продовження таблиці Е.2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
DIT	X1	881215	0,000239	211							0,000239						0,000239			
	X2	881215	0,000168	148							0,000168							0,000168		
	X3	881215	0,000000	0	0															
	X4	881215	0,001504	1325			0,001504													
	X5	881215	0,000000	0					0											
	X6	881215	0,000000	0						0										
	X7	881215	0,000000	0							0			0						
	X8	881215	0,000275	242					0,000275		0,000275			0,000275	0,000275			0,000275		
	X9	881215	0,000000	0					0											
	X10	881215	0,000000	0				0												
	X11	881215	0,000000	0	0											0				
	X12	881215	0,000033	29					0,000033											
	X13	881215	0,000129	114				0		0,000129		0						0,000129		
	X14	881215	0,000000	0						0,000000										
<b>Разом</b>	881215		2069																	
	<b>max DIT</b>			0	0	0,001504	0	0,000275	0,000129	0,000275	0	0	0,000275	0,000275	0	0,000275	0	0		
	<b>Σ max DIT</b>	0,003006																		
	<b>СЕТ <math>\hat{+}</math> DIT</b>			0	0	0,005144	0	0,000387	0,000498	0,002042	0	0	0,000284	0,000284	0	0,002042	0	0		
	<b>max СЕТ <math>\hat{+}</math> + max DIT</b>	0,010664																		

КвР – 275.02 – ДУГТ – КІЗТ – УЗТ – ТТУШП – ПЗ

## ДОДАТОК Ж

### Можливість затримки вагонів при взаємодії двох прикордонних передавальних станцій Куп'янськ-Сортувальний та Валуйки-Сортувальні за емпіричними даними

Таблиця Ж.1

#### Можливість затримки вагонів до удосконалення процесу взаємодії ППС

Форма розрахунку	Етапи технологічної обробки міждержавного вагонопотоку														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
СЕТ <sub>1</sub> + DIT <sub>1</sub>	0,000485	0,00000	0,005144	0,000138	0,000387	0,000498	0,002042	0,000138	0,00000	0,000284	0,000759	0,00000	0,002042	0,0000	0,0000
DET <sub>1</sub> + CIT <sub>1</sub>	0,000266	0,00000	0,006307	0,000361	0,000720	0,000881	0,002089	0,000361	0,00000	0,000653	0,000900	0,00000	0,002089	0,0000	0,0000
СЕТ <sub>2</sub> + DIT <sub>2</sub>	0,000362	0,00000	0,004130	0,000130	0,000120	0,000352	0,002826	0,000130	0,00000	0,000028	0,000377	0,00000	0,002826	0,0000	0,0000
DET <sub>2</sub> + CIT <sub>2</sub>	0,000322	0,00000	0,006837	0,000227	0,000884	0,000805	0,003188	0,000227	0,00000	0,000805	0,001114	0,00000	0,003188	0,0000	0,0000
СЕТ <sub>3</sub> + DIT <sub>3</sub>	0,000622	0,00000	0,003587	0,000214	0,000398	0,000214	0,000795	0,000214	0,00000	0,000398	0,000627	0,00000	0,000795	0,0000	0,0000
DET <sub>3</sub> + CIT <sub>3</sub>	0,000687	0,00000	0,008723	0,000255	0,002363	0,000819	0,002363	0,000255	0,00000	0,002363	0,002722	0,00000	0,002363	0,0000	0,0000

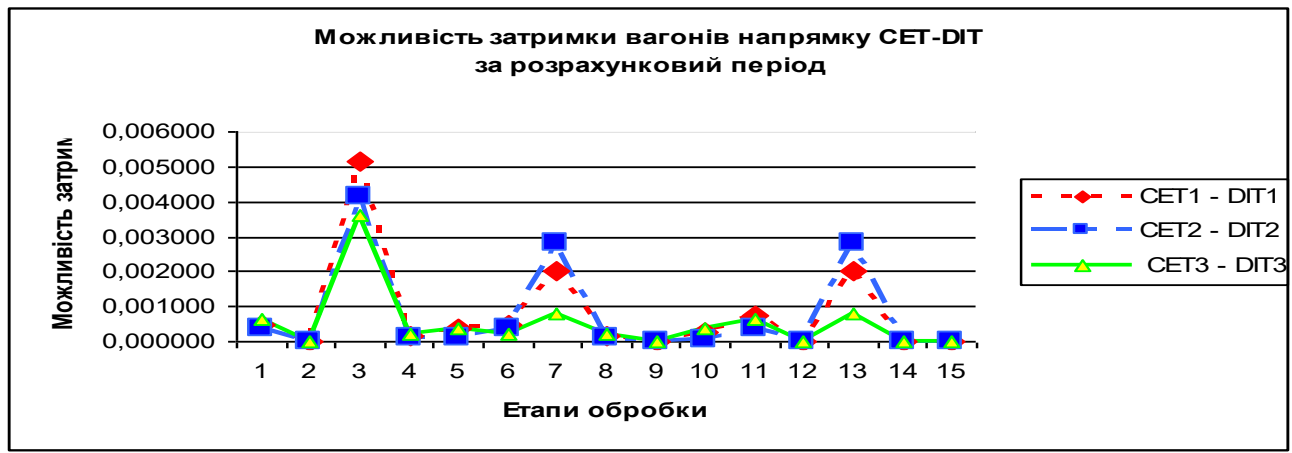


Рисунок Ж.1 – Можливість затримки вагонів при експорті та транзиті

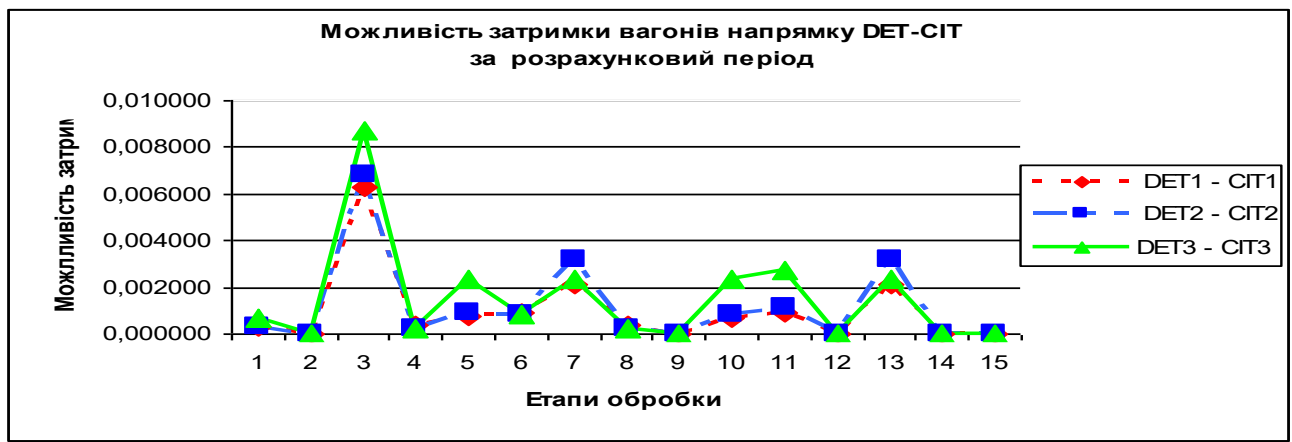


Рисунок Ж.2 – Можливість затримки вагонів при імпорті та транзиті

## ДОДАТОК К

### Можливість затримки вагонів при взаємодії двох прикордонних передавальних станцій Куп'янськ-Сортувальний та Валуйки-Сортувальні за результатами моделювання

Таблиця К.1

Можливість затримки вагонів після удосконалення процесу взаємодії ППС за розрахунковий період 1

Етап удосконалення	Формула розрахунку	Етапи технологічної обробки міждержавного вагонопотоку														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0	СЕТ1 + DIT1	0,000485	0,0000	0,005144	0,000138	0,000387	0,000498	0,002042	0,000138	0,0000	0,000284	0,000759	0,0000	0,002042	0,000	0,000
1		0,000000	0,0000	0,005144	0,000000	0,000387	0,000498	0,002042	0,000000	0,0000	0,000284	0,000284	0,0000	0,002042	0,000	0,000
2		0,000000	0,0000	0,005144	0,000000	0,000387	0,000498	0,002042	0,000000	0,0000	0,000284	0,000284	0,0000	0,002042	0,000	0,000
3		0,000000	0,0000	0,005144	0,000000	0,000387	0,000138	0,002042	0,000000	0,0000	0,000284	0,000284	0,0000	0,002042	0,000	0,000
4		0,000000	0,0000	0,005144	0,000000	0,000145	0,000138	0,000241	0,000000	0,0000	0,000000	0,000000	0,0000	0,000249	0,000	0,000

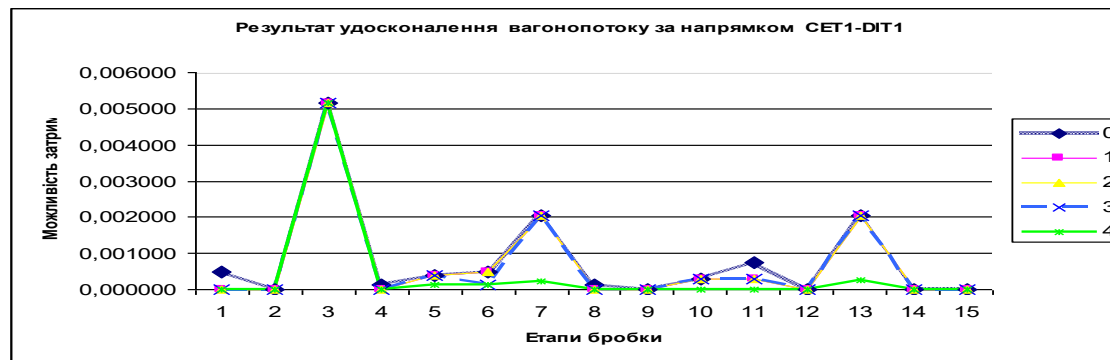


Рисунок К.1 – Можливість затримки вагонів після удосконалення при експорті, транзиті зі станції  
Куп'янськ-Сортувальний

Таблиця К.2

Можливість затримки вагонів після удосконалення процесу взаємодії ППС за розрахунковий період 1

Етапи удосконалення	Формула розрахунку	Етапи технологічної обробки міждержавного вагонопотоку														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0	DET1 ↑ CIT1	0,000266	0,0000	0,006307	0,000361	0,000720	0,000881	0,002089	0,000361	0,0000	0,000653	0,000900	0,0000	0,002089	0,0000	0,0000
1		0,000000	0,0000	0,006307	0,000000	0,000720	0,000881	0,002089	0,000000	0,0000	0,000653	0,000653	0,0000	0,002089	0,0000	0,0000
2		0,000000	0,0000	0,006307	0,000000	0,000720	0,000244	0,002089	0,000000	0,0000	0,000653	0,000653	0,0000	0,002089	0,0000	0,0000
3		0,000000	0,0000	0,006307	0,000000	0,000720	0,000010	0,002089	0,000000	0,0000	0,000653	0,000653	0,0000	0,002089	0,0000	0,0000
4		0,000000	0,0000	0,006307	0,000000	0,000389	0,000010	0,002089	0,000000	0,0000	0,000018	0,000018	0,0000	0,002089	0,0000	0,0000

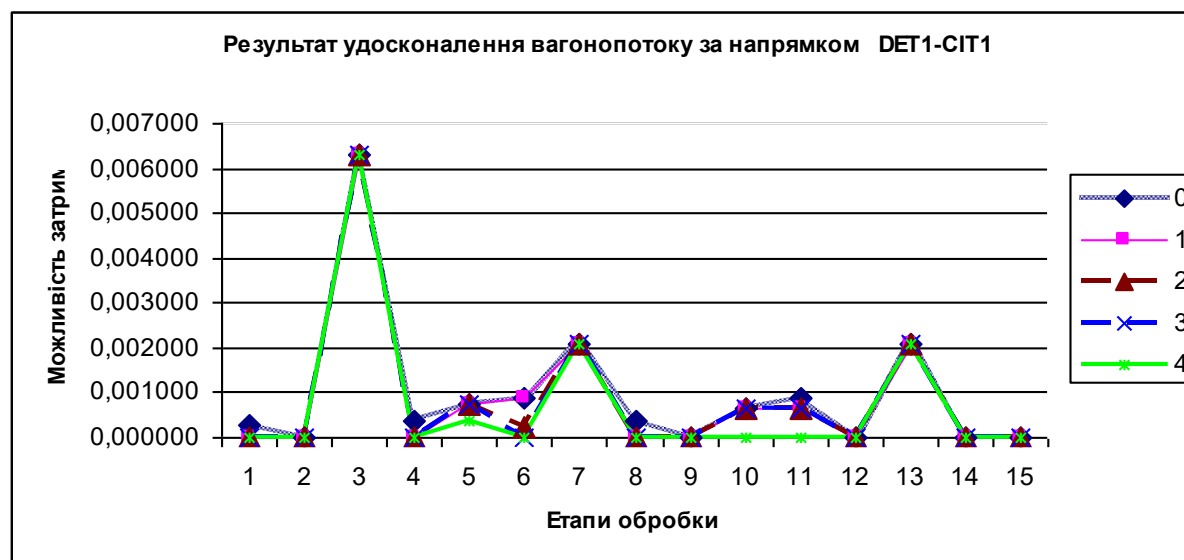


Рисунок К.2 – Можливість затримки вагонів після удосконалення при експорті й транзиті зі станції Валуйки-Сортувальні

Таблиця К.3

Можливість затримки вагонів після удосконалення процесу взаємодії ППС за розрахунковий період 2

Етапи удосконалення	Формула розрахунку	Етапи технологічної обробки міждержавного вагонопотоку														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0	СЕТ2 ⊕ DIT2	0,000362	0,0000	0,004130	0,000130	0,000120	0,000352	0,002826	0,000130	0,0000	0,000028	0,000377	0,0000	0,002826	0,0000	0,0000
1		0,000000	0,0000	0,004130	0,000000	0,000120	0,000352	0,002826	0,000000	0,0000	0,000028	0,000028	0,0000	0,002826	0,0000	0,0000
2		0,000000	0,0000	0,004130	0,000000	0,000120	0,000352	0,002826	0,000000	0,0000	0,000028	0,000028	0,0000	0,002826	0,0000	0,0000
3		0,000000	0,0000	0,004130	0,000000	0,000120	0,000130	0,002826	0,000000	0,0000	0,000028	0,000028	0,0000	0,002826	0,0000	0,0000
4		0,000000	0,0000	0,004130	0,000000	0,000120	0,000130	0,000400	0,000000	0,0000	0,000000	0,000000	0,000000	0,0000	0,000411	0,0000

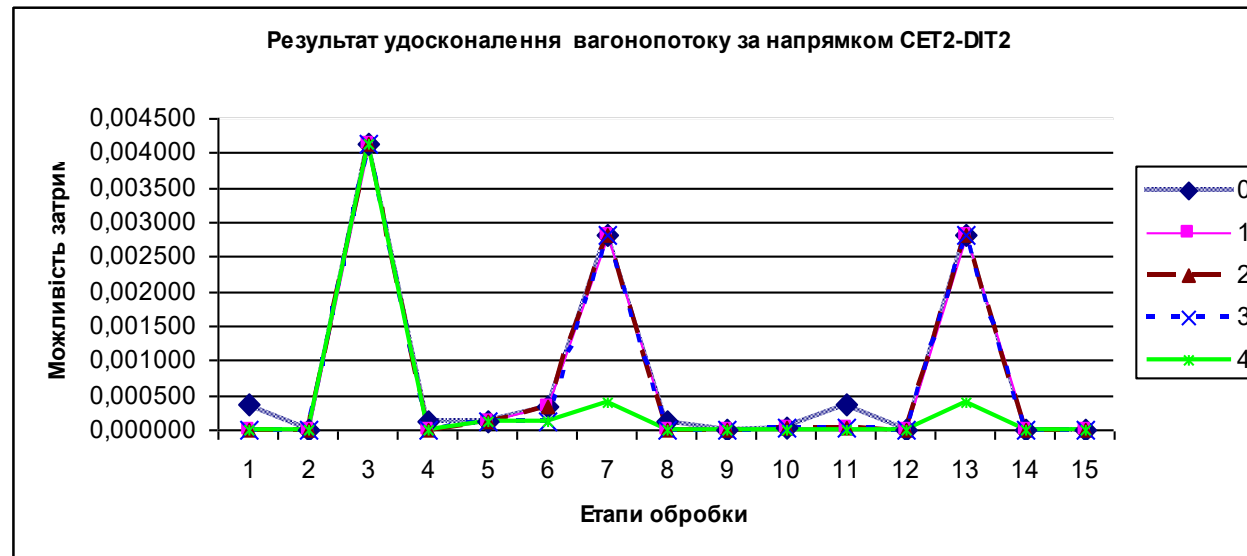


Рисунок К.3 – Можливість затримки вагонів після удосконалення при експорті й транзиті зі станції Куп'янськ-Сортувальний

Таблиця К.4

Можливість затримки вагонів після удосконалення процесу взаємодії ППС за розрахунковий період 2

Етапи удосконалення	Формула розрахунку	Етапи технологічної обробки міждержавного вагонопотоку														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0	DET2 + CIT2	0,000322	0,0000	0,006837	0,000227	0,000884	0,000805	0,003188	0,000227	0,0000	0,000805	0,001114	0,0000	0,003188	0,0000	0,0000
1		0,000000	0,0000	0,006837	0,000218	0,000884	0,000805	0,003188	0,000218	0,0000	0,000805	0,000805	0,0000	0,003188	0,0000	0,0000
2		0,000000	0,0000	0,006837	0,000218	0,000884	0,000325	0,003188	0,000218	0,0000	0,000805	0,000805	0,0000	0,003188	0,0000	0,0000
3		0,000000	0,0000	0,006837	0,000218	0,000884	0,000227	0,003188	0,000218	0,0000	0,000805	0,000805	0,0000	0,003188	0,0000	0,0000
4		0,000000	0,0000	0,006837	0,000218	0,000000	0,000227	0,002336	0,000218	0,0000	0,000000	0,000000	0,0000	0,002346	0,0000	0,0000

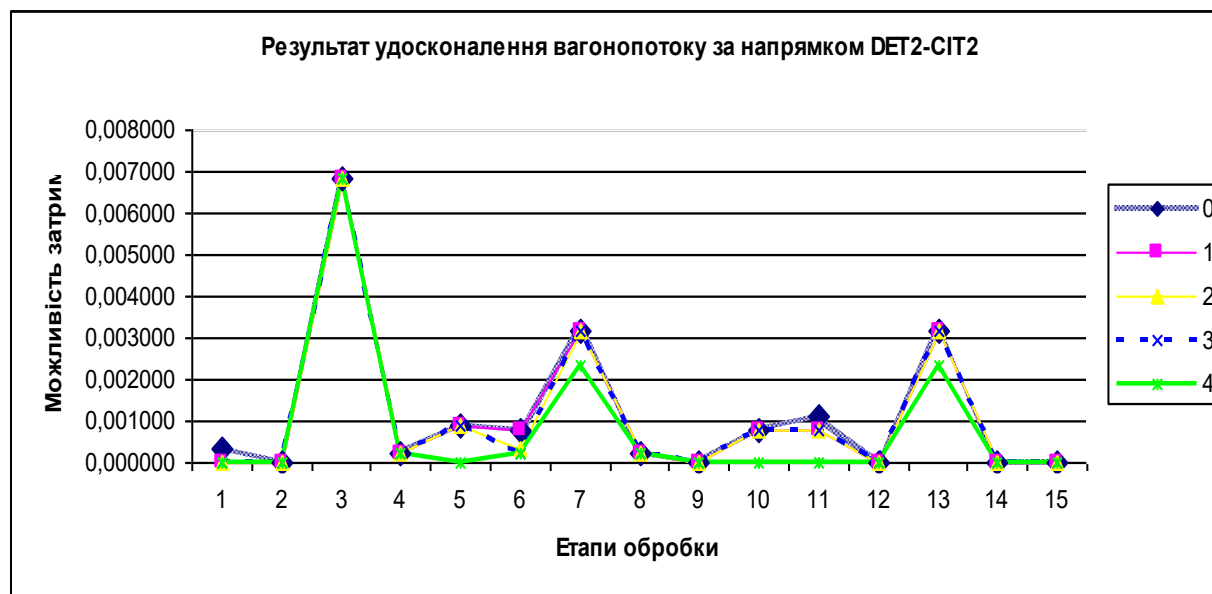


Рисунок 3.4 – Можливість затримки вагонів після удосконалення при експорті й транзиті зі станції Валуйки-Сортувальні

Таблиця К.5

Можливість затримки вагонів після удосконалення процесу взаємодії ППС за розрахунковий період 3

Етапи удосконалення	Формула розрахунку	Етапи технологічної обробки міждержавного вагонопотоку														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0	СЕТ3 + DIT3	0,000622	0,0000	0,003587	0,000214	0,000398	0,000214	0,000795	0,000214	0,0000	0,000398	0,000627	0,0000	0,000795	0,0000	0,0000
1		0,000000	0,0000	0,003587	0,000000	0,000398	0,000214	0,000795	0,000000	0,0000	0,000398	0,000398	0,0000	0,000795	0,0000	0,0000
2		0,000000	0,0000	0,003587	0,000000	0,000398	0,000214	0,000795	0,000000	0,0000	0,000398	0,000398	0,0000	0,000795	0,0000	0,0000
3		0,000000	0,0000	0,003587	0,000000	0,000398	0,000214	0,000795	0,000000	0,0000	0,000398	0,000398	0,0000	0,000795	0,0000	0,0000
4		0,000000	0,0000	0,003587	0,000000	0,000106	0,000214	0,000204	0,000000	0,0000	0,000000	0,000000	0,0000	0,000283	0,0000	0,0000

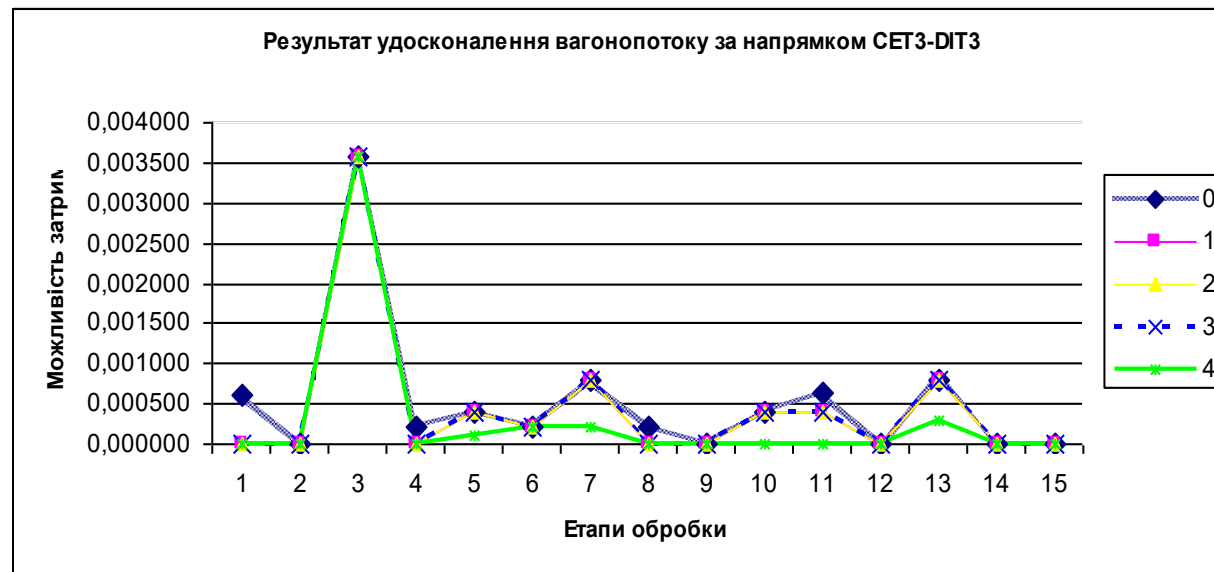


Рисунок К.5 – Можливість затримки вагонів після удосконалення при експорті й транзиті зі станції Куп'янськ-Сортувальний

Таблиця К.6

Можливість затримки вагонів після удосконалення процесу взаємодії ППС за розрахунковий період 3

Етапи удосконалення	Формула розрахунку	Етапи технологічної обробки міждержавного вагонопотоку														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0	ДЕТЗ † СІТЗ	0,000687	0,0000	0,008723	0,000255	0,002363	0,000819	0,002363	0,000255	0,0000	0,002363	0,002722	0,0000	0,002363	0,0000	0,0000
1		0,000000	0,0000	0,008723	0,000000	0,002363	0,000819	0,002363	0,000000	0,0000	0,002363	0,002363	0,0000	0,002363	0,0000	0,0000
2		0,000000	0,0000	0,008723	0,000000	0,002363	0,000255	0,002363	0,000000	0,0000	0,002363	0,002363	0,0000	0,002363	0,0000	0,0000
3		0,000000	0,0000	0,008723	0,000000	0,002363	0,000255	0,002363	0,000000	0,0000	0,002363	0,002363	0,0000	0,002363	0,0000	0,0000
4		0,000000	0,0000	0,008723	0,000000	0,000831	0,000255	0,000641	0,000000	0,0000	0,000000	0,000000	0,000000	0,0000	0,000683	0,0000

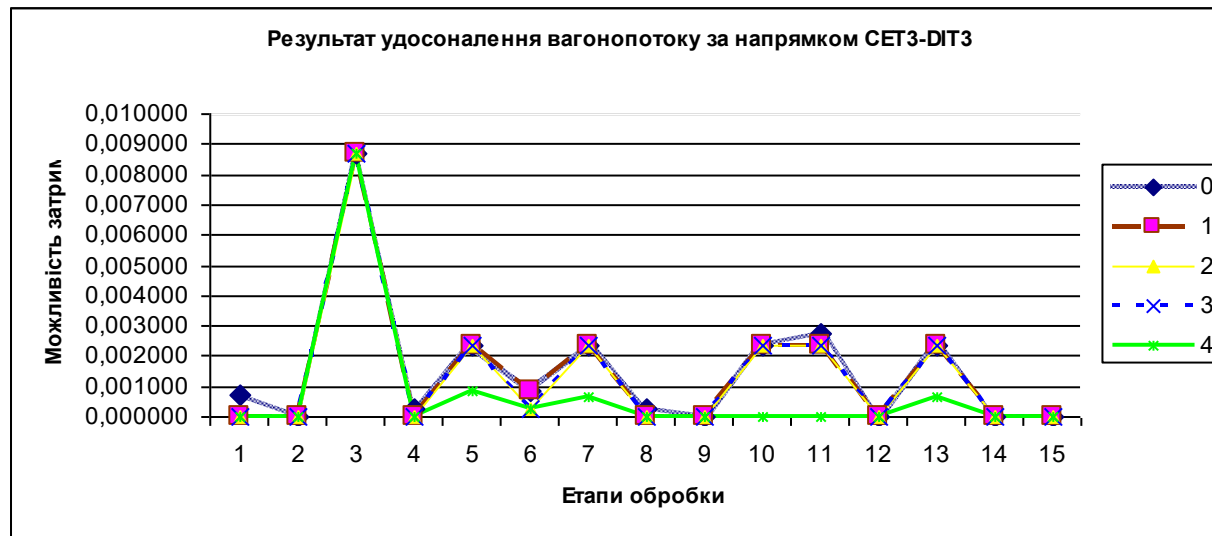


Рисунок К.6 – Можливість затримки вагонів після удосконалення при експорті й транзиті зі станції  
Валуйки-Сортувальний

## ДОДАТОК Л

### Розрахунок ресурсів, що витрачаються при затримці вагонів на прикордонних передавальних станціях

Таблиця Л.1

Вартість вагоно-годин простою затриманих вагонів при експорті й транзиті зі ст. Куп'янськ-Сортувальний, (СЕТ)

До удосконалення				Після 4-х етапів удосконалення			
Код причини	<i>Tm<sub>n</sub></i>	<i>C<sub>вг</sub></i>	<i>K<sub>n</sub></i>	Код причини	<i>Tm<sub>n</sub></i>	<i>C<sub>вг</sub></i>	<i>K<sub>n</sub></i>
X1	79	1,538	121,50	X1	79	1,538	121,50
X2	128353	1,538	197406,91	X2	0	1,538	0,00
X3	0	1,538	0,00	X3	0	1,538	0,00
X4	76476	1,538	117620,09	X4	76476	1,538	117620,09
X5	3622	1,538	5570,64	X5	3622	1,538	5570,64
X6	11329	1,538	17424,00	X6	0	1,538	0,00
X7	0	1,538	0,00	X7	0	1,538	0,00
X8	195	1,538	299,91	X8	0	1,538	0,00
X9	71	1,538	109,20	X9	71	1,538	109,20
X10	0	1,538	0,00	X10	0	1,538	0,00
X11	37922	1,538	58324,04	X11	0	1,538	0,00
X12	198	1,538	304,52	X12	198	1,538	304,52
X13	239	1,538	367,58	X13	239	1,538	367,58
X14	0	1,538	0,00	X14	0	1,538	0,00
<b>Разом</b>	258484		397548,39	<b>Разом</b>	80685		124093,53

Таблиця Л.2

Вартість вагоно-годин простою затриманих вагонів при імпорті й транзиті на станцію Валуйки-Сортувальні, (DIT)

До удосконалення				Після 4-х етапів удосконалення			
Код причини	<i>Tm<sub>n</sub></i>	<i>C<sub>вг</sub></i>	<i>K<sub>n</sub></i>	Код причини	<i>Tm<sub>n</sub></i>	<i>C<sub>вг</sub></i>	<i>K<sub>n</sub></i>
X1	21114	1,538	32473,33	X1	21114	1,538	32473,33
X2	16355	1,538	25153,99	X2	0	1,538	0,00
X3	0	1,538	0,00	X3	0	1,538	0,00
X4	68422	1,538	105233,04	X4	68422	1,538	105233,04
X5	0	1,538	0,00	X5	0	1,538	0,00
X6	0	1,538	0,00	X6	0	1,538	0,00
X7	0	1,538	0,00	X7	0	1,538	0,00
X8	7872	1,538	12107,14	X8	0	1,538	0,00
X9	0	1,538	0,00	X9	0	1,538	0,00
X10	0	1,538	0,00	X10	0	1,538	0,00
X11	0	1,538	0,00	X11	0	1,538	0,00
X12	1028	1,538	1581,06	X12	1028	1,538	1581,06
X13	3839	1,538	5904,38	X13	3839	1,538	5904,38
X14	0	1,538	0,00	X14	0	1,538	0,00
<b>Разом</b>	118630		182452,94	<b>Разом</b>	94403		145191,81

КвР – 275.02 – ДУІТ – КІЗТ – УЗТ – ГТУШП – ПЗ

Таблиця Л.3

Визначення сумарних витрат ресурсів при затримках вагонів в експортному й транзитному вагонопотоках зі станції  
Куп'янськ-Сортувальний, (СЕТ)

До удосконалення									Після 4-х етапів удосконалення								
Код при- чини	<i>K<sub>i</sub></i>	<i>L<sub>i</sub></i>	<i>D<sub>i</sub></i>	<i>Z<sub>i</sub></i>	<i>I<sub>i</sub></i>	<i>N<sub>i</sub></i>	<i>M<sub>річ</sub></i>	$\sum R_{xi}$	Код при- чини	<i>K<sub>i</sub></i>	<i>L<sub>i</sub></i>	<i>D<sub>i</sub></i>	<i>Z<sub>i</sub></i>	<i>I<sub>i</sub></i>	<i>N<sub>i</sub></i>	<i>M<sub>річ</sub></i>	$\sum R_{xi}$
X1	121,5	141,9	0,0	88,6	1,6	766,7	48020,0	49140,2	X1	121,5	141,9	0,0	88,6	1,6	766,7	48020,0	49140,2
X2	197406,9	221042,8	2804,4	138078,9	2428,1	1194440,7	48020,0	1804221,8	X2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	X3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X4	117620,1	455847,6	0,0	284754,4	5007,5	774815,0	48020,0	1686064,5	X4	117620,1	455847,6	0,0	284754,4	5007,5	774815,0	48020,0	1686064,5
X5	5570,6	14045,7	178,2	8773,9	154,3	14523,3	48020,0	91266,1	X5	5570,6	14045,7	178,2	8773,9	154,3	14523,3	48020,0	91266,1
X6	17424,0	46109,7	0,0	28803,4	506,5	47677,5	48020,0	188541,1	X6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	X7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X8	299,9	1135,0	0,0	709,0	12,5	1273,0	48020,0	51449,4	X8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X9	109,2	1986,3	0,0	1240,8	21,8	1412,3	48020,0	52790,3	X9	109,2	1986,3	0,0	1240,8	21,8	1412,3	48020,0	52790,3
X10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	X10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X11	58324,0	60581,1	0,0	37843,2	665,5	54896,2	48020,0	260329,9	X11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X12	304,5	283,8	0,0	177,3	3,1	257,1	48020,0	49045,8	X12	304,5	283,8	0,0	177,3	3,1	257,1	48020,0	49045,8
X13	367,6	1135,0	0,0	709,0	12,5	1841,3	48020,0	52085,3	X13	367,6	1135,0	0,0	709,0	12,5	1841,3	48020,0	52085,3
X14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	X14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
<b>Разом</b>	<b>397548,4</b>	<b>802308,8</b>	<b>2982,6</b>	<b>501178,4</b>	<b>8813,3</b>	<b>2091902,9</b>	<b>480200,0</b>	<b>4284934,4</b>	<b>Разом</b>	<b>124093,5</b>	<b>473440,2</b>	<b>178,2</b>	<b>295744,0</b>	<b>5200,7</b>	<b>793615,6</b>	<b>288120,0</b>	<b>1980392,2</b>

КВР – 275.02 – ДУІТ – КІЗТ – УЗТ – ТТУШП – ПЗ

Таблиця Л.4

Визначення сумарних витрат ресурсів при затримках вагонів в імпортному й транзитному вагонопотоках на станцію Валуйки-Сортувальні, (DIT)

До удосконалення									Після 4-х етапів удосконалення								
Код причини	$K_i$	$L_i$	$D_i$	$Z_i$	$I_i$	$N_i$	$M_{річ}$	$\sum R x_i$	Код причини	$K_i$	$L_i$	$D_i$	$Z_i$	$I_i$	$N_i$	$M_{річ}$	$\sum R x_i$
X1	32473,3	29935,8	0,0	18700,0	328,8	161763,2	48020,0	291221,2	X1	32473,3	29935,8	0,0	18700,0	328,8	161763,2	48020	291221,2
X2	25154,0	20997,6	266,4	13116,6	230,7	113464,2	48020,0	221249,5	X2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	X3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X4	105233,0	187985,7	0,0	117429,1	2065,0	319523,8	48020,0	780256,6	X4	105233,0	187985,7	0,0	117429,1	2065,0	319523,8	48020	780256,6
X5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	X5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	X6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	X7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X8	12107,1	34334,0	0,0	21447,4	377,2	38508,3	48020,0	154794,0	X8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	X9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	X10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	X11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
X12	1581,1	4114,4	0,0	2570,1	45,2	3728,3	48020,0	60059,1	X12	1581,1	4114,4	0,0	2570,1	45,2	3728,3	48020	60059,1
X13	5904,4	16173,9	0,0	10103,3	177,7	26238,2	48020,0	106617,5	X13	5904,4	16173,9	0,0	10103,3	177,7	26238,2	48020	106617,5
X14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	X14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
<b>Разом</b>	<b>182452,9</b>	<b>293541,4</b>	<b>266,4</b>	<b>183366,6</b>	<b>3224,5</b>	<b>663225,9</b>	<b>288120,0</b>	<b>1614197,8</b>	<b>Разом</b>	<b>145191,8</b>	<b>238209,8</b>	<b>0,0</b>	<b>148802,6</b>	<b>2616,7</b>	<b>511253,5</b>	<b>192080</b>	<b>1238154,4</b>

## ДОДАТОК М

### Економічний ефект від впровадження заходів з удосконалення взаємодії станцій Куп'янськ-Сортувальний та Валуйки-Сортувальні за результатами моделювання

Таблиця М.1

Економія ресурсів при удосконаленні технології роботи станцій Куп'янськ–Сортувальний та Валуйки–Сортувальні

DIT 1				
$\sum R_{x_i}$ (грн) до удосконалення	$\sum R_{x_i}$ (грн) після I удосконалення	$\sum R_{x_i}$ (грн) після II удосконалення	$\sum R_{x_i}$ (грн) після III удосконалення	$\sum R_{x_i}$ (грн) після IV удосконалення
4284934,43	4024604,5	4024604,5	3836063,43	1980392,21
DIT 1				
$\sum R_{x_i}$ (грн) до удосконалення	$\sum R_{x_i}$ (грн) після I удосконалення	$\sum R_{x_i}$ (грн) після II удосконалення	$\sum R_{x_i}$ (грн) після III удосконалення	$\sum R_{x_i}$ (грн) після IV удосконалення
1614197,82	1614197,82	1614197,82	1614197,82	1238154,36
DET 1				
$\sum R_{x_i}$ (грн) до удосконалення	$\sum R_{x_i}$ (грн) після I удосконалення	$\sum R_{x_i}$ (грн) після II удосконалення	$\sum R_{x_i}$ (грн) після III удосконалення	$\sum R_{x_i}$ (грн) після IV удосконалення
2934557,18	2934557,18	2678437,82	2678437,82	2115004,67
CIT 1				
$\sum R_{x_i}$ (грн) до удосконалення	$\sum R_{x_i}$ (грн) після I удосконалення	$\sum R_{x_i}$ (грн) після II удосконалення	$\sum R_{x_i}$ (грн) після III удосконалення	$\sum R_{x_i}$ (грн) після IV удосконалення
2210232,43	2081779,69	2081779,69	1969905,11	994557,14

КвР – 275.02 – ДУІТ – КІЗТ – УЗТ – ТТУШП – ПЗ

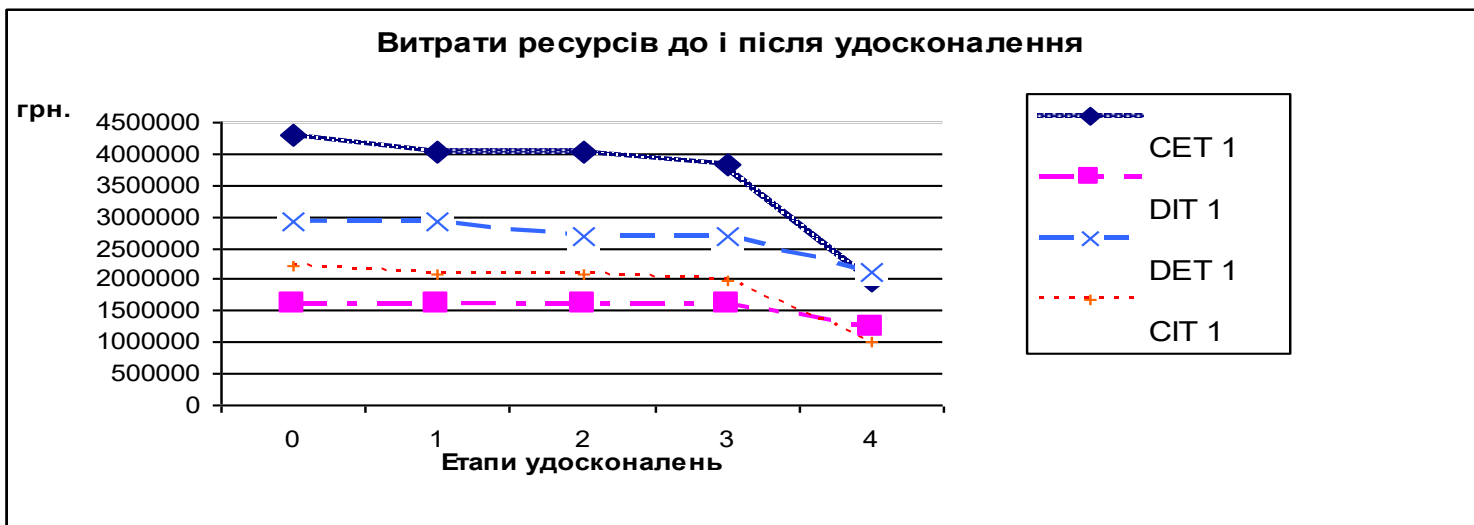


Рисунок М.1 – Витрати ресурсів до і після удосконалення взаємодії станцій Куп'янськ-Сортувальний й  
Валуйки-Сортувальні